

SÉANCE MENSUELLE DU 21 MAI 1904
SPÉCIALEMENT CONSACRÉE A L'HYDROLOGIE.

Présidence de M. A. Rutot, président.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

En ouvrant la séance, M. le *Président* est heureux de faire part à l'Assemblée des distinctions honorifiques qui viennent d'être décernées à quelques-uns de nos confrères par la *Société géologique de Londres*, dont le fascicule du 2 mai nous apporte ces bonnes nouvelles, datant du 15 février dernier :

M. *Ch. Barrois* a reçu la médaille WOLLASTON et M. *Traquair* la médaille LYELL; M. *G. Dollfus* a été nommé *membre étranger* et MM. *A. Issel*, *E. Koken* et *F. Sacco* ont été élus *membres correspondants étrangers*. (*Applaudissements.*)

Correspondance :

M. le *Gouverneur du Brabant* nous exprime ses remerciements pour l'envoi qui lui a été fait, ainsi qu'à la Bibliothèque du *Conseil supérieur d'hygiène*, du travail de M. A. *Rutot*, intitulé : « A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France. »

M. *Casse*, ingénieur civil, exprime le désir de faire à la Société une communication sur les sables bouillants.

M. *Klement* se met à la disposition de la Société pour l'analyse des articles de nature à nous intéresser, plus particulièrement du *Zeitschrift für praktische Geologie*. (*Remerciements.*)

M. *Walter de Selys Longchamps* nous a envoyé quatre-vingts exemplaires de la notice commémorative consacrée à M. le baron *Michel-Edmond de Selys Longchamps*, son père, notre très honoré et regretté confrère. (*Remerciements.*)

La *Commission internationale du Congrès des ingénieurs*, qui se tiendra à *Glascow en 1901*, nous a fait parvenir un exemplaire du programme du Congrès, auquel elle désirerait voir la Société envoyer un délégué.

L'Assemblée décide de porter à l'ordre du jour de la prochaine séance la nomination d'un délégué à ce Congrès.

M. *Cuvelier* nous remet le manuscrit d'une bibliographie du « boulant » dressée d'après la collection complète de la première série (1845-1895) des *Annales des Travaux publics de Belgique*.

M. le *Secrétaire général* attire l'attention de ses confrères sur l'intérêt que présente ce travail bibliographique ainsi compris, qui constitue un tout, puisqu'il embrasse l'ensemble des publications d'une revue technique depuis son origine.

La Société doit se féliciter de ce travail, qui sera publié en annexe au procès-verbal de la séance spéciale du 30 avril, et il espère que l'exemple donné par M. *Cuvelier* sera suivi par ceux de ses confrères qui s'intéressent à cette question. Il est heureux de pouvoir annoncer que notre confrère, M. *Van Bogaert*, vient de nous offrir également son précieux concours, et il insiste vivement pour que ses collègues s'attachent à élaborer des études monographiques de la bibliographie du « boulant » basées sur le dépouillement méthodique et complet de revues déterminées. C'est de cette façon seule que l'on parviendra à réunir les éléments, immédiatement publiables, de la bibliographie des travaux si nombreux publiés sur ce sujet, contenus dans les revues techniques, où ils se trouvent éparpillés et souvent cachés sous de multiples rubriques très diverses.

Nous avons reçu de notre confrère, M. *Jérôme*, le catalogue de la collection de fossiles jurassiques, devoniens et siluriens, délaissés par notre collègue, feu *Victor Dormal*.

Ce catalogue est tenu à la disposition de ceux de nos collègues qui désiraient en obtenir communication à l'adresse indiquée ci-dessous.

Les collections peuvent être visitées à *Villers-devant-Orval* par *Florenville* (province de Luxembourg), en s'adressant à M^{me} veuve *Victor Dormal*.

S'adresser pour plus amples renseignements à M. *Jérôme*, professeur l'Athénée royal d'*Arlon* (province de Luxembourg).

M. le Prof. *F. Sacco* a envoyé le manuscrit d'un travail intitulé : *Observations géologiques relatives à un projet de captage et d'adduction d'eau potable des vallées de Lanzo à Turin, 1900.*

Cet exposé sera publié dans le procès-verbal de la séance.

M. le *Secrétaire général* fait connaître à l'Assemblée les heureux résultats obtenus en faveur de nos projets de l'étude du grisou. Les démarches qu'il a faites récemment nous ont valu de la part des membres du *Comité de patronage* de notre Section permanente d'étude du grisou des dons généreux, qui nous permettent de procéder sans retard aux installations : 1° d'une station grisouto-sismique dans les régions profondes du charbonnage grisouteux de l'Agrappe; 2° d'une station extérieure de comparaison à proximité dans le bois de Colfontaine; 3° d'une station géophysique à Quenast et, enfin, probablement de deux stations à Liège, l'une grisouto-sismique, l'autre extérieure et géophysique de comparaison.

Avec la station géophysique, déjà existante, d'Uccle, due à l'initiative de M. le Prof. Eug. Lagrange et à la généreuse intervention de M. *E. Solvay*, ces postes constitueront un réseau d'observations géophysiques et grisouto-sismiques qui sera sans rival au monde.

M. le *Secrétaire général* croit être l'interprète de tous ses collègues en leur demandant de voter des remerciements aux généreux donateurs, MM. *Beernaert, Montefiore-Levi, Ad. Urban, Greiner* et *Isaac*, qui viennent de permettre à la Société la réalisation du projet d'études grisouto-sismiques qu'elle a formulé depuis 1898. (*Approbation unanime.*)

M. le *Président* associe à ces marques de sympathie M. le *Secrétaire général*, à l'activité et au zèle duquel est dû, en grande partie, le succès de l'œuvre entreprise.

M. le *Secrétaire général* dépose sur le bureau un exemplaire du fascicule III du *Bulletin* de 1901, contenant les procès-verbaux des séances de mars et avril. Ce fascicule sera distribué incessamment.

Dons et envois reçus :

1° De la part des auteurs :

3313. *Marboutin, Félix. Nouvelle méthode d'étude des eaux de sources.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 27 pages et 1 planche.

3314. *Laube, Gustav. C. Der Schwimmsand-Einbruch von Brüx.* Prague, 1896. Extrait in-8° de 11 pages.

3315. **Rahir, Edmond.** *La Lesse ou le pays des grottes.* Bruxelles, 1901. Volume in-8° de 258 pages, 1 carte et 57 photographies.
3316. **de Lapparent, A.** *Vers les pôles.* Paris, 1901. Extrait in-8° de 30 pages.
3317. **Doudou, Ernest.** *Nouvelles explorations dans les cavernes de la vallée de la Méhaigne.* Soignies, 1901. Extrait in-8° de 4 pages.
3318. **van Erthorn, O.** *Quelques mots sur les sables à « Pectunculus Menardi » d'Anvers et de sa banlieue.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 3 pages.
3319. — *Des dépôts quaternaires dans la province d'Anvers et le pays de Waes et de deux gisements fossiles remarquables qu'ils renferment.* Bruxelles, 1900. Extrait in-8° de 8 pages.
3320. — *Sur l'allure générale des grands bancs d'argile dans le « Centre-Nord » de la Belgique.* Bruxelles, 1898. Extrait in-8° de 6 pages.
3321. — *Les sables sous-jacents à l'argile rupélienne à « Septaria », au sujet du projet de distribution d'eau de la ville de Saint-Nicolas.* Bruxelles, 1899. Extrait in-8° de 3 pages.
3322. **Dollo, Louis.** *Sur l'origine de la Tortue Luth (Dermochelys coriacea).* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 26 pages.
3323. **Gevaert, E.** *Rapport de la Commission chargée d'ouvrir une enquête sur les conditions d'emploi de la pierre dite de « Gobertange » et d'exploitation des carrières qui la produisent.* Bruxelles, 1901. Extrait in-8° de 22 pages et 1 carte. (2 exemplaires.)
3324. **Petit, P.** *Note sur un autocalpteur ou appareil servant à effectuer automatiquement, de façon continue, des prises d'air grisouteux ou de gaz quelconques.* Paris, 1896. Extrait in-8° de 11 pages et 1 planche.
3325. — *Étude sur l'aérage des travaux préparatoires dans les mines à grisou.* Saint-Étienne, 1900. Extrait in-8° de 465 pages et 13 planches.
3326. **Mieg, Mathieu.** *Note sur une station de l'époque paléolithique, découverte à Istein (Grand-Duché de Bade).* Nancy, 1901. Extrait in-8° de 4 pages.
3327. **Choffat, P.** *Sur l'âge de la teschénite.* Paris, 1901. Extrait in-4° de 3 pages.
3328. **Boulenger, G.-A.** *Les poissons du bassin du Congo.* Bruxelles, 1901. Volume in-8° de 532 pages et 25 planches.
3329. **Lemaire, Ch.** *Mission scientifique du Ka-Tanga. Résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques effectuées sur le territoire de l'État Indépendant du Congo, du 4 août 1898 au 2 septembre 1900 (1^{er} mémoire).* Bruxelles, 1901. Volume grand in-4° de 68 pages, photographies, tableau et aquarelle.

2° Extraits du Bulletin de la Société :

3330. *** *La question des matériaux de construction à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.* 1897, 40 pages comprenant diverses notices. (2 exemplaires.)
3331. **Moulan, C.-T.** *Note sur l'utilisation des eaux du Devonien quartzo-schisteux.* 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)
3332. **Rutot, A.** *A propos des nouvelles instructions à suivre pour l'étude des projets d'alimentation d'eau potable des communes de France.* 1901, 24 pages. (2 exemplaires.)
3333. — *Le nouveau puits artésien de l'arsenal de Malines.* 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)
3334. **Van den Broeck, E.** *Quelques remarques au sujet des résultats fournis par les puits de Gand et de Beernem.* 1901, 5 pages. (2 exemplaires.)
3335. **Vanhove, D.** *Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand, et sur celui de Beernem, près de Bruges.* 1901, 11 pages. (2 exemplaires.)

