

SÉANCE MENSUELLE DU 19 MARS 1904.

Présidence de M. Rutot, Président.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

M. le Président signale parmi les récentes promotions et nominations dans la Légion d'Honneur, plusieurs des membres de la Société : MM. Harzé, commandeur; Dufourny et Mourlon, officiers; Petermann, van Hoegaerden et Wittouck, chevaliers.

M. Bommer a été nommé conservateur au Jardin botanique.

Dans la Commission permanente scientifique du Musée de Tervueren, ont été nommés MM. Cornet, Renard, Stainier et Van den Broeck.

Le Président se dit heureux de pouvoir féliciter tous ces membres pour les distinctions méritées dont ils ont été l'objet. Mais l'honneur n'est pas pour eux seuls; une part en rejaillit sur la Société dont ils font partie et dont, par leur active collaboration pour la plupart d'entre eux, ils contribuent à maintenir l'importance scientifique.

Correspondance :

M. le Secrétaire général ayant appris, par une note du *Geological Magazine*, que sir Archibald Geikie avait résigné ses fonctions de Directeur du service géologique de la Grande-Bretagne et d'Irlande, a pris sur lui d'écrire immédiatement à notre membre d'honneur pour lui exprimer, au nom de la Société, toutes les sympathies qui le suivent dans sa retraite. Sir Archibald Geikie a répondu par de chaleureux remerciements et a annoncé que, déchargé d'une tâche administrative assez absorbante, il compte se consacrer entièrement à des travaux d'ordre purement scientifique.

La direction du Service a été confiée à M. J. J. H. Teall, l'organisateur, on s'en souvient, avec MM. W. Whitaker et Starkie Gardner, de notre intéressante excursion en Angleterre, en 1899.

Le Secrétaire s'est chargé de lui transmettre les félicitations de la Société pour cette nomination à un poste éminent. M. Teall a répondu

en se mettant entièrement à la disposition de la Société pour toutes les occasions où il pourrait lui être utile.

M. E. Lagrange, au sujet de la communication de MM. Rahir et Dufes sur les eaux des grottes, écrit avoir étudié il y a quelques années la région caverneuse Han-Rochefort-Jemelle. Ses observations relatives au cours et aux réapparitions des eaux souterraines ne concordant pas complètement avec celles de ces Messieurs, il compte reprendre la question et communiquera à la Société ses nouvelles recherches.

M. C.-F. Moulan annonce la prochaine présentation d'un travail sur « les eaux du bassin de la Haine, à propos de l'étude des projets d'alimentation d'eau pour le Borinage et le Centre », destiné pour le concours du Borinage, travail dont il réserve la primeur pour la Société. Cette communication est inscrite pour une prochaine séance.

Un autre travail, qui a occupé notre collègue depuis plus de trente ans, est la statistique hydrologique de la Gileppe. Les enquêtes de ce genre ont pour caractère distinctif de ne jamais finir, mais il arrive un moment où les résultats acquis permettent déjà certaines conclusions et d'utiles synthèses. M. le Secrétaire a pu reconnaître que les études de M. Moulan sont d'un haut intérêt et a obtenu de l'auteur la promesse de les communiquer bientôt à la Société.

M. Marboutin, de l'Observatoire municipal (Paris) de Montsouris, a bien voulu promettre une note sur l'emploi de la fluorescéine pour l'identification des eaux souterraines. Le Secrétaire a demandé à M. Marboutin une communication orale ou conférence et attend la réponse à cette invitation.

La Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut met au concours les deux questions suivantes relatives à la Géologie :

1° On demande une étude, basée sur des analyses nouvelles effectuées d'après une méthode uniforme, sur les relations existant entre la composition des houilles du bassin du Hainaut et leur mode de gisement. On recherchera, en particulier, les variations que subit cette composition dans le sens de la succession stratigraphique, dans le sens de la direction et dans celui de l'inclinaison, ainsi que suivant la profondeur et suivant la position des couches en plateau ou en dressant.

2° On demande une étude sur la faille du Centre et les failles connexes dans le Couchant de Mons et la partie occidentale du bassin du Centre.

Les mémoires, rédigés en français, seront remis franco, avant le décembre 1901, chez M. Wiliquet, greffier provincial, secrétaire général de la Société, avenue d'Havré, n° 22, à Mons.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3265. **Glangeaud, Ph.** *Les transgressions et les régressions des mers secondaires dans le bassin de l'Aquitaine.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 3 pages.
3266. **Ministère de l'Agriculture.** *Monographie agricole de la région du Condroz.* Bruxelles, 1900. Volume in-4° de 120 pages.
3267. **Sacco, F.** *Osservazioni di geologia applicata riguardanti un progetto di derivazione e condotta d'acqua potabile dal Piano della Mussa a Torino.* Turin, 1900. Extrait in-4° de 22 pages.
3268. **De Montessus de Ballore.** *La France et l'Algérie sismiques.* Paris, 1892. Extrait in-8° de 16 pages et 2 planches.
3269. — *Introduction à un essai de description sismique du globe et mesure de la sismicité.* Extrait in-8° de 52 pages.
3270. **Choffat, P.** *Sur le Crétacique supérieur, à Moçambique.* Paris, 1900. Extrait in-4° de 3 pages.
3271. **Marboutin, Félix.** *Contribution à l'étude des eaux souterraines. Courbes isochronochromatiques.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 3 pages.
3272. **de Lapparent, A.** *Sur la découverte d'un oursin d'âge crétacé dans le Sahara oriental.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 5 pages.
3273. **Lagrange, E.** *Les mouvements sismiques en Belgique en 1899.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 7 pages et 1 planche.
3274. **Rosset, J.** *Manuel du prospecteur. Guide pour la recherche des gîtes minéraux et métallifères,* par J. W. Anderson. Édition française par J. Rosset. Paris, 1901. Volume in-8° de 223 pages et 73 figures.
3275. **Rutot, A.** *Sur l'aire de dispersion actuellement connue des peuplades paléolithiques en Belgique.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 11 pages.
3276. — *Sur, l'homme préquaternaire.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 19 pages et 6 figures.

2° Extraits du Bulletin :

3277. **Rutot, A.** *Nouvelles observations sur le Flandrien.* 1901, 6 pages. (2 exemplaires.)
3278. **Renard, A.** *Sur la présence de la zoisite et de la diallage dans les roches métamorphiques de l'Ardenne.* 1897, 2 pages. (2 exemplaires.)

3279. — *De l'influence qu'exerce la température sur le pouvoir dissolvant de l'eau, d'après les recherches de G. Spezia.* 1897, 6 pages. (2 exemplaires.)
3280. **Verstraeten, T.** *Hydrologie des roches. Nécessité de préciser les situations et les termes.* 1897, 22 pages. (2 exemplaires.)
3281. **Losseau, L.** *Recherches sur la gélivité des matériaux de construction.* 1897, 3 pages. (2 exemplaires.)
3282. **Klement, C.** *Sur la diallage ouralitisée de l'Ardenne.* 1897, 6 pages. (2 exemplaires.)
3283. **Van den Broeck, E.** *A propos du mode de formation des cavernes et des critiques soulevées par M. E. Van den Broeck sur la thèse défendue par M. Flamache. Réponse à la réplique de M. Flamache.* 1897, 4 pages. (2 exemplaires.)
3284. **Arctowski, Henryck.** *Quelques mots relatifs à l'étude du relief de l'Ardenne et des directions que suivent les rivières dans cette contrée* 1897, 10 pages. (2 exemplaires.)
3285. **Wichmann, A.** *Sur l'ouralite de l'Ardenne.* 1897, 3 pages. (2 exemplaires.)
3286. **K.** *Bulletin bibliographique : Pierret, Les matériaux employés dans la construction des chaussées, des routes provinciales et communales dans le Brabant.* 1897, 5 pages. (2 exemplaires.)

5° Périodiques nouveaux :

3287. *La Chronique des Travaux publics.* Bruxelles, 1901, nos 9 et 10.
3288. *Bergens Museum.* Bergen, Aarsberetning for 1900.
3289. *Museo nacional de Montevideo.* Montevideo, Anales II et III.

Présentation de nouveaux membres :

Sont présentés et reçus à l'unanimité :

MM. E. WOUTERS-DUSTIN, entrepreneur, 96, rue de Louvain, Bruxelles, *membre effectif*;

JOSEPH FRAIPONT, ingénieur des mines, 20, avenue des Arts, Bruxelles, *associé régénicole*.

Communications des membres :

M. O. van Ertborn, avant de donner lecture de son travail sur le puits artésien du Royal Palace Hotel d'Ostende et sur le puits artésien d'Audenarde, nous communique les renseignements suivants relatifs au puits de Gand. Ils sont tirés d'une lettre de M. Coune, ingénieur en chef de la Ville :

Le puits creusé par la ville de Gand et qui a été arrêté après avoir traversé 72 mètres de phyllades devilliens, se trouve à la cote 7.50 environ. Il est situé sur la rive droite de l'Escaut, à 25 mètres du fleuve.

Comme coordonnées pouvant servir à repérer sa position exacte, on peut signaler les chiffres suivants :

Il est à 1020 mètres de la gare (bâtiment) de Gand-Saint-Pierre.

- 1240 — — (façade) de Gand-Sud.
- 225 — — du pont sur l'Escaut, au boulevard de la Citadelle.
- 225 — — de la première division de l'Escaut, à son entrée en ville.

La coupe du puits, rappelle M. van Ertborn, a été publiée dans les 1^{re} et 4^e livraisons du tome XX (1896-1897) des *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand* et elle a été reproduite dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, 1898-1899, t. XXVI, pp. cXLVII, 158.

M. VAN ERTBORN aborde ensuite l'objet de sa communication mise à l'ordre du jour de la séance.

LE Puits ARTÉSIEEN

DU

ROYAL PALACE HOTEL A OSTENDE

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

(AVEC ANALYSES DE MM. KLEMENT ET WAUTERS)

(1^{er} mai au 14 août 1899.)

Cote de l'orifice : 10 environ.

| | | Profondeur en mètres. | | | |
|--------------------------|---------------------------------|---|-------------------|--------|--|
| Moderne | { | Sable dunal | 0.00 | 7.00 | |
| | | Argile polderienne | 7.00 | 13.20 | |
| | | La même, sableuse | 13.20 | 16.00 | |
| Quaternaire | { | Sable tourbeux | 16.00 | 28.75 | |
| | | Sable grossier avec coquilles et cailloux | 28.75 | 34.30 | |
| Ypresien infé- rieur. | } | Argile brunâtre | 34.30 | 40.00 | |
| | | — plastique | 40.00 | 52.50 | |
| | | — dure | 52.50 | 71.20 | |
| | | — brunâtre | 71.20 | 74.30 | |
| | | — verdâtre | 74.30 | 76.10 | |
| | | — brunâtre | 76.10 | 99.25 | |
| | | Septaria | 99.25 | 99.57 | |
| | | Argile plastique | 99.57 | 117.15 | |
| | | — vert foncé | 117.15 | 121.25 | |
| | | — brunâtre | 121.25 | 133.90 | |
| | | — avec zones schistoïdes | 133.90 | 158.35 | |
| | | | A 139.54 de 0.12. | | |
| | | | 142.56 0.05. | | |
| | | | 145.20 0.40. | | |
| | | | 148.25 0.10. | | |
| | 150.15 0.23. | | | | |
| | 157.70 0.20. | | | | |
| | Argile vert bleuâtre | 158.35 | 162.05 | | |
| | — brunâtre | 162.05 | 162.70 | | |
| | — dure | 162.70 | 164.15 | | |
| | Concrétion schistoïde | 164.15 | 164.23 | | |

| | | | |
|---|--|--------|--------|
| | Argile brunâtre | 164.23 | 166.48 |
| | Concrétion schistoïde | 166.48 | 166.59 |
| | Argile brunâtre | 166.59 | 169.30 |
| | Concrétion schistoïde | 169.30 | 169.35 |
| Ypresien infé- rieur (<i>suite</i>). | Argile plastique | 169.35 | 170.00 |
| | — dure | 170.00 | 173.35 |
| | Sable argileux bleuâtre | 173.35 | 174.85 |
| | Argile dure | 174.85 | 175.60 |
| | Sable coquillier (1) et cailloux | 175.60 | 175.80 |
| | (Base de l'Ypresien à la cote — 165.80.) | | |
| | Argile dure | 175.80 | 176.20 |
| | — sableuse | 176.20 | 177.25 |
| Landenien supé- rieur (Sparnacien). | Grès dur, coquillier | 177.25 | 177.55 |
| | Sable argileux noir, coquillier, ligniteux. | 177.55 | 178.45 |
| | Grès dur, coquillier | 178.45 | 178.68 |
| | Argile sableuse noirâtre, ligniteuse | 178.68 | 180.23 |
| | Sable coquillier (non percé) | 180.23 | 185.24 |

Cette coupe ne nous apprend rien de bien nouveau au point de vue géologique. Nous appellerons cependant l'attention sur les grès durs du Landenien supérieur.

Les pierres dures désignées avec doute comme silex à 171^m,07, 186^m,40 et 191^m,45 de profondeur au sondage de Mariakerke lez-Gand (2) ne seraient-elles pas de même nature? Le fait paraît probable.

Quoique n'ayant pas vu la série d'échantillons, on serait tenté de placer en ce point la base de l'Ypresien à la cote — 166.

A Gand, elle se trouve à la cote — 144.5.

Elle s'infléchirait donc vers le Nord-Ouest de 21^m,50; la distance étant d'environ de 4 kilomètres, son allure serait tout à fait normale.

La pierre tendre ou marne notée à Mariakerke à 194^m,87 serait du sable calcaireux cohérent, ou même de la marne blanchâtre, comme il y en avait des strates dans l'argile ligniteuse landenienne à Ostende.

Ceci sous toutes réserves (3).

Rappelons aussi que nous avons rencontré à 168^m,90, au sondage de

(1) Coquilles remaniées.

(2) *Bulletin de la Société*, t. I. (MÉM. pp. 8 et 9.)

(3) Cette interprétation et celle qui précède relative aux couches naguère considérées comme « silex » pour des roches dures rencontrées de 171 à 191 mètres au puits de Mariakerke, et qui fait des 61 mètres inférieurs de ce puits tout simplement du Landenien, se rencontre avec celle qui vient d'être signalée, avec examen des échantillons à l'appui, par M. Van den Broeck, à la séance du 26 février dernier. Voir page 73, note 1.

la rue Charles-Quint, à Gand, une pierre très dure qui ne fut pas percée, probablement un grès semblable à ceux d'Ostende.

