

SÉANCE MENSUELLE DU 26 FÉVRIER 1901.

Présidence de M. Rutot, Président

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau le fascicule 4 du tome XV (1901) du *Bulletin*, contenant le procès-verbal de la séance de janvier dernier. Ce procès-verbal est adopté.

Correspondance :

Remercient pour les nominations dont ils ont été l'objet : MM. *Paul Choffat*, membre honoraire; *H. Arctowsky*, *Tietze*, *Weinschenk*, associés étrangers; *Cornet*, *Mourlon*, *Willems*, vice-présidents; *Jottrand*, *Rabozée*, membres du Conseil; *D^r Jacques*, *Ad. Kemna*, délégués du Conseil.

M. *Kruseman*, devant se rendre aux îles Philippines, s'excuse de ne pouvoir assister aux séances pendant un certain temps.

M. le *Trésorier du Congrès géologique international* de Paris, en 1900, annonce que les derniers exemplaires du *Livret-guide des excursions* sont en vente au prix de 51 francs chez L. Carez, trésorier du Congrès, 48, rue Hamelin, Paris, XVI. M. *Van den Broeck* signale l'intérêt de cet ouvrage; des spécialistes autorisés et compétents ont résumé tout ce qui est connu au sujet des principaux gîtes classiques de France visités dans les courses organisées lors du Congrès. De superbes reproductions photographiques, ainsi que de nombreuses coupes, illustrent ces intéressantes descriptions régionales.

M. *A.-E. Martel* compte donner une conférence de spéléologie, avec projections lumineuses, après Pâques et avant le 31 mai.

M. *Cornet* propose, pour dans quelques semaines, une excursion d'un jour dans la région de Mons : phosphates et charbonnage de Baudour, Cénomaniens d'Hautrage, Tourtia de Mons, etc. M. *Van den Broeck* fait remarquer que ces derniers points du programme ont une importance spéciale, l'horizon géologique du Cénomaniens d'Hautrage étant nouveau pour notre pays. L'Assemblée accepte avec reconnaissance la proposition de M. *Cornet*.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3234. De Launay, L. *Géologie pratique et petit dictionnaire technique des termes géologiques les plus usuels*. Paris, 1901. Volume in-8° de 340 pages et 41 figures.
3235. Malaise, C. *Notice sur Alphonse Briart*. Bruxelles, 1901. Extrait in-12 de 43 pages.
3236. Renevier, E. et Schardt, H. *Notice explicative de la feuille XI (2^e édit, tracés d'Auguste Jaccard) de la Carte géologique de la Suisse*. Berne, 1900. Extrait in-12 de 19 pages.
3237. Nordenskjöld, Otto. *Om Pampasformationen*. Stockholm, 1900. Extrait in-12 de 16 pages.
3238. Matthew, G.-F. *Acrothyra, a new Genus of Elcheminian Brachiopods*. New-Brunswick, 1901. Extrait in-8° de 2 pages.
3239. Ranke, Johannes. *Festrede gehalten in der öffentlichen Sitzung der k. k. Akademie der Wissenschaften zu München zur Feier ihres 141. Stiftungstages am 28. März 1900*. München, 1900. Extrait, in-4° de 107 pages.
3240. Lotti, B. *Rilevamento geologico eseguito nel 1899 nei dintorni del Trasimeno e nella regione immediatamente a Sud fino a Orvieto*. Rome, 1900. Extrait in-8° de 16 pages.
3241. — *Sui Depositi ferriferi dell' Elba e della regione litoranea toscoromana*. Turin, 1901. Extrait in-8° de 6 pages.
3242. — *Sull' eta della formazione marnoso-arenacea fossilifera dell' Umbria superiore*. Rome, 1900. Extrait in-8° de 16 pages.
3243. — *I Giacimenti metalliferi della Tolfa in Provincia di Roma*. Turin, 1900. Extrait in-8° de 14 pages.
3244. — *Die Zinnober und Antimon führenden Lagerstätten Toscanas und ihre Beziehungen zu den quartären Eruptivgesteinen*. Berlin, 1901. Extrait in-4° de 6 pages.
3245. Cancani, A. *Sismometrografo a registrazione veloce-continua*. Modène, 1900. Extrait in-8° de 9 pages et 2 figures.
3246. — *Effetti magnetici di alcune fulminazioni*. Rome, 1901. Extrait in-8° de 2 pages.
3247. *** *Carte agricole de la Belgique. Procès-verbaux des réunions consultatives*. Bruxelles, 1901. Brochure in-8° de 34 pages (2 exemplaires).

2° Extraits du Bulletin :

3248. **Van Ysendyck, P.** *Compte rendu de la session annuelle extraordinaire de 1899 tenue dans le bassin de Londres et dans la région du Weald, du 7 au 18 septembre 1899.* 1901, 40 pages et 3 planches (2 exemplaires).
3249. **Klement, C.** *Les théories relatives à l'origine du pétrole.* 1901, 10 pages (2 exemplaires).
3250. **de Dorlodot, H.** *Résultats de quelques excursions faites dans le calcaire carbonifère des environs d'Arquennes et des Écaussines, en compagnie de M. C. Malaise.* 1897, 4 pages (2 exemplaires).
3251. **Flamache, A.** *Quelques mots à propos de la critique de M. Van den Broeck concernant mon travail sur la formation des cavernes.* 1897, 4 pages (2 exemplaires).
3252. **Cornet, J.** *Documents sur l'extension souterraine du Maestrichtien et du Montien dans la vallée de la Haine.* 1900, 9 pages (2 exemplaires).
3253. — *Sur la Meule de Bernissart.* 1900, 2 pages (2 exemplaires).
3254. **Van Bogaert, Cl.** *Note sur la résistance des pierres naturelles aux intempéries.* 1897, 23 pages (2 exemplaires).
3255. *** *L'étude scientifique du « boulant » à la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. (Extrait du Procès-verbal de la séance du 15 janvier 1901.) Programme préliminaire d'études et correspondances reçues à ce sujet. Fascicule I.* 1901, 15 pages (2 exemplaires).
3256. *** *Liste générale arrêtée au 1^{er} janvier 1901 des membres de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, fondée à Bruxelles le 17 février 1887.* 1901, 29 pages (2 exemplaires).
3257. *** *Bulletin bibliographique de travaux géologiques par MM. F. H. King, M. Lohest, H. Douvillé, H. F. Osborn, H. van Cappelle et C. Barrois.* 1900, 23 pages (2 exemplaires).
3258. *** *Bulletin bibliographique de travaux géologiques par MM. le Dr Petermann, R. D. Oldham, C. Malaise et Frank Leverett.* 1900, 26 pages (2 exemplaires).
3259. **Rutot, A.** *Sur une preuve de l'existence de l'homme sur la crête de l'Artois avant la fin du Pliocène.* 1901, 5 pages (2 exemplaires).
3260. **Rahir, E. et J. Du Fief.** *De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains.* 1901, 19 pages. (2 exemplaires).
3261. **Rahir, E.** *Première observation sur une communication souterraine de la Lesse avec le Puits-des-Veaux.* 1901, 4 pages (2 exemplaires).

3° Périodiques nouveaux :

3262. BRUXELLES, Musée du Congo. *Annales*, tome I, fascicule 1, 1898-1899, 5 volumes in-plano avec planches ;
 Tome I, fascicule 2, 1898-1900, 4 volumes ;
 Tome I, fascicule 3, 1899, 2 volumes ;
 Tome I, fascicule 4, 1899, 2 volumes ;
 Tome I, fascicule 5, 1900, 2 volumes ;
 Tome I, fascicule 6, 1900, 2 volumes ;
 Tome I, fascicule 7, 1901, 1 volume.
3263. PARIS, *École d'anthropologie*, t. XI, 1901, fasc. 1-2.
3264. BRUXELLES, Cercle d'études des agronomes de l'État, *Bulletin*, 1901, fasc. 1.

Présentation et élection de nouveaux membres :

Sont présentés et élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

MM. ALEX. FLÉBUS, étudiant, boulevard Léopold, 69, à Anvers.

AUG. GOBERT, ingénieur, ex-membre associé regnicole, chaussée de Charleroi, 222, à Saint-Gilles.

En qualité de membres associés regnicoles :

MM. E. DE LIGNE, architecte, boulevard du Jardin Botanique, 38, à Bruxelles.

FR. DE VESTEL, architecte, professeur à l'Académie royale des beaux-arts, rue de la Grosse-Tour, 13, à Bruxelles.

Communications des membres :

H. ARCTOWSKY et A. RENARD. — **Résultats généraux des sondages de la « Belgica ».**

M. Renard, retenu au dernier moment par ses fonctions de professeur à l'Université de Gand, s'excuse de ne pouvoir assister à la séance et faire la présentation de ce travail.

NOTE

SUR

LE NOUVEAU PUITTS ARTÉSIEN DE L'USINE LOUSBERGS, A GAND,
ET SUR CELUI DE BEERNEM, PRÈS BRUGES,

PAR

D. VANHOVE

Docteur en sciences naturelles,
Répétiteur à l'Université de Gand.

1. Puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand.

Vers la fin de 1899, la Société Lousbergs fit forer dans son usine de la rue Charles-Quint, à Gand, un puits artésien à quelques mètres de celui dont M. Rutot a donné la coupe en 1887 (1).

Les échantillons, mis à notre disposition, nous ont permis de compléter les données de M. Rutot.

Le puits, dont l'orifice est à peu près à la cote 8 mètres, a une profondeur de 263 mètres. Son fond se trouve donc à 255 mètres sous le niveau de la mer.

Les premiers échantillons ramenés par la sonde appartiennent à des couches rapportées. Ce sont des argiles sableuses brunes, des sables blancs contenant de nombreux débris de toute nature : Fossiles, éclats de silex, cailloux roulés, bois et briques. Ces couches descendent jusqu'à 12 mètres de profondeur.

A ces dépôts succède un sable argileux glauconifère, micacé, avec cailloux roulés, débris de silex, fragments de grès tertiaire, etc. A plusieurs niveaux, ces dernières couches contiennent des fossiles, quelquefois mal conservés. On y rencontre des *Unios* empâtés dans une gangue constituée par une matière calcaireuse blanc jaunâtre, qui se retrouve à l'état de concrétion dans presque tous les échantillons de cet étage.

(1) *Bull. de la Soc. belge de géologie, etc.*, t. I; *Mém.*, p. 9, 1887.

Voici la liste des Fossiles recueillis dans ces couches :

A 14 mètres de profondeur :	{ <i>Vermetus Nysti</i> , Galeott. <i>Cardita Prevosti</i> , Desh. ou <i>C. aizyensis</i> , Desh. <i>Ditrupa</i> , sp. <i>Nummulites</i> , sp.
A 15 mètres de profondeur :	{ <i>Vermetus Nysti</i> , Galeott. <i>Nummulites wemmelensis?</i> , de la Harpe et V. d. B. <i>Nummulites</i> , sp. <i>Unio</i> .
A 16 mètres de profondeur :	{ <i>Cytherea</i> , sp. <i>Nummulites planulata?</i> , d'Orb. <i>Nummulites Heberti?</i> , d'Arch. et Haime. <i>Nummulites variolaria?</i> , Sow. <i>Nummulites wemmelensis?</i> , de la Harpe et V. d. B.
A 23, 24 et 25 mètres de profondeur :	<i>Unio</i> .

L'*Unio*, trouvé à des profondeurs de 15, 23, 24 et 25 mètres, se rapproche beaucoup de l'*Unio batavus*, qui vit dans nos régions; il est encore recouvert de son épiderme.

On peut conclure de ce qui précède que ces dernières couches sont remaniées. On les a traversées jusqu'à une profondeur de 30 mètres.

Plus bas se trouvent des sables incontestablement ypresiens. Ils sont très fins, glauconifères et diffèrent peu des précédents; mais les concrétions calcareuses ne s'y rencontrent pas. On y a observé les fossiles suivants :

A 31 mètres de profondeur :	{ <i>Pecten</i> , sp. <i>Ditrupa planata</i> , Sow. <i>Nummulites planulata</i> , d'Orb.
A 33 mètres de profondeur :	{ <i>Vermetus Nysti</i> , Galeott. <i>Nummulites planulata</i> , d'Orb.

A 35 mètres, le sable ypresien est gris verdâtre, argileux, et à 42 mètres de profondeur commence l'argile ypresienne sableuse, grise et glauconifère d'abord, perdant peu à peu sa couleur verdâtre pour devenir gris pâle et franchement plastique. Elle se termine à 161 mètres par une argile gris noirâtre, épaisse de 4 mètres.

Puis viennent des couches qu'on doit rapporter au Landenien, ainsi que le prouvent les fossiles suivants :

- A 162 mètres de profondeur : | *Ostrea*.
- A 164 mètres de profondeur : { *Cyrena cuneiformis*, Ferr.
| *Ostrea suessoniensis*, Desh.
- A 166 mètres de profondeur : | *Cyrena*, sp.
- A 167 mètres de profondeur : { *Ostrea sparnacensis*, Deifr.
| *Ostrea suessoniensis*, var., Desh.
- A 171 mètres de profondeur : | *Turritella*, sp.

Les couches dont il s'agit sont des argiles quelquefois très compactes, tantôt noires, tantôt grisâtres, souvent criblées de débris de Fossiles. A 169 mètres, on a traversé un banc dur, formé de fragments d'huîtres et de grès concrétionnés. Ces argiles noires s'arrêtent à 172 mètres de profondeur, pour faire place à des sables gris très fins, glauconifères. Les couches inférieures sont très argileuses, compactes, souvent constituées par des veines stratifiées argileuses et sableuses gris clair. Ces dépôts landeniens ont fourni les fossiles suivants :

- A 172 mètres de profondeur : { *Potamides funatus*, Mant.
| *Turritella*.
| *Cyrena cuneiformis*, Ferr.
| *Ostrea sparnacensis*, Deifr.
| *Ostrea suessoniensis*, Desh.
| *Ostrea*, sp.
- A 173 mètres de profondeur : { *Potamides funatus*, Mant.
| *Unio* aff. *Wateleti*, Desh.
| *Ostrea bellovacina*, Lmk.
| *Ostrea sparnacensis*?, Deifr.
| *Ostrea*, sp.
- A 174 mètres de profondeur : { *Melanopsis buccinoidea*, Ferr.
| *Corbula Arnouldi*, Nyst.
| *Cyrena cardioides*, Desh.
- A 178 mètres de profondeur : { *Unio gandavensis*, Leriche.
| *Ostrea sparnacensis*, Deifr.

A cette argile succède un sable vert de 2 mètres d'épaisseur ; puis on rencontre 1 mètre d'argile compacte grise, analogue à la précédente.

De 195 à 224 mètres, le puits traverse la craie blanche sénonienne sans silex.

A 225 mètres commencent les couches cambriennes. Ce sont des phyllades généralement altérés, gris jaunâtre, rougeâtres ou verdâtres. A 242 et 243 mètres, ces phyllades sont sériciteux. De 248 à 252 mètres, on a rencontré un banc de quartzite vert avec filons de quartz blanc, puis 2 mètres de phyllades altérés et, enfin, de 254 mètres jusqu'au fond du puits, des quartzites verts contenant, à 257 mètres, une arkose blanche.

La coupe de ce puits peut donc se résumer comme suit :

Cote de l'orifice : 8 mètres.

TERRAINS RENCONTRÉS.		ÉPAISSEURS.
TERRAINS REMANIÉS de + 8 à — 23		mètres. 31
Étage ypresien :	Sables à <i>Nummulites planulata</i> gris verdâtre, de — 23 à — 34	11
	Argile plastique ou sableuse, de — 34 à — 154	120
Étage landenien :	Argile noire, de — 154 à — 164	10
	Sable gris fin, de — 164 à — 174	10
	Sable argileux compact, de — 174 à — 184	10
	Sable vert, de — 184 à — 186	2
	Sable argileux compact, de — 186 à — 187	1
	Étage sénonien :	Craie blanche, de — 187 à — 217
Étage devillien :	Phyllades et quartzites, de — 217 à — 255	38
		263

Si nous comparons ces données à celles du puits creusé autrefois à quelques mètres du point où a été foré celui dont nous venons de décrire la série des couches, nous pouvons constater que les sables naguère considérés comme paniseliens sont, en réalité, remaniés. L'Ypresien commence bien à 50 mètres de profondeur, et sa base est à 162 mètres ; les Fossiles recueillis sous ce niveau démontrent qu'on se trouve déjà

dans le Landenien. Quant à la pierre dure dont il est fait mention dans la description de l'ancien puits, c'est un banc coquillier compact intercalé dans les argiles landeniennes.

2. Puits artésien de Beernem, au sud-est de Bruges.

Il y a quelques années, M. le comte de Meeûs fit forer un puits artésien en son château de Beernem. Les échantillons, mis obligeamment à notre disposition, nous ont permis de reconstituer la succession des couches traversées par ce sondage. L'orifice du puits se trouve à peu près à la cote 49.

Après une couche de terre arable de 0^m,40 d'épaisseur, on a rencontré le sable jaune meuble flandrien, puis le sable papiselien inférieur, grossier, glauconifère, avec grès et linéoles d'argile. A la profondeur de 17^m,65, on trouve un sable ypresien fin, moins glauconifère que le précédent, un peu argileux. On arrive ensuite à l'argile ypresienne grise plastique, légèrement sableuse en certains points, surtout dans les couches supérieures; elle descend de 21^m,80 à 175 mètres. On y a recueilli les fossiles suivants :

Lucina squamula, Desh.

Ostrea multicostrata, Desh.

— *submissa*, Desh.

A l'argile ypresienne fait suite le sable landenien gris, fin, glauconifère et fossilifère. On y a observé entre autres fossiles :

Lamna striata, Winkler, sp.

Potamides funatus, Mant.

Cyrena cuneiformis, Ferr.

Ostrea sparnacensis, DeFr.

Ce sable repose sur une couche d'argile noire à la partie supérieure, grise vers la base. A 207^m,65 commence la craie blanche avec silex noir; elle se termine à 237^m,95 par un lit de gravier.