5° Périodiques nouveaux :

3336. *Proceedings of the Royal Society of Victoria.* Melbourne, XII, 1899-1900, part. I et II; XIII, 1900-1901, part. I et II.
3337. *Comunicaciones del Museo nacional.* Buenos-Aires, I, 1898-1901, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8.
3338. *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle.* Bruxelles, I, 1900. (fascicules I et II.)

Communications des membres :

M. *Ad. Kemna* fait la communication suivante :

M. AD. KEMNA. — **La situation actuelle de la question des eaux à Paris.**

La fin de l'année passée a vu en France la publication de deux documents importants sur la question des eaux : les instructions nouvelles du Comité consultatif d'hygiène et les travaux de la Commission de l'observatoire municipal de Montsouris sur les eaux de la Vanne et de l'Avre, qui alimentent Paris.

Le Comité consultatif est la plus haute autorité hygiénique en France; les sommités scientifiques en font partie, et il suffit de citer le nom de Brouardel, entre beaucoup d'autres, pour comprendre toute l'importance qui s'attache aux décisions de ce corps administratif. Notre Président, M. Rutot, a fait ressortir les principes qui ont guidé le Comité dans l'élaboration des nouvelles instructions : l'intervention de la Géologie comme élément primordial dans l'étude des distributions d'eau, la reconnaissance officielle de l'importance de cet élément d'appréciation. Cette reconnaissance officielle, M. Rutot voudrait l'obtenir également en Belgique, et il proposait par conséquent la France comme l'exemple à imiter. Dans la discussion qui a suivi, tout le monde s'est trouvé d'accord avec notre Président pour applaudir à l'initiative du Comité consultatif; il n'y a pas eu sur ce point la moindre discordance; car les observations de M. Putzeys avaient uniquement pour but de rappeler que, en pratique et sans règlements officiels, le géologue est consulté en Belgique; d'où résulte, pour l'alimentation de nos villes, une situation beaucoup plus satisfaisante généralement que ce n'est parfois le cas en France. En outre, M. Putzeys signalait le danger des sources dites vauclusiennes, dont un rapport annexe tolérait l'emploi, malgré l'insuffisance reconnue du filtrage à travers le calcaire fissuré et l'inefficacité des mesures de protection proposées, par exemple le comblement des bétouilles d'engouffrement. A son tour, M. le président Rutot s'est rallié à cette manière de voir.

Le travail de la Commission de Montsouris sur l'Avre et la Vanne a été également l'objet d'une étude attentive de la part de notre Société. J'ai signalé, dans le rapport de M. Duclaux et dans les procès-verbaux de la Commission, quelques expressions hasardées, quelques opinions discutables; mais à moins de rêver l'harmonie universelle, c'est le cas de toute œuvre humaine; lorsqu'il n'y a pas accord absolu des idées, on peut discuter, et de la discussion jaillit la lumière. Certaines recommandations faites par la Commission ou suggérées par l'un ou l'autre de ses membres sont pratiquement inexécutables; celles qui restent sont d'une efficacité douteuse et paraissent une bien faible dépense contre l'étendue du danger; mais toutes montrent l'idéal à atteindre, et leur insuffisance est une conséquence inéluctable des faits. Quant à ces faits eux-mêmes, ils ont été étudiés avec soin par des hommes compétents et consciencieux, et surtout sans idées préconçues; les résultats ont été donnés avec la plus entière franchise et une courageuse impartialité.

Il était intéressant de suivre l'effet de ces deux travaux sur l'état des esprits en France. Le programme du Comité d'hygiène était encore conforme aux idées régnantes; il ne visait que les eaux de source et laissait de côté les autres modes possibles d'alimentation; en reconnaissant implicitement que le seul fait de sortir spontanément du sol n'est pas pour une eau une preuve suffisante de pureté, en admettant qu'une enquête géologique est nécessaire pour rechercher les causes possibles de contamination, ce programme constituait un progrès incontestable; mais il ne s'écartait pas suffisamment des anciens errements pour amener une résolution dans les idées.

Il en est autrement du travail de la Commission de Montsouris. Ce travail a mis hors de conteste que Paris a été contaminé de fièvre typhoïde par les sources, — que le captage de ces sources n'a pas toujours été fait avec tous les soins désirables, d'après nos connaissances scientifiques actuelles, — que la constitution géologique des régions drainées exclut la certitude d'une épuration convenable des eaux captées. Le principe même de l'alimentation par les sources se trouvait mis en question. En outre, malgré tous les efforts pour maintenir la discussion sur le terrain de cette seule question des sources, la question du filtrage au sable a été soulevée. La Commission ne pouvait pas la traiter pour ainsi dire au pied levé, et elle a bien fait de la réserver pour une étude ultérieure. Mais les sociétés savantes n'avaient pas les mêmes raisons de limiter le champ de leur activité; on a étudié et discuté le rapport général de M. Duclaux, les rapports particuliers des divers collaborateurs; toutefois, on ne s'est pas arrêté là; les personnes qui avaient été à même d'étudier le filtrage au sable ont cru le moment opportun pour rompre le silence. Et c'est l'ensemble de la question des eaux qui est maintenant devant le public scientifique. La Société de médecine publique et de génie sanitaire à Paris est à la tête de ce mouvement; depuis janvier dernier, elle a entendu des communications importantes : sur la double canalisation, par le Dr Granjux; sur la fièvre typhoïde à Paris en 1900, par le Dr Regnier; sur les filtres à sable et la fièvre typhoïde en Allemagne, par l'ingénieur Chabal. Des personnalités importantes ont pris part aux discussions, et de leurs déclarations nous pouvons déduire l'état actuel de l'opinion.

Le rapport de Montsouris semble avoir fait partout la même impression; en présence de la gravité des faits révélés, les hygiénistes sont peu enclins à imiter la philosophie résignée de M. Duclaux. Le Dr Laveran, président sortant de la Société de médecine publique,

dans son discours de fin d'année insiste sur les difficultés pratiques de la surveillance médicale préventive appliquée à des zones très étendues. M. le Dr Vallin apprécie « l'humour, la petite pointe de paradoxe, la » largeur de vue et le grand sens critique qui caractérisent les écrits » comme les brillantes improvisations de l'éminent directeur de » l'Institut Pasteur ». Il estime que ce rapport est bien fait pour rassurer la population parisienne et y réussira sans doute; mais les médecins restent inquiets, non pas seulement en ce qui concerne les sources destinées à l'alimentation de Paris, mais en ce qui concerne « les sources en général ». M. Vallin ne croit pas beaucoup à l'efficacité des mesures recommandées par la Commission; il lui semble bien difficile d'empêcher la contamination de ces rivières souterraines, « qui viennent de temps en temps respirer à l'air libre ». Une loi pour la protection du périmètre des sources est nécessaire. En 1885, sur l'avis unanime des quatre-vingts départements, le Comité consultatif d'hygiène émet le vœu de voir interdire la création de nouveaux puisards; et la Cour de cassation n'a rien de plus pressé que d'annuler un arrêt du maire de Caen au sujet d'un puisard qui infestait de fièvre typhoïde la nappe aquifère de tout un quartier.

On le voit, le dogme de la propreté hygiénique des sources est sérieusement entamé. D'autres déclarations sont non moins caractéristiques. « Nous avons eu l'illusion que les eaux de sources étaient à l'abri d'un grand nombre de contaminations... C'est vrai dans certains cas déterminés, mais ces cas sont rares... Ce que nous prenions pour des sources, ne méritait pas ce nom... On a capté des sources contaminables... Nous devons reprendre le problème et le pousser plus loin, car les enquêtes que nous avons faites sur les eaux manquaient de bases suffisantes, notamment de base géologique suffisante... Il y a des sources mauvaises, et ce sont souvent les plus abondantes. » C'est Brouardel, le nouveau président de la Société de médecine publique, qui parle ainsi. Pour le Dr Vallin, les eaux de source amenées à Paris ne sont pas parfaites, « puisqu'elles renferment parfois des germes pathogènes ». M. Émile Trélat n'est pas moins catégorique : « J'ai, pour ma part, vécu pendant un grand nombre d'années avec l'idée que les eaux de source amenées à Paris étaient à l'abri de tout soupçon, et je me suis plus d'une fois insurgé contre celui que nos collègues médecins faisaient souvent peser sur elles. Je reconnais aujourd'hui que ma confiance doit singulièrement en rabattre... Les calcaires poreux n'ont aucune capacité épuratrice... Au point où en sont arrivées nos connaissances hydrologiques, on pourrait peut-être se hasarder déjà à bannir

tous les calcaires des territoires capables de fournir de bonnes sources et à n'y conserver que les *sables* (1). Et pour que le revirement soit complet, pour que rien n'y manque, pas même l'exagération en sens inverse, voici M. Prompt posant en principe « que l'eau de source est toujours suspecte ». L'action filtrante, même celle du sol naturel, « ne vaut rien » ; il n'y a d'efficace que la décantation ; les eaux tranquilles sont pures ; le lac de Genève reçoit quarante rivières polluées ; la mission Marchand à Fashoda n'a pas eu de fièvre typhoïde, parce qu'elle buvait l'eau de marais décantée par stagnation ; il faut prendre l'eau de boisson dans un lac. M. Prompt est l'auteur d'un projet d'aménée à Paris d'un lac de l'Ardèche.