Au point de vue paléontologique, les découvertes ont été plus intéressantes. Nous avons trouvé dans le Landenien supérieur de nombreux fossiles, dont quelques-uns sont nouveaux pour la faune belge.

Les déterminations sont de M. Leriche (1), qui s'occupe tout spécialement de la faune sparnacienne.

GASTÉROPODES

- Tritonidea lata* Sow. r.
Potamides funatus Mant. c.
Melanopsis buccinoidea Fer. c.
Faunus curvicostatus Desh. c.
Melania inquinata Deff. ar.
Stenothyra miliota Mellev. r.

PELÉCYPODES.

- Cyrena cuneiformis* Fer. cc.
Cyrena sp.
Ostrea sparnacensis (2) Deff.
Ostrea bellovacina Lam.

SPONGIAIRES.

- Cliona erodens* Dollf. c.

M. Leriche ajoute en note : « Dans un forage fait à Gand, MM. Renard et Vincent (*Annales de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Gand*, t. XX, p. 70, 1896-1897) ont signalé sous l'argile ypresienne, dans les couches traversées de 152 à 171 mètres, la présence de *Melania inquinata*, *Cyrena cuneiformis*, *Melanopsis sodalis* et *Ostrea submissa*. Ces deux dernières espèces n'ont pas encore été rencontrées en France dans l'étage sparnacien.

» *Melanopsis sodalis* des sables de Châlons-sur-Vesle est assez voisin de *Melanopsis buccinoidea*, qui est très commun dans les lignites du Soissonnais.

(1) *Annales de la Société géologique du Nord*, t. XXVIII, pp. 280 et suivantes. (Séance du 22 novembre 1899.)

(2) Les débris d'huîtres sont extrêmement nombreux; quelques rares fragments se prêtent seuls à une détermination spécifique.

» Quant à *Ostrea submissa*, elle se rencontre, en France, dans les sables de Cuise et dans le calcaire grossier inférieur. »

Malgré ces légères différences fauniques, il est probable que les couches d'Ostende et de Gand appartiennent au même horizon géologique (1).

Au sondage du *Royal Palace Hotel*, la base de l'Ypresien est formée de coquilles brisées et remaniées; la même couche a été rencontrée au sondage de la ville d'Ostende (2). A Gand (puits artésien de la ville), une couche graveleuse avec débris de coquilles constitue également la base de l'Ypresien (3).

Au *Royal Palace Hotel*, la base de l'Ypresien se trouve à la cote — 165.80. Au sondage d'Ostende-Ville, distant de 1,700 mètres environ dans la direction est-nord-est, cette même base se trouve à la cote — 175.50. Remarquons qu'en ce point, la couche avec cailloux commence à la cote — 166.50 pour se terminer à — 175.50. La pente kilométrique dans cette direction est donc de 3 mètres.

Au puits artésien de Blankenberghe, à 18 kilomètres environ dans la même direction, la base de l'Ypresien se trouve à la cote — 237. L'inflexion n'est plus que de 5^m,53, soit de moitié moindre.

Au *Royal Palace Hotel*, l'étanchéité du puits dans la traversée des couches perméables supérieures est absolue.

Son débit à la cote 10 est de 20 litres par minute; le niveau hydrostatique de la nappe aquifère se trouve donc au moins à la cote 12.

MM. Rutot et Van den Broeck ont publié, dans les *Annales de la Société*, une Notice des plus intéressantes sur la composition chimique des eaux artésiennes (5).

Elle comprend en outre de nombreux détails sur le puits artésien de la ville d'Ostende.

Il serait intéressant de comparer les analyses faites à cette époque avec celles de mes collaborateurs. Nous prendrons la liberté d'y renvoyer le lecteur.

MM. Rutot et Van den Broeck nous donnent aussi les niveaux

(1) On n'a pas signalé ailleurs les psammites très durs, qu'il a fallu percer par percussion.

(2) *Bulletin de la Société*, t. I. (MÉM. p. 4.)

(3) *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Gand*, t. XX. p. 70.

(4) *Bulletin de la Société*, t. II. (MÉM. p. 260.)

(5) *Bulletin de la Société*, t. IV. (MÉM. p. 172.)

hydrostatiques des différentes nappes aquifères rencontrées au forage d'Ostende-Ville. Soit :

| | | |
|--------------------------------------|--------------------|----------|
| Première nappe à 173 mètres du sol : | cote d'équilibre + | 8.14. |
| Deuxième — à 185 | — | + 9.54. |
| Troisième — à 299 | — | + 11 29. |

Le niveau hydrostatique de 11^m,29 au-dessus de la basse-mer est considéré comme la résultante des trois nappes.

On remarquera que pour les nappes landeniennes, les niveaux sont inférieurs d'au moins 2^m,50 à celui constaté au *Royal Palace Hotel*. Cette différence, inexplicable à aussi courte distance, nous a donné la raison d'être des faits suivants, attribués à l'*influence de la marée*. Nous résumons :

On aurait constaté que la venue d'eau aurait augmenté jadis avec la pleine mer, que le niveau hydrostatique se relèverait de 0^m,12 à 0^m,15, pour revenir ensuite à son niveau primitif.

Un jaugeage fait à la marée haute accusait un débit de 80.000 litres par vingt-quatre heures, et un autre jaugeage, fait à marée basse, en révélait un de 145,000 litres pendant le même espace de temps.

« Les membres de la Commission, dans leur rapport du 12 mars, » pensent que la relation entre les variations du niveau et son débit » avec la marée proviendraient de ce que les couches renfermant les » nappes artésiennes viennent affleurer au fond de la mer dans leur » prolongement ouest. »

L'influence de la marée n'est point discutable ici, mais cette influence peut se manifester de deux manières fort différentes, soit en pesant sur l'affleurement des couches, comme le pensaient les membres de la Commission, soit en s'opposant aux fuites dans la couche superficielle perméable. La première influence peut être désignée sous le nom d'*influence de fond*.

Toutefois, cette *influence de fond* ne peut expliquer de telles différences de débit dans le cas qui nous occupe. Elle peut être sensible lorsque les puits ont leur source dans les roches fissurées (1) ayant leur

(1) LAURENT et DÉGOUSSÉ (*Guide du sondeur*, t. I, p. 38) nous disent que la fontaine jaillissante de Noyelle-sur-mer et toutes celles forées dans les environs d'Abbeville, montent et baissent avec la marée. Il rappelle qu'Arago fit faire des observations analogues au sujet d'un puits artésien à Lille. Observons que les premières ont leur source dans les fissures du Crétacé et le puits artésien de Lille dans celles du calcaire carbonifère, ce qui explique ces variations de débit. L'eau circule, non dans les pores d'une couche perméable, mais dans de vrais canaux souterrains.

débouché à peu de distance dans la mer; mais, à Ostende, les sables landeniens sont recouverts par une puissante couche d'argile ypresienne, dont la zone d'extension est énorme. Les affleurements sous-marins des sables landeniens, s'ils existent, doivent se trouver à une distance telle d'Ostende, qu'une surcharge de 3 à 4 mètres, par suite de la perte de charge sur une si longue distance, doit être à peu près sans influence notable sur le débit (1).

Cette influence aurait dû se manifester au sondage du *Royal Palace Hotel*, où rien de sensible ne fut constaté. Elle devrait même s'étendre dans l'intérieur des terres, où elle n'a été signalée que dans les fissures du calcaire carbonifère.

Enfin, les variations de niveau, produites pendant le cours des saisons, dans les nappes phréatiques, ne paraissent influencer que d'une manière absolument insensible le débit des sources, lorsque ces mêmes nappes, en s'enfonçant dans le sol, deviennent artésiennes. Une faible surcharge, soit dans la zone d'affleurement des nappes perméables sableuses, soit en leur point de déversement dans le fond des mers, ne peut donc avoir qu'une influence minime lorsque les points d'affleurement et de déversement sont distants de 100 kilomètres et plus, et le débit ne peut varier du simple au double, comme on l'a constaté au puits d'Ostende-Ville.

L'influence de la marée devait donc se manifester d'une autre manière, en mettant obstacle à l'épanchement de la source dans les couches perméables supérieures à l'argile ypresienne, par manque d'étanchéité des tubages. Nous la désignerons sous le nom d'*influence de surface*.

Cette *influence de surface* ne peut produire ses effets que dans la zone où le sable dunal s'imprègne rapidement d'eau et la laisse échapper avec la même facilité, soit donc dans une zone restreinte, celle où est situé le puits artésien d'Ostende-Ville. Il y avait donc une fuite variable avec la charge (3); il nous sera facile de le démontrer. Il est établi que les débits sont proportionnels aux charges à partir d'un point donné et peuvent être déterminés graphiquement par une ligne droite. On prend donc les hauteurs pour ordonnées et les débits pour

(1) A Grenelle, la perte de charge due à la masse filtrante est d'environ 56 mètres. (DUPUIT, *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, p. 101.)

(2) DUPUIT, *Traité théorique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux*, p. 101.

(3) Voir aussi DUPUIT, *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux*, pp. 284 et suivantes.

abscisses pour obtenir la ligne des débits. Le débit maximum d'Ostende-Ville étant, à la cote 6.37, de 100^l,8 par minute et le niveau hydrostatique à ce moment de 11^m,29 + 20, la figure graphique nous donne les débits, par minute, à tous les niveaux; soit 80 litres par minute à la cote 7.40; 60 litres par minute à la cote 8.48; 40 litres par minute à la cote 9.44; 20 litres par minute à la cote 10.46 et 0 à la cote 11.49.

Le débit de 0^l,926 par seconde, soit 55^l,5 par minute à marée basse à la cote 6.37, se trouve à la cote 9 environ au moment de la marée haute. Il s'abaisse donc de 2^m,60; il devrait en être de même du niveau hydrostatique; or il n'en est rien, celui-ci varie à peine de 0^m,15 à 0^m,20.

Cette anomalie prouve à l'évidence qu'il y a une fuite, dont l'épanchement dans la couche perméable supérieure est contrariée par les dénivellations de la marée et qui n'influence que faiblement le niveau hydrostatique.

Passons à présent à l'analyse chimique de l'eau du puits artésien du *Royal Palace Hotel*; celle-ci est l'œuvre entière de mes honorables collaborateurs.

L'eau nécessaire pour les analyses chimiques et bactériologiques fut prise le 2 novembre 1900. Elle possède un goût salé assez prononcé et l'odeur caractéristique des eaux ferrugineuses. Vue en petite masse, elle paraît claire et incolore, mais, en couche plus épaisse, elle est légèrement opaline avec une faible teinte jaunâtre et abandonne, après quelque temps de repos, un léger dépôt silico-ferrugineux. La réaction au papier de tournesol est franchement alcaline.

I. — Analyse de M. C. Klement.

1. — 50 c. c. d'eau donnèrent : a) 0^{gr},1397 de chlorure d'argent et 0^{gr},0030 d'argent métallique; b) 0^{gr},1432 de chlorure d'argent et 0^{gr},0006 d'argent métallique.
2. — 250 c. c. d'eau donnèrent 0^{gr},2722 de sulfate de baryum.
3. — a) 100 c. c. d'eau donnèrent 0^{gr},2592 de chlorure de sodium et de potassium et 0^{gr},0092 de chloroplatinate de potassium; b) 50 c. c. d'eau donnèrent 0^{gr},1291 de chlorure de sodium et de potassium.
4. — 1 litre d'eau donna 0^{gr},0215 de silice, 0^{gr},0029 de peroxyde de fer (avec traces d'alumine), 0^{gr},0112 de chaux et 0^{gr},0315 de pyrophosphate de magnésium.
5. — 500 c. c. d'eau furent soumis à la distillation. La première portion distillée

renfermait autant d'ammonique que 5 c. c. d'une solution de chlorure d'ammonium (1 c. c. = 0^{gr},05 NH₃); la seconde portion en renfermait encore autant que 0^{cc},5 de la solution ammoniacale, et la portion distillée après l'addition de permanganate de potassium encore autant que 0^{cc},6 de cette solution.

6. — 100 c. c. d'eau demandèrent, pour l'oxydation des substances organiques, 3^{cc},5 de solution de permanganate de potassium (1 c. c. = 0^{gr},000203 KMn O₄).

7. — 50 c. c. d'eau, évaporés à siccité, laissèrent 0^{gr},1370 de résidu séché à 110°.

L'eau renferme donc, par litre, en grammes :

| | Analyse Klement. | | Analyse Waiters. |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | a. | b. | |
| Chlore (Cl.) | 0 ^{gr} ,7108 | 0 ^{gr} ,7122 | 0 ^{gr} ,710 |
| Acide sulfurique (SO ₃) | 0,3738 | » | 0,371 |
| — azotique | faibles traces. | | traces. |
| — azoteux | » | » | » |
| Silice (SiO ₂) | 0,0215 | » | 0,008 |
| Soude (Na ₂ O). | 1,3605 | 1,3552 | 1,359 |
| Potasse (K ₂ O). | 0,0178 | » | 0,018 |
| Chaux (CaO) | 0,0112 | » | 0,011 |
| Magnésie (MgO). | 0,0114 | » | 0,008 |
| Peroxyde de fer (Fe ₂ O ₃) avec traces d'alumine | 0,0029 | » | 0,003 |
| Ammoniaque libre (NH ₃) | 0,00055 | » | 0,00012 |
| — albuminoïde | 0,00006 | » | 0,00006 |
| Résidu fixe à 110°. | 2,7400 | » | » |
| — à 160°. | » | » | 2,706 |
| Oxydabilité (en permanganate) | 0,0071 | » | » |

D'après ces données, en supposant que le fer s'y trouve à l'état de carbonate ferreux, on peut admettre la présence des substances suivantes :

| | Analyse Klement. | Analyse Waiters. |
|--|-----------------------|----------------------|
| Chlorure de sodium (NaCl). | 1 ^{gr} ,1517 | 1 ^{gr} ,149 |
| — „ de potassium (KCl) | 0,0282 | 0,028 |
| Sulfate de sodium (Na ₂ SO ₄) | 0,6635 | 0,659 |
| Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃) | 0,7815 | 0,790 |
| — de calcium (CaCO ₃) | 0,0200 | 0,020 |
| — de magnésium (MgCO ₃) | 0,0239 | 0,017 |
| — de fer (FeCO ₃) | 0,0042 | 0,004 |
| Silice (SiO ₂) | 0,0215 | 0,008 |
| Ammoniaque libre (NH ₃). | 0,00055 | 0,00012 |
| — albuminoïde | 0,00006 | 0,00006 |

L'analyse bactériologique a démontré l'absence de microbes pathogènes et de *bacterium coli*.