Le fond du puits se trouve dans les couches cambriennes; ce sont des phyllades altérés, jaunâtres, rougeâtres ou grisâtres, quelquefois violacés et des quartzites vert bleuâtre. A plusieurs niveaux, notam-

ment à 290^m,10 et 302^m,30, on a trouvé des filons de quartz blanc brunâtre.

La coupe du puits de Beernem peut donc se résumer de la façon suivante :

Cote de l'orifice : 18^m,68.

TERRAINS RENCONTRÉS.		ÉPAISSEURS.	
TERRE ARABLE de	+ 18,68 à + 18,28	0 ^m ,40	
Étage flandrien. Sable jaune meuble, de	+ 18,28 à + 16,30	1 ^m ,98	
Étage panisélien. Sable glauconifère micacé avec grès, de	+ 16,30 à + 1,03	15 ^m ,27	
Étage ypresien. {	Sable fin micacé un peu anguleux, de	+ 1,03 à — 3,12	4 ^m ,15
	Argile plastique, de	— 3,12 à — 156,32	153 ^m ,20
Étage landenien. {	Sable gris fin, de	— 156,32 à — 166,62	10 ^m ,30
	Argiles noires ou grises, de	— 166,62 à — 188,97	22 ^m ,35
Étage sénonien. Craie blanche, de	— 188,97 à — 219,37	30 ^m ,40	
Étage devillien. Phyllades et quartzites, de	— 219,37 à — 332,12	112 ^m ,85	
		350 ^m ,90	

Comparons la coupe de ces deux puits avec celle du puits que l'administration communale de Gand a fait forer au quai du Strop pour le service des eaux de la ville (1). En faisant abstraction des couches supérieures, nous pouvons dresser le tableau suivant :

	I	II	III	Diff. entre I et II	Diff. entre II et III
Base de l'Ypresien	— 144 ^m	— 154 ^m	— 156 ^m ,32	10 ^m	2 ^m ,32
Base du Landenien	— 180 ^m ,15	— 187 ^m	— 188 ^m ,97	6 ^m ,85	1 ^m ,97
Base du Crétacé	— 196 ^m ,35	— 217 ^m	— 219 ^m ,37	20 ^m ,65	2 ^m ,37

I. Puits de la ville de Gand.

II. Puits de l'usine Lousbergs, à Gand.

III. Puits de Beernem, près Bruges.

(1) RENARD et VINCENT (dans G. COUNE), *Ann. de l'Association des ingénieurs sortis de l'école de Gand*, t. XX, p. 70, 1896-1897.

Les puits II et III offrent une concordance d'autant plus remarquable que les différences entre les deux puits de Gand, distants l'un de l'autre d'environ 1,800 mètres seulement, sont très grandes et fort inégales. Dans le premier sondage, le Crétacé n'a que 16 mètres d'épaisseur, tandis qu'il en a 50 dans le second; la puissance du Landenien est respectivement de 56 et 53 mètres. En ne tenant compte que des puits II et III, la pente des différentes couches du sous-sol entre Gand et Beernem serait de 2 mètres sur une longueur d'environ 50,000 mètres, c'est-à-dire de $\frac{1}{15\ 000}$.

M. Leriche a bien voulu se charger de déterminer les Fossiles recueillis dans les puits que nous venons de décrire; nous lui en témoignons toute notre gratitude.

**Quelques remarques au sujet des résultats fournis par les puits de Gand
et de Beernem, par M. E. VAN DEN BROECK.**

En résumant à l'Assemblée le travail ci-dessus de M. Vanhove, M. le *Secrétaire général*, s'aidant d'une coupe au tableau, fait observer l'importance, au point de vue de la géologie régionale, de la contribution fournie par notre collègue gantois. Une notion intéressante sur les allures de la surface du Primaire, rencontré à Beernem à environ 65 mètres plus haut qu'à Ostende, est positivement acquise, ainsi que l'absence, dans ces parages, du Turonien et du Cénomaniens, conséquence directe dudit relèvement primaire. Le Crétacé sénonien, épais de 64 mètres à Ostende, n'a plus, à Beernem, que 50 mètres; et comme il paraît n'exister plus dans la région du puits de Mariakerke, si voisine de Gand, on peut admettre qu'entre Beernem et Gand, la continuation du relèvement du substratum primaire, qui vient d'être signalé dans la région de l'ouest, doit exister sous forme d'une ride primaire accentuée, à moins qu'un phénomène de *faillage*, un peu à l'ouest de la région de Mariakerke, ne fasse brusquement cesser le plan incliné montant pour faire place à une subite dépression du roc primaire? Un autre indice de quelque accident géologique paraît être fourni précisément par ce fait que le flanc oriental de la dite arête ne montrerait plus, à Mariakerke, de trace de craie blanche sénonienne. On y a signalé, sous du Landenien, 10^m,85 de sable glauconieux et de roches dures, interprétées comme silex (?) reposant sur 9^m,56 d'argile et de « pierre tendre ou de marne », et représentant, d'après M. Rutot, le Turonien (1).

(1) A. RUTOT, *Détermination de l'allure souterraine des couches formant le sous-sol des Flandres entre Bruxelles et Ostende.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., DE PALÉONT. ET D'HYDROL., t. I, 1887, Mém., pp. 3-49.)

Il convient de signaler que cette interprétation, basée sur des notes de carnet du sondeur, n'a pu s'appuyer sur l'examen d'échantillons.

Si, en regard de cette partie occidentale de la coupe générale : Ostende-Gand-Bruxelles, on constate que les puits jalonnant la région orientale, soit ceux de Wetteren et d'Alost, ne montrent pas non plus de craie blanche sénonienne, du moins d'après ce que nous apprennent les coupes publiées (1), et si de ce côté aussi, de même qu'à Mariakerke lez-Gand, on admet que c'est réellement le *Turonien* qui représente le terrain crétacé, une conclusion s'impose :

C'est que les puits de Gand fournissent, s'ils ont réellement rencontré de la craie blanche et pas de Turonien, un élément de discordance difficile à concevoir sans avoir recours à de profonds bouleversements du sous-sol, soit par un système de failles ou par quelque autre dispositif spécial permettant d'expliquer l'anomalie que présenterait, dans la région de Gand, la coupe générale : Ostende-Beernem-Mariakerke-Gand-Wetteren-Alost et Bruxelles.

A première vue et faute de précision dans les éléments d'appréciation fournis dans le travail qui précède au sujet du terrain crétacé rencontré à Gand par le sondage que décrit M. Vanhove, M. Van den Broeck serait assez disposé à admettre qu'il s'agirait, non pas de craie blanche sénonienne, mais également de marnes blanches turoniennes.

M. *Delecourt-Wincqz* dit qu'il a creusé le puits de Beernem et celui de la ville de Gand; il y avait, *sans aucun doute possible*, de la craie sénonienne; des échantillons des terrains traversés, dans ce dernier, ont été remis à la ville de Gand; la collection complète a figuré à l'Exposition de 1897, à Bruxelles, parmi l'envoi de M. le professeur Renard et aussi dans le compartiment de la Société de fonçage.

Le prélèvement d'échantillons cylindriques est la seule méthode sûre pour éviter des mélanges pouvant induire en erreur dans l'appréciation géologique; une collection d'échantillons ainsi recueillis aurait une grande valeur à la fois scientifique et pratique comme nature de comparaison. Les séries provenant de nombreux sondages en Russie et en Belgique, exécutés par l'orateur, sont à la disposition de la Société.

M. *Van den Broeck* accepte avec empressement cette offre et propose de déposer les échantillons au local du Service géologique.

M. *Mourlon* accepte ce dépôt, d'autant plus avantageux qu'il se compose d'échantillons immédiatement utilisables.

Van den Broeck fait observer le vif intérêt de la confirmation que vient de fournir M. *Delecourt-Wincqz* au sujet de la présence de la

(1) *Idem, Ibidem*, voir pp. 12 et 14.

craie sénonienne, tant dans le nouveau puits de la rue Charles-Quint à Gand que dans le puits de la ville, ainsi qu'à Beernem.

La présence, dans ces parages, d'un massif de craie sénonienne ne permet de fournir le tracé rationnel d'une coupe géologique passant par exemple par Ostende, Beernem, Mariakerke-lez-Gand, Gand (rue Charles-Quint), Wetteren, Alost et Bruxelles qu'en admettant l'existence d'un massif spécial multifaillé. Entre la région de Mariakerke, située à 4 kilomètres au nord-ouest de Gand et celle connue par le forage de Wetteren, à 15 kilomètres à l'est-sud-est de Gand, il existerait, localisé entre deux failles ayant provoqué l'arrivée, en ces parages, d'une sorte de massif de « charriage », sous forme d'îlot crétacé *sénonien*, contrastant avec son entourage latéral, exclusivement *turonien*, constaté à Mariakerke d'une part, à Wetteren et à Alost d'autre part.

Pour qu'il en fût autrement, il faudrait admettre que des assimilations *erronées* auraient été fournies naguère au sujet de l'interprétation des dépôts secondaires rencontrés dans les puits profonds *de ces trois localités*, dont malheureusement les échantillons n'ont pas tous été étudiés ni conservés. Il y a donc, en réalité, un grand aléa dans *les bases* du problème.

On se trouve ici en présence d'un dilemme. Ou bien il faut faire intervenir une solution d'ordre tectonique, telle que celle invoquée par M. Van den Broeck, ou bien il y a eu de graves erreurs dans l'interprétation des dépôts admis en 1887 comme d'âge *turonien* dans les puits de Mariakerke, de Wetteren et d'Alost.

Lorsqu'on commente le détail des couches « *turonien*nes » de Mariakerke, et qu'on note leur altitude comparative, on en arrive même à se demander si l'on n'a pas affaire tout simplement au Landenien?

Serait-ce par suite d'une telle erreur d'assimilation que, déjà dans sa coupe Ostende-Gand-Bruxelles, publiée en 1887 dans notre *Bulletin* (*loc. cit.*), M. A. Rutot aurait, par la comparaison des résultats si discordants fournis par le puits de Mariakerke et l'ancien puits de la rue Charles-Quint, été amené à signaler l'existence à Gand d'une importante dénivellation s'élevant à 33 mètres et qu'il interprétait par l'existence d'une *faille*?

Le problème, *s'il doit se résoudre ainsi*, serait plus compliqué, puisqu'il résulterait des données actuelles qu'il faudrait admettre ici, entre deux failles, un *déplacement latéral de terrain* ayant introduit comme un coin le massif sénonien, épais de 30 mètres, si curieusement localisé à Gand, à un niveau d'altitude très basse, entre les massifs, exclusivement *turonien*s, si bien représentés tant à Mariakerke vers

l'ouest, qu'à Wetteren vers l'est, et situé à des *altitudes bien supérieures à celles du massif sénonien gantois!* (1)

M. Van den Broeck fait encore observer que lorsqu'on note, d'après l'exposé de M. Vanhove, l'épaisseur considérable et vraiment déconcertante (31 mètres) des dépôts supérieurs ou *remaniés* du nouveau puits de la rue Charles-Quint, on est tenté d'y voir une conséquence précisément du *brouillage* possible amené par la présence de failles voisines, ayant agi sur les dépôts meubles tertiaires et post-tertiaires surmontant l'Ypresien. Il ne peut être ici question de dépôts *fluviaux* de cette épaisseur, malgré la présence, à divers niveaux et jusqu'à 25 mètres, d'*Unio batavus* encroûtés de tuf calcaire et encore munis de leur épiderme. Le mélange des éléments lithologiques si variés et si hétérogènes constituant ce « remanié » décrit par M. Vanhove s'y oppose, non moins que l'épaisseur anormale des dépôts. Faudrait-il y voir un *brouillage* tout autre, dû soit aux travaux de forage eux-mêmes, soit à de mauvaises conditions de récolte des échantillons? Nul ne saurait l'affirmer ni le nier en toute certitude, surtout sans l'examen attentif des échantillons et sans la connaissance précise des conditions dans lesquelles s'est effectué le travail de forage.

Quoi qu'il en soit, il convient de faire remarquer que, dans son interprétation de 1887 du premier forage, moins profond, de la rue Charles-Quint, M. Rutot avait cru pouvoir n'attribuer au terrain moderne et quaternaire qu'une épaisseur de 8^m,50 et avait rattaché au *Paniselien* les 19^m,50 de sables verts un peu argileux, dont toutefois il n'avait pas eu l'occasion de voir les échantillons, non conservés.

L'interprétation de M. Vanhove, basée sur l'étude d'une collection complète d'échantillons, a amené ce dernier à n'admettre pour les trente et un premiers mètres du sondage qu'un seul et épais dépôt de *terrain remanié*. Si les échantillons sont conformes à la disposition réelle des terrains et si cette opinion de M. Vanhove est exacte, elle ne pourrait guère se justifier que par l'excessif *brouillage* dû à la proximité d'une des failles invoquées.

Cette absence du *Paniselien* au puits nouveau de la rue Charles-Quint, ne pourrait en tout cas être qu'un phénomène *tout local*, car un peu plus au sud, à la base par exemple du massif de la Citadelle; on

(1) Le SOMMET des 30 mètres de craie sénonienne du puits de la rue Charles-Quint est à une cote *inférieure* à l'extrémité des forages arrêtés dans les massifs dits *turonniens* (soit infra-sénonien) que n'ont pu percer entièrement les puits de Mariakerke et de Wetteren. L'anomalie de disposition s'accroîtrait ainsi singulièrement; elle confirmerait absolument l'hypothèse émise plus haut, faisant du « Turonien » de Mariakerke tout simplement du Landenien.

voit le Panisélien *in situ* et fossilifère, affleurer largement. Le Panisélien fait donc bien partie de la série stratigraphique gantoise, conformément à l'interprétation de 1887 de M. Rutot.

Une grande inconnue se dresse, il ne faut pas se le dissimuler, dans les parties profondes de la région de Gand, et cette inconnue ne paraît guère pouvoir s'expliquer : 1° que par l'hypothèse représentée graphiquement dans la figure qu'a essayé d'en donner M. Van den Broeck, soit par l'existence d'un *paquet sédimentaire déplacé*, englobant un massif descendu et latéralement refoulé de 30 mètres de craie sénonienne, localisé entre deux failles et ayant été charrié dans ces régions par un phénomène de tectonique dont il serait alors intéressant pour la géologie belge de rechercher les autres éléments d'appréciation et de détermination ; 2° ou bien par une erreur d'interprétation naguère fournie pour les dépôts rapportés en 1887 au *Turonien* dans les puits de Mariakerke, de Wetteren et d'Alost. A Wetteren, et sans doute à Alost, il n'y aurait alors que de la craie sénonienne, comme à Gand, à Beernem, à Ostende et à Mariakerke on ne serait pas sorti du Landenien inférieur.

C'est à l'aide de renseignements complémentaires, surtout fournis par les *échantillons* des sondages profonds de la Flandre, que l'on sera à même de déterminer : 1° si l'hypothèse de disposition tectonique ci-dessus énoncée est exacte ; 2° si le problème ne se résout pas plus simplement encore par une erreur d'assimilation au Turonien de couches sénoniennes et landeniennes (1).

Comme on le voit, conclut M. Van den Broeck, la note de M. Vanhove constitue l'amorce d'une étude à nouveau, très intéressante, de la géologie profonde de la plaine des Flandres.

(1) Au moment de donner le *bon à tirer* de ces lignes, je reçois de M. Rutot l'avis qu'il vient de retrouver les échantillons de Mariakerke, et, si incomplets qu'ils soient, il a pu s'assurer que l'hypothèse ici énoncée d'une *erreur d'interprétation*, en 1887, pour les couches profondes de ce sondage est absolument justifiée. Il n'y a *rien de Turonien* à Mariakerke, et le forage de 196 mètres de cette localité est non seulement resté dans le Landenien, mais est à peine sorti du *Landenien supérieur* !

La mention des éléments rocheux rencontrés par le sondeur et indiqués dans ses notes comme « pierres dures, silex ? » a contribué, en 1887, à induire M. Rutot en erreur. A cette époque, d'ailleurs, le curieux facies de grès très dur landenien à grain fin, si bien observé au puits du *Palace-Hôtel* d'Ostende, était pour ainsi dire inconnu.

De ces constatations nouvelles et rectificatives, on peut conclure aussi que les couches secondaires des puits de Wetteren et d'Alost auront été à tort rapportées au Turonien. Le Sénonien régnerait donc partout, quoique inégalement développé, entre Ostende et Bruxelles, où il se réduit à une très faible épaisseur dans la région sud de cette dernière ville.

(Note ajoutée pendant l'impression, E. V. D. B.).

A PROPOS

DES

NOUVELLES INSTRUCTIONS A SUIVRE POUR L'ÉTUDE

DES PROJETS D'ALIMENTATION D'EAU POTABLE

DES COMMUNES DE FRANCE

PAR

A. RUTOT.

—

Un événement que, comme hommes de science et plus particulièrement comme géologues, nous ne pouvons apprécier autrement que comme de la plus haute importance, vient de se produire en France.

Cet événement n'est autre que la consécration officielle de la nécessité de faire intervenir la science pure comme élément initial pour la solution de tout problème d'alimentation des villes ou des communes en eau potable, ne comportant pas une simple épuration chimique d'eaux quelconques.

Dès 1890, notre Secrétaire général, M. E. Van den Broeck, avait, dans son travail intitulé : *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux considérés aux points de vue géologique et hydrologique* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOLOGIE, t. IV, 1890, Procès-Verbal du 15 juillet), déjà si nettement exposé la marche à suivre dans l'étude des questions de recherches d'eaux potables que l'on croirait, vraiment, que la Commission gouvernementale française a tenu à suivre pas à pas le programme tracé.