Passons maintenant au filtrage au sable et commençons par rappeler quelques-unes des opinions encore toutes récentes sur cette question.

C'est dans le courant de juillet 1900 que l'on a commencé à reconnaître que les eaux de source devaient être contaminées ; par une malheureuse coïncidence, au même moment le Service des eaux s'est trouvé à court et a dû limiter la consommation excessive en supprimant l'alimentation pendant la nuit. De là, protestations indignées du public et intervention de la presse. Le journal *Le Matin* s'est distingué dans cette campagne en attribuant tout le mal à l'addition d'eau filtrée aux eaux de source ; toutefois, la contamination de ces dernières eaux était également admise par le journal. Il m'a suffi d'examiner pendant cinq minutes les diagrammes publiés par *Le Matin* pour voir que l'influence attribuée aux eaux de rivière sur la fièvre typhoïde ne se manifestait qu'après sept semaines, alors que l'incubation n'est que de trois semaines. Néanmoins, des corps constitués se sont laissés gagner par l'émotion ; le 24 juillet, l'Académie de médecine votait à l'unanimité et presque sans discussion « la séparation complète de l'eau de source et de l'eau de rivière filtrée ou non, celle-ci devant être exclusivement réservée aux usages industriels, au lavage des chaussures et au « tout à l'égoût ». On a même demandé la fermeture d'office des filtres de Saint-Maur et d'Ivry.

Dans son discours présidentiel du 23 janvier 1901, déjà cité, le Dr Laveran disait : « L'épuration des eaux dans les filtres à sable est très imparfaite. L'eau ainsi filtrée vaut mieux que l'eau de rivière non filtrée que l'on introduisait autrefois dans la canalisation de l'eau de source ; mais tous les hygiénistes sont, je crois, d'accord pour condamner ce mélange d'eau de rivière, même filtrée, à l'eau de source. »

(1) Souligné dans le texte.

Dans cette même séance de janvier, le docteur Grandjux fait sa communication sur la double canalisation et commence par rappeler le vote de l'Académie de médecine; dans la discussion, pas une voix ne s'est élevée pour protester contre l'assimilation des eaux filtrées aux eaux brutes.

Au mois de février, le docteur Regnier parle de la fièvre typhoïde. L'influence attribuée aux eaux filtrées est spécialement discutée et l'auteur conclut timidement : « Si cette eau a joué un rôle, ce rôle ne ressort pas nettement. » Ce sont les sources qu'il faut suspecter. La discussion, remise au mois de mars, porte uniquement sur ce dernier point, et le filtrage au sable n'est même pas effleuré.

En mars également, la question est abordée directement par l'ingénieur Chabal. Son travail est très court et fort simple : les statistiques pour la fièvre typhoïde démontrent que les villes alimentées en eaux de source et celles alimentées en eaux de rivière filtrées sont à parité; s'il y a une différence, elle est en faveur des eaux filtrées. Les exemples cités et donnés en diagramme sont les villes de Lawrence (Mass.), Zurich, Hambourg et les tableaux exposés en 1900 par l'Office d'hygiène de l'Empire allemand. Ces faits sont connus depuis longtemps; la plupart traînent depuis plusieurs années dans les traités et les articles de revue; tous les étudiants de nos facultés de médecine peuvent les raconter par le menu à leur examen. Le seul fait inédit ou peu connu est précisément le cas de la banlieue de Paris, où l'initiative privée a introduit le filtrage au sable depuis dix ans, naturellement avec les mêmes résultats que partout ailleurs au point de vue de l'hygiène. C'est la Compagnie générale des Eaux qui alimente cette partie de la banlieue; or, cette même compagnie est chargée du service administratif des eaux de Paris. On a racheté la concession générale qu'elle détenait pour pouvoir exécuter les grands travaux d'adduction des sources et soustraire la question de qualité des eaux à l'esprit de lucre d'un exploitant. Le résultat de cette substitution du pouvoir public à l'initiative privée a été de maintenir la population parisienne au régime de sources contaminées, avec addition occasionnelle (jusqu'en 1890) d'eau de rivière brute; si l'on avait laissé faire la Compagnie, on aurait eu des eaux filtrées depuis 1890.

Il est assez singulier que les Parisiens aient pour ainsi dire entièrement ignoré ce qui se passait à leur porte. La comparaison des résultats statistiques entre la ville et la banlieue était tout indiquée. La Compagnie connaissait ces résultats : la réduction immédiate de la mortalité par fièvre typhoïde de 41 par 100.000 habitants à 12; et cependant,

les sommités hygiéniques à Paris continuaient à déverser l'anathème sur le filtrage au sable, et la Compagnie se laissait stoïquement accuser d'importer la fièvre typhoïde en ville. M. Chabal a eu la ténacité d'obtenir les chiffres et a eu le courage de les publier.

Mais avec quelle circonspection! « Les résultats absolus ne peuvent être considérés comme des preuves absolues en faveur de tel ou tel système...; énoncer une loi mathématique serait dangereux; affirmer *a priori* que les eaux de surface filtrées sont meilleures que les eaux de sources semblerait un non-sens. Le plus sage est de ne pas trancher la question, bien que l'ensemble des faits laisse la porte ouverte à une conclusion admissible certainement, mais quelque peu en contradiction avec les idées admises en France. » Enfin, l'auteur se pose à différentes reprises une question, mais en déclarant ne pas pouvoir y répondre: Pourquoi le filtrage est-il inconnu en France?

La communication de M. Chabal a été une révélation. A deux reprises, M. Brouardel dit que cette question est excessivement intéressante. M. Trélat est également intéressé, « mais troublé en même temps, » n'ayant jamais pu croire que le filtrage au sable pût constituer une épuration réelle et n'était qu'un simple dégrossissage mécanique. Nous pouvons discerner, dans ce qu'a dit M. Trélat, les raisons de son attitude. Alors que le filtrage pour l'eau potable n'est pas admis, les hygiénistes français considéraient l'épandage comme un excellent procédé d'épuration pour les eaux d'égout. A première vue, il y a contradiction; mais quand on compare les conditions de fonctionnement du filtre artificiel et du filtre naturel, on trouve des différences considérables. Il y a d'abord la question de quantité: une colonne de plus de 2 mètres en vingt-quatre heures (à Choisy-le-Roi, la Compagnie générale va même au delà de 4 mètres) est beaucoup plus que l'on ne peut irriguer sur les champs d'épandage. En second lieu, l'épandage est intermittent, tandis que le filtre à sable marche d'une façon continue. D'où résulte, dans le premier cas, une aération, qui fait défaut dans le filtre artificiel. Les différences vont jusqu'à l'antithèse, et ce raisonnement très censé, non seulement ne permettait pas de prévoir les bons effets du filtrage artificiel, mais devait au contraire tendre à faire condamner ce procédé. J'ai dit ailleurs que si, en 1829, Simpson avait réfléchi et fait de la théorie, il n'aurait jamais osé construire le filtre à sable pour la *Chelsea Company*.

M. Bechmann a donné à M. Trélat quelques explications. Les eaux d'égout renferment peu d'oxygène et beaucoup de matières organiques; pour s'épurer, il leur faut donc de toute nécessité un supplément

d'oxygène, qui leur est fourni par l'aération du sol. Mais la composition des eaux de rivière est précisément l'inverse; celles que l'on peut songer à capter pour la consommation contiennent relativement peu de matières organiques et beaucoup d'oxygène; l'aérage du filtre n'est donc plus indispensable. M. Bechmann aurait pu ajouter que la végétation d'algues vertes et de diatomées de la couche superficielle assure une constante oxygénation de l'eau au moment où elle pénètre dans le sable. Du reste, pour l'ingénieur en chef des eaux de Paris, l'efficacité des filtres à sable est reconnue à l'étranger « depuis un certain nombre d'années... Ce qu'on croyait être une simple clarification mécanique était, en réalité, tout autre chose; et pendant bien des années, on s'est trouvé faire de l'épuration sans le savoir ».

Comme M. Jourdain, alors? En réalité, les ingénieurs et hygiénistes d'Angleterre et d'Allemagne n'étaient pas si inconscients que cela. Au début, il est vrai, on ne visait que la simple clarification; mais, dès la moitié du siècle, l'analyse chimique des eaux était constituée et un simple dosage comparatif des matières organiques permettait de constater une réduction de 40 %; comme cette réduction portait, non sur particules solides en suspension, mais sur des substances dissoutes, la théorie mécanique était manifestement insuffisante. De même, les premières analyses bactériologiques appliquées aux eaux avaient démontré l'étonnante efficacité du filtrage au sable sous ce rapport. Tout cela, c'étaient des vérités courantes, partout ailleurs qu'en France; là, on se confinait dans les idées vieillottes au sujet du danger de quelques milligrammes de matières organiques, on jetait les hauts cris contre la douzaine ou la centaine de microbes inoffensifs demeurant dans l'eau filtrée, alors qu'on en absorbait de pathogènes par les sources.