Cette eau est donc fortement minéralisée et caractérisée par la présence de sels presque exclusivement sodiques : chlorure, carbonate et sulfate. Elle a une composition tout à fait analogue à celle du grand puits artésien d'Ostende, foré en 1858 et 1859, et dont l'eau a été analysée à différentes reprises (1).

La présence d'ammoniaque libre et surtout d'ammoniaque albuminoïde dans cette eau est assez insolite; à notre connaissance, elle n'a jamais été signalée dans des eaux artésiennes. Dans les eaux superficielles, on attribue généralement cette ammoniaque albuminoïde à une contamination par les produits de putréfaction animale. Mais il serait bien difficile de lui donner la même signification dans une eau provenant de 180 mètres de profondeur et où toute infiltration étrangère est absolument exclue. Est-ce qu'elle proviendrait du lessivage de restes organiques fossiles ?

D'ailleurs toute la composition de ces eaux artésiennes du littoral belge, aussi bien que celle de certaines nappes d'eau artésienne de l'intérieur du pays, est encore assez mal expliquée. On admet généralement une infiltration d'eau de mer dans les diverses nappes aquifères, ce qui expliquerait au moins leur forte teneur en chlorure de sodium. Mais comment cette eau de mer s'est-elle débarrassée de ses sels magnésiques et les a-t-elle remplacés par le carbonate et le sulfate sodiques ? Voilà des questions qui attendent encore leur solution.

Quant au fer, il pourrait provenir, en partie du moins, de l'attaque du tubage par l'eau alcaline.

Je me permettrai d'ajouter quelques mots incidents au travail si remarquable de mes honorables collaborateurs.

Le puits artésien du château de Westerloo a sa source dans les sables bruxelliens à 187^m,20.

Il est *jaillissant*; ses tubages sont d'une étanchéité absolue, de manière qu'il n'y a aucune communication possible avec la nappe aquifère superficielle.

Cette eau, d'après une analyse de notre confrère et ami M. Kemna, contient aussi 0^{gr},032 de matières organiques par litre.

(1) Cf. RUTOT et VAN DEN BROECK : Matériaux pour servir à la connaissance de la composition chimique des eaux artésiennes du sous-sol de la Belgique. (*Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 1890, t. IV, MÉM. p. 170.)

La quantité de sels en dissolution est relativement faible; elle n'est que de 0^{gr},576, soit à peu près cinq fois moins que celle dissoute dans l'eau de la source landenienne d'Ostende.

Il ne paraît pas douteux que cette matière organique, plus de mille fois centenaire, puisse être encore nuisible.

L'eau saline du Landenien nous donnera peut-être quelques notions sur la composition chimique des eaux lagunaires à cette époque géologique.

LE PUIITS ARTÉSIEN

DE LA

PROPRIÉTÉ J. GEVAERT, A AUDENARDE (1)

(1900)

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN.

Cote du rail : 13.50.

| | | Mètres. |
|----------------------------------|--|---------|
| Terrain remanié. | | 1.80 |
| Quaternaire | Limon sableux jaunâtre | 1.50 |
| | Sable rougeâtre | 3.20 |
| | — argileux | 4.50 |
| | — grossier | 0.35 |
| | — argileux | 2.15 |
| | — avec débris de coquilles et cailloux | 0.15 |
| | Argile sableuse et cailloux | 2.70 |
| | | 14.55 |
| Ypresien infé- rieur. | Argile sableuse | 6.80 |
| | — brunâtre | 12.10 |
| | — plastique | 10.15 |
| | — très dure | 17.13 |
| | | 46.18 |
| A REPORTER. | | 62.53 |

(1) A 30 mètres de la gare, côté opposé à celui des bâtiments.

| | | | |
|-----------------------------------|-------|--|--------|
| | | REPORT. | 62.53 |
| Landenien infé- rieur. | { | Sable vert | 6.22 |
| | | Argile | 6.45 |
| | | — à psammites | 13.90 |
| | | Débris de schiste et silex verdis. | 0.20 |
| | | <hr/> | 26.77 |
| Cambrien. | { | Phyllade dur | 2.30 |
| | | — tendre | 0.25 |
| | | — dur | 0.90 |
| | | — tendre | 1.85 |
| | | — dur | 0.85 |
| | | — tendre | 0.95 |
| | | Veine de quartz cristallisé et chalcopyrite. | 0.85 |
| | | Phyllade tendre. | 8.55 |
| | | Veine de quartz cristallisé et chalcopyrite. | 1.35 |
| Phyllade dur (non percé). | 17.91 | | |
| | | <hr/> | 35.76 |
| | | TOTAL. | 125.06 |

M. Malaise a bien voulu examiner les échantillons de roches. Elles paraissent appartenir au Cambrien, mais on ne saurait préciser l'assise.

Le terrain primaire a donc été rencontré à la cote — 75.80; les couches tertiaires reposent immédiatement sur les roches primaires, le Crétacé faisant complètement défaut.

Cette profondeur est celle que lui assignent très approximativement les probabilités d'après son allure générale dans cette région (1). La pente vers Gand est donc d'un peu plus de 6 mètres par kilomètre.

La source de sable vert a été rencontrée à la profondeur de 62^m,50 (2). Dans les roches primaires, nous avons trouvé les sources suivantes :

| | | |
|---|---------------------|---------------------------------|
| A | 91 ^m 85, | source de 10 litres par minute. |
| | 92.10 | — de 24 — — |
| | 94.60 | — de 6 — — |
| | 96.40 | — de 35 — — |
| | 105.90 | — de 5 — — |
| | 106.51 | — de 10 — — |
| | | <hr/> |
| | TOTAL | 90 litres (3). |

(1) *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXVI. *Carte du relief du sous-sol primaire*, par H. FORIS.

(2) La source du sable vert a été interceptée avec le plus grand soin pour éviter toute venue de sable, et le jaugeage des sources ayant leur origine dans les fissures des roches primaires a été fait avec le plus grand soin.

(3) Le débit a atteint 100 litres au bout de quelques jours.

s'écoulant à la surface du sol. En déprimant le niveau d'eau de 2 mètres, le débit s'élève à 200 litres par minute.

Il s'ensuit que le niveau hydrostatique de la source ne s'équilibre qu'à une petite hauteur au-dessus du sol, mais qu'il serait facile d'y puiser un mètre cube et plus par minute, l'augmentation étant très forte en profondeur.

D'après une note que le propriétaire a bien voulu nous communiquer, nous avons les renseignements suivants au sujet de la qualité de l'eau.

| | |
|----------------------------|------|
| Dureté passagère | 0.15 |
| — restante | 1.00 |
| | 1.15 |
| TOTAL | 1.15 |

Un litre contient 0^{gr},556 de substances minérales; l'eau a une réaction alcaline, qui devient plus perceptible quand on la fait bouillir. Elle ne contient que de minimes quantités de fer.

Cette eau, qui est très douce, est excessivement bonne pour le lavage.

M. Rutot fait remarquer, à propos de la première communication de M. van Ertborn, que l'épaisseur de 16 mètres attribuée par notre collègue au terrain moderne d'Ostende est exagérée; tourbe comprise, l'épaisseur maximum de ce dépôt ne dépasse jamais 7 mètres.

Dans la plaine maritime, la coupe des terrains montre que le Quaternaire commence directement sous la tourbe et que le terrain moderne s'étend jusqu'au bas de celle-ci. Les couches quaternaires qui se développent sous la tourbe appartiennent au Flandrien.

M. Rutot est convaincu que ce que M. van Ertborn appelle argile polderienne renferme *Alp1* et *Alr2*, et que sous 15^m,20 commence immédiatement le Quaternaire flandrien. Celui-ci aurait donc 21^m,10.

PAUL CHOFFAT. — Notice préliminaire sur la limite entre le Jurassique et le Crétacique en Portugal.

L'analyse du manuscrit envoyé sous ce titre par M. P. Choffat donne lieu, de la part de M. E. Van den Broeck, à la communication ci-après :

A PROPOS DE LA PRÉSENTATION PAR M. P. CHOFFAT

D'UNE

ÉTUDE RÉGIONALE

SUR LA

LIMITE ENTRE LE JURASSIQUE ET LE CRÉTACIQUE

PAR

E. VAN DEN BROECK.

Chargé par notre excellent collègue et ami M. P. Choffat de présenter et de résumer en séance son travail sur les couches de passage entre le Jurassique et le Crétacique du Portugal, couches dont l'échelle stratigraphique régionale et les noms locaux d'étages géologiques sont peu connus chez nous, j'ai craint tout d'abord que cette tâche n'eût été assez ingrate. Il me paraissait assez difficile en effet de résumer une étude presque exclusivement consacrée à l'exposé de multiples faits locaux, de variations de facies, etc., dans les diverses régions portugaises considérées et se rapportant à des couches dont les équivalents nous manquent, dont les noms nous sont pour ainsi dire inconnus et dont, enfin, les fossiles appartiennent à un facies faunique très méridional, avec lequel la grande majorité des lecteurs du *Bulletin*, surtout en Belgique, ne sont nullement familiarisés.

Si, malgré ces conditions défavorables, paraissant devoir rendre aride le résumé d'un travail bourré de faits nouveaux et régionaux, l'exposé de M. P. Choffat présente cependant un vif intérêt pour les géologues de tous pays, il le doit surtout aux lumières qu'il vient jeter dans la discussion d'un problème très captivant : celui de la limite entre le Jurassique et le Crétacique, problème qui, en Belgique spécialement, grâce à la découverte du merveilleux gisement de Bernissart et de ses *Iguanodons*, reste plus que jamais à l'ordre du jour de nos discussions scientifiques.

C'est cette circonstance qui m'a engagé à profiter de l'analyse que je suis chargé de faire, pour entrer dans quelques considérations générales préliminaires, pouvant servir en quelque sorte d'introduction à

l'exposé des observations, des découvertes et des constatations de M. Choffat. Ces considérations auront en même temps l'avantage de montrer de quelle valeur est la contribution du savant géologue de Lisbonne comme donnée précise régionale au point de vue de la question de démarcation des terrains jurassiques et crétacés.

Lorsqu'on envisage l'ensemble des terrains jurassiques au point de vue de l'origine et de la nature des sédiments, on est frappé d'un phénomène assez général et d'accentuation croissante quand on s'élève dans la série stratigraphique : c'est l'augmentation graduelle de l'élément calcaire.

Ce phénomène, dans certaines régions du Jurassique européen, influe même tellement sur la coloration des masses successives dont l'ensemble constitue le Jurassique, que celui-ci a jadis été divisé par *L. de Buch* en Jura noir, Jura brun et Jura blanc. C'est en Souabe, où le phénomène d'intensité décroissante de la coloration est bien accentué, que l'illustre géologue a formulé ce mode de division, qui correspond à une démarcation stratigraphique réelle; c'est en effet assez exactement la classification, ultérieurement adoptée, en *Lias*, *Dogger* et *Malm*.

Dans le Lias, englobant l'Infralias, se trouvent largement représentés des sédiments détritiques noirs ou de couleur foncée.

C'est dans le Dogger ou Médiojurassique, représentant les étages Bajocien et Bathonien et qui correspondent chacun à quatre zones ammonitiques distinctes, que l'on voit apparaître assez généralement des colorations plus claires résultant de l'arrivée graduelle de l'élément calcaire.

Enfin le Malm ou Suprajurassique est très souvent représenté par des marnes et par des calcaires blanchâtres ou blancs, où l'abondance croissante de l'élément calcaire prépare insensiblement l'arrivée des éléments lithologiques si caractéristiques du terrain crétacé.

Cette règle générale offre, bien entendu, des exceptions, car des colorations foncées peuvent régionalement subsister ou plutôt réapparaître jusque dans le Suprajurassique. Tel est d'ailleurs le cas en Portugal.

Ce développement général et graduel de l'élément calcaire dans le Jurassique offre assurément d'étroites relations avec le développement et l'évolution faunique des êtres accompagnant ces sédiments.

On constate même, dans certaines parties ou régions des mers jurassiques, une évolution si graduelle et si continue des éléments de la faune et de la flore, passant de couches nettement jurassiques à

d'autres, non moins certaines de l'Infracrétacé, qu'il devient difficile d'y tracer une limite précise entre le Jurassique et le Crétacique.

Tel est le cas notamment pour le facies particulier méridional et pélagique à la fois, qui s'étend, sans discontinuité ni division sensible, aux deux périodes et qui est connu sous le nom de *Tithonique*.

Il est encore à noter que le problème n'est souvent que déplacé, lorsqu'on le croit à première vue résolu par l'existence d'un *épisode continental* ou fluvio-lagunaire et lacustre, qui vient séparer une faune marine nettement jurassique d'une faune marine supérieure franchement crétacée. Le problème en réalité est alors rendu beaucoup plus difficile et consiste à déterminer l'âge ou parfois les âges successifs des sédiments non marins et de la faune continentale intermédiaire. Tels sont les problèmes captivants du Wealdien dans le sud-est de l'Angleterre, dans le Boulonnais, dans le Pays de Bray, dans le Jura, dans le Hanovre et ailleurs, et celui du Bernissartien en Belgique, pour ne parler que de régions peu lointaines.

Les contrées généralement plus méridionales, dans lesquelles le passage du Jurassique au Crétacique s'est effectué principalement sous forme de dépôts marins pour ainsi dire continus, avec seulement de minimales épisodes locaux d'émersion ou de phases littorales et côtières répartis à divers niveaux, sont, comme éléments de comparaison, d'un intérêt très grand dans l'étude de la question. Bien mieux, en effet, que les séries sédimentaires à facies pélagiques continus, ils permettent des points de comparaison fauniques et paléo-botaniques avec les régions à régressions marines ayant donné lieu, dans l'Europe centrale et septentrionale, à ces grands épisodes continentaux, tels que le Purbecko-Wealdien du sud-est de l'Angleterre et de diverses régions françaises, le Bernissartien et le Wealdien du Hanovre. C'est précisément une série de dépôts marins de passage, jurassiques à la base, crétacés au sommet, parfois côtiers ou littoraux, et même d'émersion, que M. Choffat a spécialement étudiés en Portugal, et c'est de ces couches si intéressantes que traite son travail.

On avait déjà signalé dans cette contrée des dépôts marquant une transition. Des couches suprajurassiques et infracrétacées, toutes deux bien caractérisées, y sont réunies en un même facies rocheux calcaire, d'origine marine; mais il doit y avoir eu, régionalement, dans la masse, des apports accidentels de plantes terrestres, et nous avons ainsi des renseignements sur la flore à un moment caractéristique de l'évolution du règne végétal.