Voici ce qu'écrivait M. Van den Broeck en commençant le travail ci-dessus signalé :

« L'étude d'un projet de drainage ou de captation d'eau comprend des points de vue très divers. La marche rationnelle consiste à s'adresser d'abord à la *géologie*, qui détermine la structure et les relations générales des couches, ainsi que leurs relations avec les nappes ou

ressources aquifères qu'elles contiennent, qui permet de dresser des coupes rationnelles des terrains, de déterminer leurs conditions de perméabilité ou d'imperméabilité, ainsi que les difficultés qu'elles offriront aux travaux de mine, de fouille, de construction. etc. Vient ensuite l'*hydrologie*, qui précise le nivellement, le fractionnement des nappes, les quantités d'eau disponibles, le débit moyen avec les minima. La *chimie* et la *bactériologie* doivent intervenir ensuite, pour déterminer la composition des eaux et les variations qu'elles peuvent présenter périodiquement, leur nocivité ou leur innocuité au point de vue hygiénique.

» C'est seulement lorsque ces éléments sont acquis que l'*ingénieur* devrait entrer en ligne pour rechercher les conditions d'établissement les plus favorables et les mieux appropriées aux données géologiques et hydrologiques. Son projet, établi alors sur des bases sûres, peut être livré ensuite aux *financiers*, aux *autorités compétentes* et aux *conseils juridiques*, dont le rôle est tout indiqué. »

Lorsque l'on prend connaissance du *Rapport à M. le Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes, sur l'instruction des projets de captage et d'adduction d'eaux, sur le droit d'usage, l'acquisition et la protection des sources*, élaboré par une Commission composée de représentants des Ministres de la Guerre, de l'Instruction publique, de l'Agriculture, des Travaux publics et de l'Intérieur (1), on constate qu'il n'est, pour ainsi dire, que le développement de ce qu'avait écrit notre Secrétaire général dès 1890. . .

Cette Commission était chargée :

1° De rechercher quelles mesures peuvent être prises pour abrégier les délais dans l'instruction des projets de captage et d'amenée des eaux destinées à l'alimentation publique ;

2° D'étudier les moyens les plus propres à assurer la protection des sources, notamment des sources dites vaclusiennes (2).

L'examen de nombreux points en discussion amena un classement méthodique des sujets à étudier, et ainsi furent séparées tout d'abord les dispositions *scientifiques* des dispositions *administratives* à prendre pour l'examen des projets d'adduction d'eau potable.

(1) La *géologie* était représentée dans cette Commission par M. *Michel Lévy*, membre de l'Institut, ingénieur en chef des mines, directeur du Service de la Carte géologique de France, et par M. *Munier-Chalmas*, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Paris.

(2) Les sources dites vaclusiennes sont celles sortant en abondance des massifs calcaires fissurés.

La partie traitant du *Travail scientifique* est celle qui nous intéresse tout spécialement, et la première phrase du chapitre est la suivante :

« Le premier résultat, assez inattendu, de notre étude, fut de montrer que les garanties actuellement données à la protection de la santé publique dans l'instruction des affaires d'adduction d'eau sont insuffisantes et doivent donc être étendues. »

Le Rapport continue ensuite :

« M. Jules Legrand avait fort bien indiqué au Sénat les trois éléments qui composent, en cette matière, une instruction complète :

» D'après les plus récents travaux scientifiques, disait-il, il est établi que l'analyse chimique ne suffit pas. Il faut y joindre l'analyse microbiologique et, en outre, utiliser les données fournies par la géologie sur la nature des terrains traversés par les eaux.

» Ce troisième élément, les données géologiques, a été jusqu'ici, non pas omis, mais un peu négligé, relégué au troisième plan. Il a paru à votre Commission qu'il devait passer au premier.

» L'examen géologique doit, en effet, précéder l'analyse, car celle-ci est inutile si celui-là est défavorable. A quoi sert l'assurance qu'une eau est excellente au point de vue chimique, qu'on n'y trouve aucun microbe pathogène, si cette eau est captée dans des terrains tels que sa composition est sujette à d'inévitables variations ? Si, bonne aujourd'hui, elle peut être mauvaise demain ? Si, à certains endroits de son parcours ou sous l'influence de certaines circonstances, par exemple à la suite de grandes pluies, elle est exposée à recevoir des infiltrations de marécages, de bourbiers, de mares ou d'autres milieux infectés ? »

On croirait ces pages écrites par l'un ou l'autre de nos spécialistes, et nous ne pouvons que les approuver entièrement.

Ces excellentes considérations, ainsi que les propositions de la Commission au sujet de l'instruction de tout projet d'alimentation de communes en eau potable, c'est-à-dire établissement des *bases scientifiques* de la solution pratique, précédant toute autre opération, ont été adoptées par le Gouvernement français, qui a traduit le tout en une circulaire aux préfets, dont nous croyons utile de donner aux pages ci-contre, à titre de document, le texte complet :

MINISTÈRE
DE L'INTÉRIEUR
ET DES CULTES

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DIRECTION

DE

L'ASSISTANCE

ET DE

L'HYGIÈNE PUBLIQUES

4^e BUREAU

Paris, le 10 décembre 1900.

HYGIÈNE PUBLIQUE

LE PRÉSIDENT DU CONSEIL,

Instruction des projets
pour l'alimentation en
eau des communes.

MINISTRE DE L'INTÉRIEUR ET DES CULTES.

A Monsieur le préfet de _____

« Une circulaire d'un de mes prédécesseurs, du 23 juillet 1892, a tracé les règles à suivre pour l'instruction des projets d'alimentation en eau présentés par les communes.

» Depuis lors, à la suite d'observations qui ont été échangées devant le Sénat le 30 mars 1899, mon administration s'est préoccupée de rechercher quelles mesures peuvent être prises pour abrégier les délais dans l'instruction des projets de captage et d'amenée des eaux destinées à l'alimentation publique.

» Une commission a été constituée à cet effet et elle a proposé des résolutions auxquelles j'ai donné mon assentiment.

» L'instruction des affaires de cette nature se présente sous un double aspect, le point de vue scientifique, le point de vue administratif.

» Une eau ne pouvant être utilisée pour l'alimentation qu'autant qu'elle a été reconnue salubre, la détermination de la salubrité de l'eau doit précéder l'examen de toutes les autres questions. Or, il résulte des travaux scientifiques les plus récents que, pour apprécier cette salubrité, l'analyse chimique ne suffit pas. Il faut y joindre l'analyse microbiologique et, en outre, utiliser les données fournies par la géologie sur la nature des terrains traversés par les eaux. L'examen géologique doit lui-même précéder l'analyse, car celle-ci est inutile si celui-là est défavorable; on ne peut en effet utiliser une eau, si pure qu'elle soit à l'analyse, si elle demeure sujette à des causes de contamination. Cette étude préliminaire sera confiée aux collaborateurs du service de la Carte géologique de

France. A cet effet, il sera dressé un tableau des géologues affectés aux différentes régions. Je vous ferai parvenir un exemplaire de ce tableau.

» Si l'état géologique du terrain ne donne pas des résultats nettement défavorables à l'eau proposée, l'instruction sera poursuivie par l'analyse chimique et l'analyse bactériologique.

» Le Comité consultatif d'hygiène publique de France, dans l'examen des projets d'aménée d'eau qui lui ont été soumis jusqu'à ce jour, a eu trop souvent à constater l'insuffisance, et parfois l'inexactitude manifeste, des analyses jointes aux dossiers de ces projets. On ne saurait ici s'entourer de trop de précautions et vous apporterez un soin extrême au choix de l'analyste que vous chargerez, à la suite de l'avis du géologue, de procéder aux analyses de l'eau.

» Le paiement des indemnités qui seront la conséquence obligée des examens géologique, bactériologique et chimique, et qui ne seront pas élevées (on a calculé qu'en moyenne les indemnités dues au géologue et à l'analyste ne dépasseront pas ensemble cent cinquante francs), sera naturellement à la charge des communes, comme les autres dépenses auxquelles les projets d'adduction d'eau donneraient lieu. Les communes ne se plaindront pas d'avoir à acquitter une dépense préalable minime, qui peut avoir pour conséquence de leur éviter les frais beaucoup plus considérables de la confection d'un projet. Quand donc une commune sera dans l'intention d'amener de l'eau potable, elle vous en avisera et vous enverra en même temps une délibération par laquelle elle s'engagera à payer les indemnités qui seraient dues au géologue et au chimiste que vous chargerez des examens géologique, bactériologique et chimique.

» L'eau à utiliser ayant été reconnue salubre, à qui doit-il appartenir de donner l'autorisation nécessaire à l'exécution des travaux ?

» Actuellement c'est le Ministre de l'intérieur qui, sur l'avis du Comité consultatif d'hygiène publique de France, accorde dans tous les cas les autorisations d'aménée d'eau. Il a paru nécessaire de maintenir l'autorisation ministérielle pour les villes de plus de 5,000 habitants. En effet, dès que l'on se trouve en présence d'une agglomération importante, l'intérêt national se manifeste avec force et l'intervention du pouvoir central s'impose. L'épidémie qui sévit dans une ville est une menace immédiate pour toutes les campagnes environnantes et, de proche en proche, peut s'étendre très loin. En outre, beaucoup de ces villes possèdent des garnisons, et il importe que, l'autorité militaire ayant assuré au prix de grands efforts et de grandes dépenses une distribution d'eau pure dans les casernes, ces efforts et ces dépenses ne soient pas rendus inutiles par la contamination de l'eau que nos soldats boivent hors de la caserne. Ces villes sont au nombre de 584.

» Les 35,586 autres communes de France pourront obtenir du préfet l'autorisation nécessaire en cas d'avis favorable du géologue, du chimiste

et du conseil départemental d'hygiène, le conseil d'hygiène d'arrondissement (en dehors de l'arrondissement chef-lieu) préalablement consulté. Toutefois si un tiers des membres du conseil départemental d'hygiène, malgré l'avis favorable de ce conseil, croyait devoir en appeler au Comité consultatif d'hygiène publique de France, l'affaire sera renvoyée devant le Comité et le Ministre de l'intérieur.

» En résumé, Monsieur le préfet, les diverses parties de l'instruction d'une affaire d'adduction se poursuivront dans l'ordre que voici :

» Lorsqu'une commune voudra s'assurer le bienfait d'une amenée d'eau potable, elle vous en avisera, en s'engageant à payer les indemnités de vacation au géologue et à l'analyste ;

» Vous chargerez le géologue désigné, comme il a été dit ci-dessus, de visiter les lieux et de vous adresser un rapport sur les conditions de pureté de l'eau et sur ses chances de contamination ;

» Si le rapport du géologue est défavorable, vous le communiquerez à la commune ;

» Si le rapport est favorable, vous chargerez l'analyste choisi par vous de procéder à l'analyse de l'eau ;

» Celui-ci s'entendra avec le maire pour le prélèvement des échantillons, puis vous adressera les résultats de l'analyse chimique et bactériologique de l'eau ;

» Lorsque le géologue aura constaté que le terrain est favorable et qu'ensuite l'analyste aura constaté que l'eau est mauvaise, il est désirable que les deux praticiens se concertent pour rechercher si la mauvaise qualité de l'eau ne tiendrait pas à des causes accidentelles qu'il serait facile de supprimer ;

» Vous enverrez l'avis du géologue et celui de l'analyste au maire de la commune en l'engageant, s'il y a lieu, à faire dresser un projet complet ;

» La commune fera dresser ce projet par qui elle l'entendra et l'enverra au sous-préfet, lequel provoquera l'avis du conseil d'hygiène de l'arrondissement et vous enverra le dossier avec la délibération de ce conseil ;

» Si la commune intéressée a plus de 5,000 habitants, ou si l'avis, soit du géologue, soit de l'analyste, est défavorable au projet et que cependant la commune y persiste, vous m'adresserez le dossier pour être soumis au Comité consultatif d'hygiène publique de France, sur l'avis duquel je statuerai ;

» Si la commune a moins de 5,000 habitants et si les avis du géologue et de l'analyste sont favorables, vous statuerez après avis du conseil départemental d'hygiène. Néanmoins, si la délibération du conseil départemental d'hygiène est favorable à l'exécution et qu'un tiers des membres qui composent ce conseil demandent que l'affaire soit soumise au Ministre de l'intérieur, vous me transmettez le dossier, pour être soumis au Comité consultatif d'hygiène publique de France ;

» Si les travaux de canalisation doivent avoir une certaine importance, s'ils exigent une déclaration d'utilité publique, si des ouvrages d'art doivent être exécutés, si le captage de la source projetée doit modifier le régime des eaux de la vallée parcourue par le cours d'eau, si la commune, en même temps qu'elle fait une adduction d'eau potable, veut se servir de l'eau pour l'arrosage et demande une subvention sur les crédits de l'hydraulique agricole, il va de soi que l'avis des comités d'hygiène n'est pas suffisant, car ceux-ci ne se prononcent que sur la salubrité de l'eau. Leur avis doit être placé le premier par la raison que, si l'eau n'est pas salubre, tout devient inutile. Mais, l'eau proposée reconnue salubre, il peut être nécessaire de prendre à d'autres points de vue l'avis des conseils techniques.

» Il arrivera donc que le dossier, après avoir été examiné par le conseil départemental ou par le Comité consultatif, devra être transmis par vous ou par le ministère de l'intérieur à celui des travaux publics, pour être soumis au Conseil général des ponts et chaussées; que de ce dernier ministère il passera à celui de l'agriculture, pour être soumis à la commission consultative de l'hydraulique agricole. De là il devra encore le plus souvent aller au Conseil d'État.

» Il a été reconnu que des simplifications sont quelquefois possibles en ce qui concerne le service des ponts et chaussées. Si des travaux à effectuer nécessitent l'avis technique de ce service, on pourra, même lorsque l'importance des travaux doit nécessiter la déclaration d'utilité publique, se contenter du rapport de l'ingénieur en chef du département, rapport que vous devrez joindre au dossier. Il suffira à vous éclairer quand il s'agira des travaux faits dans les communes de moins de 5,000 habitants. D'ailleurs, dans nombre de cas, l'affaire devra aller quand même à la commission de l'hydraulique agricole, où elle trouvera les mêmes juges qu'elle eût trouvés au Conseil général des ponts et chaussées.

» En ce qui concerne le ministère de l'agriculture, une note jointe à la présente circulaire indique le moyen de remédier au retard résultant de l'examen des dossiers par la commission de l'hydraulique agricole. Il suffirait, pour que l'instruction hydraulique pût se faire concurremment avec les autres, que la commune fit, à ce point de vue, un dossier distinct, dont une circulaire de M. le Ministre de l'agriculture déterminera les éléments.

» Vous voudrez bien m'accuser réception de la présente circulaire. Si, pour en assurer l'exécution, il vous paraissait nécessaire d'avoir sur certains points des explications plus complètes, vous pourriez utilement consulter le rapport présenté au nom de la commission qui a établi les bases de cette nouvelle procédure et dont un exemplaire est ci-joint.

» J'ajoute que je m'empresserais de vous faire parvenir sans délai les renseignements que vous croiriez devoir me demander. Mais, dès maintenant, j'appelle votre attention sur le rôle important qui va échoir au

conseil départemental d'hygiène. Il ne devra pas se borner à apprécier les avis donnés par les géologues et les analystes. D'autres questions sont à étudier dans un dossier d'adduction d'eau que celle de la composition de l'eau et la constance dans cette composition. Il faut examiner le mode de captage, chose essentielle. Il faut se rendre compte des dispositions adoptées pour mettre l'eau, soit au point de vue du captage, soit sur son parcours, à l'abri de toute contamination. Il faut encore rechercher si la quantité de l'eau qui sera obtenue par les travaux projetés correspondra à la population desservie.

» On a trop souvent reproché aux conseils d'hygiène de manquer d'initiative et d'activité. Pourtant ces assemblées sont habituellement composées d'hommes intelligents, instruits, dévoués au bien public. Il vous serait possible d'ailleurs, si vous le jugiez utile, de leur adjoindre de nouveaux éléments. L'article 4 du décret du 18 décembre 1848 permet au Ministre de l'intérieur de le faire. Il conviendrait, autant que les résidences le permettraient, de comprendre dans le conseil départemental un géologue correspondant du service de la Carte et un analyste compétent. Cette adjonction tendrait à établir l'harmonie entre les différentes parties du service sanitaire.

» Le régime nouveau institué par la présente circulaire donnera une utile impulsion aux conseils départementaux d'hygiène. Je ne doute pas, en effet, que ceux-ci ne mettent leur honneur à excercer avec clairvoyance et prudence les attributions nouvelles qui leur sont confiées et qui intéressent tellement la sauvegarde de la santé publique. »

*Le président du Conseil,
Ministre de l'Intérieur et des cultes,*

WALDECK-ROUSSEAU.

Voilà où en sont arrivés, en France, les pouvoirs publics, après examen détaillé d'une foule de cas où, au lieu d'alimenter les populations en eau potable, on les empoisonnait officiellement.

Faut-il, pour en arriver là, dans un pays où l'idée des applications de la géologie a des racines notablement moins profondes qu'en Belgique, que les exemples de captages défectueux aient été nombreux, certains et indiscutables?

Quelles évidences a-t-il fallu pour forcer des législateurs non seulement à s'occuper, mais à conclure conformément à l'avis des spécialistes, généralement si dédaigné dans les assemblées où la politique prime tout?

Convenons donc, malgré tout ce que nous avons dit, malgré les

rapports si éloquents, les statistiques si lugubres, les avis si nets formulés par les commissions médicales et les conseils d'hygiène, que la Belgique s'est laissée distancer par la France.

La seule consolation que nous puissions avoir, en présence de cet événement, est que, comme nous le disions ci-dessus, grâce aux efforts constants de nos géologues depuis une quinzaine d'années, grâce aux brillants succès qu'ils n'ont cessé de remporter chaque fois qu'une question pratique de leur compétence leur est soumise, les esprits s'ouvrent de plus en plus, dans notre pays, à la confiance en la Science et à la compréhension de la nécessité d'établir d'abord *les bases scientifiques* de tout problème d'hydrologie, de travaux publics ou d'exploitation qui se présente.