Mais nous aurions mauvaise grâce à chicaner, pour une réminiscence classique, ceux qui sont revenus de si loin. Félicitons-nous plutôt de constater, pour la question du filtrage, un revirement aussi marqué que pour les sources, et tenons largement compte du pénible de toute période critique dans l'évolution. Nous ne contesterons pas la légitimité des éloges décernés à Belgrand, car il faut voir les intentions, qui étaient bonnes, et ne pas juger son œuvre de 1854 avec nos idées d'aujourd'hui, fruit d'un demi-siècle de progrès scientifique ininterrompu; tout au plus, remarquons-nous que dès cette époque le filtrage au sable, comme à Londres, avait été proposé, mais que Belgrand « sut néanmoins faire triompher l'eau de source, qui était infiniment supérieure dans le cas de Paris ». Le moment est singulièrement choisi pour proclamer une dernière fois cette supériorité.

Nous considérerons aussi comme un argument *in extremis* l'importance considérable attribuée par plusieurs orateurs à la température constante des eaux. Les sources ont ici une supériorité incontestable sur les eaux de rivière filtrées, dont la température, en été, atteint 20°, plus un bon nombre d'unités. « C'est excellent pour le bain en rivière, c'est moins agréable dans la carafe. » Le docteur Vallin, qui est l'auteur de cette belle parole, aime tellement à boire frais, que cette seule question de température justifie à ses yeux la préférence donnée aux sources en 1856; pour un hygiéniste, c'est sacrifier beaucoup à une sensation gustative. D'autres médecins ont fait observer que la glace est actuellement à si bon compte, qu'elle devient accessible à des ménages même modestes. En somme, le seul inconvénient réellement sérieux est la préférence donnée à l'eau la plus fraîche, quelle que soit son origine, dans le cas d'une double canalisation. Il en a été cité de nombreux exemples, et nous en donnons un à notre tour. Supposons le service à Paris réorganisé, — l'eau filtrée, pure, hygiénique, dans une canalisation pour l'alimentation, soigneusement séparée de l'eau des sources, suspecte ou contaminée et réservée pour les usages grossiers; la fraîcheur plus grande de cette dernière pourrait devenir un danger, en ramenant une situation hygiénique pareille à celle des dernières années.

A la question pourquoi les filtres à sable ne se sont pas répandus en France, question posée mais non résolue par M. Chabal, M. Brouardel a invoqué la forte dépense : « En visitant l'installation de Hambourg avec le Dr Koch, je me suis rendu compte qu'en France il serait difficile de décider les villes à faire des dépenses pareilles. » A quoi M. Bechmann répond que le coût est de fr. 0,006 par mètre cube, que le filtrage pour la banlieue a été entrepris à forfait pour 1 centime, ce qui laisse probablement encore un bon bénéfice. Il aurait pu ajouter que, à Paris, les eaux coûtent beaucoup plus cher; une formidable agglomération de bassins de décantation, de filtres, de machines frappe le visiteur, tandis que les aqueducs sont répartis sur des lieues et des lieues ou soustraits à la vue par leur enfouissement dans le sol. En outre, Hambourg est un mauvais point de comparaison; la consommation y est exagérée; des considérations électorales, les mêmes qui ont de 1847 à 1892 empêché le filtrage et amené le choléra, s'opposent au contrôle par compteur. M. Bechmann donne une autre raison du discrédit immérité du filtrage en France : « notre tendance particulière à la généralisation et à l'absolu ». On comprend que nous ayons tenu à citer textuellement.

La discussion a été continuée en avril ; mais presque toute la séance a été prise par M. Chamberland pour parler du filtrage à domicile, ce qui était précisément la question qui n'était pas en discussion ; pendant une heure d'horloge, l'orateur a fait l'éloge de sa bougie.

A la Société d'hygiène et de police sanitaire, un des ingénieurs les plus méritants du Service des eaux, M. Launay, a parlé de l'épuration bactérienne des eaux d'égout et, incidemment, du filtrage au sable. Le Service doit avoir accentué son attitude favorable, à en juger par un article de ce même journal, *Le Matin*, signé Gaston Leroux. C'est un article rabique. Le personnage ne connaît pas le premier mot de la question ; il cite Belgrand comme si c'était une vieille connaissance, mais il orthographie son nom « Bellegrand ». L'ingénieur allemand bien connu Piefke perd un *e* mais gagne un accent aigu : *Pifké*. Nous n'allons pas nous commettre dans une discussion où les injures remplacent les arguments ; mais enfin, le journaliste n'est que l'écho et encore un écho déformateur. Il est intéressant d'apprendre les raisons des derniers opposants, et il est curieux de voir comment peut comprendre de travers un esprit superficiel et non scientifique.

Il doit avoir été question du colmatage, c'est-à-dire de la formation de la couche superficielle de vase, d'algues et de bactéries qui assure l'efficacité du filtrage. Il y a dans l'article une description naturaliste de cette couche, où l'on parle des mille-pattes qui s'entre-dévorent. — On sait que la végétation d'algues formant tapis peut se détacher, notamment sous l'influence de l'oxygène dégagé par la végétation qui fait flotter des paquets ; le sable mis à nu laisse passer de l'eau sans purification suffisante. Le journaliste a compris que ces parties détachées se laissent emporter par l'eau, ainsi empoisonnée ; et c'est Berthelot auquel il attribue la paternité de ce renseignement : « Notre grand Berthelot, avec lequel je m'entretenais hier soir de ces filtres, me disait... »

Il y a à retenir un argument : « En admettant que l'eau, en passant par cette couche colmatée, soit privée de germes, elle est additionnée de toxine, de tous les produits de ces animalcules, de leurs déjections, etc. » C'est une objection qui a souvent été produite et qu'il y a d'autant plus lieu d'examiner, qu'elle se retrouve dans le livre récent de M. Imbeaux (1) : « Les eaux souillées banalement sont nuisibles et doivent être écartées de l'alimentation, pour la raison que cette putridité constante prédispose l'organisme humain aux infections. » Mais

(1) ÉD. IMBEAUX, *L'alimentation en eau et l'assainissement des villes à l'Exposition de 1900*, page 284.

l'auteur atténue le catégorique de son affirmation en déclarant que « la question est délicate » et qu'il donne simplement son opinion. Il ne l'appuie d'aucune preuve, et s'il y avait un seul démonstratif, il est certain que M. Imbeaux, avec sa vaste érudition, le connaîtrait. Ne pourrait-on pas soutenir que l'absorption de ces toxines, d'une façon continue, mais à doses extrêmement faibles, loin de créer une réceptivité plus grande aux infections, produirait, au contraire, une vaccination de l'organisme, une mithridatisation? Pas plus que l'autre, cette opinion n'est basée sur une démonstration péremptoire et directe; mais elle paraît mieux d'accord avec tout ce que nous savons des maladies infectieuses, avec la vaccination des eaux signalée par Miquel, avec l'immunité relative des citations pour la fièvre typhoïde, etc. Et puis, savons-nous seulement s'il y a des toxines? L'argument est tout au plus une possibilité théorique éloignée. M. Imbeaux ne le fait pas valoir contre les eaux filtrées, mais en parle à propos de l'interprétation des résultats analytiques.

Il appert de cet exposé que les idées hydrologiques en France ont subi, dans les derniers mois, une modification considérable. M. Bechmann a donné la note exacte en parlant de la tendance à la généralisation et à l'absolu qui caractérise ses compatriotes. Les Anglais font peu de théorie et beaucoup de pratique; tel a été le cas pour le filtrage au sable; pourtant, si l'on faisait le compte global, on verrait que le dédain de réflexion théorique coûte très cher; pour ma part, je considère comme n'étant pas suffisamment justifiées les énormes dépenses pour la construction des réservoirs de décantation. On ne peut donc pas reprocher aux Français de faire de la théorie; mais ils ont eu le tort de ne pas avoir constamment contrôlé les principes qui leur servaient de guide avec les faits nouveaux que les progrès de la science mettaient successivement en lumière. L'exemple de l'Angleterre aurait pu fournir, depuis des années, des renseignements à foison; mais le caractère des deux peuples rendait cette influence réciproque pour ainsi dire impossible; l'esprit français, ordonné, méthodique, se sent mal à l'aise dans les chocs des faits particuliers, sans suite, parfois contradictoires, tels que les lui présentaient la plupart des travaux anglais. Les Allemands ont débrouillé cet amas informe, mis en évidence les principes et réalisé en dix ans plus de progrès pratique que les Anglais en soixante ans; la théorie actuelle du filtrage au sable est en grande partie leur œuvre; elle est un ensemble logique, aux parties bien proportionnées et équilibrées; c'est elle qui exerce aujourd'hui en France une influence rapidement grandissante.

Un fait digne de remarque, c'est que le mouvement actuel en

France émane de l'initiative privée. L'Académie de médecine, par un vote irréfléchi, le Comité consultatif d'hygiène, par certaines instructions fort discutables et par l'organisation défectueuse de son service d'analyses, s'étaient mis tous les deux dans une situation délicate. Ce sont des sociétés particulières qui ont pris la tête du mouvement. C'est là un symptôme favorable, surtout en France. Il incombe à ces sociétés de montrer la voie nouvelle aux corps officiels, qui pourraient avoir une tendance à ne pas vouloir avancer. Il y a ensuite à éclairer l'opinion publique; ici la tâche sera d'autant plus lourde qu'il s'agit d'aller à l'encontre de préjugés que les savants eux-mêmes ont contribué à enraciner. Il faudra surtout soutenir le Service des eaux contre les attaques que pourrait lui valoir l'extension du filtrage au sable de la part de médecins entêtés ou d'inventeurs déçus; on a eu un échantillon de la violence de ces attaques et de leur mauvaise foi; et c'est le même journal auquel l'Académie de médecine a emboîté le pas pour protester contre le filtrage au sable.