Ces couches constituent supérieurement des horizons crétacés et,

dans leur partie inférieure, le *Malm* ou Suprajurassique portugais, et c'est d'elles en grande partie que traite le travail présenté par notre collègue M. Choffat.

Une autre circonstance vient encore augmenter l'intérêt de cette période; c'est à l'époque du *Malm* surtout que se dessine assez franchement, en Europe, une différenciation sérieuse des climats suivant la latitude.

Le *Malm*, en effet, est nettement représenté en Europe par deux grandes provinces marines : une province méditerranéenne et une province boréale, qui toutefois paraissaient déjà esquissées, du moins pour notre hémisphère, pendant le Mésojurassique et même, dans une certaine mesure, dès le Lias.

Seuls les dépôts suprajurassiques se rattachant à la province méditerranéenne ont pu s'effectuer dans des eaux assez chaudes pour permettre la formation des dépôts coralligènes; ceux-ci manquent absolument dans la province boréale, la température y étant déjà trop froide.

L'évolution des végétaux a amené, dans les derniers temps du *Malm*, l'apparition des premiers angiospermes. On a signalé de cet horizon, en Portugal, un monocotylédone du type *Rhizocaulon* qui, dans le *Malm* le plus supérieur, est accompagné des fougères bien connues des horizons wealdiens : *Sphenopteris Mantelli* et *Pecopteris Browniana*.

Comme indication de limite, fournie par la flore, entre le Jurassique et le Crétacé, on paraît généralement d'accord pour localiser, dans les premières assises de l'Infracrétacé, les débuts de l'apparition des *Dicotylédones* ou plantes à feuillage caduc.

Le faciès marin du Jurassique supérieur du bassin méditerranéen y a conservé, avons nous dit tantôt, pendant de longues périodes, représentées par de fortes épaisseurs de sédiments, un faciès *pélagique* très particulier qui paraît, après s'être continué pendant le dépôt, plus côtier, du Portlandien marin ordinaire du bassin anglo-parisien, avoir *persisté* dans le bassin précité jusque pendant les débuts du Crétacé. Pendant cette curieuse période de stabilité du faciès méditerranéen s'opérait, dans nos contrées, la régression marine, faisant émerger au contraire nos régions et celles du Nord et y formant ce vaste ensemble de dépôts continentaux et fluvio-marins, qui sont le Purbeckien, le Bernissartien, le Wealdien anglo-français et celui du Hanovre. Il a été rappelé plus haut que le faciès pélagique du bassin méditerranéen, si persistant et si distinct de la succession de couches variables et hétérogènes de l'Europe centrale et septentrionale, constitue ce que l'on

appelle le *Tithonique*. C'est sur cet horizon, très discuté naguère, que des controverses passionnées ont été ouvertes au sujet de l'interprétation à donner à cette série de dépôts, curieusement caractérisés par leurs Céphalopodes et par un groupe de Térébratules perforées du type de *Pygope diphya*, *P. janitor*, etc.

Pendant que dans le Midi s'épanouissait longuement et paisiblement le facies pélagique, au sein duquel vient s'intercaler la limite entre le Portlandien jurassique et les premiers étages crétacés, d'autres facies étaient représentés au centre et dans le nord de l'Europe, facies dont le sol était moins stable.

En Russie, en Allemagne, spécialement dans le Hanovre, en France, en Angleterre (région du sud-est) et en Belgique, les séries marines, assez souvent côtières et littorales du Jurassique et celles du Crétacique, sont généralement séparées par un important *épisode continental*, en relation d'ailleurs avec des phénomènes de régression assez amples, dont l'ensemble commence à être étudié synthétiquement. Ce qu'il faut noter, c'est que, suivant les régions considérées, l'épisode continental est *très diversement développé*. Sa naissance comme sa fin, délimitées par des régressions et par des transgressions locales ou régionales marines, nullement synchroniques, sont rapportables à des dates géologiques *absolument différentes suivant le cas considéré*.

Tantôt l'épisode continental tout entier a été localisé dans le Jurassique; ailleurs, il a englobé le passage du Jurassique au Crétacique; tantôt encore, l'épisode continental a pu appartenir tout entier au Crétacique.

L'appréciation du synchronisme précis et de l'âge exact des dépôts de cette nature est encore rendue plus difficile par cet autre élément que la faune marine sous-jacente ou suprajurassique n'a nullement partout le même aspect, les mêmes caractères, non seulement à cause du fait ci-dessus signalé de deux provinces marines bien différentes, mais encore parce que beaucoup de régions intermédiaires ont pu se trouver sous l'influence alternante de chacune de ces deux provinces naturelles, et cela au cours de leur évolution géographique pendant les périodes géologiques considérées.

Pour en revenir au Portugal et au travail de M. Choffat, celui-ci nous met en présence d'un vaste ensemble de dépôts suprajurassiques ou du Malm, que l'auteur étudie régionalement avec leurs variations très divergentes dans diverses contrées du Portugal, telles que celle où s'étend la ligne des forts de Torres-Vedras, la région de Cintra, celle des

affleurements d'Ollela et de Bronco, le massif calcaire et le complexe marino-lacustre du cap d'Espichel (Arrabida) et la région de l'Algarve.

Un chapitre spécial est consacré à l'étude des grès à végétaux et fournit à l'auteur l'occasion de dire quelques mots de la flore et de la faune du Crétacique inférieur, ainsi que de l'intéressant gisement de Cercal, à Dicotylées.

Une mention toute spéciale est due à l'*Introduction* du travail, dans laquelle M. Choffat signale l'intérêt que présente l'étude des données stratigraphiques fournies par deux intéressants types peu connus de Foraminifères, naguère trouvés dans les couches à Rudistes des Martigues; Rhizopodes dont la diagnose a été donnée, en 1887, par M. Munier Chalmas, sous le nom de *Dicyclina* et de *Spirocyclina*. Ces deux types spéciaux de Rhizopodes ont été récemment rencontrés dans des couches à Nérinées et à Actéonelles de la Crimée, ainsi que dans le Jurassique supérieur d'Algérie.

En Portugal, où, si l'on en excepte l'Algarve, leur répartition stratigraphique est moins définie, ces organismes paraissent assez caractéristiques d'horizons déterminés, et cela précisément dans les zones stratigraphiques constituant les couches les plus supérieures du Jurassique. *Dicyclina*, en effet, y caractérise nettement les dépôts calcaires supérieurs du Freixialin ou Portlandien proprement dit, tandis que les couches calcaires infravalanginiennes, correspondant au Berriasien (facies marin du Purbeckien et du Bernissartien), contiennent le type rhizopodique *Spirocyclina*. Dans l'Algarve oriental, les calcaires infravalanginiens à *Trigonia caudata* renferment à la fois *Spirocyclina infravalanginiensis* et *Dicyclina Lusitanica*, alors qu'une lacune caractérise cette période dans l'Algarve occidentale, où s'était antérieurement montré, pendant le Freixialin, le même mélange des deux formes génériques précitées.

La détermination des niveaux stratigraphiques de ces deux Rhizopodes, qui paraissent avoir, même hors d'Europe, une large extension géographique et qui peuvent servir à déterminer nettement l'âge des couches où on les observe, constitue un des résultats généraux les plus intéressants du travail de M. Choffat, d'autant plus qu'il a constaté ces horizons rhizopodiques au-dessous de couches à faune marine valangienne, servant elles-mêmes de substratum à d'autres dépôts crétacés marins d'âge hauterivien.

Les conditions physiques de la région portugaise dans les temps qui ont suivi le Portlandien ou Freixialin de M. Choffat, ont été fort différentes suivant les régions étudiées.

Ainsi, il n'est guère possible de trouver, pour la période de passage englobant l'Infravalangien ou Berriasien (Purbeckien et Bernissartien de nos régions de l'Europe centrale) et le Valanginien, de bonnes séries stratigraphiques variées et fossilifères, sauf dans la région d'Ollela et Bronco, dans la région de Cintra et, dans une certaine mesure, dans l'Algarve oriental.

Ailleurs il y a, à ces niveaux, soit une grande lacune, comme dans l'Algarve occidental, ou bien d'uniformes et épaisses formations gréseuses privées de fossiles, comme au cap d'Espichel et au sud de Torres-Vedras.

Toutefois, il y a lieu de noter, au nord de cette dernière région, l'existence de puissantes assises de grès argileux et de graviers fournissant, avec une faune marine *in situ*, des débris, amenés par flottaison, de la flore terrestre. C'est ce qui se présente notamment dans la région de Cesari-da, où ces circonstances permettent une étude de l'évolution paléobotanique, qui a fourni déjà des données bien intéressantes et pourra sans doute être poursuivie, grâce à de nouvelles recherches de l'espèce.

Il serait intéressant de mettre ces résultats en regard des données de la flore purbecko-bernisartienne et de la flore wealdienne de l'Europe centrale, en tenant compte, bien entendu, des éléments différentiels causés par les données climatiques.

Il est à remarquer que le Jurassique du Portugal a fait depuis longtemps l'objet des études de M. P. Choffat. Déjà, en 1884, il avait terminé la description du Malm pour la région au nord du Tage; mais le fait que de nombreuses descriptions paléontologiques restaient encore à faire préalablement, l'avait engagé à différer la publication de son exposé stratigraphique.

De multiples travaux divers l'en ont encore écarté ultérieurement, et seulement certaines parties de la faune ont été décrites successivement par M. Choffat, telles que les Ammonites lusitaniennes de la contrée de Torres-Vedras et une série du Pélécy-podes des genres *Pholadomya*, *Arcomya*, *Goniomeris*, *Cardinia*, *Unio*, *Trigonia*, *Nucula*, *Leda*, *Arca*, *Pinna* et *Trichites*.

Les Échinodermes, étudiés par M. de Loriol, ont malheureusement une trop grande extension verticale pour pouvoir être utilisés dans le détail des subdivisions stratigraphiques, et ce que l'on sait actuellement, grâce à MM. Sauvage, O. Heer et de Saporta sur les Vertébrés d'une part et sur les Végétaux de l'autre, ne suffit guère pour aider efficacement aux constatations et aux inductions stratigraphiques.

C'est surtout par suite de la grande extension verticale des végétaux que ceux-ci ne peuvent guère servir à guider le parallélisme de détail.

Par suite de cette pénurie relative des éléments paléontologiques déterminés, le travail de M. Choffat a dû se borner parfois à fournir des listes où dominant encore, pour certains groupes, les appellations génériques. Cependant les espèces dénommées avec certitude permettent d'éclairer, d'une manière satisfaisante, les questions générales.

Le *Malm* portugais se divise en plusieurs sous-étages, qui sont le LUSITANIEN, correspondant aux zones à *Ammonites transversarius*, *bimammatus* et *tenuilobatus*, le NÉO-JURASSIQUE, comprenant les couches à *Lima pseudo-alternicosta*, le PTÉROCÉRIN et le FREIXIALIN.

Dans l'Europe centrale, le Lusitanien correspond, d'après M. Choffat, à l'Oxfordien et au Séquanien. Les couches à *Lima pseudo-alternicosta* sont peut-être encore du Séquanien, mais elles appartiennent peut-être aussi à la base du Kimmeridgien.

Dans les grès marneux et dans les marnes qui, dans la région du nord de Torres-Vedras, caractérisent le Ptérocérin et le Freixialin, on voit apparaître les éléments d'une faune limnique, intercalée dans des strates à Trigonies, à Cyrènes et à Pholadomyes, qui se retrouvent aussi dans les facies plus calcaires et plus marins des autres régions.

Nous avons vu tantôt que M. Choffat a reconnu, dans l'ensemble des couches calcaires les plus supérieures du Freixialin, le niveau principal de l'intéressant Foraminifère *Dicyclina*, qui dans les calcaires de l'Algarve oriental remonte jusqu'au Valanginien, où l'accompagne *Spirocyclina*.

Dans l'Europe centrale, ces niveaux sont représentés par le Kimmeridgien et par le Portlandien. La netteté de cette assimilation, en ce qui concerne le Freixialin, est même telle que, dans plusieurs de ses derniers travaux, M. Choffat a employé couramment la dénomination de Portlandien pour désigner le Freixialin et l'auteur pense qu'après la terminaison de ses travaux sur le Malm, il pourra sans doute abandonner définitivement cette dernière dénomination régionale.

La description du Crétacique inférieur a déjà été donnée d'une manière très complète par M. Choffat pour la région la plus importante au point de vue de la liaison avec le Jurassique.

Son Infravalanginien, avec les étages superposés du Valanginien et du Hauterivien, est représenté, dans certaines régions, par des formations littorales graveleuses, gréseuses et argileuses, à faune marine, mais avec des apports, par flottaison, d'éléments de la flore terrestre.

Ailleurs, il est constitué par de grandes masses de grès uniformes, sans fossiles. Ailleurs encore, par des calcaires marins, parfois interrompus par des grès avec éléments flottés de la flore terrestre.

Ce groupe (Ptérocérin, Freixialin), pris dans son ensemble, correspondrait, d'après le tableau du parallélisme avec l'Europe centrale, dressé par M. Choffat, d'une part au sommet du Portlandien et, d'autre part, au Berriasien, c'est-à-dire au Purbeckien et, suivant toute apparence, à notre Bernissartien.

Il est assez regrettable assurément que les affleurements portugais de la région Cintra-Ollela, qui montrent le mieux l'ensemble du massif où s'opère le passage entre la faune du Jurassique et celle du Crétacique, soient si difficiles à étudier au point de vue des recherches paléontologiques. On s'y trouve précisément en présence d'assises très uniformes de calcaires durs, dont il est très ardu de dégager les fossiles.

Parlant des assimilations des couches supérieures étudiées par lui avec les dépôts classiques de l'Europe centrale, M. Choffat dit que le Berriasien, c'est-à-dire l'horizon marin méridional français et alpin qui correspond à la partie supérieure du facies marin septentrional, qui est l'Aquilonien de M. Pavlow (1), et au facies continental dit Purbeckien (auquel doit également sans doute s'assimiler notre Bernissartien), correspond certainement à l'Infravalangien portugais, mais il ajoute qu'il n'est pas certain qu'une partie du Freixialin ne doive pas lui être rapportée également.

Si, dit M. Choffat, on voulait se baser sur l'analogie des faunes et surtout sur *Dicyclina* et *Spirocyclina* pour réunir l'Infravalangien au Jurassique, il faudrait se résigner à admettre la présence abondante de *Trigonia caudata* dans le Jurassique.