Sans qu'aucune disposition officielle ait été imposée, nous voyons les pouvoirs publics, les administrations communales, les industriels venir librement à nous, chaque année, plus nombreux et plus convaincus de la réelle utilité de nos études et de nos avis.

Nous pouvons prévoir que, dans peu de temps, grâce aux persévérants efforts de la *Société belge de géologie*, la notion de l'indispensable utilité de l'intervention efficace de la Géologie dans tous les cas, si nombreux, où le sol ou le sous-sol sont en jeu, sera entrée *par la persuasion* dans l'esprit de tous, et certes, ce résultat positif et solide pourra largement compenser, pour notre pays, les lacunes de la législation.

Et maintenant, pour terminer, je voudrais ajouter quelques mots à l'adresse de nos chers confrères français.

Maintenant, qu'ils sont appelés à l'honneur, les voici, par le même motif, à la peine et à la responsabilité, et, ne l'oublions pas, cette responsabilité est énorme.

Un avis donné à des administrations communales, à des pouvoirs publics, n'est plus l'expression de présomptions, d'opinions, de vues à vol d'oiseau, une application de généralités.

Bien que devant être considérée comme très sérieuse, la *responsabilité scientifique* est, somme toute, légère à porter.

On est jugé par ses pairs, qui connaissent les difficultés du travail, on est critiqué courtoisement et avec sympathie par des confrères et, si l'on a tort, on est finalement vivement félicité de ne s'être pas entêté dans l'erreur.

Tout autre est la *responsabilité dans les questions pratiques*.

Ici, on ne peut commettre la plus légère faute qui n'ait les plus graves conséquences.

Dans ce cas, le jury, c'est le public, c'est la masse ignorante et hostile, sceptique, doutant de tout parce qu'elle ne se doute de rien, incapable d'apprécier la difficulté, incapable de distinguer le bien du mal, le tout aggravé par l'esprit de clocher, l'esprit de parti, la haine des concurrents et des évincés, etc.

Désormais, toute intervention de la géologie officiellement reconnue comme élément de premier ordre doit être une victoire, sous peine de voir s'effondrer, aux yeux de la masse, non pas la science de celui qui est tombé dans l'erreur, mais toute la science géologique. Ce serait la « faillite de la science ».

Dans les cas d'applications, il n'est plus possible de s'en tenir aux vues d'ensemble, aux généralités; chaque cas qui se présente est, dans toute la force du terme, un *problème local*, qui demande à être étudié bien autrement à fond qu'un problème de science pure et qui, à *tout prix*, doit recevoir la seule solution nette, précise et pratique qu'il comporte.

Aussi, dans la grande majorité des cas, la méthode de solution des *problèmes locaux* diffère-t-elle notablement de la méthode plus large employée à la solution des problèmes de science pure.

Les masses, n'étant pas encore imprégnées de l'immense utilité de la science pure, sont loin de lui avoir accordé les puissants moyens d'action dont elle devrait disposer.

Des budgets, toujours minutieusement comptés, toujours trouvés trop considérables, et en réalité presque toujours insuffisants, lui sont accordés, de sorte qu'en beaucoup de pays — la Belgique n'est heureusement pas de ce nombre — l'observation scientifique, mal rétribuée, mal outillée ne peut être que sommaire et superficielle; la solution de tout problème nécessitant des frais, même modérés, devant être remise ou suspendue jusqu'à ce que le hasard, sous forme de creusement de puits, de tranchées de chemins de fer, de canaux ou d'exploitation de matériaux utiles, permette de se trouver en possession de tous les éléments de la solution.

Au point de vue du public et des pouvoirs qui en émanent, que peut importer que tel ou tel problème de science — pure aujourd'hui, d'utilité générale demain — reçoive ou non sa solution? La science peut attendre!

Mais lorsqu'il s'agit d'application, les choses changent du tout au tout.

Alors ce n'est plus l'intérêt de la science qui importe: c'est l'intérêt public; ce n'est plus la science qui attend avec patience la solution tant désirée: c'est le public qui attend impatiemment un bienfait, qui demande un avantage considérable: la santé.

Et alors il n'est plus question de sérénité, de dignité scientifique opposées à l'ignorance des masses; c'est la question brûlante qui s'impose, c'est la solution immédiate, parfaite, pratique, dont les résultats peuvent être appréciés de tous, en faits d'une part, en francs et centimes de l'autre.

Le problème, étant ainsi posé, doit être étudié à fond, à bref délai, avec solution exacte et complète, immédiate.

Il ne peut donc plus être question de quelques courses rapides de reconnaissance, d'observations superficielles; on ne peut plus remettre à plus tard la connaissance des faits qu'il est impossible d'observer à découvert puisqu'ils se passent sous terre.

Les hypothèses, les prévisions ne sont plus de mise; l'observation des faits doit être précise et complète, et pour cela, les grands moyens, tels que fouilles, sondages, tranchées, puits, galeries, *doivent* être employés, car eux seuls, dans beaucoup de cas, permettent d'obtenir tous les éléments géologiques et hydrologiques nécessaires à la mise en équation du problème.

A ce point de vue, je n'hésite pas à trouver malheureuse l'indication de la circulaire ministérielle fixant à environ 150 francs les frais pouvant couvrir les honoraires du géologue et de l'analyste; cela fait 75 francs pour chacun d'eux, et cependant les responsabilités sont loin d'être égales.

L'analyste est loin d'engager la responsabilité des sciences chimiques comme le géologue engage celle des sciences géologiques.

L'analyse se fait selon des méthodes fixes, toutes tracées, sûres, pratiques; tandis que l'étude géologique est pleine d'imprévu, de difficultés, de traquenards, de causes d'erreurs involontaires qui mettent le géologue de *première ligne* autrement en évidence que l'analyste de *seconde ligne*. En cas d'erreur, ce dernier passera tout au plus pour un mauvais opérateur, et tout sera dit.

On peut donc prévoir que si, dans quelques cas, la maigre somme prévue sera suffisante, dans une foule d'autres elle sera insuffisante pour l'accomplissement d'un travail *sérieux*.

Aussi ne pouvons-nous assez engager nos confrères français à n'accepter qu'avec la plus grande circonspection les missions qu'on voudra leur confier.

Avant d'accepter, ils devront tâter le terrain, voir s'ils se sentent toutes les aptitudes nécessaires, s'ils sont assurés de tous les moyens pour arriver rapidement à la solution rigoureuse du problème, car, en cas d'acceptation, la responsabilité devient immédiatement énorme.

Ajoutons encore qu'il ne faut pas se dissimuler que ce sera toujours une très grosse déception pour les administrations communales et pour le public de recevoir simplement un avis *purement scientifique*, aussi exact qu'il puisse être.

Il ne suffit pas de déclarer aux édilités : il y a de l'eau dans telle couche, à telle profondeur, en quantité suffisante et déclarée de bonne qualité par l'analyste ; il faudra, pour être pris en véritable *considération*, que l'avis du géologue indique sommairement, sans entrer dans les détails techniques, le MOYEN DE PRENDRE POSSESSION DE L'EAU SIGNALÉE.

A cet effet, le géologue ne doit pas être étranger aux divers systèmes, très simples et très peu nombreux, de captage des eaux, et surtout, il devra suivre les perfectionnements principaux apportés à ces modes de captage.

Un exemple suffira pour faire comprendre ma pensée.

Supposons que nous nous trouvions en présence d'un des cas les plus simples en apparence.

Il est question de fournir de l'eau potable à une commune établie sur une épaisse couche de sable perméable reposant sur une couche d'argile imperméable.

Une superbe couche aquifère imprègne la moitié inférieure des sables ; l'eau est d'excellente qualité.

Chaque habitation est mise, par puits domestiques maçonnés, en communication avec la couche aquifère ; mais, comme les principes de l'hygiène sont le moindre souci des habitants, fosses d'aisances, fosses à purin, puits perdus déversent à l'envi, avec leurs liquides infects, leurs microbes pathogènes, par des fissures du sol et des maçonneries, dans les puits devant soi-disant fournir de l'eau potable.

D'une eau pure et cristalline, on fait aussitôt un dépotoir, où bêtes et gens vont s'abreuver.

Naturellement, ce qui doit arriver arrive : bêtes et gens sont empoisonnés chacun par les bacilles éprouvant le plus de sympathies pour leur organisme, et la maladie s'implante dans la région.

Bien que chacun empoisonne volontairement, mais inconsciemment, une excellente eau accessible à tous, chacun réclame avec instance de l'eau potable.

Voilà donc le géologue « de premier rang » consulté.

Un examen attentif des lieux lui fera connaître la constitution et l'allure du sol et du sous-sol ; les puits domestiques, mesurés, fourniront les données hydrologiques, et le géologue sera alors à même de donner un avis scientifique qui sera :

Malgré la présence d'eaux contaminées dans les puits domestiques, il existe au sous-sol une vaste couche aquifère fournissant *probablement* de l'eau très pure, pouvant très utilement être utilisée.

Que feront les édilités d'une telle réponse? Absolument rien.

Il faudra donc que le géologue se remette à la besogne; il cherchera l'inclinaison des couches et, la présence des dépressions de cours d'eau lui indiquant le sens du mouvement des eaux souterraines, il devra désigner, en quelques mots, quel emplacement et quel moyen il préconise pour le captage des eaux.

Si aucune source bien visible et suffisante ne se présente à proximité, en un point favorable excluant toute idée de contamination à distance par les puits domestiques de la localité, il faudra que le géologue indique l'*emplacement* du captage, et comme cet emplacement *dépend absolument* du *mode de captage* employé, il faudra qu'il fasse lui-même un choix, nul autre n'étant en état de le faire aussi bien que lui, avec les éléments scientifiques dont il dispose.

Or, en beaucoup de centres de province, où les idées de perfectionnement ne pénètrent que lentement, en dehors du captage direct des sources existantes, on ne connaît guère que le captage par galerie drainante engagée en plein dans la couche aquifère.

Souvent, le géologue n'a qu'une connaissance théorique du système; et ceux qui ont quelque pratique savent à quels aléas, à quels déboires, à quelles pertes d'argent on s'expose en adoptant ce système accepté par la routine.

Les traités généraux consultés indiquent de 80 à 100 francs le prix du mètre courant des galeries, et lorsqu'on passe à l'exécution, on est souvent bien aise de venir à bout du travail à raison de 10,000 francs le mètre courant, sans compter les difficultés matérielles, accidents, imprévus, pertes de temps, etc.

On conçoit aisément qu'il soit alors de toute utilité, pour le géologue, de connaître, au moins en fait, les perfectionnements apportés au captage des eaux renfermées dans les sables aquifères.

Deux perfectionnements de la plus haute importance se sont produits récemment.

Si le soubassement imperméable des sables aquifères n'est pas trop profond et dépasse, par exemple, l'altitude des vallées ou dépressions avoisinantes, on peut creuser, à sec, une galerie dans le terrain imperméable, puis mettre en communication cette galerie, toujours facile à établir, avec la couche aquifère supérieure par des drains verticaux.

Ces drains font écouler par gravitation l'eau de la couche aquifère dans la galerie réceptrice.

Mais dans certains cas, lorsqu'on se trouve sur des plateaux étendus, on ne peut user de ce subterfuge et l'on doit se résoudre à opérer le captage par puits.

Mais ici se présente une difficulté, insurmontable jusque dans ces derniers temps.

Si l'on descend un puits creusé à la main ou foré, aussitôt que l'on atteint la couche aquifère, on est arrêté.

Que l'on creuse à la main ou à la sonde, l'eau forme avec le sable un mélange absolument fluide, et toute partie retirée est aussitôt remplacée par une masse équivalente venant des points voisins.

Si, après repos, on pompe, toute la masse se met en mouvement et ensable le puits.

C'est pour cette raison que, jusqu'ici, les sondeurs délaissent généralement les plus magnifiques et fructueuses couches aquifères renfermées dans des sables, pour aller chercher, bien profondément, dans des roches dures, fissurées, des débits plus ou moins aléatoires d'eaux souvent minéralisées.

Pour résoudre la difficulté, il a donc fallu trouver le moyen de garnir le tubage des puits forés d'un filtre qui laisse passer l'eau et qui retienne le sable.

Après bien des essais infructueux, quelques ingénieurs ont résolu le difficile problème.

De bons systèmes sont préconisés en France; mais ma confiance personnelle va plutôt au système de puits filtrant imaginé par un de nos plus savants techniciens, membre de la Société belge de géologie.

Il est inutile, pour le géologue, de connaître à fond les systèmes; il doit au moins en connaître l'existence et les résultats réels fournis par la pratique.

Supposons donc le cas d'un plateau sableux sur lequel se trouve établie une commune qui a infecté des eaux et qui en demande de potable.

Supposons que la disposition des lieux ne permette pas l'utilisation de la galerie collectrice en terrain imperméable reliée par drains verticaux à la couche aquifère.

C'est donc la solution par puits filtrant qui s'impose.

Mais tout point quelconque ne convient pas pour établir le puits.

Il faut d'abord que l'emplacement soit situé hors de l'agglomération et hors de la zone contaminée par les habitations, c'est-à-dire à l'amont par rapport à la circulation générale des eaux souterraines.

Il faut, de plus, que cet emplacement soit situé, autant que possible, à une altitude suffisante pour que la pompe envoie directement, dans un réservoir voisin, l'eau nécessaire à l'alimentation qui s'écoulera, par gravitation, vers toutes les parties de la commune.

A cause des pertes de charge dans les canalisations, il faudra toujours compter que le réservoir devra être établi à une dizaine de mètres plus haut que le point le plus élevé à desservir (1).

Tous ces points de pratique immédiate, qui se lient intimement à la conclusion scientifique proprement dite, devront donc être abordés par le géologue, de sorte que, dans son rapport aux autorités communales, il dira non seulement :

« Il existe, sous votre territoire, une couche aquifère satisfaisante, dont la surface se trouve à 15 mètres de profondeur et dont la base se trouve à 25 mètres sous le sol, déclarée potable par l'analyste » ; mais il ajoutera, à titre consultatif et pour fixer les idées : « Cette couche aquifère pourra avantageusement être captée au moyen d'un puits filtrant dont la hauteur de colonne filtrante aura 8 mètres, dont l'orifice sera placé à tel point, — nettement indiqué, — à l'altitude..., de manière que l'eau, refoulée par pompe dans un réservoir voisin puisse desservir, par gravitation, tous les points de la commune. »

Voilà, d'après l'expérience que nous avons acquise, le genre d'avis que les administrations communales attendent du géologue et sans lequel elles ne se décident à rien.

Évidemment, ce ne sera là qu'un avis, qui n'engagera jamais les sciences géologiques, qui pourra être examiné et même parfois discuté ou critiqué par des techniciens « réellement » compétents, tels que les ingénieurs de grandes villes, par exemple ; mais pour ce qui concerne les communes rurales, dont le technicien ordinaire sera un architecte ou un agent voyer, lorsque ce ne sera pas un maçon ou un plombier, l'avis donné par le géologue aura, au point de vue de l'établissement du projet, une très grande importance.

(1) Dans la grande majorité des cas, comme, pour éviter la zone contaminée, il faudra s'éloigner des habitations et aussi placer l'orifice du puits à une altitude supérieure à celle des points habités, le géologue devra faire effectuer, avant de remettre son rapport, un forage tubé au point choisi pour l'emplacement du puits. Ce forage, qui devra, autant que possible, descendre jusqu'au terrain imperméable supportant la couche aquifère, fournira tous les éléments *pratiques* du problème : nature du terrain, profondeur de l'eau sous le sol, épaisseur de la nappe aquifère. Enfin, c'est dans ce forage que l'analyste devra puiser l'eau à analyser, puisque tous les puits domestiques sont infectés.

On nous accusera peut-être d'avoir poussé la situation au noir, de demander trop du géologue ; nous répondrons, car c'est notre conviction, que la réussite est à ce prix.

Du reste, ce résultat vaut bien un effort, car le géologue ne travaillera jamais en perte, bien au contraire.

Outre qu'il trouvera dans la pratique des applications des sciences géologiques une amélioration de situation et un accroissement de considération qui ne sont pas à dédaigner, il trouvera aussi toute satisfaction pour les questions de science pure.

En effet, comme nous l'avons dit, les questions d'applications mettent, du coup, aux mains du géologue, des moyens puissants d'investigation, qu'il ne peut presque jamais employer lors de ses recherches scientifiques, ses levés de cartes géologiques, etc.

Le problème local *devant* à tout prix être résolu à fond pour que la solution soit décisive et complète, l'étude du terrain devient d'une rigueur et d'une précision inconnues jusqu'alors. Si la nature ne dévoile pas tous ses secrets, des fouilles, des tranchées, des puits, des forages profonds les lui arrachent, et il est absolument certain qu'après chaque étude de questions d'eau, la science pure s'enrichit d'une quantité de faits précieux, certains, définitifs.

Et quels résultats au bout d'une dizaine d'années d'exercice ! A part le bienfait d'une bonne distribution d'eau accordée aux habitants d'une région, — ce qui n'est, somme toute, qu'un simple corollaire, — voilà cette même région connue dans ses moindres détails ; sol et sous-sol, jusqu'à grande profondeur, ont été disséqués, des roches nouvelles reconnues, des allures hypothétiques rectifiées, des gisements de fossiles découverts ; la chronologie, entrevue, devient précise, et tous ces résultats, reportés sur des cartes à grande échelle, fournissent les éléments d'une nouvelle carte géologique d'une valeur inestimable, facilitant alors à son tour, de la masse de ses renseignements positifs, toutes les nouvelles questions d'applications qui se présentent.

Ici, comme en toute chose, ce seront donc les premiers pas qui coûteront le plus d'efforts, et ces efforts seront remboursés au centuple.

J'ai l'espoir que nos excellents confrères français ne m'en voudront pas des recommandations qui précèdent.

En Belgique, nous avons passé par ces diverses phases, et l'expérience que nous avons acquise dans les questions de pratique nous faisait pour ainsi dire un devoir d'exposer la manière dont nous envisageons les choses.