Cet appui donné par la partie compétente et modérée du public sera nécessaire. Il nous paraît en effet impossible que, sous prétexte de céder aux fantaisies irraisonnées de la masse, on puisse persister dans les anciens errements. Le projet de captage des « sources » du Loiret, affecté des mêmes tares que la plupart des autres dérivations, est trop formellement condamné pour qu'il puisse encore sérieusement en être question. Il faudra donc bien se résoudre à filtrer l'eau des rivières, probablement même l'eau des sources actuelles. On rencontrera de l'opposition, on aura à subir des criailleries, car on ne peut espérer contenter tout le monde. Le devoir d'un service public quand se présente une question de cette importance et de cette gravité, est d'étudier impartialement les avantages et les inconvénients des diverses solutions et de décider honnêtement; une fois cette décision prise, elle doit être exécutée malgré les criailleries. C'est ce qu'a fait le Service des eaux de Paris, quand il croyait avoir raison; c'est ce qu'il doit faire aussi maintenant, qu'il a raison.

M. *Van den Broeck* désire poser une question à M. Ad. Kemna au sujet du filtrage au sable. Il résulte d'échanges de vues de M. Van den Broeck avec des confrères ayant à s'occuper de l'utilisation des eaux des calcaires, qu'une objection est parfois soulevée au sujet de l'efficacité du filtrage au sable, présenté comme moyen de remédier à l'insécurité, qui paraît être le cas général, dans l'emploi, comme eaux alimentaires, des sources ou eaux de drainage des massifs et terrains calcaires rocheux ou crayeux.

Bien entendu, la thèse de l'*action biologique* que provoque le colmatage organique de la surface des filtres à sable était considérée comme justifiée par les confrères auxquels fait allusion M. Van den Broeck, qui, comme eux et comme M. Kemna, est persuadé de l'influence *prépondérante* de cet élément biologique dans l'opération du filtrage au sable.

En supposant que l'on amène directement dans un filtre à sable les eaux des calcaires, généralement pures et limpides d'aspect, quoique parfois suspectes, vraisemblablement on n'obtiendra qu'un développement nul ou très faible de la couche biologique, si accentuée quand il s'agit d'eau de rivière ou de réservoir à l'air libre (lacs, etc.). Or, cette couche est considérée par les défenseurs du filtrage au sable comme d'importance primordiale. On risquerait donc, d'après les objections que rapporte ici M. Van den Broeck, de n'améliorer en rien ou en infime proportion les eaux du calcaire ou de la craie, qui semblent ainsi devoir rester réfractaires à ce procédé.

La conclusion serait donc que, malgré la forme paradoxale de cette affirmation, la nécessité s'impose de mélanger aux eaux, limpides d'aspect, sortant du calcaire, des eaux de rivière ou autres ayant pu se charger à l'air libre, des éléments biologiques nécessaires pour constituer, au sein de la masse générale à filtrer, la membrane biologique que nécessite l'emploi judicieux du filtrage au sable.

Faut-il rechercher un mélange d'eau de rivière, injecté chaque fois qu'il faut renouveler le dispositif filtrant et reconstituer la membrane biologique, ou bien faut-il créer des réservoirs à l'air libre permettant aux eaux du calcaire de s'imprégner, au contact de l'atmosphère et sous l'influence de la lumière solaire, des éléments biologiques, généralement inoffensifs, dont les germes se trouvent dans l'air? Quel est, demande M. Van den Broeck, le système que préconiserait M. Kemna dans le cas de filtrage à effectuer avec des eaux sortant de terrains calcaires, soit, en général, provenant de sources n'émanant pas de terrains sableux (1)?

(1) M. *Marboutin*, chef adjoint du Service chimique de l'Observatoire municipal de Montsouris, auquel M. Van den Broeck posait la même question lors d'une visite à Bruxelles de ce savant spécialiste, au moment où s'impriment ces lignes, a émis l'avis qu'il est désirable d'éviter, autant que possible, l'inconvénient de l'introduction d'eaux dont la faune et la flore microbiologiques peuvent changer, évoluer et se modifier fâcheusement, à l'insu des opérateurs. Pour y arriver, il suffirait de chercher une méthode de culture et d'ensemencement des eaux de sources et du calcaire destinées au filtrage, par des algues appropriées et les plus favorables au filtrage. Ces algues seules, mais périodiquement diversifiées bien entendu suivant les exigences saisonnières, seraient appelées à constituer le tapis organique agissant du filtre à sable. (Note ajoutée pendant l'impression.)

M. *Kemna* rappelle que la flore des filtres à sable (algues vertes, algues bleues, diatomées) est celle des eaux superficielles,ensemencées par les poussières de l'air. Lors du nettoyage d'un filtre, on est maître de n'enlever que la couche tout à fait superficielle, par simple grattage; il reste alors dans la couche de sable assez d'organismes pour se multiplier rapidement. C'est ainsi qu'on procède à Choisy-le-Roi pour les filtres de la Compagnie générale des eaux alimentant la banlieue de Paris. Quand on nettoie à la pelle, on enlève une couche plus épaisse de sable et l'on peut saupoudrer avec un peu de sable d'un nettoyage antérieur, du « sable mûr », comme dit Piefke; c'est ce qu'on faisait au Stralauer Thor à Berlin. Si à Paris on avait recours au filtrage des eaux de source, on pourrait et l'on devrait même mélanger celles-ci avec de l'eau de Seine pour avoir la quantité nécessaire; or, s'il faut en croire tout ce qu'on a dit du mélange de ces eaux d'origine différente, on aurait une végétation abondante.

M. A. *Rutot* donne lecture de la communication suivante :

NOTE

SUR

QUELQUES FAITS HYDROLOGIQUES

OBSERVÉS

par A. RUTOT

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

Des recherches étant faites en ce moment par plusieurs observateurs pour percer le mystère de la question, encore assez obscure, du mode de pénétration dans le sol des eaux contribuant à l'alimentation des nappes aquifères souterraines, tant phréatiques qu'artésiennes, je crois utile d'exposer ci-après quelques observations que j'ai vu se répéter avec persistance pendant un bon nombre d'années.

Tous les jours, pour me rendre au Musée d'histoire naturelle, je traverse trois fois le Parc Léopold.

Le Musée est situé sur un plateau que l'on atteint d'abord par un chemin en pente assez rapide, puis par une pente plus faible.

Le sol est le limon quaternaire dont la partie supérieure a été ameublie, sur la partie déclive, par de la cendrée.

Chaque année, régulièrement, au commencement puis vers la fin de l'hiver, je remarque les phénomènes suivants :

Si pendant plusieurs jours il ne pleut pas, la température restant au-dessus de 0°, le sol s'assèche complètement, sans qu'il reste la moindre trace d'humidité;

si, la sécheresse continuant, la température s'abaisse au point que, pendant une nuit, le thermomètre descend un peu au-dessous de zéro et que, par conséquent, il gèle;

si, d'autre part, dès le jour venu, la température s'élève lentement au-dessus de zéro, en arrivant le matin au Parc Léopold, je constate immédiatement que le sol est humide, et si, dans la matinée, le soleil se met à donner, le chemin à suivre devient bientôt presque impraticable à cause d'une couche de boue liquide de plusieurs centimètres d'épaisseur, se formant aussi bien sur la partie en pente douce que sur la partie déclive.

De plus, vers midi, le temps étant toujours resté *absolument sec*, le long de la partie déclive aneublie par la cendrée, de véritables petites sources se mettent à sourdre en divers points et continuent à couler pendant tout le reste de la journée, formant plusieurs petits ruisseaux très apparents avec débit de quelques centimètres cubes par minute.

Comme, en réalité, il n'est pas tombé une goutte d'eau liquide et que, cependant, nous trouvons, lors du dégel, le sol gorgé d'eau sur plusieurs centimètres de profondeur, on est bien forcé d'admettre que le sol, refroidi par la gelée, condense dans ses pores des quantités très appréciables de vapeur d'eau, eaux qui peuvent soit s'accumuler sur un sol peu perméable, ou bien s'infiltrer dans le sous-sol lorsqu'il est perméable, ou bien s'écouler, ruisseler lorsqu'il y a surface imperméable.

Si pendant plusieurs jours de suite le même phénomène s'accomplit, c'est-à-dire si, le temps restant absolument sec, il gèle pendant plusieurs nuits, on peut être certain que, dès le troisième jour, la route traversant le Parc Léopold sera devenue tout à fait impraticable, tant la couche de boue est épaisse et liquide.

Sur la partie déclive recouverte de cendrée, les petites sources, au bas de la pente, prennent des débits vraiment étonnants.

Le phénomène, nous l'avons vu ci-dessus, s'explique très aisément si l'on admet que le sol, refroidi, condense énergiquement dans ses pores l'humidité de l'air.

Mais on peut encore constater un autre phénomène non moins intéressant.

Supposons qu'après quelques jours de gelée ayant rendu la route

impraticable à cause de la boue, le temps change subitement et qu'il se mette à pleuvoir à torrents sur le terrain détrempe.

On se dira, si l'on tient comme moi à passer par le Parc Léopold pour cause d'économie de temps : c'est complet ! Inutile de tenter le passage !

Or, il n'en est rien.

En une nuit de pluie continuelle et copieuse, le sol absolument détrempe s'est durci, la boue liquide a disparu et l'eau de pluie ruisselle tranquillement à la surface du sol.

Sur la partie de terre non couverte de cendres, on marche comme sur les dalles d'un trottoir ; tandis que la partie cendrée est restée un peu molle, mais sensiblement moins que lorsqu'il ne pleuvait pas.

Ici, le phénomène me semble plus difficile à saisir.