Ceci constitue peut-être une difficulté moindre que le croit M. Choffat, mais je laisse à d'autres, plus compétents, le soin de se prononcer sur ce point spécial.

D'un autre côté, ajoute M. Choffat, on ne peut faire entrer le Freixialin supérieur (à *Dicyclina*) dans le Crétacique, car la majeure partie de sa faune est franchement jurassique.

La flore montre aussi un passage insensible entre les deux systèmes.

(1) L'Aquilonien est le facies marin boréal non seulement du Purbeckien ou Portlandien supérieur, mais de l'ensemble du Portlandien.

« En conclusion, termine l'auteur, il faut admettre que la limite entre les systèmes jurassique et crétacique, généralement très accentuée, n'est qu'une limite conventionnelle dans certaines régions du Portugal, comme c'est du reste le cas dans quelques contrées des Alpes. »

Le tableau stratigraphique, très détaillé, qui termine le Mémoire de M. Choffat, fournit pour chacune des régions du Portugal, dont le Malm a été étudié par l'auteur, des détails très précis sur les variations régionales du facies des dépôts et montre qu'à de minimas distances la nature et l'origine des dépôts, ainsi que les éléments de leur faune, subissent des variations qui réclamaient absolument l'étude détaillée et consciencieuse qu'en a faite M. Paul Choffat.

*
**

L'Assemblée, après l'audition de la communication qui précède, vote l'impression du travail de M. P. Choffat aux *Mémoires*, après quoi M. Van den Broeck demande à présenter quelques considérations au sujet de la communication de M. G. W. LAMPLUGH, résumée page 54 dans le *Bulletin bibliographique* annexé à la séance du 15 janvier 1901 dans nos Procès-Verbaux.

M. Van den Broeck s'exprime comme suit au sujet de cette note :

QUELQUES MOTS

CONCERNANT LES RÉCENTES DÉCLARATIONS DE M. LAMPLUGH

AU SUJET DE

L'AGE DU WEALDIEN

PAR

E. VAN DEN BROECK

La Note de M. Lamplugh, intitulée : *L'âge du Weald anglais*, parue dans le *Geological Magazine* d'octobre 1900, est la reproduction d'une communication faite par l'auteur à la session de septembre 1900 tenue à Bradford par la *British Association*. Elle figure, pages 766-767, dans le rapport de cette session sous le titre : *Note on the Age of the English Wealden Series*.

Au courant des communications successives que j'ai faites en 1898,

1899 et 1900 à la Société et ailleurs sur l'âge de nos dépôts bernisartiens, qui jusqu'ici avaient été rattachés d'une manière générale au *Wealdien*, j'ai exprimé, sur l'âge de cette dernière formation, des vues dont la véritable portée paraît, d'après ce qu'il m'est revenu, n'avoir pas toujours été exactement interprétée; je tiens donc à profiter de l'occasion que me fournit l'exposé de M. Lamplugh pour en faire une mise au point plus précise.

Je m'empresse tout d'abord de dire que je suis parfaitement d'accord avec mon savant confrère du Service géologique anglais dans les parties essentielles de son argumentation et sur ses conclusions.

Nos divergences de vues sont absolument secondaires, et s'il est un point essentiel sur lequel certains croient peut-être que nous envisageons les choses différemment, c'est uniquement par suite du *malentendu* que pourrait faire naître éventuellement une expression employée par moi dans un sens dont l'interprétation semble réclamer quelque éclaircissement. C'est cet éclaircissement que la présente Note a pour but de fournir, après quelques données générales sur la question que je désire rappeler ici, à l'occasion de la publication de la Note de mon savant confrère anglais.

M. Lamplugh signale que les auteurs qui, dans diverses contrées, se sont occupés de la limite entre le Jurassique et le Crétacé, ont été assez naturellement amenés à chercher des points de comparaison dans le Weald anglais.

Or, l'étude des éléments de la faune et de la flore de celui-ci a, dans ces dernières années, dévoilé des affinités nettement jurassiques. La conclusion générale qui en a été tirée est que « le Wealdien » serait jurassique et non crétaqué.

Si à ces faits l'on ajoute que des dépôts des régions voisines, franco-belges, tels que ceux du Boulonnais et du Hainaut belge (Bernissart), que l'on était accoutumé à rapporter sans discussion au Wealdien, ont de leur côté montré tout récemment, par l'étude de leurs éléments fauniques, qu'ils possèdent, à *un plus haut degré encore* que les niveaux fossilifères du Weald anglais, des affinités jurassiques accentuées, cette conclusion sur l'âge jurassique à attribuer au Wealdien paraît s'imposer de plus en plus.

C'est contre cette interprétation trop exclusive, et à tort trop généralisée, que s'élève avec raison M. Lamplugh.

Le point capital de son argumentation, sur lequel je suis entièrement d'accord avec lui, est celui-ci :

L'ensemble de la formation wealdienne du sud-est de l'Angleterre est

constitué par un horizon inférieur, principalement sableux, d'accumulation sédimentaire *assez rapide* et où les influences marines se font encore sentir. Au-dessus vient un énorme paquet, de 1.800 pieds d'argiles, surtout lacustres, et représentant *une durée sédimentaire considérable*.

Or, le raisonnement qui cherche à attribuer au Wealdien *en général* un âge jurassique s'appuie pour ainsi dire **EXCLUSIVEMENT** sur les affinités jurassiques de la faune et de la flore de l'horizon sableux inférieur ou *des sables de Hastings*. C'est presque uniquement de ces niveaux inférieurs, sous-jacents à l'énorme masse de l'argile wealdienne, que proviennent les vestiges organiques dont l'étude a fait reconnaître les affinités *nettement* jurassiques.

M. Lamplugh est donc parfaitement en droit de dire que la conclusion que l'on a tirée de cette étude a été à tort trop généralisée et ne peut s'appliquer en rien à l'horizon supérieur, spécialement continental, qui est constitué par l'argile lacustre du Weald supérieur.

Passant ensuite à des considérations d'ordre stratigraphique et tenant compte surtout des relations de ces dépôts avec la succession de certains dépôts marins reliés latéralement à ceux du Weald, il arrive à fournir de sérieuses présomptions en faveur de l'attribution au Crétacique, d'une grande partie au moins, de cette série supérieure de l'argile lacustre wealdienne.

M. Lamplugh conclut en disant qu'il y a tout lieu de croire que dans les couches d'estuaire ou d'eau douce du Weald, nous devons trouver représentée *toute la période* qui s'étend du Portlandien supérieur jusqu'à l'Aptien. Il serait donc inexact d'attribuer la série entière soit au Jurassique, soit au Crétacé inférieur.

« Les dépôts, dit-il, considérés comme wealdiens en Belgique, en Allemagne et en France, ne paraissent pas occuper une aussi grande extension verticale. Ils représentent probablement différents stades de la période d'après leur disposition géographique, et nulle part on n'y rencontre l'indication d'une continuation prolongée des conditions d'action des eaux douces. »

Ceci revient précisément à confirmer ce que je disais tantôt à propos de l'analyse du travail de M. Choffat, savoir que l'*épisode continental* s'est à la fois déplacé dans l'espace et dans le temps et s'est diversement amplifié ou restreint suivant les régions européennes considérées.

Dans la région classique du Weald anglais, l'épisode continental englobe à la fois les derniers temps du Jurassique (Purbeckien et horizon des sables de Hastings) et les premiers temps du Crétacique.

(masse principale de l'argile lacustre du Weald). Dans le Boulonnais, l'épisode continental, qui s'était déjà manifesté, à diverses reprises, par des influences côtières et littorales accentuées dès les temps portlandiens moyens, date surtout des derniers horizons jurassiques, sans doute rapportables au Purbeck.

En Belgique, le cas est quelque peu différent, et M. Lamplugh n'est plus tout à fait en droit de dire que l'on n'y constate pas la « continuation prolongée des conditions d'action des eaux douces ».

Nous sommes, en effet, dans la région du Hainaut, en présence d'une longue phase d'émersion et de conditions continentales, datant depuis la fin du Houiller jusqu'au Cénomanién (1).

Certes, c'est là un épisode continental d'une énorme durée et d'une ampleur qui évoque l'idée de la généalogie prolongée, et sans doute continue, d'une faune continentale ayant lentement évolué au travers des âges géologiques successifs et si nombreux pendant lesquels le Hainaut a été préservé des invasions marines.

Mais cette période, par sa durée et par sa complexité même, constitue le cadre immense et tout à fait disproportionné de la très minime série sédimentaire continentale que constituent les sables et les argiles d'Hautrage, ainsi que l'argile à Iguanodons de Bernissart.

Mais nous pouvons négliger ce cadre continental, si vaste dans son extension stratigraphique ou verticale, pour ne nous attacher matériellement qu'aux seuls dépôts qui, tels que les tous derniers précités, nous ont fait connaître des éléments fauniques et paléo-botaniques permettant d'en apprécier l'âge.

C'est seulement de cette manière que, pour les gisements belges *actuellement connus*, nous pouvons dire, d'accord avec M. Lamplugh, qu'ils représentent un stade très court par rapport à l'extension stratigraphique verticale des dépôts wealdiens d'Angleterre.

Quant à la conclusion, qui paraît assez justifiée, de M. Lamplugh sur l'âge probablement crétacé de la majeure partie de l'argile lacustre du Wealdien anglais, elle n'a aucune influence sur la question de l'âge de nos argiles de Bernissart.

En effet, c'est par l'étude des éléments de la faune et de la flore de ce dépôt spécial et par l'examen de leur *degré d'évolution faunique* et

(1) D'après les découvertes récentes de M. J. Cornet dans la région septentrionale du bassin houiller à l'ouest de Mons, la rentrée, au moins partielle, du régime marin remonterait déjà localement à l'Albien et peut-être même à l'Aptien. Ces horizons seraient du moins représentés dans le complexe recouvrant le Bernissartien et qui est connu sous le nom de « Meule de Bernissart ».

de leurs affinités, nettement jurassiques, que je suis arrivé à cette conclusion qu'ils doivent être ANTÉRIEURS à ces dépôts de Hastings ou du *Wealdien inférieur*, dont MM. Marsh, A. Smith Woodward et Seward ont reconnu les affinités franchement jurassiques. Si d'ailleurs l'Angleterre pouvait nous offrir, dans les éléments de la faune et surtout de la flore, encore trop peu connue, du Purbeck, des points de comparaison suffisants, il n'est pas douteux que l'âge purbeckien de notre Bernissartien ne pourrait plus même être mis en discussion.

Quant aux affinités de la faune et de la flore du Bernissartien type avec les éléments biologiques fournis par l'horizon de Hastings et quant à celles qu'on lui découvrira peut-être même avec les dépôts lacustres du Wealdien supérieur ou crétacé, il n'y a à cela rien que de très naturel.

D'abord, l'horizon des sables de Hastings contient, comme celui de Bernissart, des éléments fauniques et paléo-botaniques d'âge et d'affinités jurassiques nettement reconnues; ensuite les premières faunes et flores crétacées, telles que celles sans doute de l'argile lacustre du Weald, devaient forcément tirer de leurs ancêtres directs jurassiques un faciès qui n'en pouvait être guère distinct, à cette période de début ou de simple continuation continentale des temps crétacés.

J'arrive maintenant à la crainte de malentendu signalée tantôt.

Le Procès-Verbal de notre séance du 20 mars 1900 fournit (t. XIX, 1900, P.-V., pp. 70-73) mon *Résumé* d'une communication parue la même année aux *Mémoires* (pp. 39-112) sous le titre :

Les dépôts à Iguanodons de Bernissart et leur transfert dans l'étage purbeckien ou aquilonien du Jurassique supérieur.

Le titre du résumé est : *La question de l'âge des dépôts wealdiens et bernissartiens. Pourquoi, dans la nouvelle édition de la Carte géologique de la Belgique, les dépôts à Iguanodons viennent d'être classés dans le Jurassique supérieur.*

Parlant, dans ce Résumé, du résultat synthétique des études paléontologiques de MM. Marsh, A. Smith Woodward et Seward, et qui leur ont fait reconnaître les affinités nettement jurassiques des fossiles du Wealdien anglais, étudiés par eux, je qualifie celui-ci de *Wealdien type*. Or, c'est là qu'une erreur d'interprétation pourrait être à craindre, bien que j'aie nettement indiqué, dans ce même Résumé, que les conclusions des savants paléontologistes précités ne s'appliquent qu'au WEALDIEN INFÉRIEUR, c'est-à-dire à l'horizon des sables de Hastings.

Par *Wealdien type*, j'entends ici la formation représentée par les

couches fossilifères étudiées, les seules du reste bien déterminables de la région qui a servi de type à l'établissement de l'étage wealdien.

Je n'avais donc nullement en vue l'*argile supérieure du Weald*, qui n'a pas fourni de faune ni de flore suffisamment représentées pour permettre jusqu'ici d'asseoir une opinion reposant sur des données paléontologiques suffisantes. Pour certains cependant, le Wealdien type pourrait être précisément cette énorme accumulation argileuse lacustre, constituant en réalité la majeure partie de la masse du Wealdien.

Or, nulle part et en aucune circonstance, je n'ai émis, sur l'âge de l'*argile lacustre* constituant le Wealdien supérieur, d'autre opinion que le doute ou la probabilité qu'elle pourrait peut-être correspondre aux débuts du Crétacique ou à une zone de passage au sein de laquelle s'effectuerait, pendant la lente évolution de ce facies continental, le passage du Jurassique au Crétacique.

Voici d'ailleurs, textuellement, ce que je disais page 72 du Procès-Verbal de la séance du 20 mars 1900, après avoir signalé les conclusions des paléontologistes précités sur les affinités jurassiques de la faune du « Wealdien type », *alias* horizon wealdien des sables de Hastings.

« ... les éléments habituellement cités et constituant ce que l'on appelle généralement la faune et la flore du Wealdien, proviennent *presque exclusivement* de l'assise INFÉRIEURE du Wealdien, c'est-à-dire de l'horizon des sables de Hastings. Il reste donc à étudier — et le *Geological Survey* vient précisément de mettre ce travail intéressant à l'ordre du jour de ses recherches — si l'assise SUPÉRIEURE wealdienne, c'est-à-dire l'*argile du Weald*, doit suivre l'assise inférieure — à laquelle d'ailleurs elle passe insensiblement — dans la série jurassique, ou bien doit constituer, soit la *zone de passage* (représentée dans le Weald par un facies essentiellement lacustre) entre le Jurassique et l'Infracrétacé, soit même éventuellement la base de l'Infracrétacé? Ce point, intéressant assurément, *qui reste à élucider* n'a aucun rapport avec la question qui peut, dès aujourd'hui, être considérée comme RÉSOLUE, que le **Bernissartien** est *antérieur* à l'horizon des sables de Hastings et que son correspondant stratigraphique ne peut se trouver plus haut que le Purbeckien du sud-est de l'Angleterre et que son équivalent l'Aquilonien des régions septentrionales européennes (Russie, etc.). »

Comme on le voit par la dernière phrase du paragraphe reproduit ci-dessus, je considérais donc, et je considère toujours comme un point *restant à élucider*, la question de l'âge de l'*argile lacustre ou supérieure wealdienne*, et c'est ce point *seulement* que M. Lamplugh traite dans ses considérations sur l'âge du Wealdien.