Si l'on réfléchit, du reste, que la plupart de nos confrères français sont ingénieurs des mines, l'examen du côté technique des applications de la géologie ne les effraiera certes pas.

L'important est qu'ils ne se tiennent pas isolés ; il est indispensable qu'ils se réunissent, qu'ils se communiquent les résultats de leurs travaux, qu'ils s'instruisent ainsi mutuellement, et bientôt les faits se classeront, les méthodes se préciseront, s'unifieront, et chacun y trouvera son profit.

On reconnaîtra ainsi que notre seul but, en écrivant ces lignes, a été d'inviter nos confrères, engagés officiellement dans de nouvelles fonctions, à tenir toujours plus ferme et plus haut le drapeau de la belle science que nous cultivons.

M. E. Putzeys, ingénieur en chef des Travaux publics et du Service des eaux de la ville de Bruxelles, réclame la parole à la suite de la communication de **M. A. Rutot** et s'exprime ainsi :

Notre honorable Président nous a dit l'importance que l'on doit attribuer au rapport de la Commission française, parce qu'il montre que l'on comprend mieux qu'autrefois, chez nos voisins, comment doivent être dirigées les études préliminaires à l'établissement des projets de distribution d'eau, pour arriver à établir ces projets sur une base réellement scientifique.

Je me rends compte de la grande satisfaction que doivent éprouver nos si estimés collègues, MM. Mourlon, Rutot et Van den Broeck, qui se sont attachés, dès la première heure, à faire prévaloir le principe qui triomphe aujourd'hui, et, en ce qui me concerne, je ne puis, malgré la note un peu discordante que je vais faire entendre, être considéré comme suspect, vu la déclaration que je faisais, ici-même, il y a plus de sept ans, en séance du 23 janvier 1894, dans mon exposé « Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq ».

Permettez-moi, Messieurs, de rappeler cette déclaration.

Je disais : « On ne peut qu'applaudir à la décision récemment prise par le Gouvernement d'ouvrir une enquête sur la question des eaux en Belgique; je crois qu'elle mettra en lumière certains faits dont la salubrité générale est appelée à bénéficier, si des géologues sont appelés à participer à cette importante étude.

» Avant d'éveiller, comme on l'a fait, l'enthousiasme du public en faisant miroiter à ses yeux l'excellence de telle ou telle solution du problème à résoudre pour Bruxelles, il eût été sage de consulter les géologues sur la valeur réelle des sources dont on proposait la déri-

» vation, car les désillusions qui se sont produites quant à la quantité,
 » se produiront également quant à la qualité.

» La condamnation de certaines sources, survenant alors que
 » l'opinion du public se trouve faite, est à méditer.

» Elle prouve une fois de plus que les problèmes ayant pour objet
 » le captage d'eaux élaborées en sous-sol sont du domaine de la géolo-
 » gie, tout aussi bien que s'il s'agissait de la prise de possession d'un
 » minerai enfoui dans les profondeurs du sol.

» Malheureusement, un amour-propre mal placé, parfois aussi une
 » trop haute opinion de soi-même, engage les auteurs de projets à ne
 » pas s'adresser aux professionnels pour des questions d'ordre spécial.
 » C'est là un tort qui serait pardonnable, si, pour la mise à exécution
 » des projets, on devait puiser dans sa propre bourse; ce procédé est
 » injustifiable lorsque les deniers publics doivent être mis à contri-
 » bution.

» La science de l'ingénieur est aujourd'hui trop étendue pour que
 » l'on puisse se flatter de la posséder tout entière, quelque effort
 » que l'on fasse pour se l'approprier, et chacun dans sa sphère
 » doit s'estimer fort heureux lorsqu'il peut s'y tenir au courant
 » de l'incessant progrès, sans prétendre tout connaître du domaine de
 » son voisin.

» Si, pour l'analyse chimique, pour l'examen bactérioscopique des
 » eaux dont on propose la dérivation, on a soin de ne pas s'en rap-
 » porter à soi-même et si l'on a recours à des personnes spécialement
 » compétentes, pourquoi ne pas en user de même pour déchiffrer les
 » problèmes géologiques que soulève l'inspection des terrains fissurés
 » comme les calcaires devoniens et carbonifères, où la circulation des
 » eaux s'établit d'une tout autre façon que dans les terrains per-
 » méables? »

Comme vous le voyez, Messieurs, je suis un convaincu et j'ajoute que
 non seulement depuis 1894, mais dès la fondation même de la
 Société, j'ai largement mis à profit la compétence des savants collègues
 dont je rappelais plus haut les noms, chaque fois que j'ai mis à l'étude
 un projet de distribution d'eau; je n'insiste pas pour ne pas blesser
 leur modestie.

Ce préambule était nécessaire parce qu'il me permettra de dire, sans
 en rien cacher, mon impression au sujet du rapport de la Commission
 française, que j'ai lu très attentivement.

Cette impression est que le rapport s'étend avec trop de complai-

sance sur ce que je nomme la routine administrative et pas assez sur la pratique des distributions d'eau.

La discussion des règles administratives proposées absorbe la majeure partie du rapport, tandis que les points les plus intéressants pour l'hygiène publique sont traités fort brièvement.

Les bonnes relations de confraternité que nous avons avec nos collègues français sont telles qu'ils ne pourront trouver dans l'exposé du sentiment d'un membre de la Société belge de géologie que l'expression du désir de participer, dans la limite de ses moyens, à la tâche qui leur est désormais dévolue, avec toute la responsabilité qui s'y attache, comme l'a si bien dit notre honorable Président.

Deux questions étaient posées à la Commission :

La première : « Rechercher quelles mesures peuvent être prises pour »
 » abréger les délais dans l'instruction des projets de captage et d'ame-
 » née des eaux destinées à l'alimentation publique. »

La seconde : « Étudier les moyens les plus propres à assurer la pro- »
 » tection des sources, notamment des sources dites vauclusiennes. »

En ce qui touche à la première question, on doit, à mon sens, regretter la résolution qui consiste à charger du travail géologique, qui doit être placé au seuil de toute instruction, les collaborateurs du Service de la carte, « personnes occupant le plus souvent des situations élevées dans le monde scientifique, notamment là plupart des chaires de géologie dans les facultés des sciences ».

Ce système me paraît fort dangereux.

On ne s'improvise pas géologue-hydrologue; et les raisons qui ont engagé la Commission à déclarer que les examens bactérioscopiques ne doivent pas être confiés à des chefs de laboratoires, à des préparateurs, « savants distingués, mais dont les études n'ont pas été nécessairement spécialisées dans le sens de l'analyse des eaux potables », sont applicables aux géologues; ceux-ci, pas plus que ceux-là, quelle que soit leur science, ne rendront de réels services qu'à la condition d'avoir également spécialisé leurs études.

J'ai la conviction qu'en parlant comme je le fais, je rencontrerai l'approbation de ces savants, et qu'ils ne se sentiront pas plus froissés de mon opinion que je ne le serais moi-même d'apprendre que l'on me nie toute compétence en matière d'exploitation de mines, par exemple, ou en exploitation de chemins de fer...

J'avoue que j'aurais mieux compris que pendant un certain nombre d'années deux ou trois géologues, spécialement versés dans les ques-

tions d'hydrologie, eussent été chargés de l'examen de *tous les projets* déposés pendant cette période, dussent-ils, pour ce faire, se déplacer chaque fois de Paris ou d'un autre centre.

Sans aucun doute la dépense à faire par l'État, de ce chef, serait plus grande, mais quelle sécurité n'offriraient pas les avis d'hommes rompus au métier et quelle école n'arriveraient-ils pas à former?

Quelle que soit la valeur scientifique d'un homme, elle est incomplète aussi longtemps que la pratique n'y est pas jointe; les recherches de mines ou les travaux de cabinet ou encore les sondages de reconnaissance ne ressemblent en rien aux recherches d'eau, et le « doigté » spécial, le « flair » ne s'acquièrent qu'à la longue.

Je crains donc, Messieurs, que cette dispersion des efforts, proposée dans un but d'économie, ne donne pas, même de loin, les résultats qu'en espère la Commission, et s'il est une économie mal entendue, c'est celle que propose la Commission.

En ce qui touche à la seconde question : « Captage des sources vaclusiennes », je me vois dans l'obligation de combattre la théorie émise par l'honorable M. Babinet, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Voici comment s'exprime M. Babinet dans son rapport présenté *au nom de la Commission*, qui dès lors fait sienne l'opinion émise :

« On ne peut songer à interdire absolument l'emploi des eaux » vaclusiennes, car les sources les plus abondantes, indispensables » pour alimenter les grandes agglomérations d'hommes, leur doivent » souvent une partie de leur fort débit. Dans les terrains calcaires, c'est » le cas général. »

Lorsqu'on met cette conclusion en regard de la définition des sources vaclusiennes présentée par l'honorable ingénieur, on a le droit d'être surpris.

Voici cette définition :

« Une source peut être dite *vaclusienne* lorsqu'elle est alimentée » par des écoulements superficiels, même éloignés, à travers des » terrains dont les fissures sont trop larges pour en assurer l'épuration » dans des conditions satisfaisantes. »

Ainsi telle source, ou plus exactement telle pseudo-source, que l'on sait être alimentée par des écoulements superficiels, à travers des terrains incapables d'assurer une épuration parfaite, on pourrait songer à l'utiliser pour l'alimentation!

Je me plais à croire, Messieurs, qu'il n'est pas un ingénieur, ayant

le sentiment de la responsabilité qui pèse sur lui le jour où il est chargé de l'alimentation d'une ville, qui oserait, de propos délibéré, dériver, vers l'agglomération à desservir, une source vaclusienne.

Ce serait là non pas une action blâmable, mais un crime abominable...

La communication directe d'une source avec la surface étant bien prouvée, ajoute M. Babinet, deux palliatifs efficaces peuvent être recommandés :

- « 1° Capter, autant que possible, les eaux souterraines au-dessus du » point d'absorption, si ce dernier n'est pas trop éloigné de l'émergence et si le débit d'amont est encore suffisant;
- » 2° Combler et boucher les gouffres et bétoires connus, susceptibles » de recevoir des matières contaminées. »

Le premier palliatif indiqué montre une connaissance imparfaite des phénomènes dont les calcaires sont le siège, et pour ne pas citer d'exemples pris en Belgique, parce qu'on pourrait peut-être m'opposer qu'ils ne sont pas applicables à la France, il me suffira d'indiquer l'ouvrage de M. Martel : *Les Abîmes*, pour rappeler que la recherche du cours souterrain d'une source vaclusienne, en amont des bétoires, est presque une impossibilité. Ceci dit en ce qui touche à la France, ce que je sais de nos régions calcaires, qui ont été depuis quinze ans l'objet de recherches ininterrompues de ma part, me permet d'affirmer que la reprise d'une source au delà des bétoires ne comporte pas de solution pratique.

Comblé et bouché les bétoires connus, c'est faire un travail de Pénélope, à conseiller peut-être, faute de mieux, en certaines circonstances, pour utiliser *dans un but industriel ou agricole* des eaux superficielles qui s'y engouffrent et qui seraient perdues sans cela, mais à déconseiller formellement en matière de distribution d'eau, parce que cette opération ne suffirait pas pour enlever tout doute sur la valeur réelle de la source à capter.

Je répète, Messieurs, que les pouvoirs publics n'ont pas le droit de projeter la distribution d'une eau alimentaire *si elle ne donne pas toute garantie de pureté*, que le doute n'est pas permis en pareille matière, que *les certitudes les plus formelles* doivent être acquises et qu'il importe en outre, l'eau étant reconnue irréprochable comme provenance, de surveiller attentivement et d'une façon incessante, l'envoi vers les agglomérations de cette eau qui y apportera la santé si elle est pure, la mort si elle est l'objet d'une contamination.

Conservé à l'eau sa pureté originelle depuis la source jusqu'au robinet du consommateur, n'est pas chose aisée quand les dérives atteignent de grandes longueurs. Que deviendrait le problème si, à cette pureté originelle, devait faire place une provenance douteuse?

Pendant de longues années, la quiétude la plus parfaite aura régné; un jour viendra, fatalement, où l'affolement fera place à cette tranquillité.

Si j'ai cru, Messieurs, devoir vous signaler le danger de certaines des conclusions adoptées par la Commission française, c'est parce que j'ai la crainte de voir le texte soumis à la législature française, proposé comme exemple pour la Belgique.

En Belgique, aucune législation de l'espèce n'existe, mais nous savons, et notre honorable Président l'a rappelé tantôt, il est peu de distributions que l'on établisse sans le concours de géologues compétents; aussi, j'estime infiniment préférable notre situation avec sa lacune que la situation que représenterait l'adoption des conclusions de la Commission française.

Il est à craindre que s'en rapportant au texte dont je viens de vous lire les passages les plus saillants au point de vue de l'ingénieur, les personnes qui s'occupent de distributions d'eau s'imaginent que la théorie relative aux sources vaclusiennes, étant plus récente, est meilleure que la nôtre, en opposition complète avec celle de M. l'ingénieur Babinet.

C'est ce que j'ai voulu éviter.

M. *Delecourt-Wincqz* abonde dans le sens de M. *Putzeys*. La loi devrait non seulement réglementer, mais assurer l'observation des règlements par des clauses pénales, pour qu'il y ait une responsabilité effective.

M. *Van den Broeck* propose de transmettre, à titre d'information, à la Société géologique de France, les observations faites.

M. *Kemna* trouve du bon et du mauvais dans la nouvelle réglementation française. Les idées théoriques simples ont fait beaucoup de mal, en réclamant une perfection idéale inaccessible et en repoussant des améliorations ne cadrant pas avec ces idées, mais parfaitement réalisables et pratiquement suffisantes; pour ne vouloir que des eaux de source, on se trouve dans l'obligation d'en accepter de qualité douteuse, comme les réapparitions de l'Avre. Se basant sur des analyses

faites par lui en 1887, l'orateur avait signalé le danger de ces eaux, et les événements subséquents à Paris ont montré que malheureusement il avait été bon prophète. Les hygiénistes intransigeants veulent de l'eau stérile; l'ingénieur, ne pouvant prendre au sérieux de pareilles exagérations, fait à sa guise. L'intervention des géologues est de nature à ramener tout le monde à une plus saine appréciation des choses et peut donc être un bien.

En Angleterre, en Allemagne, en Hollande et en Belgique, la plupart de ces questions ont été résolues depuis longtemps, et l'on peut citer en exemple la distribution de la ville de Bruxelles comme eau de drainage, Anvers comme eau de rivière polluée, efficacement filtrée.

M. *Delecourt-Wincqz* demande à l'orateur précédent si, les résultats du filtrage au sable étant tels qu'on le prétend, la solution du problème de l'alimentation des grandes agglomérations ne va pas être beaucoup simplifiée; puisqu'on peut employer la rivière qui coule à proximité, il n'y a plus lieu de chercher à capter des sources.

M. *Kemna* répond que si l'on trouve de l'eau naturellement pure, il faut la prendre. Nul ne filtre pour son plaisir. Mais imposer *per fas et nefas* d'avoir à amener des sources est l'application absurde d'un bon principe. Condamner, comme on l'a fait en France, le filtrage au sable, parce que sur plusieurs milliers de microbes il en passe quatre, c'est évidemment de l'exagération. Si, pour Paris, au lieu de dépenser les millions par dizaines pour amener des sources suspectes, on avait filtré l'eau de la Seine, qui s'y prête fort bien, on serait aujourd'hui dans une situation hygiénique autrement satisfaisante.

M. le D^r *Jacques* s'élève, au nom de l'hygiène, contre les idées qui viennent d'être exprimées. On est parfois allé jusqu'à dénier toute signification à un bacille nocif, comme le *coli* dans l'eau. Le danger de pareilles affirmations n'est que trop apparent, quand on voit, dans l'intérêt de certaines exploitations, ces théories hasardées être répandues dans le public à des milliers d'exemplaires.

M. *Putzeys* rappelle que le bacille *coli* est constant dans le tube digestif, dans l'air respiré, sur tous les objets avec lesquels nous venons en contact; cette ubiquité est incompatible avec la nocivité qu'on lui attribue. On peut raisonnablement, et encore jusqu'à un certain point,

demander à une eau captée en sous-sol d'être stérile ; mais il est absolument exagéré, parce que matériellement impossible, de maintenir cette stérilité jusqu'au robinet du consommateur.

M. *Jacques* signale les modifications dans la virulence du *coli* d'après les milieux, comme justifiant les exigences des hygiénistes par rapport à ce microbe, qui ne peut pas se trouver dans une bonne eau potable.

M. *Kemna* est l'auteur d'un article sur cette question, article qui a, en effet, à son insu, été répandu à de nombreux exemplaires. On peut ne pas partager l'opinion que le *coli* n'a aucune signification hygiénique ; mais c'est un savant comme *Duclaux* qui soutient cette thèse, et ce nom seul commande une attention déferente. De même, on est revenu en Allemagne de la peur irraisonnée des microbes dans l'eau ; le règlement primitif pour le filtrage excluait de la consommation toutes les eaux qui contenaient plus de 100 microbes par centimètre cube. Devant les réclamations des ingénieurs, l'Office impérial d'hygiène a transformé la clause restrictive en un simple vœu, et c'est un hygiéniste comme *Koch* qui a pris la responsabilité de cette mesure. L'état sanitaire des villes alimentées ainsi, justifie à tous les points de vue cette tolérance.

LE NOUVEAU PUIITS ARTÉSIEN

DE

L'ARSENAL DE MALINES

PAR

A. RUTOT

Depuis longtemps, je n'ai plus rien publié sur les puits artésiens creusés en Belgique.

Bien que des quantités de ces puits soient annuellement creusés dans notre pays, ces travaux sont menés avec une telle insouciance, un tel mépris des progrès de la science, qu'il est désormais plutôt préférable de ne pas s'embarasser des bribes de renseignements qui nous parviennent, le plus souvent par hasard, que de risquer d'introduire dans la science des notions presque toujours complètement erronées.