Le ruissellement superficiel très abondant opère-t-il sur le terrain détrempe une sorte de tassement ou de succion qui le débarrasse de l'excès d'eau ? Dans tous les cas, le résultat me semble tel.

Voilà les constatations dont j'ai cru utile de vous faire part ; je les ai observées très nettement encore cette année à la limite des mois de mars et d'avril.

M. A. Rutot fait une communication dont il a envoyé la rédaction ci-dessous :

NOTE

SUR

LES PUIITS FORÉS D'ESSCHEN ET DE ROOSENDAEL

PAR

A RUTOT,

Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

L'Administration des chemins de fer de l'État belge, éprouvant une pénurie d'eau à la gare frontière d'Esschen (frontière de Hollande), s'est adressée à notre confrère M. l'ingénieur Putzeys, auteur d'un ingénieux dispositif de puits filtrants pour captage des eaux dans les sables aquifères.

Pour connaître les conditions géologiques et hydrologiques sous l'emplacement de la gare d'Esschen, notre éminent confrère a fait

exécuter un sondage de reconnaissance, avec prière de le diriger afin de l'arrêter en temps opportun.

De bons et volumineux échantillons des couches traversées ont été ainsi recueillis.

Voici la coupe que l'on peut déduire de la série des échantillons étudiés :

NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS.	PROFONDEUR		ÉPAISSEUR DES couches.
	de	à	
Sable brun clair, meuble, à grains moyens, avec une linéole argileuse gris brun foncé à la base, remplie de gros grains de quartz blanc avec petits cailloux noirs	0,00	3,00	3,00
Sable gris pâle, pur, meuble, à grains moyens	3,00	3,50	0,50
Sable fin, pointillé de noir, gris un peu verdâtre, un peu limoneux, cohérent	3,50	4,50	1,00
Même sable fin, moins limoneux	4,50	5,00	0,50
Tourbe brun noir, impure, finement sableuse, cohérente	5,00	5,30	0,30
Alternance de lits de limon noir, fin, très tourbeux et de sable fin, gris verdâtre, limoneux, cohérent	5,30	5,60	0,30
Argile gris jaune verdâtre, finement sableuse, dure, cohérente, avec traces de linéoles minces, limoneuses et tourbeuses	5,60	6,60	1,00
Sable demi-fin, gris assez foncé, un peu brunâtre, meuble, micacé	6,60	9,00	2,40
Sable demi-fin, semblable au précédent, avec fragments de lignite xyloïde	9,00	10,00	1,00
Sable demi-fin, meuble, gris.	10,00	12,00	2,00
Sable fin, limoneux, très cohérent, gris brun, avec lits brun foncé organiques et fragments de lignite xyloïde. Petits galets d'argile.	12,00	12,60	0,60
Alternances de sable gris assez meuble et de minces lits de sable limoneux et tourbeux brun foncé. Fragments de lignite xyloïde.	12,60	13,00	0,40
Sable gris, demi-fin, pointillé, meuble, très micacé, avec une linéole d'argile tourbeuse noire (grandes paillettes de mica)	13,00	18,50	5,50
Sable gris, meuble, avec linéoles limoneuses un peu tourbeuses, gris foncé	18,50	49,50	1,00

NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS.	PROFONDEUR		ÉPAISSEUR DES couches.
	de	à	
Sable fin, très micacé, avec grosses linéoles de limon gris foncé	19,50	21,50	2,00
Sable gris pur, demi-fin, pointillé, meuble, très micacé	21,50	25,50	4,00
Sable gris, pur, meuble, très micacé, un peu plus gros que le précédent.	25,50	26,50	1,00
Même sable un peu plus fin, avec traces ligniteuses.	26,50	27,50	1,00
Sable gris pâle, meuble, micacé, à grains sensiblement plus gros que les précédents et dont le grain augmente de volume à mesure que l'on descend. En même temps, la proportion de fragments de lignite xyloïde augmente aussi. .	27,50	31,50	4,00
Argile gris foncé, dure, compacte, finement sableuse, micacée	31,50	32,50	1,00

Ces détails peuvent se résumer comme suit :

1 ^o Sable brun clair à grains moyens, meuble, avec lit argileux et petits graviers de quartz et de silex à la base	0,00	3,00	3,00
2 ^o Alternances de zones limoneuses grises et de sable gris fin, avec quelques lits noirs, tourbeux à diverses hauteurs	3,00	12,60	9,60
3 ^o Sable gris, fin, à grandes paillettes de mica blanc et petits fragments ligniteux généralement peu nombreux. Quelques linéoles limoneuses parfois un peu tourbeuses	12,60	19,50	6,90
4 ^o Sable gris pâle, meuble, à grains assez gros, avec petits fragments de lignite xyloïde assez nombreux.	19,50	31,50	12,00
5 ^o Argile gris foncé presque noir, à l'état humide, finement sableuse, dure, compacte.	31,50	32,50	1,00

Le n^o 1 paraît bien être le Flandrien, représenté par son facies sableux, marin, ordinaire, avec petit gravier à la base.

Les n^{os} 2, 3 et 4 reproduisent ce qui s'observe à découvert et en profondeur dans les briqueteries à l'Ouest de Turnhout, en Campine, à Ryckevorsel par exemple; sauf qu'à Esschen les parties limoneuses

utilisées pour la fabrication des briques ainsi que les parties tourbeuses sont moins développées et plus sableuses qu'à Ryckevorsel.

Sous la partie n° 2, qui s'assimile parfaitement à la partie supérieure du Moséen exploitée en Campine, vient une zone très sableuse avec zones limoneuses rares et peu épaisses qui peut se paralléliser avec ce qui se passe dans les environs de Turnhout; puis, enfin, le sable gris, micacé, constituant le n° 4, est l'équivalent du sable blanc de Moll exploité pour les verreries, avec cette différence que la masse sableuse d'Esschen a un faciès plus franchement marin que le sable de Moll.

Ce dernier se ressent encore des remous du delta de la Meuse.

Aucune trace de coquilles n'a été rencontrée dans tout l'ensemble des strates 1, 2, 3 et 4.

Brusquement, au moment où le sable n° 4 a atteint son maximum de grosseur, apparaît une argile dure, gris presque noir, finement sableuse, qu'instinctivement on est tenté d'assimiler à l'argile de Boom de l'Oligocène moyen, qu'on sait devoir exister en sous-sol; mais des considérations tirées de la connaissance de faits constatés ne permettent pas de s'appesantir sur cette assimilation.

On sait en effet que, dans le Nord de la Belgique, depuis Bruxelles, toutes les couches plongent vers le Nord d'environ 5 mètres par kilomètre.

Or, sous Anvers, M. le baron O. van Ertborn signale l'existence du sommet de l'argile de Boom à 50^m, 20 de profondeur (Usine frigorifique); il est donc infiniment peu probable que, vu la pente vers le Nord, bien constatée, le sommet de l'argile de Boom se présente à 51^m, 50 de profondeur à Esschen, c'est-à-dire à 27 kilomètres plus au Nord.

Notre sympathique confrère, M. le baron O. van Ertborn, veut bien du reste nous rappeler qu'il a publié, en 1882, dans les *Annales de la Société malacologique de Belgique*, tome XVII, à la séance du 5 novembre, la coupe des couches traversées lors du creusement d'un puits à l'amidonnerie Heuman, à Roosendaël, station du chemin de fer suivant immédiatement Esschen, passé la frontière de Hollande.

Je crois utile de reproduire, avec l'autorisation de M. van Ertborn, la coupe du puits de Roosendaël situé à 9 kilomètres au Nord de celui d'Esschen. (Voir tableau à la page ci-après.)

La série des couches trouvées sous Roosendaël, bien que du même âge qu'à Esschen, est bien différente, et l'argilé, soit mêlée de sable, soit pure, est bien plus abondante à Roosendaël qu'à Esschen; de plus, à 85 mètres de profondeur, le Moséen ne semble pas près d'avoir été complètement traversé.

Puits de l'amidonnerie Heuman à Roosendael (Hollande).

Creusé en mars 1870.

NATURE DES TERRAINS RENCONTRÉS.	PROFONDEUR		ÉPAISSEUR DES couches.
	de	à	
Terre végétale	0,00	1,10	1,10
Sable jaune	1,10	3,00	1,90
Tourbe mêlée de sable	3,00	6,75	3,75
Sable argileux	6,75	7,05	0,30
Sable mouvant glauconifère	7,05	10,15	3,10
Argile brune sableuse	10,15	10,75	0,60
Sable légèrement argileux	10,75	13,25	2,50
Argile tendre	13,25	14,25	1,00
Argile sableuse	14,25	16,85	2,60
Argile verte	16,85	17,30	0,45
Sable argileux	17,30	43,23	25,93
Argile brune	43,23	44,65	1,42
Argile sableuse	44,65	46,95	2,30
Argile dure	46,95	54,20	7,25
Argile sableuse	54,20	56,45	2,25
Argile grisâtre	56,45	59,70	3,25
Argile sableuse	59,70	68,00	8,30
Argile dure	68,00	77,20	9,20
Argile très dure	77,20	77,43	0,23
Argile dure	77,43	85,00	7,57

Il est donc hautement improbable que l'argile dure du bas du forage d'Esschen soit l'argile de Boom ; c'est probablement une lentille argileuse épaisse intercalée dans le Moséen.

La différence très sensible existant entre les deux forages provient sans doute de ce fait que le sondage de Roosendael étant à 9 kilomètres

au Nord de celui d'Esschen, se trouve aussi sensiblement plus au large par rapport aux rivages de la mer moséenne. La prédominance de l'élément argileux s'y explique, comme s'expliquent à Esschen la prédominance de l'élément sableux et la présence, à l'état épars dans la masse, de débris végétaux.