D'après lui, cette argile lacustre wealdienne serait positivement crétacée, et il est fort possible que cette opinion soit reconnue justifiée dans l'avenir.

C'est d'ailleurs ce que je prévoyais dans la communication que j'ai faite à la séance du 27 décembre 1898 de la *Société belge de Géologie*, dont un compte rendu, non officiel toutefois, a paru à Bruxelles, en janvier 1899, sous le titre : *Chronique scientifique* (1).

Parlant du grand épisode continental qui, dans le bassin anglo-français, s'est largement développé vers la fin du Portlandien, je disais dans une note de la page 10 de ladite « Chronique scientifique » :

« Considérés d'une manière générale et englobant l'Europe dans son ensemble, les débuts nettement portlandiens de la grande période continentale secondaire se rattachent intimement aux âges jurassiques, tandis que la dernière phase, d'âge wealdien, de cette même période peut être synchronisée avec des dépôts marins d'âge infra-crétacé, c'est-à-dire représentant le Crétacé inférieur. »

C'est précisément à cette dernière conclusion qu'aboutit, mais avec plus de netteté encore, M. Lamplugh dans sa récente Note, et l'on voit donc que notre accord est parfait.

Sous le nom de *Wealdien* se trouvent donc complexivement réunis deux éléments successifs, mais distincts dans la chronologie générale :

1° LES SABLES DE HASTINGS, soit nettement jurassiques pour les uns, soit tout au moins à affinités jurassiques pour d'autres, et faisant alors partie de la *série de passage*; 2° L'ARGILE SUPÉRIEURE DU WEALD, principalement lacustre, dont la *base* fait peut-être aussi partie de la série de passage et dont la *masse principale* paraît assez probablement pour moi, très certainement pour M. Lamplugh, être d'âge crétacique. Ce complexe hétérogène du WEALDIEN en général ne peut donc constituer un bon type unique et bien défini au point de vue chronologique et stratigraphique. C'est pourquoi, M. Cornet et moi, nous eussions préféré, d'accord en cela avec de nombreux géologues belges et étrangers, de voir abandonner officiellement, dans l'*échelle stratigraphique belge*, le nom de Wealdien, que la dernière édition de la légende de notre Carte géologique emploie pour ranger, à leur niveau reconnu jurassique, nos couches bernissartiennes.

En ayant rattaché au Jurassique supérieur nos dépôts bernissartiens à Iguanodons, tout en les maintenant sous l'étiquette *Wealdien*, le

(1) *Chronique scientifique. Observations nouvelles sur le gisement et sur l'âge des Iguanodons de Bernissart.* Communications préliminaires. Compte rendu sommaire de diverses communications faites à la séance du 27 décembre 1896 de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. Bruxelles, le 25 janvier 1899 12 pp. in-8°.

Comité de direction de la Carte semble laisser croire qu'il partage les vues trop absolues qui consistent à admettre que le Wealdien serait *entièrement* jurassique.

Si je n'ai pas réussi jusqu'ici, au sein du Conseil de direction, à faire adopter le nom d'*étage bernissartien*, naguère proposé par M. J. Purves, repris par Cornet et par moi, employé par d'autres encore, notamment par M. A. de Lapparent (1), je suis cependant persuadé que cette décision s'imposera d'elle-même, et la contribution que vient de nous fournir M. Lamplugh, en montrant qu'une bonne partie du Wealdien devra sans doute rester rattaché à la série crétacique, ainsi que je l'avais senti en décembre 1898 et en mars 1900, montre combien M. Cornet et moi avons raison de repousser l'assimilation de nos couches à Iguanodons au complexe wealdien, alors que le nom régional de *Bernissartien*, proposé en 1883 par M. Purves (2), était tout indiqué et conforme aux principes de la nomenclature régionale belge suivie dans la légende de notre Carte géologique.

Ce qu'il importe de ne pas perdre de vue, c'est que l'horizon des argiles dites « wealdiennes » du Hainaut, et tout spécialement l'argile à Iguanodons, que le *Bernissartien* en un mot, ne peut être considéré en aucune manière comme représentant l'ensemble des formations continentales, lacustres et fluviales correspondant à l'immense lacune séparant, dans le Hainaut, le Houiller du Crétacé inférieur.

De même que dans l'état actuel de nos connaissances une minime phase de l'épisode continental précité nous a laissé, comme vestiges appréciables représentant la fin des temps jurassiques, les quelques amas d'argiles et de sables de Bernissart (3) et ceux d'Hautrages, Villerot, Braquegnies, paraissant être tous d'un même âge Bernissartien, de même le hasard peut nous faire trouver quelque jour, parmi eux ou ailleurs, des lambeaux de dépôts continentaux pouvant stratigraphiquement se rattacher à l'un ou l'autre stade compris soit dans la phase continentale plus ancienne englobant le Permien, le Trias, le Liasique et les âges jurassiques antébernissartiens, soit dans la phase continentale plus récente, englobant le Néocomien, le Barrémien, l'Aptien ou même l'Albien ou Gault.

(1) *Traité de Géologie*, 4^e édition. Paris, Masson, 1900, t. V, pp. 1213 et 1259.

(2) J.-C. PURVES, *Sur les dépôts fluvio-marins d'âge sénonien ou sables achéliens de la province de Liège*. (Bull. du Musée royal d'Hist. Nat. de Belgique, t. II, 1883, pp. 153-182, pl. VII.)

(3) Les travaux de reconnaissance minière effectués dans les zones supérieures de dépôts continentaux de Bernissart y ont fait constater la présence de sables aquifères.

Ce sont d'ailleurs des découvertes de l'espèce, dues au hasard et aux travaux d'exploitation minière, qui, dans ces mêmes parages, viennent de faire découvrir, par M. J. Cornet, dans le bord nord du bassin houiller du Couchant de Mons, que la « Meule de Bernissart » n'est nullement, comme on le croyait, un simple faciès de la Meule cénomaniennne de Braquegnies et lui ont fait reconnaître qu'elle correspond non seulement à l'étage cénomanienn au complet, mais qu'elle englobe l'Albien ou Gault, niveau des Blackdown Greensands (Meule de Braquegnies), et peut-être encore l'Aptien.

Si de telles intercalations d'horizons marins peuvent encore enrichir nos échelles stratigraphiques régionales, à plus forte raison peut-on espérer de découvrir, dans ces mêmes régions du Hainaut, des lambeaux, insoupçonnés jusqu'ici, de formations continentales d'âges divers ne se rattachant nullement au Bernissartien jurassique.

Rien ne permet non plus d'affirmer que certaines argiles plastiques, pures, panachées ou bariolées du Hainaut — qui d'ailleurs présentent un faciès différent de celles, finement stratifiées, de Bernissart — doivent forcément appartenir, comme celles-ci, au Bernissartien jurassique et d'âge purbeckien. Il conviendra même d'étudier avec soin, à ce point de vue, lesdites argiles, ainsi que les sables et les débris végétaux qui souvent accompagnent ces argiles plastiques du Hainaut, et l'on ne doit pas désespérer d'y faire quelque jour l'une ou l'autre heureuse découverte paléontologique.

Il est à remarquer que dans le pays de Bray, dans la Haute-Marne et dans le Boulonnais, il existe précisément des argiles bariolées plastiques du même type, des sables parfois ferrugineux, d'origine également non marine et qui, comme nos sables et argiles d'Hautrage, étaient, jusque dans ces derniers temps, tous indifféremment, rattachés au Wealdien et exclusivement à la série crétacique.

Ce n'est que récemment que la lumière s'est faite et que l'on y a reconnu des produits d'émersion et de formations continentales dont l'âge, en grande partie, est actuellement rapporté tant au Purbeckien jurassique qu'au Néocomien crétacique.

Le problème, actuellement, peut difficilement être résolu, faute de données paléontologiques, et, dans le Hainaut, de même que dans les régions précitées, ces sables blancs ou ligniteux et parfois ferrugineux, ces glaises plastiques bariolées, blanches, grises, rougeâtres et noires, peuvent appartenir à des âges très divers.

De tels dépôts continentaux, fluviaux et lacustres peuvent donc représenter, par places, des formations prébernissartiennes quelconques,

vestiges de la grande phase d'émergence post-houillère et antécédente.

C'est ainsi que, lors de la Session extraordinaire de 1880, tenue par la Société géologique de France dans le Boulonnais, MM. Sauvage et Rigaux purent signaler, intercalé entre le Calcaire carbonifère et le Bathonien marin, des dépôts continentaux d'argiles et de sables ligniteux, qui représentent donc les traces d'un épisode continental antérieur ici à la Grande Oolithe.

En conclusion, si, grâce à l'étude de la composition et du degré d'évolution faunique des éléments de la faune et de la flore du gîte de Bernissart, la question du classement stratigraphique peut être considérée comme résolue en faveur des *argiles lacustres de Bernissart* dans le sens d'une attribution nettement jurassique, cela n'empêche nullement que la solution puisse être différente pour les glaises bariolées, les sables d'Hautrages et d'autres localités du Hainaut qui, faute de données paléontologiques précises, ne peuvent être que *provisoirement* rattachées au Bernissartien.

C'est le même cas précisément qu'en Angleterre, où l'âge et les affinités nettement jurassiques de l'horizon fossilifère des sables de Hastings ou Wealdien inférieur, dont MM. Marsh, A. Smith Woodward et Seward ont étudié la faune et la flore, n'ont pas à influencer sur la question, restée en suspens, de l'âge probablement crétacé du massif principal de l'argile lacustre qui constitue le Wealdien supérieur.

Dans le sud-est de l'Angleterre aussi bien qu'en Belgique et ailleurs, la question du Wealdien n'est pas *unique*. Elle est *complexe*, et pour un élément résolu du problème, tant en ce qui concerne l'horizon de Hastings que pour celui du Bernissartien, il en reste d'autres ouverts à la sagacité des chercheurs, et la Paléontologie seule est appelée à les résoudre. Mais ce qui semble désormais acquis, bien que la faune du Bernissartien ne soit pas encore entièrement étudiée ni décrite, c'est l'*élimination*, pour ce niveau spécial bien déterminé de nos dépôts continentaux du Hainaut, de toute assimilation possible à un *Wealdien crétacique*.

La phase évolutive représentée à Bernissart est certes *antérieure* à celle de cet horizon inférieur wealdien de Hastings, dont les affinités jurassiques ont été si bien mises en évidence par la Paléontologie, et suivant toute apparence elle représente très exactement le *Purbeckien*.

C'est la même solution, appuyée par les mêmes arguments paléontologiques mais aussi, cette fois, par la stratigraphie, qui s'applique aux dépôts dits « wealdiens » du *Boulonnais*. Ceux-ci d'ailleurs ne paraissent constituer qu'une région d'estuaire et de débouchés fluviaux ayant leur

source sédimentaire détritique au delà des plaines « bernissartiennes » du Hainaut jurassique émergé; soit dans les anciens contreforts montagneux du Brabant, qui les bordaient au Nord et dont la lente désagrégation faisait dévaler les quartzites triturés et les détritiques caractéristiques cambrio-siluriens, par la voie des eaux courantes, jusque dans ces parages littoraux et maritimes de la Manche et de la mer du Nord.

Quant à la *possibilité* de retrouver dans le Hainaut l'un ou l'autre représentant des argiles lacustres, sans doute néocomiennes, du Wealdien supérieur ou crétacé, il ne faut la demander qu'à l'étude ultérieure de certains dépôts sporadiques de glaises et de sables d'âge encore indéterminé, tels que ceux d'Hautrage, Villerot, etc., qui, s'il devait en être ainsi, pourraient constituer un étage *Hautragien* ou Wealdien crétacé, bien que toutes les probabilités militent en faveur de leur assimilation au Bernissartien typique et au Jurassique purbeckien.

Déjà l'on peut espérer que la flore de certains d'entre ces dépôts d'argiles continentales du Hainaut, telle que celle, assez variée, des argiles de Braquegnies par exemple, étudiée en ce moment par M. Ch. Bommer, permettra de savoir s'il s'agit ici soit de niveaux jurassiques « bernissartiens », soit de phases plus récentes ou plus anciennes qu'à Bernissart dans l'histoire du grand épisode continental séparant, dans le Hainaut, le Houiller des débuts des temps crétacés.

M. MOURLON et CH. LEJEUNE DE SCHIERVEL. — Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde et sur son prolongement, le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel.

M. Mourlon résume dans ses grandes lignes un travail qu'il présente à la Société en collaboration avec M. Ch. Lejeune de Schiervel, et intitulé : *Résultats scientifiques des sondages effectués dans la vallée de la Senne entre Ronquières et Vilvorde et sur son prolongement, le long du canal de Willebroeck, jusqu'au Rupel.*

Il fait ressortir, à l'aide d'une coupe à l'échelle du 20 000^e exposée en séance et qui n'embrasse pas moins de 60 kilomètres, les progrès réalisés dans l'étude des terrains quaternaires et tertiaires par l'application d'un système de sondage dirigé scientifiquement et exécuté par un personnel compétent. C'est ainsi que pour ce qui concerne les terrains tertiaires, il montre la confirmation de l'existence, dans l'argile de Boom, d'une zone sableuse (R2cs) identique aux sables à lignite qui prennent une si grande extension dans le sous-sol du Limbourg.

Plus au sud, on voit apparaître les sables ypresiens avec des lentilles d'argile dont certaines, rencontrées près de Bruxelles, ont été confondues avec l'argile ypresienne (Yc), ce qui n'est pas sans importance pour la question toute d'actualité du « Métropolitain bruxellois ».

Pour ce qui est des dépôts quaternaires, M. Mourlon, après avoir montré la confirmation et le développement des données importantes recueillies sur ces dépôts durant ces dernières années, notamment en ce qui concerne les rapports existant entre les dépôts campiniens, hesbayens et flandriens de la vallée de la Senne, prie M. le Président de bien vouloir accorder la parole à son collaborateur pour donner un exposé du détail stratigraphique.