Dans ces derniers temps, le hasard — toujours — m'a mis à même de contrôler l'une ou l'autre partie de coupes de puits que j'avais publiées d'après quelques notes de sondeur accompagnées de quelques misérables échantillons sans caractères ou sans échantillons du tout, — l'un vaut l'autre, — et presque chaque fois j'ai reconnu que je m'étais plus ou moins grossièrement trompé au sujet de la détermination des couches rencontrées dans les sondages.

Outre que la plupart des sondeurs notent les limons comme argile, les sables plus ou moins argileux sous les dénominations les plus inexactes, appellent « pierres dures » des sables légèrement agglutinés, « marnes » des couches ne renfermant pas un atome de calcaire, « gravier » à peu près tout ce qui n'en est pas, alors que les véritables sont passés sous silence, les échantillons eux-mêmes sont souvent sans valeur, mal pris, mélangés ou intervertis; le tout malgré les demandes les plus pressantes, les instructions les plus précises.

En présence d'une telle situation, qui semble être momentanément sans remède, il vaut mieux abandonner la partie et remettre la publication des faits intéressant le sous-sol à des temps meilleurs.

Si je parle ici du puits artésien récemment creusé à l'arsenal des chemins de fer de l'État à Malines, c'est pour ajouter encore un exemple à ceux que je pourrais citer et pour mettre en parallèle la quantité de faits précieux et inconnus que l'étude du sondage aurait révélée et le lamentable néant constaté à la suite de la persistance que l'on met à employer, ce que j'appellerai avec indulgence: « la méthode ordinaire ».

L'arsenal de Malines manque d'eau potable pour ses milliers d'ouvriers; sans consulter au préalable la moindre personne compétente qui aurait pu donner d'excellents avis ou de précieux conseils, on a décidé de forer un puits artésien et, au petit bonheur, on a creusé un trou, et ce trou a été continué jusque 228^m,60.

Notons que la science ne savait presque rien de ce qui se passe dans le sous-sol de Malines et que le creusement du nouveau puits constituait *une occasion unique* de connaître enfin la vérité relative à ce sous-sol, sur lequel des hypothèses avaient été formulées en vue de l'exploitation de l'eau supposée exister dans les fissures de la craie, que l'on croyait devoir être très épaisse dans ces parages.

Il y a très longtemps, avant 1879, notre confrère, M. le baron van Ertborn, a creusé un premier puits à la brasserie de la Dyle, à Malines.

Malheureusement, les échantillons des 52 premiers mètres ont été

perdus avant d'avoir pu être étudiés, d'où il suit qu'on ne sait que très approximativement ce qui existe entre le Quaternaire et l'Ypresien.

Il est probable que la coupe est la suivante :

Sable flandrien		9 ^m ,00		
ÉTAGE ASSCHIEN.	} Sable fin.	9 ^m ,00	} 31 ^m ,00	
		Argile sableuse.		10 ^m ,00
		Argile		10 ^m ,00
		Sable glauconifère		2 ^m ,00
ÉTAGE LEDIEN.	} Sable avec rognons de grès	9 ^m ,00	} 12 ^m ,00	
		Couche pierreuse		3 ^m ,00
ÉTAGE LAEKENIEN ?	} Gros sable blanc avec gravier à la base, renfermant les Fossiles caractéristiques de la base du Laekien.		} 5 ^m ,00	
ÉTAGE PANISELIEN ??		Argile grise, plastique		5 ^m ,00
ÉTAGE YPRESIEN.	} Sable avec lits d'argile, avec un banc de <i>Nummulites planulata</i> à 86 mètres de profondeur et argile vers le bas		} 68 ^m ,00	
TOTAL.			130 ^m ,00	

De l'eau a été trouvée, en quantité insuffisante, dans le sable glauconifère de la base de l'Asschien, entre 38 et 40 mètres; il en est venu plus abondamment dans l'Ypresien, entre 89^m,50 et 90 mètres.

L'analyse de cette eau, bien que n'ayant pas révélé la présence du carbonate de soude, a démontré l'existence d'un demi-gramme de chlorure de sodium au litre, plus des traces de sulfates, etc., indiquant déjà un commencement de minéralisation très sérieux.

Le second puits artésien creusé à Malines a été foré, par un de nos anciens confrères, à la brasserie Van Diepenbeek. Aucun échantillon n'a été recueilli.

Le carnet du sondeur porte :

1. Sable bouillant, puis sable argileux	21 ^m ,00
2. Argile sableuse verdâtre	11,00
3. Argile bleue, dure	7,00
4. Argile sableuse glauconifère	13,00
5. Pierre dure	0,35
6. Sable argileux	1,00
7. Pierre dure	0,20
8. Argile grasse	3,00
9. Pierre dure	0,25
10. Argile sableuse	0,20
11. Sable fin, devenant plus gros à la base.	0,80

Le n° 1 est sensiblement trop épais pour représenter le Flandrien. D'après ce qui se passe au sud de Malines, on peut espérer s'approcher de la vérité en attribuant environ 10 à 12 mètres au Flandrien et environ 11 à 9 mètres au sable Asschien (*Asd*).

Les nos 2, 3 et 4 représentent bien la composition normale des deux tiers inférieurs de l'Asschien : argile sableuse vers le haut; argile plastique au milieu (*Asc*); argile sableuse à la base (*Asb*).

Toutefois, il y a encore là des obscurités, car l'ensemble des trois derniers termes, comprenant déjà 31 mètres d'épaisseur, si l'on y ajoute les 10 mètres de sable *Asd*, on arrive à l'épaisseur de 41 mètres pour l'Asschien; ce qui me semble exagéré.

Il y a certes de la place pour l'introduction d'un peu de Rupélien, par exemple.

Les alternances de pierres dures et de « sable argileux, d'argile grasse et d'argile sableuse » indiquées sous les nos 5 à 11, nous jettent dans la plus grande perplexité.

C'est probablement du Ledien qu'il s'agit. Mais qui pourrait le reconnaître sous ce travestissement ultra-argileux?

Le puits s'est arrêté à 60^m,80, où un niveau d'eau s'est montré.

Sans aucune espèce de certitude, on peut donc émettre la supposition que la coupe du puits de la brasserie Van Diepenbeek est la suivante :

Sable quaternaire flandrien.		41 ^m ,00								
ÉTAGE ASSCHIEEN.	{ <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Sable argileux</td> <td>10^m,00</td> </tr> <tr> <td>Argile sableuse verdâtre</td> <td>11^m,00</td> </tr> <tr> <td>Argile bleue, dure</td> <td>7^m,00</td> </tr> <tr> <td>Argile sableuse, glauconifère.</td> <td>13^m,00</td> </tr> </table>	Sable argileux	10 ^m ,00	Argile sableuse verdâtre	11 ^m ,00	Argile bleue, dure	7 ^m ,00	Argile sableuse, glauconifère.	13 ^m ,00	} 44 ^m ,00
		Sable argileux	10 ^m ,00							
		Argile sableuse verdâtre	11 ^m ,00							
		Argile bleue, dure	7 ^m ,00							
Argile sableuse, glauconifère.	13 ^m ,00									
ÉTAGE LEDIEN?	{ <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>Alternances de sable plus ou moins argileux</td> <td></td> </tr> <tr> <td>et de grès.</td> <td></td> </tr> </table>	Alternances de sable plus ou moins argileux		et de grès.		} 8 ^m ,80				
		Alternances de sable plus ou moins argileux								
et de grès.										
TOTAL	60 ^m ,80									

Le seul résultat certain obtenu, grâce à ce sondage, a été un procès entre le sondeur et son client.

C'est probablement dans l'ignorance de ces données que le creusement du puits de l'arsenal de Malines a été décidé.

Le puits a été commencé au diamètre de 10 centimètres! Ensuite on a descendu une « buse » de huit centimètres, pour finir par une de cinq.

Par un hasard dont j'ai perdu le souvenir, j'ai reçu, en 1899, un petit paquet d'échantillons provenant du puits, alors qu'il avait atteint la profondeur de 180 mètres; en même temps, je recevais la copie du carnet du sondeur.

Le premier résultat auquel j'arrivai en déballant les échantillons fut de me convaincre que le puits devait être foré au système dit « à pression d'eau » ; tous les échantillons avaient l'aspect « lavé » caractéristique, et les traversées d'argile dite « plastique » étaient représentées uniformément par une sorte de résidu sableux fin, hétérogène, aussi insignifiant que possible.

Enfin, surtout pour ce qui concernait la moitié supérieure du sondage, les profondeurs inscrites sur les sacs d'échantillons ne correspondaient en rien aux notes du carnet; un seul échantillon de sable à aspect quelconque était sensé représenter une dizaine de couches marquées : pierres dures, sable argileux, argile, gravier, etc.

En présence de cette magnifique série de documents, je me suis empressé de réintégrer les précieux échantillons dans leurs sachets respectifs, de les bien envelopper, afin qu'ils puissent jouir d'un repos trop mérité. Il est probable que ce repos eût été éternel si, récemment, je n'avais reçu par la poste trois minuscules échantillons, sans aucune indication, mais dont la composition me frappa : l'un était de la limonite; le second montrait des traces de sulfure (pyrite); le troisième était constitué par de la chalkopyrite presque pure.

En l'absence de tout renseignement, je reléguai les échantillons dans le casier aux oublis, lorsqu'une huitaine de jours après l'envoi, je reçus une lettre m'informant que les échantillons provenaient du puits de l'arsenal de Malines et qu'ils avaient été extraits entre 228 et 228^m,60 de profondeur. En même temps, la lettre donnait copie des terrains traversés entre 180 et 228 mètres, sans, du reste, qu'un seul échantillon à l'appui fût fourni.

En présence de ces données complémentaires et vu l'énorme intérêt qu'il y a, pour la science, de savoir ce qui se passe dans le sous-sol de Malines, j'ai repris l'ensemble des données acquises afin de voir si, grâce à quelques points de repère, il n'y aurait pas possibilité de pouvoir se faire une idée approximative des couches de terrain qui ont été percées.

C'est le maigre résultat de ce nouvel examen que j'exposerai ci-après.

Je suis d'avis qu'il est impossible de tirer aucun parti des renseignements écrits ou en nature fournis pour les 48,70 premiers mètres.

Le carnet signale :

0-4^m,90, sable et pierres ;

4^m,90-16^m,30, sable jaune, gris, vert et brun.

Les 4,90 premiers mètres sont sans doute du simple remblai.

De 4^m,90 à 16^m,30, il y a probablement du sable flandrien, plus des

sables indéterminables, les échantillons correspondants étant compris entre des profondeurs tout à fait différentes de celles indiquées au carnet et étant représentés par des sables lavés et dépourvus de tout caractère.

De 16^m,50 à 34 mètres, le carnet signale des alternances de pierres vertes — dont l'épaisseur du premier banc ne serait pas moins de 8 mètres ! — et de sable gris ou vert.

Donc jusque 34 mètres, pas de traces d'argile asschienne, contrairement aux sondages précédents; alors que dès 16^m,50 il y aurait présence de grès (lediens??) à un niveau beaucoup trop élevé; mais de 34 à 40 mètres, il y a indication d'argiles grise et blanche.

De 40 à 41 mètres, il est indiqué : *Pierre, gravier*. Serait-ce la base de l'Asschien ou du Ledien?

Je n'en sais rien; le carnet continue une longue énumération de pierres : brunes, grises, alternant avec des sables blanchâtres, les bancs de pierre n'ayant pas plus de 1 mètre d'épaisseur. On va ainsi jusque 50 mètres; de 50 à 51 mètres est renseigné : « sable avec gravier ». Enfin, se dit-on, voici bien la base du Ledien; mais le carnet continue imperturbablement la série de sables et de pierres jusque 58 mètres, où vient, de 58 à 63 mètres, du « sable avec gravier ».

Est-ce la base du Laekenien qui, dans le sondage de la brasserie de la Dyle, avait été rencontrée à 57 mètres de profondeur?

Mais, nous disions-nous, les échantillons vont éclaircir tout cela.

Or, nous avons vu qu'il n'y a absolument rien à tirer des échantillons compris entre la surface du sol et 48^m,70.

De 48^m,70 à 49^m,50, vers le bas de ce que, d'après le carnet, on pourrait considérer comme Ledien, nous constatons, parmi les échantillons, la présence d'un sable vert, glauconifère, très fin, micacé, dont la ressemblance avec le sable fin ypresien *Yd* est complète.

Voilà donc brutalement renversées toutes les belles hypothèses.

Sous 63 mètres, le carnet indique 7 mètres d'argile bleue, qui semble assez bien correspondre à la couche d'argile gris foncé (à l'état sec), épaisse de 5 mètres, rencontrée à la brasserie de la Dyle et déterminée, avec plus de doute que de vraisemblance, comme paniseliennne.

D'après le carnet, entre 58 mètres et 122^m,50, il n'est plus signalé de « pierres », rien que des sables fins et des argiles plus ou moins sableuses.

Pour ce qui concerne les échantillons, c'est tout autre chose.

Entre 49^m,50 et 88^m,55, nous nous trouvons dans une sorte de gâchis où se heurtent des argiles compactes et pures, gris verdâtre comme l'argile asschienne *Asc*, et des bancs de gros grains de glauconie,

meubles, ressemblant absolument à la *bande noire*, base de l'Asschien.

De 88^m,55 à 92 mètres, il y a encore du sable gris verdâtre, glauconifère, très fin, velouté au toucher, micacé, tout à fait semblable à celui signalé entre 48^m,70 et 49^m,50 et dont on ne peut faire que du sable ypresien.

Entre 92 et 97 mètres vient encore une couche représentée, dans la série d'échantillons, par un amas de gros grains de glauconie, donnant encore l'impression de la *bande noire*, base de l'Asschien; puis, de suite au-dessous, de 97 mètres à 97^m,50, vient, enfin (!), un point de repère sur lequel il y a peut-être lieu de s'appuyer.

C'est un amas pur et meuble de *Nummulites planulata* de taille moyenne, mêlées à beaucoup de débris de *Pecten corneus* var. *laudunensis*, à de rares fragments de *Ditrupa* et à d'assez nombreux gros grains de quartz.

Il semble qu'ici nous soyons définitivement dans l'Ypresien, et rappelons qu'un banc à *Nummulites* semblable a été rencontré, à la brasserie de la Dyle, entre 86 et 90 mètres.

Il serait donc, à l'Arsenal, à 7^m,50 plus bas.

De 97^m,50 à 100 mètres, encore sable *Yd* bien caractérisé.

De 100 à 103 mètres, argile grise plastique ypresienne.

De 103 à 115 mètres, sable très fin, micacé, facies *Yd*.

De 115 à 116 mètres, argile (pas d'échantillon).

De 116 mètres à 121^m,50, nouvelle couche fossilifère, dont l'échantillon est représenté par une infinité de menus débris de Fossiles indéterminables, parmi lesquels on remarque d'assez nombreux fragments de *Nummulites planulata*.

De 121^m,50 à 122^m,50, pierre dure? (*Septaria*?); pas d'échantillon.

De 122^m,50 à 123^m,65, argile grise, sableuse.

De 123^m,65 à 130 mètres, sable fin; bon facies *Yd*.

De 130 mètres à 149^m,50, le carnet indique de l'argile dure avec des lits sableux plus au moins épais.

De 149^m,50 à 153 mètres, sable fin; bon facies *Yd*.

De 153 mètres à 162^m,10, alternance de sable et d'argile.

De 162^m,10 à 167 mètres, argile grise, schistoïde, finement sableuse.

De 167 mètres à 171^m,50, argile grise très dure.

De 171^m,50 à 178^m,50, le carnet indique : *Sable avec pierre bleue*. L'échantillon montre des grumeaux de pyrite pure, broyée, signalant la présence de concrétions cavernueuses de pyrite, comme il s'en trouve assez souvent vers le bas de l'Ypresien.

De 178^m,50 à 180 mètres, le carnet indique de l'argile bleue.

A partir de 180 mètres, les échantillons cessent complètement, et il faut s'en rapporter uniquement aux notes du sondeur.

Voici ce que nous y trouvons :

- 180 mètres à 181^m,50, sable gris;
- 181^m,50-183^m,50, argile bleue, dure;
- 183^m,50-193^m,63, sable vert, dur;
- 193^m,63-193, sable argileux, dur;
- 193-201, argile grise, dure;
- 201-204^m,70, sable dur;
- 204^m,70-206, argile verdâtre avec traces de pierres;
- 206-206^m,60, pierre gris bleuâtre;
- 206^m,60-214^m,60, argile grise avec traces de pierres;
- 214^m,60-213, pierre grise;
- 213-213^m,10, argile dure;
- 213^m,10-213^m,50, pierre tendre;
- 213^m,50-216, argile grise, dure;
- 216-217, pierre grisâtre, dure;
- 217-217^m,40, argile grise;
- 217^m,40-218^m,40, pierre grise;
- 218^m,40-220, argile;
- 220-224^m,50, craie;
- 224^m,50-228^m,10, argile bleue.

C'est sous cette argile bleue que viennent les trois échantillons :

- 228^m,10-228^m,40, limonite;
- 228^m,40-228^m,60, limonite et pyrites altérées;
- 228^m,60- chalkopyrite et pyrite massives.

Si nous jugeons d'après les apparences, il faudrait ranger dans l'Ypresien tout ce qui est compris entre 180 et 201 mètres; on considérerait alors le sable signalé entre 201 mètres et 204^m,70 comme le terme supérieur du Landenien marin (L 1 d). Dès lors, les alternances d'argile et de pierres comprises entre 204^m,70 et 220 mètres constitueraient le Landenien inférieur (L 1 c et L 1 b). Aucun gravier n'est signalé à la base du Landenien.

La roche traversée de 220 à 224^m,50 est déterminée par le sondeur comme « craie »; on n'a même pas dit : craie blanche, ce qui serait encore une assurance relative.