M. O. van Ertborn croit pouvoir assigner à la surface de l'argile de Boom, à proximité du camp de Brasschaet, situé à 18 kilomètres au Sud d'Esschen, la cote — 129; à Esschen, on ne pourrait donc guère espérer rencontrer l'argile de Boom que vers — 219.

Le Moséen n'aurait toutefois pas toute cette épaisseur; des couches miocènes et pliocènes viendraient vraisemblablement s'intercaler entre le Moséen et l'Oligocène moyen.

L'importante masse sableuse de 12 mètres d'épaisseur, meuble et à gros grains reposant à Esschen sur l'argile noire non percée, constitue donc un magnifique réservoir aquifère duquel le puits filtrant, que compte établir notre confrère M. l'ingénieur Putzeys, pourra soutirer au moins 300 mètres cubes en vingt-quatre heures.

M. O. van Ertborn donne lecture de la note ci-dessous :

QUELQUES MOTS DE PROTESTATION

AU SUJET DES

SONDAGES DE MALINES, DE LANAËKEN ET D'EELËN

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN

Il a été exécuté, dans ces derniers temps, en Belgique, trois sondages à grande profondeur du plus haut intérêt au point de vue géologique et dont les résultats scientifiques sont à peu près nuls.

Ces forages sont ceux de l'arsenal de Malines, de Lanaeken et d'Eelën. Notre honorable Président a sauvé quelques épaves du premier, qu'il nous a communiquées à la séance du 26 février dernier. Les données sur la puissance du Crétacé et la profondeur à laquelle se trouve le Primaire ont seules échappé au naufrage. Ce sont les seules

aussi que l'on possède sur ces couches géologiques dans la province d'Anvers.

Le sondage de Lanaeken fut une entreprise particulière pour recherche de houille. La coupe en a été publiée dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*. On peut en déduire l'épaisseur du Crétacé *in globo* et le niveau occupé par le Primaire; toute la série quaternaire et tertiaire, faite d'échantillons déterminés, reste dans l'ombre.

Enfin, à Eelen, il vient d'être fait un autre sondage dans le même but.

Ce sondage, capital pour la géologie du pays, aurait dû être suivi au point de vue scientifique avec un soin méticuleux; les renseignements qui se sont répandus dans le public scientifique font croire qu'on n'a pas même conservé une série complète d'échantillons. Les uns assurent qu'il y a en ce point 200 mètres de Moséen, d'autres que l'argile rupelienne aurait été atteinte à 250 mètres; qu'on aurait percé la craie et les sables d'Aix-la-Chapelle pour atteindre, vers la cote — 610, un grès rouge, rapporté au Trias; ce grès n'était point encore percé à 888 mètres, niveau auquel le sondage fut arrêté.

Tous ces faits sont d'autant moins excusables que ce travail fut fait sous la surveillance d'un ingénieur, qui collabora à l'une de nos cartes géologiques et sous la direction d'un autre ingénieur qui porte l'un des noms les plus illustres de la science belge.

J'ai l'honneur de proposer à la Société d'exprimer tous ses regrets au sujet de ces faits si hautement regrettables et de prier le Gouvernement de vouloir bien la prévenir lorsqu'il sera fait des travaux intéressants pour la science géologique, d'autant plus qu'il paraît vouloir persister dans les mêmes errements qu'à Malines. Il va mettre en adjudication un sondage d'une cinquantaine de mètres et de 5 centimètres de diamètre pour alimenter d'eau la caserne de gendarmerie à Termonde. Quel résultat peut donner un travail conçu dans d'aussi fâcheuses conditions. J'ai pris moi-même connaissance du cahier des charges. J'ai la certitude que le Service géologique n'a pas même été averti, malgré l'intérêt scientifique que présente ce genre de travaux.

M. O. van Erborn fait une communication dont il a envoyé la rédaction ci-contre :

LE BÉLIER HYDRAULIQUE

LES POMPES ET LES COMPRESSEURS A AIR.

ÉLÉVATEURS A EAUX ARTÉSIENNES

PAR

le baron Oct. VAN ERTBORN.

Nous croyons utile, avant de parler des *compresseurs à air*, de dire quelques mots de la théorie des *nappes artésiennes*.

La plupart des auteurs qui ont traité de ces couches aquifères ne désignent comme *artésiennes* que celles dont le niveau piézométrique s'équilibre au-dessus du sol, donnant lieu à des *sources jaillissantes*. Toutes celles dont le niveau piézométrique s'équilibre en contre-bas du sol sont désignées comme *ascendantes*.

Ce classement nous paraît subtil, car dans une propriété de quelques ares située sur le pied d'une pente, il suffirait d'une dénivellation de quelques mètres pour que la même couche aquifère fût classée dans deux catégories différentes.

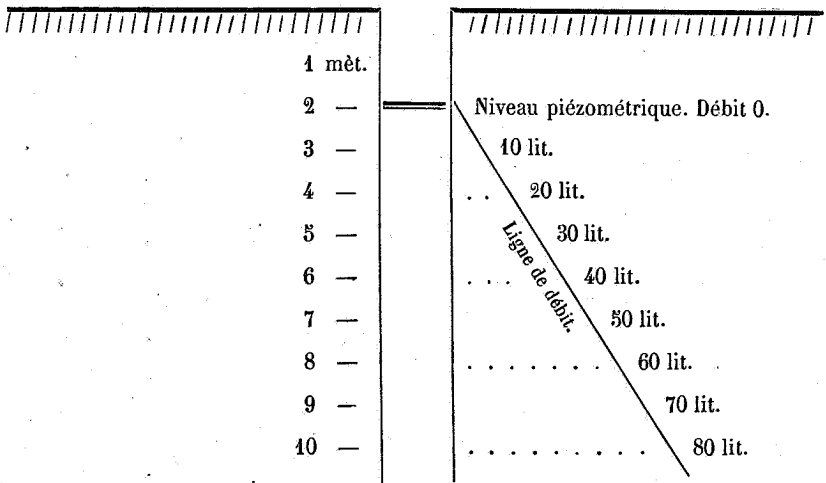
Il paraît donc rationnel de désigner comme *nappes artésiennes* toutes couches aquifères *forcées*, comprises entre deux couches imperméables; la source se déversant au-dessus du sol ou s'équilibrant en contre-bas.

Les sources artésiennes jaillissantes très abondantes sont exceptionnellement rares en Belgique. La petite ville brabançonne de Léau occupe un site privilégié à ce point de vue; le débit des puits artésiens au jaillissement peut atteindre 2000 ou 3000 litres par minute; partout ailleurs ce débit est bien moindre et les propriétaires qui obtiennent 200 ou 300 litres par minute s'estiment comme fort heureux.

Au résumé, plus on s'avance vers l'Est en Belgique, plus on a de chance, à niveau et à perméabilité égaux, de rencontrer de plus fortes

sources et à niveau piézométrique élevé. Le fait est absolument normal, les affleurements des couches perméables occupant des niveaux de plus en plus élevés vers l'Est.

Lorsqu'on connaît le niveau piézométrique d'une source et son débit à un niveau inférieur, ou bien son débit à deux niveaux différents, il est facile de connaître son débit aux diverses profondeurs. Il suffit de prendre les profondeurs comme abscisses et les débits comme ordonnées. On obtient ainsi une ligne droite, qui s'écarte de la verticale et que l'on désigne sous le nom de *ligne des débits* (1), comme le fait voir la figure ci-dessous. Soit un puits dont le niveau piézométrique s'équilibre à 2 mètres sous le sol, et dans lequel, à 6 mètres plus bas, on a puisé 60 litres par minute d'une manière continue.



On prend cette profondeur comme abscisse et le débit comme ordonnée, 22 millimètres par exemple, comme sur la figure, et on la relie au niveau piézométrique. On obtient ainsi une ligne oblique, qui est celle des débits. Il suffit alors, pour connaître les débits du puits aux diverses profondeurs, de mesurer l'écartement de cette ligne de la verticale. Les débits aux différentes profondeurs étant ainsi connus, on en déduit la longueur qu'il faut donner soit aux pompes, soit aux compresseurs pour obtenir la quantité d'eau désirée. Des expériences préliminaires sont donc nécessaires.

(1) Cette ligne peut présenter des irrégularités lorsque le trou de sonde a rencontré dans les roches des fissures aquifères dont le niveau hydrostatique n'est pas le même.

Au peignage de laines de Hoboken lez-Anvers, la source s'équilibre très approximativement au sol et, à 50 mètres plus bas, son débit atteint 530 litres par minute. Celui-ci étant proportionnel à la profondeur, nous constatons une augmentation de 10^l,6 par mètre. Cette source provient du sable laekenien, assez fin et, par là même, d'une perméabilité secondaire.

A Louvain, des jaugeages très précis, faits par M. l'ingénieur Mathei aux ateliers Dyle et Bacalan, ont établi que le débit du puits du sol (cote 17.81) est de 165 mètres cubes par vingt-quatre heures et qu'à 4^m,92 plus bas, il est de 564 mètres cubes pendant le même espace de temps. L'augmentation de débit est donc de 56^l,5 par mètre de profondeur. Cette source sourd des fissures du Crétacé.