M. Ch. Lejeune de Schiervel passe en revue les trois termes quaternaires rencontrés au cours de cette étude. C'est d'abord le Campinien; essentiellement constitué par un sable très quartzeux, toujours grossier, souvent graveleux, accompagné de cailloux de nature très variée, plus ou moins arrondis. On y rencontre des fragments de grès bruxelliens, de silex, de quartzites et même, aux environs de Ronquières, des galets de calcaire carbonifère. Mais ce que ce dépôt contient de plus caractéristique, ce sont d'innombrables fragments de phyllades, dont la dimension, allant en augmentant depuis l'embouchure, atteint tout en amont la grosseur du poing. Ce dépôt se rencontre presque sur tout le parcours de la vallée.

Au sud de Bruxelles, et surtout à l'approche des flancs de la vallée, apparaît largement représenté, quand les alluvions modernes ne l'ont pas enlevé, le limon hesbayen avec les cailloux de silex si parfaitement arrondis que l'on trouve à sa base.

Au sujet de ceux-ci, M. Lejeune de Schiervel désirerait attirer l'attention de la Société, et spécialement celle de M. Rutot, qui a tant étudié notre Quaternaire, sur la question qui lui paraît difficile à résoudre et qui se pose au sujet de l'âge relatif de ces limons et de leur cailloutis si différents.

Depuis le Rupel jusque près de Bruxelles se poursuivent deux séries de dépôts rattachés à l'époque flandrienne.

Le dépôt inférieur (*q4m*), constitué par un sable quartzeux assez fin avec de nombreux cailloux de silex, se poursuit depuis le Rupel jusque Bruxelles, sans reparaitre plus loin; tout porte à croire que ce dépôt serait d'origine marine.

La partie supérieure présente un passage presque insensible du sable quartzeux fin et sans cailloux au limon. C'est ainsi que s'explique la grande quantité de limon que l'on trouve aux Hautes-Terres de Grimberghen.

M. *Van den Broeck* estime qu'il serait désirable que la coupe géologique soit, dans la planche à publier, mise en rapport avec les données de la Carte géologique, c'est-à-dire qu'elle soit jalonnée, pour permettre de connaître la valeur des éléments décrits au point de vue de leur répartition topographique dans l'ancienne vallée.

Il demande également si l'on s'est occupé de l'étude de la *faune* malacologique des parties tourbeuses et signale l'utilité que cette étude présentera, étant donné qu'à Uccle et ailleurs, dans nos tourbes anciennes, on a recueilli des espèces alpines et autres qui ne se retrouvent plus dans la faune malacologique du pays.

Il résulte d'un échange de vues entre MM. Van Bogaert, Rutot, Van den Broeck et De Schryver, que les travaux de Bruxelles port de mer permettront d'atteindre la profondeur voulue pour rencontrer la tourbe et qu'il sera facile, dès lors, de faire l'étude de sa faune.

Quant à M. Lejeune de Schiervel, il n'a pas, au cours des sondages, rencontré de tourbes anciennes proprement dites, mais simplement des sables tourbeux.

Il est d'accord avec M. Van den Broeck pour repérer topographiquement le tracé de la coupe et même les sondages sur la planche à publier, afin de faciliter la compréhension des divers éléments du diagramme.

M. RUTOT. — La question de la diversité des facies caillouteux quaternaires dans la Vallée de la Senne.

M. *Rutot*. — Au sujet des points paraissant obscurs à M. Lejeune de Schiervel et ayant principalement rapport aux différences de composition des cailloutis quaternaires à différents niveaux dans la vallée de la Senne, le fait, très réel, n'a rien qui puisse nous étonner.

En effet, ces cailloutis sont contemporains des diverses phases du creusement de la vallée de la Senne, et ce creusement a été opéré au sein d'un ensemble de couches représentant plus de 100 mètres d'épaisseur et de composition très variable.

Le creusement de nos vallées a commencé dès le retrait vers le nord de la mer pliocène diestienne.

Ce sont donc d'abord les dépôts diestiens qui venaient d'être déposés qui ont été les premiers attaqués. Or, la mer diestienne avait amoncelé une énorme quantité de cailloux de silex roulés le long de ses rivages.

Ce sont donc ces cailloux de silex roulés qui constituent l'élément principal des niveaux caillouteux supérieurs.

Dans la suite, l'érosion a attaqué la série des couches éocènes, notamment le Bruxellien, qui renferme une quantité de rognons de grès, et ceux-ci ont été naturellement charriés dans la vallée.

Plus tard, l'Ypresien et le Landenien, très peu épais ou manquants dans la partie haute de la vallée, ont été enlevés et ont mis à découvert la tranche des couches très variées du terrain primaire.

L'approfondissement maximum, qui s'est effectué pendant la première moitié de l'époque campinienne, s'est donc opéré, à partir de Hal, en plein dans les couches primaires. En conséquence, il n'y a pas lieu de s'étonner de voir le cailloutis inférieur de la vallée, d'âge campinien, être constitué d'éléments quartzeux primaires tout à fait différents des éléments « silex » des cailloutis supérieurs, moséens ou tertiaires.

Le cailloutis campinien a, naturellement, été remanié à l'époque flandrienne, lors de l'invasion marine qui caractérise cette époque, et ce sont ses éléments qui constituent en certains points la base du Flandrien. Il est tout naturel aussi qu'en d'autres points, le cailloutis campinien soit séparé de son dérivé : le gravier base du Flandrien, par des couches de limon hesbayen.

Quant à la pénétration des eaux de la mer flandrienne dans nos vallées, je l'ai établie nettement depuis 1897 dans mon travail intitulé : *Les origines du Quaternaire de la Belgique*, et j'ai même fourni une carte précise de cet envahissement. J'ajouterai de plus que j'ai pu suivre le Flandrien, facies marin, jusqu'au sud de Hal.

Enfin, M. Rutot, répondant à une autre question de M. Lejeune de Schiervel, est d'accord avec lui pour considérer comme étant de la fin du Pliocène les cailloux des hauts plateaux des environs de Bruxelles.

La séance est levée à 10 $\frac{3}{4}$ heures.

ANNEXES A LA SÉANCE DU 19 MARS 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

E. HIBSCH. — Essai de classification des formations quaternaires de la vallée de l'Elbe, dans le nord de la Bohême. (JAHRB. d. K.-K. GEOL. REICHSANSTALT, Jahrgang 1899, Bd XLIX, pp. 641-648.)

Dans la région étudiée, l'action des forces internes a parfois alterné avec les phénomènes normaux sédimentaires.

Les éruptions volcaniques marquent un arrêt dans le dépôt des couches à partir de l'Oligocène supérieur et ont probablement duré jusqu'à une époque très rapprochée de nous. Pendant ce temps, il ne s'est formé dans le nord de la Bohême que des alluvions fluviales et des dépôts éoliens. On peut les diviser, d'après les hauteurs qu'ils occupent et d'après leur constitution et leurs fossiles, en trois étages ou terrasses.

I. — La terrasse supérieure, présentant les alluvions les plus anciennes, que l'on trouve à une hauteur de 60 mètres au-dessus du niveau des eaux actuelles.

II. — La terrasse moyenne, à une hauteur de 60 mètres à 20 mètres, mais descendant parfois jusqu'au niveau actuel de l'Elbe.

III. — La terrasse inférieure, de 20 à 10 mètres au-dessus du niveau actuel du fleuve.

La terrasse supérieure. — Il convient de commencer son étude par le nord, où la vallée de l'Elbe a commencé à se former. Pendant l'époque oligocène, les eaux fluviales de la Bohême coulaient vers le sud, et c'est dans cette direction également que s'est fait le transport des dépôts glaciaires, alors que le glacier du plateau de granite de la Lausitz s'étendait jusqu'au nord de la Bohême. C'est ce que démontre le limon glaciaire que l'on trouve à Warnsdorf à la cote 465. Les eaux glaciaires s'écoulaient vers le sud et l'ouest et ont couvert une partie de la contrée.

Sur la *frontière* entre la Saxe et la Bohême, on rencontre, à une *hauteur* de 150 mètres au-dessus du niveau de l'Elbe, des limons et des dépôts fluviaux qui occupent la surface du plateau du *Quadersandstein*. Ces dépôts datent de l'époque où le glacier s'étendait jusque vers Warnsdorf et correspondent au *stade saxon* de Geikie.

A partir de ce moment, la vallée de l'Elbe commence à s'approfondir, et c'est alors que le fleuve a déposé sur ses rives les blocs glaciaires que l'on rencontre encore dans les parties peu déclives. On y a signalé des silex, du quartzite de Dala et du granite scandinavien.

La terrasse moyenne. — Après le creusement des vallées, il y eut encore un dépôt de fragments de roches transportés par les eaux. On les trouve de 20 à 60 mètres au-dessus du niveau actuel. On y trouve des roches volcaniques, des fragments des laccolithes et des fragments provenant des noyaux de roches primaires situées sur le versant sud du *Mittelgebirge*. Les fossiles qu'on y a signalés sont : *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus elaphus*, *Equus*, et des traces de la présence de l'homme.

La terrasse inférieure. — On y trouve des sables micacés et des sables limoneux. La terrasse est partout très distincte, même dans les affluents secondaires. Pendant cette période se sont formés des cônes de déjection où des blocs rocheux se trouvent noyés dans les sables. En plusieurs points, on peut voir les alluvions les plus récentes reposer sur les alluvions moyennes, et il est probable qu'il en est ainsi pour toute la vallée de l'Elbe.

Les dépôts éoliens et leurs transformations. — La formation quaternaire la plus répandue dans le nord de la Bohême est constituée par un limon jaunâtre, qui occupe, à diverses hauteurs, les vallées des rivières, les pentes et les plateaux.

En beaucoup de points, celui-ci se transforme en lœss ; sa coloration devient plus claire, sa consistance plus friable et sa composition plus calcareuse. En d'autres points, des couches de sable viennent s'intercaler dans le limon. On a donc affaire ici à une formation éolienne de différentes périodes, qui a été modifiée peu à peu par les eaux courantes, conservant toutefois en certains points sa constitution primitive.

Dans les vallées des rivières, ce limon a subi une stratification parallèle à la surface de leur pente. On rencontre parfois dans le lœss un limon riche en humus, ou des couches de blocs glaciaires. C'est là que l'on trouve, surtout à la base, *Mammouth*, *Rhinoceros*, *Cervus elaphus*.

Dans les couches supérieures, on rencontre les coquilles des mollusques du lœss et des restes d'animaux de la steppe (rongeurs et antilope saïga). Tous les remaniements du lœss paraissent plus récents que les dépôts de la terrasse moyenne. L'abaissement du niveau par dénudation de la surface du sol a été surtout important pendant la période qui a précédé le dépôt des alluvions des plateaux. On peut estimer qu'elle a réduit le niveau de ceux-ci de plus de 300 mètres.

C'est après cette dénivellation que s'est produit le creusement des vallées. Après le dépôt des couches de la terrasse moyenne, le lit du fleuve n'a plus baissé, et les dépôts de la terrasse inférieure se sont déposés au-dessus de ceux de la terrasse moyenne.

ESSAI DE SYNCHRONISME DES COUCHES QUATERNAIRES
DE L'ALLEMAGNE DU NORD AVEC CELLES DU NORD DE LA BOHÈME.

| Noms des stades d'après Geikie et Steinmann. | Dépôts quaternaires du nord de la Bohême. | | |
|--|--|----------------|---------------------------------|
| Stade de Mecklembourg. | Alluvion fluviale la plus récente (Terrasse inférieure.) | | ? Remaniements récents du Lœss. |
| Stade de Neudeck (Alemansche Stufe). | | ? Lœss récent. | |
| Stade de Pologne. | Alluvion fluviale d'âge intermédiaire. (Terrasse moyenne.) | | ? Remaniements anciens du Lœss. |
| Stade helvétique ou du Brisgau. | | ? Lœss ancien. | |
| Stade saxon. | Alluvions fluviales les plus anciennes. (Terrasse supérieure.) | | |

J. W. ANDERSON. — **Manuel du prospecteur. Guide pour la recherche des gîtes minéraux et métallifères.** Édition française par J. Rosset, ingénieur civil des mines. (BIBLIOTHÈQUE DES ACTUALITÉS INDUSTRIELLES, n° 78. Paris, librairie *Bernard Tignol.*)

Encore un petit manuel qui vient en son temps. L'essor industriel qui, à notre époque, pousse l'humanité, sans cesse croissante, à tirer parti des richesses encore inexploitées existant dans les régions peu connues et souvent lointaines, exige l'envoi, dans ces contrées, d'hommes spéciaux, à culture à la fois scientifique et pratique, devant se livrer à la recherche, souvent difficile et laborieuse, des matières utiles, végétales ou minérales.

Mais où trouver ces hommes à connaissances solides et étendues ?

Le peu qu'il en existe travaille sans désespérer ; mais combien l'offre est inférieure à la demande ?

Des hommes pratiques, on en a formé autant qu'il est possible ; mais l'exploration industrielle, la *prospection*, comme on dit à présent, n'a que faire des hommes pratiques purs et simples.

Ce sont des hommes de science qu'il faut, des naturalistes, et comme il a toujours été admis jusqu'à présent que l'étude des sciences ne peut conduire qu'au professorat, position restreinte et encombrée comme le reste, on s'est toujours empressé de délaisser cette partie si intéressante des connaissances humaines.

La *prospection* des gîtes minéraux et métallifères demande de sérieuses connaissances en géologie, en pétrographie, en minéralogie, voire même en paléontologie, et, certes, ce ne sont pas les ingénieurs sortant des écoles spéciales et des universités qui peuvent, actuellement, se flatter d'avoir une compétence quelconque dans ces subdivisions de la science.

Il faut donc, pour satisfaire à la demande toujours croissante, que des hommes pratiques deviennent aussi des hommes scientifiques, sous peine de servir très mal les intérêts, souvent considérables, qu'on leur confie.

Or, où aller chercher les éléments des sciences qui leur manquent ?

Dans les traités généraux ? Il n'y faut pas songer ; dans ces traités de science pure, l'utile et l'inutile, au point de vue de la *prospection*, sont traités sur le même pied.

Ce qu'il faut, ce sont donc des manuels spéciaux, comme celui dont nous signalons ici l'apparition.