Admettons donc, avec toutes les réserves nécessaires, qu'il soit bien question de la craie blanche sénonienne.

Quant à l'argile renseignée entre 224^m,50 et 228^m,10, c'est, jusqu'à preuve du contraire, le sommet altéré du Primaire.

Ce Primaire renferme sans doute des filons de sulfures métalliques dont la partie supérieure, altérée, constitue le « chapeau de fer » bien connu.

Si nous rassemblons ce que nous avons appris, nous en arrivons au triste résultat suivant :

	{ ?	0	74 ^m ,30
ÉTAGE YPRESIEN . . .	{ Alternances de sable fin et d'argile avec lits à <i>Nummulites planulata</i> de 97 mètres à 97 ^m ,50 et de 116 mètres à 121 ^m ,50 . .	74 ^m ,30	201 ^m ,00
ÉTAGE LANDENIEN . . .	{ Sable <i>Lid</i> ?	201 ^m ,00	204 ^m ,70
	{ Argile avec lits de psammites (<i>Lic</i> , <i>Lid</i>).	204 ^m ,70	220 ^m ,00
Craie sénonienne?		220 ^m ,00	224 ^m ,50
TERRAIN PRIMAIRE . . .	{ Argile bleue	224 ^m ,50	228 ^m ,10
	{ Pyrites	228 ^m ,10	228 ^m ,60

Si l'on en croit le carnet du sondeur, la craie blanche, que l'on croyait devoir être très épaisse sous Malines, n'a que 4^m,50 d'épaisseur.

Sous Vilvorde, la craie a environ 30 mètres d'épaisseur, de sorte qu'au lieu d'aller toujours en s'épaississant vers le nord, elle diminue de puissance pour s'éteindre rapidement au nord de Malines.

Il devient ainsi éminemment probable que, contrairement à ce que l'on prévoyait, il n'existe pas de craie sous Anvers.

Pour ce qui concerne l'eau, notre confrère M. Slaghmuylder, ingénieur principal des voies et travaux, a bien voulu nous fournir les renseignements suivants :

La première venue d'eau signalée (1) a été rencontrée à la profondeur de 121^m,50, donc immédiatement sous la deuxième couche fossilifère de l'Ypresien, constituant un niveau dur, non boulant.

Cette eau, que l'on pouvait pomper en « quantité suffisante », fut analysée; elle donna par litre :

Degré hydrotimétrique	3°
Matières organiques	0 ^{gr} ,0384
Carbonate de soude	0 ^{gr} ,320

(1) Il est de toute évidence que quantité de couches aquifères pouvant fournir l'eau potable désirée ont été rencontrées bien au-dessus de cette profondeur; mais elles ont été dédaignées parce que les sondeurs ne recueillent pas les eaux des sables aquifères par crainte d'ensablement; toutefois, il existe actuellement des systèmes de puits filtrants qui permettent ce captage.

Vu la teneur en carbonate de soude, il fut jugé que cette eau était à déconseiller pour l'alimentation.

On se décida à creuser plus profondément; à 142 mètres, un sable vert fournit une venue d'eau fortement chargée d'oxyde de fer et qu'on ne put obtenir claire.

A 180 mètres, nouvelle venue d'eau jaillissante, qui s'élève jusque 11^m,20 au-dessus du sol, avec un débit constant d'environ 50 litres par minute.

Après repos, l'eau fut analysée; elle donna :

Degré hydrotimétrique	4°
Matières organiques	0 ^{gr} ,0412
Aspect trouble.	

Cette eau fut donc jugée convenable au point de vue hygiénique, mais les tuyaux de plomb devaient être écartés pour les conduites.

Les travaux ayant été interrompus, des éboulements souterrains se produisirent et l'eau devint constamment trouble et chargée de sable.

Après repos, une nouvelle analyse fut faite et cette fois les résultats furent les suivants :

Degré hydrotimétrique	1°,5
Matières organiques	0 ^{gr} ,0137
Carbonate de soude	0 ^{gr} ,244
Aspect fort trouble.	

En raison de la quantité de carbonate de soude, l'eau, qui était primitivement potable, ne l'était plus.

Après repos, la même eau, analysée dans un laboratoire particulier, change encore une fois de nature :

Degré hydrotimétrique	2°,5
Réaction légèrement alcaline.	
Présence d'ammoniaque.	
—	de magnésie.
—	de sulfate.
Assez bien de carbonate.	
Beaucoup de chlorure.	
Présence de matières organiques.	

L'eau fut de nouveau condamnée comme non potable.

C'est pour cette raison que l'on a approfondi le puits.

Dans la fissure du Primaire tapissée de sulfures métalliques, de l'eau jaillissante a encore été rencontrée, mais son goût était ferrugineux.

Et voilà comment à 228^m,60 on n'a pas encore rencontré d'eau potable, alors qu'il est hautement probable qu'il en existe de très bonne, en abondance, à faible profondeur.

T. C. MOULAN. — Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux.

L'assemblée vote l'impression aux *Mémoires* d'une étude de M. Moulan faisant connaître les ressources que l'on peut retirer, comme drainage en eaux alimentaires, des roches quartzo-schisteuses (notamment des grès et des psammites) du *Devonien inférieur* et du *Devonien supérieur*, terrains sur lesquels l'attention des chercheurs ne paraît pas s'être portée suffisamment jusqu'ici, surtout dans la région ardennaise, où manquent souvent les calcaires aquifères, en même temps que les dépôts meubles recouvrants.

M. Moulan énumère les diverses localités pour lesquelles il a établi ou proposé, avec de réelles chances de succès, des dispositifs de drainage alimentaire dans ces terrains. Il indique la meilleure disposition à donner aux galeries filtrantes et les moyens de maintenir les réserves aquifères dans de bonnes conditions d'utilisation constante.

Il s'étend spécialement sur les cas particulièrement réussis de Binche dans le Hainaut et de Jeumont dans le Nord, où il a établi, à la grande satisfaction des populations, des galeries dans des massifs aquifères intéressant exclusivement le terrain quartzo-schisteux devonien, où l'on ne croyait naguère pouvoir obtenir que des eaux temporaires et des réserves vites anéanties.

Les eaux de ces terrains présentent assurément certains inconvénients, surtout à cause de la décomposition des pyrites que ces roches renferment parfois en abondance. Mais M. Moulan indique les moyens, très simples, d'obvier à ces inconvénients ou plutôt d'en empêcher la production, qui ne peut plus s'opérer lorsque les galeries sont disposées, à l'aide de serrements, de manière à être *noyées* dans la venue d'eaux qu'elles amènent.

Il résulte de cet exposé, bien documenté, qu'il existe en Belgique dans les massifs non calcaires du Devonien inférieur et du Devonien supérieur, soit dans le quartzo-schisteux de l'Ardenne, des réserves d'eaux alimentaires encore trop peu étudiées et trop rarement utilisées jusqu'ici.

Le grade d'ingénieur-géologue à Liège. Lettre de M. Forir
à M. Van den Broeck (25 février 1901).

M. Lohest me charge, en réponse à votre demande, de vous transmettre les renseignements suivants, relatifs au grade d'INGÉNIEUR-GÉOLOGUE créé à la Faculté des sciences de l'Université de Liège.

Vous trouverez ci-inclus le programme des cours. Le diplôme ne peut être accordé qu'à des ingénieurs des mines après une année complémentaire d'études et de travaux pratiques. C'est sur ces derniers que j'attire spécialement votre attention, car ils constituent la seule innovation apportée aux anciens programmes. Tous les autres cours existaient au programme du doctorat en sciences minérales.

Les élèves doivent, pendant quinze jours, en ce qui concerne la géologie, faire un levé détaillé à grande échelle : le 20 000^e au moins, d'une région choisie par eux.

Sept élèves sont inscrits actuellement : ce sont MM. U..., qui fera du levé dans le Limbourg hollandais; F..., dans le Condroz; B..., à Dinant; V..., à Engis; R..., à Verviers; D... (à déterminer) et A... (élève libre, qui ne peut prendre de diplôme).

Les travaux de levé se font sous la surveillance de M. Lohest et de moi-même.

Les travaux pratiques comportent, en outre, un mémoire sur une question de géologie pure ou appliquée ou un rapport géologique sur une entreprise minière belge ou étrangère existante ou à créer.

Comme vous le voyez, le résultat pour la première année est remarquable et montre bien que la création du diplôme répond à un besoin réel. Plusieurs élèves sont déjà inscrits pour l'an prochain.

Le caractère des études est qu'elles ne conduisent pas du tout à un *doctorat scientifique*, mais à un *diplôme pratique*, bien caractérisé par le titre d'*ingénieur-géologue*.

Grade scientifique d'ingénieur-géologue.

Études complémentaires pour les ingénieurs des mines qui aspirent au diplôme d'ingénieur-géologue.

	Premier semestre.	Deuxième semestre.
Géologie et géographie physique, <i>M. Lohest</i> , prof. extraordinaire.	Lundi, mercr., vendr., 10 ¹ / ₄ à 11 ¹ / ₂ h.; mardi, 3 ¹ / ₂ à 4 ¹ / ₂ h.	
Géologie appliquée et hydrologie, <i>M. Lohest</i> , prof. extraordinaire.	Samedi, 9 à 10 h. . . .	Samedi, 9 à 10 h.
Paléontologie animale, <i>J. Fraipont</i> , prof. ordinaire.	Mardi, 10 à 11 h.; jeudi, vendr., 9 ¹ / ₂ à 10 ¹ / ₂ h.
Paléontologie végétale, <i>A. Gilkinet</i> , prof. ordinaire.	Mercredi, 9 à 10 h.
Travaux pratiques de géologie, <i>M. Lohest</i> , prof. extraordinaire.	Le laboratoire est ouvert tous les jours.	Le laboratoire est ouvert tous les jours. Quinze jours d'excursion.
Travaux pratiques de pétrographie, <i>G. Cesàro</i> , prof. ordinaire.	Une après-midi par semaine.
Travaux pratiques de paléontologie, <i>Gilkinet</i> et <i>J. Fraipont</i> , prof. ordinaires.	Une après-midi par semaine.	Une après-midi par semaine.

Nous reproduisons aux pages ci-après le texte de l'arrêté royal réglant l'institution du grade et du diplôme scientifique d'ingénieur-géologue à l'Université de Liège.

La séance est levée à 10³/₄ heures.

(Extrait du MONITEUR BELGE du 8 septembre 1900, n° 251.)

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR & ET DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

**ADMINISTRATION DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DES SCIENCES ET DES LETTRES.**

**Université de Liège. — Faculté des sciences. — Institution d'un
grade et d'un diplôme scientifiques d'ingénieur-géologue.**

**LÉOPOLD II, Roi des Belges,
A tous présents et à venir, SALUT.**

« Vu l'article 6 de la loi du 15 juillet 1849, organique de l'enseignement supérieur donné aux frais de l'État, article portant que « les » universités pourront conférer des diplômes scientifiques en observant » les conditions qui seront prescrites par les règlements. Ces diplômes » ne conféreront aucun droit en Belgique » ;

» Vu Notre arrêté du 29 juillet 1869, réglant d'une manière générale la collation des diplômes scientifiques et honorifiques par les universités de l'État ;

» Considérant qu'il est opportun d'organiser, dans la Faculté des sciences de l'Université de Liège, un enseignement spécial pour les ingénieurs qui voudraient compléter leurs études géologiques ;

» Vu l'avis de la Faculté susdite ;

» Sur la proposition de Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique,

» Nous avons arrêté et arrêtons :

» **ARTICLE PREMIER.** — Sont institués, dans la Faculté des sciences de l'Université de Liège, le grade et le diplôme scientifiques d'ingénieur-géologue.

» Il est procédé aux examens pour la collation de ce grade et la délivrance de ce diplôme, conformément aux prescriptions des articles 6 à 12 inclus de Notre arrêté prérappelé du 29 juillet 1869.

» ART. 2. — Les ingénieurs honoraires des mines, les ingénieurs civils des mines porteurs d'un diplôme entériné ou du diplôme de capacité mentionné à l'article 8 de l'arrêté ministériel du 31 mai 1888, les ingénieurs des arts et manufactures (régime antérieur à l'arrêté ministériel du 10 octobre 1893), ainsi que les ingénieurs des mines étrangers peuvent obtenir le diplôme d'ingénieur-géologue après une année au moins d'études complémentaires et une épreuve subie avec succès sur les matières suivantes :

» 1^o La géologie et la géographie physique;

» 2^o La géologie appliquée et l'hydrologie;

» 3^o La paléontologie animale et végétale;

» 4^o Une épreuve pratique en pétrographie.

» Les récipiendaires doivent, en outre, présenter un mémoire original sur une question de géologie pure ou appliquée ou d'hydrologie.

» Les rapports sur des mines ou des régions minières de la Belgique ou de l'étranger, dans lesquels les questions de géologie ou de gisements sont spécialement traitées, sont assimilés aux mémoires prévus par le paragraphe précédent.

» ART. 3. — Les mémoires ou rapports doivent être transmis au jury quinze jours au moins avant la date fixée pour l'examen.

» Les récipiendaires peuvent être interrogés sur les sujets traités dans ces mémoires ou rapports.

» ART. 4. — Les frais d'inscription générale aux cours, aux laboratoires et à l'examen sont les mêmes que pour le doctorat en sciences naturelles.

» ART. 5. — Notre Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique est chargé de l'exécution du présent arrêté. »

Donné à Ostende, le 24 août 1900.

LÉOPOLD.

Par le Roi :

*Le Ministre de l'Intérieur
et de l'Instruction publique,*

J. DE TROOZ.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1901.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

ALB. PENCK. — **Les périodes glaciaires de l'Australie.** (*Zeitschr. d. Gesellschaft f. Erdk.* Berlin, Bd XXXV, n° 4, 1900.)

La première période glaciaire de l'Australie et de la Tasmanie remonte aux temps permo-carbonifères; la seconde date des temps géologiques récents.

Période permo-carbonifère. — C'est surtout dans le sud-est du continent australien que l'on a constaté les indices glaciaires : à Hallets Cove, près d'Adelaïde, à Bacchus Marsh, dans la colonie de Victoria et à Wild Duck Creek, près de Melbourne. La formation glaciaire est constituée par le *Mudstone* des géologues australiens, et que Penck compare au *Geröll Thonschiefer* (argile schisteuse avec blocs roulés) de E. Kalkowsky. Ces schistes sont rouges et manifestement stratifiés; ils alternent avec des couches de sable et renferment des nids de conglomérat. Les blocs qu'on y rencontre constituent parfois jusqu'au dixième de la masse; le poids d'un bloc peut atteindre jusque 8 tonnes et au delà; le plus souvent, ils mesurent 1 pied cube. Leur forme est ovale, ronde ou à facettes. Les blocs arrondis présentent fréquemment des stries parallèles, parfois réunies en systèmes se coupant sous des angles divers. L'épaisseur de la formation dépasse parfois 120 mètres; elle repose en stratification discordante sur le Silurien, renferme des blocs striés d'âge devonien et passe sous le Néogène du bassin du fleuve Murray.

Dans le dépôt de Bacchus-Marsh, dont l'épaisseur varie de 500 à 1,500 mètres, et qui repose sur une étendue de terrain silurien dont la surface est creusée de stries parallèles, à direction nord-est, on constate la présence de trois espèces nouvelles de *Gangamopteris* qui se ren-

contrent aussi dans les couches de Talchir aux Indes Anglaises, appartenant au système du Gondwana.

Dans le Queensland et dans la Nouvelle-Galles du Sud, M. Oldham constata également, en 1885, des traces glaciaires dans les formations carbonifères, et l'on en rencontre aussi dans la Tasmanie. On peut rattacher cet ensemble d'observations aux constatations analogues faites dans l'Inde et au Cap. Dans l'Inde, on a signalé les conglomérats du Talchir, à la base du système du Gondwana, celui-ci constituant un équivalent de la série marine du Carbonifère, du Permien et du Trias. Dès 1856, les frères Blandford avaient soutenu l'origine glaciaire du conglomérat. En 1875, Fedden signale les phénomènes glaciaires de Chanda (19° latitude nord, 79° longitude est); Wynne et Noetling les retrouvent dans le Salt Range et décrivent les blocs à facettes qu'on y rencontre; enfin, à 600 kilomètres au sud, dans le désert indien (26° latitude nord, 71° longitude est), Oldham rencontre également des surfaces striées recouvertes d'argile à blocs, avec des blocs striés présentant des facettes.

Au Cap, on rencontre à la base de la formation du Karroo, analogue à la formation du Gondwana, un conglomérat à blocs striés, reposant sur une surface striée également. C'est le conglomérat Dwyka que Sutherland a reconnu au Natal et qu'il considère comme glaciaire. On a aussi décrit un conglomérat du Vaal, qui correspond à celui de Dwyka. L'ensemble occupe un espace en losange dont un des côtés mesure 1,100 kilomètres.

Le problème de la formation glaciaire permo-carbonifère. — La concordance dans les trois continents est très frappante. Les formations présentent partout presque tous les phénomènes qu'on s'est habitué à désigner comme étant d'origine glaciaire. On peut admettre qu'il s'agit ici de formations purement glaciaires, fluvio-glaciaires et glaciaires marines ou drift. L'âge géologique de celles-ci est le même partout; on peut le placer dans le permo-carbonifère ou à la fin de l'ère paléozoïque. Cependant, on n'est pas obligé d'admettre une coïncidence absolue, et il peut y avoir eu une certaine alternance pendant la période géologique indiquée.

Il y a lieu de remarquer également, que les phénomènes glaciaires se localisent assez près de l'Équateur, et ceci ne fait qu'augmenter la difficulté, lorsqu'on veut se représenter la constitution climatérique du globe à l'époque de la formation de l'argile à blocs permo-carbonifère. Enfin celle-ci ne se rencontre que dans les contrées qui entourent l'océan Indien. Il y aurait là une analogie avec l'âge glaciaire du

Quaternaire, dont les formations se rencontrent surtout sur les bords de l'Atlantique, concentriquement autour du Groenland. On peut calculer que le centre glaciaire du Permo-Carbonifère se trouve dans l'océan Indien sous le tropique du Capricorne par 86° longitude est. Oldham a voulu expliquer ces phénomènes par un déplacement du pôle antarctique. Si l'on se représente le pôle déplacé de $66\frac{1}{2}^{\circ}$, de façon à occuper une position centrale relativement aux trois zones de blocs erratiques de l'époque permo-carbonifère, on pourrait plus facilement les rattacher à un même système glaciaire, et ainsi expliquer l'absence de traces glaciaires dans les terrains permien d'Europe, qui se trouverait, dans cette hypothèse, occuper l'Équateur du globe pendant la période permienne, alors que le pôle nord se serait localisé dans le nord-ouest du Mexique. Ici nous rencontrons une première objection à la théorie du déplacement du pôle, car jusqu'ici on n'a pas rencontré dans l'hémisphère nord actuel ni dans celui qui correspond à l'hypothèse du déplacement permien du pôle, de signes qui permettent de conclure à une glaciation correspondant à celle du pôle sud.

De plus, la direction des stries glaciaires suit généralement les méridiens actuels avec une certaine déviation à l'est, de sorte que celle-ci correspond à la situation actuelle du pôle. De sorte que nous nous trouvons devant un problème qui attend encore sa solution.

Nouvelles hypothèses explicatives. — Jusqu'ici, la formation de l'argile à blocs permo-carbonifère avait été exclusivement constatée dans le système du Gondwana, qui entoure l'océan Indien. Tout récemment Bodenbender a montré que les couches de Gondwana occupaient une grande étendue dans l'Amérique du Sud, et cette découverte a complètement modifié nos idées sur la migration de la flore du Gondwana, qu'on ne doit dès lors plus expliquer par l'existence d'un continent submergé dans l'océan Indien (Oc. Indique), alors qu'on peut plutôt admettre que les pointes des trois masses continentales australes ont été reliées entre elles ou avec le continent antarctique. On pourrait expliquer de la même manière la présence des couches de Gondwana en Amérique, en Afrique, dans l'Inde et en Australie, d'autant plus que les couches de l'Amérique du Sud présentent également à leur base un conglomérat. Si l'on parvient à constater dans celui-ci la présence de stries, on peut en conclure que la striation ne s'observant plus exclusivement autour de l'océan Indien, ce n'est pas dans celui-ci qu'il faut chercher le centre des phénomènes glaciaires permo-carbonifères. Nous aurions dans l'hémisphère austral une zone striée qui s'étend de 26° à 43° latitude sud, ayant pour centre le pôle actuel.

Étant donnée l'énorme étendue de cette zone, on peut se demander si les arguments invoqués pour admettre l'origine glaciaire des phénomènes de striation et de la présence de l'argile à blocs ont une valeur suffisante. Il y a d'abord une différence importante entre les formations australiennes et le Till ou argile à blocs d'Écosse; les premières présentent une stratification marquée, soit primitive, soit secondaire. Il faut y signaler en outre la présence des blocs à facettes, qu'on ne rencontre pas dans les formations du diluvium en Europe. Elles présentent souvent sur chacune de leurs faces une série de stries parallèles qui coupent parfois à angle droit la direction des stries de la surface voisine. La détermination du mode de formation de ces blocs aura une grande importance pour l'explication de l'ensemble de ces formations du système de Gondwana.

Il y a lieu de signaler la striation des plans de glissement qui ont été décrits dans la molasse subalpine. Ce phénomène a été étudié par plusieurs auteurs, et il résulte de leurs recherches que les stries à la surface des roches ne sont pas toujours d'origine glaciaire.

En résumé, on peut dire que l'argile à blocs permo-carbonifère présente une très grande analogie avec les formations glaciaires. A côté des blocs à facettes, on y rencontre des blocs striés ressemblant tout à fait à ceux que l'on rencontre dans les glaciers. Par contre, la stratification de cette argile n'est pas en rapport avec la glaciation, et jusqu'ici il n'a pas encore été possible de donner une explication satisfaisante du mode de formation des blocs à facettes.

La période glaciaire quaternaire de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande. — Elle a laissé moins de traces que la précédente. On commença par les reconnaître vers 1885, sur le Mont Kosciusko et sur les Alpes dans la Colonie de Victoria. On a parlé d'abord d'une période de glaciers isolés antérieure à celle de l'hémisphère nord, puis on en vint à admettre que le refroidissement avait été beaucoup plus considérable et plus ancien.

Dans l'île sud de la Nouvelle-Zélande, la limite inférieure de la neige permanente actuellement varie entre 2,200 et 1,800 mètres. On y a découvert des traces de glaciers qui permettent de conclure que la limite de la neige descendait autrefois à plus de 1,000 mètres plus bas. Les glaciers, atteignant parfois 80 kilomètres de longueur, descendaient alors jusque dans la plaine de Canterbury, mais sans atteindre la mer, ce qui prouve que le niveau du sol était le même alors que maintenant.

En Tasmanie, on a découvert les traces glaciaires sur la côte ouest et au centre de l'île. Les moraines atteignent jusqu'au bord de la mer actuelle.

Dans les Alpes australiennes de la Nouvelle-Galles du Sud et de Victoria, les études géologiques non encore terminées montrent que la neige permanente descendait autrefois jusque 1,200 à 1,000 mètres, alors qu'aujourd'hui la limite inférieure est estimée remonter jusque 3,000 mètres, c'est-à-dire que les Alpes australiennes se trouvent actuellement au-dessous de cette limite.

Comparaison avec la période glaciaire en Europe. — Les Pyrénées sont les montagnes qui conviennent le mieux pour la comparaison avec celles des continents austraux. De part et d'autre, on trouve la même différence de niveau entre les limites actuelles et anciennes de la neige permanente, et des deux côtés on peut l'évaluer à 1,200 mètres.

V. D. W.

R. F. SCHARFF. — **L'histoire de la faune de l'Europe.** (*The Contemporary Science Review*. Un vol. in-12, 364 pages. Londres, Walter Scott, 1899.)

Quoique ce livre ne traite pas exclusivement de questions géologiques, il nous paraît utile de le passer en revue, parce que les conclusions auxquelles l'auteur arrive ne sont pas toujours complètement d'accord avec la tendance générale des géologues qui s'occupent du Quaternaire et de l'époque glaciaire.

Par suite de ses études sur la distribution des plantes et des animaux actuels, comparée à la paléontologie des périodes tertiaire et quaternaire, et en se basant surtout sur ces distributions zoologique et botanique dans les îles de la Grande-Bretagne, M. Scharff cherche à déterminer plus nettement les anciennes connections de ces îles entre elles et avec le continent. De plus, il combat la théorie du grand bouclier de glace qui aurait recouvert le nord de l'Europe en y détruisant complètement la faune et la flore.

Il montre que la faune européenne s'est constituée par l'immigration de trois groupes d'espèces : l'élément sibérien, l'élément oriental et l'élément arctique, que l'on peut encore reconnaître aujourd'hui, grâce à la détermination de la distribution actuelle des Mammifères, des Lombrics et des Mollusques terrestres. C'est surtout l'étude de la faune de la Grande-Bretagne qui a conduit l'auteur à ces conclusions. D'une façon générale, on peut dire que les animaux qui habitent l'Angleterre proprement dite viennent de l'est, que la plupart des animaux qui ont

une origine septentrionale se trouvent en Écosse, et qu'en Irlande on rencontre les animaux venant du sud. Voici la manière dont l'auteur nous expose l'arrivée successive de ces différents éléments sur le sol de la Grande-Bretagne.

Immigration orientale. — Au début du Tertiaire, alors que le climat de l'ouest de l'Europe était humide et presque tropical, il y avait immigration vers le nord d'organismes venant de la partie sud-ouest de l'Europe en compagnie d'autres organismes arrivés de l'Orient par le bassin de la Méditerranée. Pour expliquer la possibilité de cette migration, il faut admettre qu'une ligne côtière s'étendait depuis la France jusqu'en Irlande, comme le démontre la coïncidence d'un grand nombre d'espèces côtières. De plus, le sol de la mer d'Irlande était occupé à ce moment par un lac d'eau douce. A la suite d'une modification de la situation géographique, une faune alpine s'est établie dans la Grande-Bretagne, et plus tard est venue se joindre à celle-ci une immigration venue du sud-est. Cependant le climat devient plus tempéré et plus sec. C'est à ce moment qu'une immigration arctique tend à s'établir vers le sud, et, enfin, les animaux venus de la Sibérie envahissent le continent européen. C'est cette dernière immigration qui nous a laissé les documents fossiles relativement les plus complets à l'aide desquels nous pouvons reconstituer, non seulement sa direction, mais aussi son âge géologique. Elle arriva en Allemagne après le dépôt du *Boulder-Clay* (argile à blocs); et puisque celle-ci est considérée comme un dépôt glaciaire, on peut en conclure qu'elle eut lieu après la première phase de la période glaciaire. En Angleterre, on rencontre les traces de l'immigration sibérienne pour la première fois dans les *Forest-Bed* de Cromer, qu'on doit par conséquent regarder comme l'équivalent du *loess* de l'Europe centrale.

La faune d'origine arctique, qui est beaucoup plus pauvre que les autres, ne présente ni Reptiles ni Amphibies, du moins actuellement, car à l'époque miocène elle était très riche; mais elle s'est appauvrie par suite des modifications du climat survenues à la suite de la transformation géographique. Autrefois la Scandinavie, le Groenland, le Spitzberg et l'Amérique étaient réunis en un seul continent qui séparait l'océan Atlantique de l'océan Arctique. Quand la température vint à baisser par suite de la désagrégation de ce continent, les animaux émigrèrent vers le sud, et c'est de cette façon qu'on explique la présence de plantes et d'éponges d'eau douce, analogues à celles de l'Amérique, dans les îles de la Grande-Bretagne. L'auteur nous rappelle que les restes fossiles de Rennes découverts en Europe se rattachent

à deux variétés différentes, celle des *Barren-Ground* du Canada et celle du *Woodland*. La première se rencontre en Irlande et dans le sud de la France, tandis que l'autre se rencontre surtout vers l'est et finit par y procéder exclusivement de l'autre. On croit que la variété du *Barren-Ground* est la plus ancienne en Europe et qu'elle y est venue avec la migration arctique, et que l'autre variété est arrivée beaucoup plus tard de la Sibérie, alors que l'Irlande était déjà séparée de l'Angleterre. Dans cette faune, il faut ranger également le Lièvre arctique (*Lepus variabilis*) qui est arrivé en Europe par la même voie, avant la période glaciaire ou au début de celle-ci, et qui actuellement habite toutes les contrées baignées par l'océan Arctique. L'auteur nous expose, au moyen d'une carte, ses idées sur la disposition géographique des terres et des mers à l'époque de la migration arctique. Un vaste golfe de l'océan Arctique, pénétrant par la mer Baltique, le nord de la Russie, l'Allemagne du Nord, vient baigner l'est de l'Angleterre et le nord de notre pays; il est séparé de l'océan Atlantique par le sud de l'Angleterre, ainsi que par la région de la mer de la Manche qui était alors terre ferme. Enfin, du Spitzberg à l'Irlande s'étend un continent allongé qu'on peut considérer comme une Scandinavie rétrécie et allongée. C'est par le golfe arctique que seraient arrivés les erratiques scandinaves, qu'on rencontre dès le *Red Crag*. Les espèces marines de l'Amérique du Nord qu'on y observe se seraient également propagées par cette voie. Ce serait vers la fin de la période glaciaire que la continuation des terres fut rompue entre la Scandinavie, le Spitzberg et le Groenland et que les eaux de l'océan Atlantique et de l'océan Arctique purent communiquer. Il est plus difficile de dire quand l'Écosse se sépara de la Scandinavie; en tout cas, ce fut seulement après qu'il y eut séparation entre l'Écosse et l'Irlande.

L'immigration sibérienne. — Le professeur Nehring a montré qu'elle eut lieu après le dépôt du *Boulder-Clay* inférieur sur le continent européen; il admettait que le climat de la région qui constitue maintenant l'Allemagne était celui d'une steppe, mais l'histoire des Mollusques de cette période ne confirme pas cette théorie. Il faudrait plutôt admettre que la mer Caspienne était réunie à l'océan Arctique pendant le Pliocène et le commencement du Glaciaire, et lorsque cette communication cessa, les animaux de la Sibérie trouvèrent un chemin vers les plaines de l'Europe. On les trouve en Angleterre pour la première fois dans le *Forest-Bed*, et comme leur apparition en Allemagne coïncide avec le *Lower-Boulder-Clay* de la période intraglaciaire, il faudrait ranger le *Forest-Bed* dans la période glaciaire. M. Scharff, contrairement à

l'opinion de la plupart des géologues anglais, considère le *Boulder-Clay* comme d'origine marine, et loin d'admettre que le nord de l'Europe était, pendant la période glaciaire, recouvert par une épaisse couche de glace, il considère comme indubitable la persistance d'une faune et d'une flore d'origine pliocène dans ces contrées pendant toute la durée de la période. Ce que l'on a appelé la flore glaciaire ne constitue pour lui que les représentants de cette faune tertiaire qui ont survécu et qui sont arrivés en Angleterre par la migration arctique; une partie de cette flore était probablement propre à ce pays. Il cite un argument curieux en faveur de cette théorie. A Kew et à Christiania, on a observé que les plantes arctiques et alpines ne résistent pas aux rigueurs de l'hiver et que, pour les conserver pendant la saison froide, il faut les mettre sous verre. Il faudrait admettre qu'elles ont été protégées pendant les hivers de la période glaciaire par une épaisse couche de neige. Plus tard, elles n'ont pu résister aux plantes nouvelles qui envahissaient les plaines du centre de l'Europe et elles n'ont persisté que sur les Alpes et sur la côte de l'Irlande qui regarde l'océan Atlantique.

L'immigration orientale. — Elle provient de l'Asie du Sud, du Centre et de l'ouest de l'Asie, et il n'est pas toujours facile de distinguer ses représentants de ceux de l'immigration sibérienne, parce que les voies ont été en partie communes à toutes deux, c'est-à-dire au nord et au sud de la mer Caspienne. Parmi les représentants de la faune orientale, il faut ranger le Mammouth, le Sanglier, le Blaireau, les Sauteurs et les Faisans, quelques Reptiles et Amphibies et une foule d'Invertébrés. Les plus anciens représentants de cette faune sont venus par la région de la Méditerranée, qui alors ne se présentait pas comme de nos jours, car la Grèce était encore réunie au sud de l'Italie, à la Sicile et à la Tunisie, à laquelle la Sardaigne et la Corse se trouvaient reliées; par contre, le détroit de Gibraltar n'existait pas. C'est donc par l'Espagne que le plus grand nombre de représentants de la faune orientale ont pénétré en Europe.

La faune lusitanienne. — Elle peut provenir du nord-ouest de l'Afrique ou d'un continent submergé qui était situé à l'ouest du Portugal. C'est surtout en Irlande que ses représentants ont pénétré. Edward Forbes admettait que l'élément lusitanien de la flore britannique était d'âge miocène et avait survécu à la période glaciaire. Les éléments orientaux qui ont pénétré par l'Espagne ne se sont pas confondus avec l'élément lusitanien. Le Lapin a une origine lusitanienne; il faut y ajouter quelques Oiseaux, des Reptiles et des Amphibies. La plupart des Limaces et des Mollusques terrestres de la Grande-

Bretagne appartiennent à cette faune. Enfin, il faut signaler deux plantes remarquables : un arbuste (*Arbutus unedo*) et une Euphorbiacée (*Euphorbia hiberna*).

La faune alpine. — La plupart des représentants sont indigènes ou proviennent de l'Asie. Ils ont survécu dans les Alpes pendant les froids de l'époque glaciaire. Les espèces presque identiques qu'on rencontre en Scandinavie ne sont pas arrivées directement des Alpes, mais il faudrait plutôt admettre que les deux régions ont été peuplées par des organismes venant du même centre, et, pour le prouver, l'auteur se base sur la distribution géographique des différentes espèces de « grouse ». Il n'admet donc pas la théorie de Forbes, qui prétend que pendant la période glaciaire les animaux du nord et du sud sont descendus dans les plaines et qu'ils sont rentrés dans les montagnes lorsque la température est redevenue plus douce; ni celle de Nehring, qui fait dériver la faune actuelle de la Scandinavie et des Alpes de l'émigration sibérienne. Il n'admet pas non plus les vues des botanistes Engler et Christ, qui admettent tous deux que la plus grande partie de la flore alpine est post-glaciaire et constituée par des représentants des espèces venues de la Sibérie. L'auteur partageant les opinions du botaniste John Ball, croit que l'arrivée des plantes alpines a eu lieu longtemps avant la période glaciaire. Il admet, avec Krasan, que beaucoup de plantes qui vivent maintenant dans les Alpes occupaient les plaines basses à l'époque pliocène, et c'est grâce à l'humidité qui régnait pendant l'époque glaciaire, comme en témoigne la grande quantité de neige, que les plantes alpines ont pu se maintenir malgré l'action destructive des glaciers.

On voit que M. Scharff tend à retourner aux théories anciennes au sujet de la géologie de l'époque glaciaire, théories encore défendues aujourd'hui par MM. Bonney et Falsan, entre autres, et par le colonel Feilden, l'éminent explorateur des glaces arctiques. Il n'admet pas l'énorme couche glaciaire qui aurait couvert la Scandinavie, la Russie, l'Allemagne du Nord et l'Angleterre presque tout entière. Il revient aussi à la théorie des *icebergs* pour expliquer la formation du *Boulder-Clay*, qui est souvent stratifié. Les arguments qu'il apporte peuvent ne pas paraître décisifs à beaucoup de géologues, mais ils sont assez importants pour que le lecteur de ce livre si intéressant soit amené à la conclusion que le problème n'est pas encore résolu et que, pour atteindre ce but, il n'est pas de trop du secours de toutes les sciences naturelles.