Ce sont des ouvrages portatifs, de véritables *vade mecum*, constituant un résumé condensé mais suffisant du contenu d'une montagne de livres; ouvrages non à lire d'une traite, ce qui n'apprendrait que peu de choses, mais à étudier à tête reposée dans chacune des parties traitant des sujets spéciaux que le candidat prospecteur aurait à aborder.

Le *Manuel du prospecteur* ressemble donc à ces agendas ou carnets d'ingénieurs fournissant toutes les formules de mécanique, d'hydraulique, tous les renseignements dont les ingénieurs-constructeurs peuvent avoir besoin dans les cas multiples qu'ils ont à résoudre; c'est un livre qu'il faut avoir constamment avec soi en voyage pour y recourir chaque fois que l'on est embarrassé.

C'est du reste ce que dit le traducteur dans la préface de la traduction de la huitième édition anglaise de 1900.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la table des matières pour se convaincre de la quantité d'éléments constituant l'ouvrage; aux notions de géologie nécessaires sont ajoutées celles de minéralogie, de pétrographie, de chimie (essais au chalumeau, par voie humide, par voie sèche, etc.), de mécanique (essais physiques etc.), plus des répertoires de trigonométrie, de calcul, d'évaluations et de tout ce qui peut être utile en voyage de prospection et dans le laboratoire.

Tout homme ayant fait des études d'ingénieur pourra donc maintenant se lancer dans la prospection avec chance de succès s'il sait mettre à profit la foule d'éléments renfermés dans le *Manuel du prospecteur* que nous venons de signaler.

A. R.

Quelques renseignements sur le pétrole dans le département d'Oran. (Résumé du rapport de la mission HENRY NEUBURGER. Annexe du *Bulletin de la réunion d'études algériennes*. Paris, 12, galerie d'Orléans [Palais-Royal]; 26 pages in-4°.)

Dans cette brochure, l'auteur s'efforce, non pas de résoudre le problème de la formation du pétrole, mais de donner aux entreprises de recherche et d'exploitation de cette matière bitumineuse une bonne direction et de leur gagner de nouveaux adeptes. S'il commence par une critique assez développée des diverses théories pétrolifères, c'est dû sans doute à des circonstances particulières, car on comprend que, dans la patrie de Berthelot, on juge nécessaire de donner à cette

occasion les raisons probantes pour lesquelles on n'admet, pour la formation de gîtes bitumineux d'une importance industrielle, que la transformation d'amas d'êtres organiques et pourquoi l'on recherche, pour leur exploitation, moins les cassures des terrains que des couches géologiques déterminées. Dans ce but, l'auteur profite adroitement de la circonstance que le système tertiaire, qui constitue le terrain à fouiller en Algérie, renferme les principaux gîtes pétrolifères de l'ancien monde : Caucase, Transcaspien, Galicie et Roumanie.

D'après les constatations de l'auteur, il y a dans le département d'Oran sept crêtes anticlinales tertiaires, parallèles, se dirigeant de W.-S.-W. à E.-N.-E. et déterminant autant de zones pétrolifères. Il décrit en détail les couches rencontrées et donne les résultats de ses fouilles, souvent peu profondes, mais engageant à de nouvelles recherches. Si parfois des forages profonds n'ont pas abouti, la faute en était à ce qu'on avait manqué les couches vraiment pétrolifères. Comme telles, l'auteur considère, en thèse générale, les terrains formant la base du tertiaire (grès inférieurs de l'Helvétien, du Carténien, schistes et grès de l'Éocène, grès, calcaires et sables nummulitiques), comme pouvant contenir différents horizons de pétrole, dont les plus riches se trouveraient à la base. Dans les assises supérieures, le pétrole existe sous forme de poches, et, privé de produits légers, il démontre, par sa nature même, le long cheminement fait depuis la couche véritablement productrice. La nature du pétrole peut, dans ce cas, être considérée comme une véritable indication de la distance qui sépare le point de suintement de la couche productive. Il s'ensuit que, presque toujours, les pétroles de surface se trouvent plus lourds que ceux que l'on obtient en profondeur ; si un puits est foré en bonne place, à mesure de l'avancement il sera très facile d'observer cette règle.

Pour prouver ces assertions, les résultats des analyses des pétroles algériens sont réunis en un tableau qui montre « que, dans les terrains qui se rapprochent le plus de ceux que nous indiquons comme pétrolifères, la densité des huiles décroît ; tandis que dans ceux qui, même à proximité de pointements de terrains anciens et même volcaniques (dans le Dâhra, par exemple), mais éloignés de la base des terrains tertiaires, les pétroles présentent tous les signes d'un long cheminement. Tous les pétroles provenant de terrains supérieurs au Carténien, c'est-à-dire tous les pétroles de zones situées au nord du Chéelif, présentent le caractère d'huiles lourdes, goudroneuses, pâteuses aux plus hautes températures de l'Algérie. Il faut admettre que la proportion d'oxygène croît jusqu'à une certaine mesure dans ce pétrole par suite de

son exposition à l'air; il y a déperdition correspondante dans la proportion d'hydrogène et même de carbone (et du pouvoir calorique) ».

Le dernier chapitre est consacré au choix du système de forage qui, d'après l'auteur, est très important, car « si des prospections imparfaites n'avaient pas été la cause initiale des insuccès qui ont arrêté l'essor de l'industrie pétrolifère en Algérie, le manque d'outils adéquats à la recherche du pétrole aux grandes profondeurs aurait également préparé, même dans les meilleurs emplacements, de grandes désillusions, que le dépit aurait fait attribuer à la stérilité d'un sol dont la richesse pétrolifère transpire même à la surface ». En considération des circonstances données, l'auteur recommande, pour le commencement de l'exploitation des huiles algériennes, le système de forage canadien, qui pourrait être remplacé plus tard par un mode plus perfectionné.

O. L.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

Les grottes de Tanga.

Il existe dans l'Est africain-allemand, nous écrit M. P. Chaudoir, des grottes des plus intéressantes, non encore ou à peine explorées, sur lesquelles je suis heureux de pouvoir vous donner quelques détails.

Elles se trouvent à deux heures de marche de Tanga, dans un pays superbe, recouvert de forêts. L'entrée principale se présente sous la forme d'une immense porte ogivale, d'une dizaine de mètres de haut, s'ouvrant sur une rivière. Immédiatement, la voûte s'élève en une série de nefs de 40 à 80 mètres de haut. Le couloir principal mène à une immense salle d'une superficie égale à la moitié de la Grand'Place de Bruxelles. De là se détachent une infinité d'autres couloirs menant à des salles de moindres dimensions. C'est un enchevêtrement de conduits souterrains à ne pas s'y retrouver.

Le temps et les lumières nous manquant, nous n'avons pu en parcourir que quelques-unes. Nous n'avons pu pénétrer dans certaines salles à cause des chauves-souris qui s'y trouvaient en légions innombrables. Sans exagération, il y en avait par millions; les voûtes en étaient entièrement tapissées, au point que, à première vue, elles paraissaient recouvertes d'une couche noire, qui n'était que l'agglomération de ces vilains animaux. Quelques-uns atteignaient une taille colossale. L'un d'eux, tué d'un coup de bâton, mesurait, les ailes étendues, 1^m.30. Son corps était aussi gros que celui d'une poule. Affolées par la lueur de nos torches, ces chauves-souris se jetaient sur nous et nous ont obligés plusieurs fois à rebrousser chemin. De plus, elles nous inondaient de fiente, pluie d'un genre aussi nouveau que désagréable; leurs cris étaient assourdissants, et il nous était impossible de nous entendre, bien que nous criions comme des sourds. Naturellement, dans les circonstances où nous nous trouvions, toute exploration ou étude sérieuse était impossible; néanmoins, nous avons constaté la présence de très beaux stalactites et stalagmites; la grotte semble avoir été taillée dans le calcaire par les eaux, dont les murs gardent la trace. Le sol est formé de terre d'alluvion et de détritiques de chauves-souris. Remarqué un couloir s'enfonçant brusquement sous une pente de 45°. Il y aurait plusieurs étages que cela ne m'étonnerait nullement. La partie inférieure de ces grottes doit même renfermer des lacs ou un cours d'eau, car, à certains moments, une rivière sort par l'entrée principale. Un blanc, le seul qui habite dans les environs, m'a avoué, chose inouïe, qu'il n'avait même jamais essayé de visiter cette merveille souterraine, se contentant de parcourir les premières salles. Elles seules sont connues des résidents de Tanga.

La grotte possède plusieurs entrées; j'en ai compté sept sur une distance d'un demi-kilomètre environ. J'ai même voulu me risquer dans l'une d'elles, mais, après une centaine de mètres, j'ai dû rebrousser chemin, les chauves-souris ayant éteint ma torche. En voulant revenir, je me suis même trompé de chemin, et, après être tombé dans un trou profond d'une dizaine de mètres, j'ai heureusement trouvé un couloir

qui, chose singulière, m'a conduit au jour à une quinzaine de mètres au-dessus de l'endroit où j'étais entré.

Bref, ces grottes me paraissent dignes d'être visitées et explorées, et tout me porte à croire qu'elles valent en importance nos grottes de Han.

(Extr. *Mouvement géographique*, 10 mars 1901, n° 10, 18^e année, pp. 118-119.)

Résistance des pierres à la gelée.

La question de savoir si la pierre résiste bien aux effets de la gelée peut être résolue en la plongeant, pendant trente minutes, dans une solution bouillante de sulfate de magnésie et en la faisant sécher ensuite. Si la température n'est pas trop basse ni l'air trop humide, la surface du cube de pierre en expérience se couvrira en vingt-quatre heures d'une couche de cristaux blancs. La cristallisation du sel de magnésie produit les mêmes effets destructeurs que la formation de la glace dans les pores de la pierre.

On laisse déposer la solution de sulfate de magnésie qui contient les fragments de pierre en expérience, on y plonge le cube soumis à l'essai pour dissoudre les cristaux dont sa surface est recouverte; on répète cette opération tant qu'une nouvelle couche se forme.

Si la pierre résiste bien à la gelée, on ne doit retrouver au fond du vase ni écailles ni fragments d'aucune sorte.

Si la pierre est gélive, de petits morceaux seront trouvés au fond dès le début de l'expérience, et le cube de pierre s'effritera le long de ses arêtes. On peut comparer à ce point de vue deux pierres entre elles en évaluant le poids des parties détachées.

Les essais doivent durer quatre jours.

L'emploi du sulfate de magnésie est aussi concluant pour les briques que pour les pierres.

(Extr. *Ann. Trav. publ. de Belg.*, 58^e année, 2^e sér., t. VI, 2^e fasc., avril 1901, p. 273.)

Point juridique relatif à l'entreprise des puits artésiens.

Jusqu'où va l'engagement d'un entrepreneur de fournir de l'eau en forant un puits artésien? Son obligation est-elle limitée en ce qui concerne le débit ou est-elle subordonnée à la nature géologique du sol? *Quid*, si le prix est fixé au mètre courant d'enfoncement?

Dans l'entreprise d'un puits artésien, l'engagement de fournir de l'eau se conçoit aussi bien s'il s'agit d'une convention où le prix est fixé par mètre d'enfoncement que s'il s'agit, au contraire, d'une entreprise à forfait.

L'engagement de l'entrepreneur est nul s'il comprend l'obligation illimitée de livrer de l'eau. Il est valable si l'entrepreneur a le droit de cesser le travail devenu infructueux par suite de la nature des couches de terrain rencontrées; évidemment, il ne peut exiger, dans ce cas, l'exécution des engagements du contractant qui étaient le corollaire des siens. Pareille convention a un caractère aléatoire et tout à fait licite (1).

En l'absence d'une stipulation expresse, le puisatier ne saurait être tenu de garantir le rendement du puits (2).

(Extr. *Ann. Trav. publ. de Belg.*, 58^e année, 2^e sér., t. VI, 2^e fasc., avril 1901, pp. 282-283.)

(1) Voy. *Pandectes belges*, v^o Entrep. d'ouv., n^o 39 et suiv. — Comm. Bruges, 13 juillet 1899.

(2) Voy. *Civ. Bruxelles*, 17 avril 1889, *Pandectes périodiques*, n^o 1335.

Recherches du terrain houiller dans le Limbourg belge.

Divers ordres d'arguments militent en faveur de l'existence d'un bassin houiller au nord de celui de Liège : stratigraphie générale des terrains primaires; considérations fournies par la lithologie et par la paléontologie.

On se demande si les terrains siluriens et cambriens, situés au nord de nos bassins houillers connus, ne forment pas, au delà d'une voûte ou pli anticlinal, une dépression qui laisserait place à l'existence d'une formation carbonifère. La Westphalie nous montre des exemples de développement du terrain houiller sous des formations mésozoïques caïnozoïques; de même le développement du terrain houiller en Angleterre, au nord du bassin du pays de Galles, dans les régions de Manchester et de Newcastle. Nous ne possédons en Belgique que l'équivalent des ondulations du sud du bassin westphalien. celles du nord restant à découvrir. Le bassin de Liège correspondrait au bassin de Herzcamp ou de Witten; le bassin du Limbourg hollandais correspondrait à celui de Bochum, et c'est en longeant le prolongement de l'axe de ces deux bassins que l'on pourrait rencontrer un nouveau gîte houiller au nord du bassin de Liège.

(*Revue des questions scientifiques*, t. XVI.)

Les modifications de la côte nord-est de la mer du Nord pendant la période historique.

L'auteur a consulté les récits des annalistes, les documents conservés dans les archives et, pour les époques plus récentes, les travaux cartographiques anciens. Du temps de Charlemagne, l'île de Borkum, qui est située comme on le sait en face de l'embouchure de l'Ems, était encore réunie à ses voisines actuelles, les îles de Juist et de Norderney, et n'était séparée du continent que par un étroit canal. Il croit que la désagrégation de l'ancienne île de Borkum s'est faite lors de la grande inondation de 1362, qui, d'après les récits des annalistes, a ravagé toute la côte depuis la Zélande jusqu'au Schleswig. Le Dollart, qui communique avec l'embouchure de l'Ems, était encore terre ferme en 1277, et celle-ci fut envahie par les eaux de la mer en 1377. De son côté, le Weser avait formé un delta s'étendant entre le Jade et le Weser actuel, qui en formait un des bras. Les autres ont été asséchés par la construction de digues, travail qui dura jusque vers le milieu du XVI^e siècle. Cependant, ici aussi, de fréquentes inondations eurent lieu. La dernière que l'on a signalée remonte à 1717; mais le travail d'endiguement a depuis lors résisté à l'envahissement de la mer du Nord.

(Dr K. KRETSCHMER, *Verhandlung. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin*, Bd XXVIII, n^o 3, pp. 172-175.)