Enfin, à Hougaerde, à la sucrerie du Grand-Pont, des expériences de pompage furent faites avec beaucoup de soin le 25 juin et le 5 juillet 1887, et l'eau déversée dans des réservoirs en tôle de grande capacité. (1)

La surface du sol se trouve à la cote 53.76, le niveau piézométrique à la cote 49.49 et celui du débit de 940 litres par minute à la cote 46.61. L'augmentation de débit par mètre est donc de 327 litres. Ce puits, qui a sa source dans les fissures du Landenien inférieur, n'a que 28^m,50 de profondeur.

Cette augmentation de 327 litres par mètre est considérable et supérieure, croyons-nous, à celle des sources de Léau.

La source de Louvain est donc 5.3 fois plus abondante que celle de Hoboken et celle de Hougaerde 5.8 fois plus forte que celle de Louvain.

Dupuit, dans son *Traité de la conduite et de la distribution des eaux*, page 99, a établi une formule qui permet de comparer les débits. Il désigne par α une constante dépendant de l'épaisseur et de la perméabilité de la nappe aquifère dans l'équation :

$$Q = \alpha H,$$

dans laquelle Q représente la quantité et H la hauteur.

Pour comparer les débits, il suppose que toutes les colonnes ont été coupées à 1 mètre au-dessous du niveau piézométrique. Le chiffre du débit est alors le coefficient α .

(1) Voir *Soc. royale malac. de Belgique*, t. XXIX, 1894, *Mém.*

Nous obtenons ainsi :

Pour Hoboken-Peignage.	0,000,300
— Louvain, Dyle et Bacalan.	0,001,550
— Hougaerde Grand-Pont	0,009,000

Ce dernier coefficient est très élevé; il est double de celui du puits de Passy, qui n'est que de 0,004.

Ces données sont absolument de rigueur pour établir les moyens d'exhaure, car il n'est point nécessaire de dire qu'on n'a jamais, au sol, la quantité d'eau désirée, et encore moins par déversement dans un château d'eau.

Il y a cinquante ans, les sondages à Bruxelles ne dépassaient pas le sable vert landenien; à cette époque, cette nappe était encore jaillissante. Il existait un puits artésien jaillissant, rue du Poinçon, que l'on apercevait dans une cour, la porte d'entrée étant perpétuellement ouverte.

Le dernier qui fut jaillissant à Bruxelles, tout au moins à notre connaissance, fut celui foré en 1889 dans la sucrerie du quai de Halage et qui a sa source dans le Crétacé.

Depuis, la quantité d'eau considérable puisée dans le sous-sol de la capitale a déprimé le niveau des nappes qui, en certains points de la vallée de la Senne, s'équilibrent à présent à 15 et 18 mètres en contre-bas du sol.

Avant de parler des appareils élévateurs, pompes et compresseurs, nous citerons le cas exceptionnel en Belgique d'un puits artésien élevant lui-même son eau sur le sommet d'une colline.

Nous avons foré en 1874 un puits artésien au château de Mont-Saint-Jean, à Zeelhem. Ce manoir est situé à 3 kilomètres au Sud-Est du clocher de Diest, sur une colline qui, formant promontoire, domine, d'une vingtaine de mètres, la vallée du Démer. Le propriétaire avait fait exécuter l'année précédente par un sondeur, dont nous ignorons le nom, un forage sur le sommet de la colline, à 23^m,48 au-dessus de la vallée; l'entreprise échoua à 75 mètres de profondeur. La question nous parut fort mal étudiée, car, en ce point élevé, les chances d'obtenir des eaux jaillissantes étaient nulles et les frais de pompage auraient été fort considérables.

Chargé de reprendre les travaux, nous établîmes le chantier au pied de la colline, entre celle-ci et le Zwarte Water, affluent du Démer;

qui, après s'en être approché à quelques mètres, s'en éloigne ensuite pour rejoindre la rivière bien en aval (1).

Le sondage, exécuté à la cote 20, rencontra plusieurs sources jaillissantes, dont la plus forte débite 305 litres à 2 ou 3 mètres au-dessus du fond de la vallée; on établit un bélier hydraulique, envoyant une centaine de litres par minute au château.

Comme moyen d'exhaure, l'appareil inventé par Mongolfier est le plus économique, il ne demande même aucune surveillance; malheureusement, il est bien rare qu'on puisse l'appliquer à l'élévation des eaux artésiennes.

Lorsque la source jaillit faiblement, ou bien si son niveau piézométrique se trouve à très petite profondeur au-dessous de la surface et que son coefficient de débit est élevé, il suffit parfois de puiser l'eau à l'aide d'une simple pompe aspirante.

A la sucrerie du Grand-Pont, à Hougaerde, une pompe de ce genre puise 1 100 litres par minute, mais les cas de l'espèce peuvent être considérés comme exceptionnellement rares. Généralement, pour avoir une plus grande quantité d'eau, on suspendait dans le puits une pompe aspirante et foulante. Celle du premier puits artésien (2) du peignage de laines de Hoboken avait une cinquantaine de mètres de longueur et son débit dépassait 500 litres par minute.

On comprendra sans peine qu'une pompe de ce débit, donnant douze coups par minute, doit avoir des dimensions relativement considérables. Déjà, avec cette vitesse, il se produit des trépidations qui, se communiquant aux tubages de retenue, peuvent nuire, dans certains cas, à la bonne conservation du puits. Personne n'ignore que des vibrations transmises à un sol, même faiblement imprégné d'eau, ont une tendance à le transformer en bouillie; de plus, la colonne d'eau pesant lourdement sur le piston, il faut un balancier occupant beaucoup de place pour lui faire contrepoids. Enfin, la transmission de la machine à vapeur à la pompe est souvent difficile et parfois très coûteuse à établir.

Les grains de sable entraînés par l'eau fatiguent beaucoup les cercles du piston et les clapets. Une marche continue de jour et de nuit occasionne des frais d'entretien considérables, et il faut remplacer de temps en temps les clapets et les cercles. En raccordant le porte-clapet de

(1) Pour la coupe du puits, voir *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XII, pp. 127-128.

(2) Remplacée depuis par un compresseur.

retenue à un étrier fixé au piston, on peut retirer assez rapidement le mécanisme de la pompe et le remplacer immédiatement par un autre.

A Hoboken, où l'on était fort habile, cette opération se faisait en soixante-quinze minutes, et la pompe de 50 mètres, arrêtée à midi, se remettait en marche à 1 h. 15.

L'introduction du compresseur à air en Belgique par nos amis MM. Wielemans-Ceuppens, membres de la Société, fut un vrai bienfait pour l'industrie, et nous devons rendre hommage à leur initiative.

Les pompes monumentales, les transmissions difficiles et encombrantes furent supprimées et le tuyau à air comprimé suit les murs comme les tuyaux à gaz.

Le « compresseur à air » se compose :

1° D'un moteur, moulin à vent, moulin à eau, turbine, machine à vapeur ou électrique actionnant une pompe à air. De ces engins, nous n'avons pas à nous occuper, on peut les varier à l'infini.

2° La pompe à air refoule l'air comprimé dans un réservoir en tôle de quelques mètres cubes de capacité, muni d'un manomètre.

3° De l'appareil élévateur, qui se compose de deux tuyaux : le tuyau à air, qui est relié au réservoir à air et muni d'un robinet, et du tuyau à eau.

Cet appareil est donc d'une simplicité que l'on peut qualifier de phénoménale.

Le diamètre des tuyaux est généralement dans le rapport de 1 à 3; le tuyau à air a de 1 $\frac{1}{4}$ à 1 $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre et le tuyau à eau trois fois plus. Cette proportion paraît la plus avantageuse.

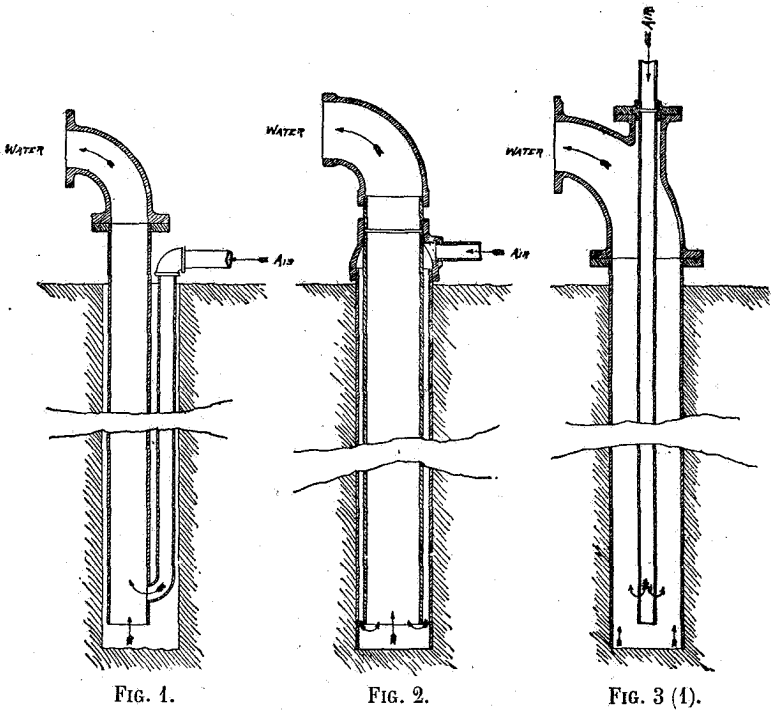
La partie inférieure du tuyau à eau est généralement un peu évasée sur 0^m,60 de hauteur et, à 0^m,30 de sa base, reçoit le tuyau à air, recourbé en demi-cercle, comme le fait voir le croquis n° 1. Les deux tuyaux sont reliés entre eux par des collets et suspendus dans le puits.

Lorsque la section du puits est trop petite, on place le tuyau à air dans le tuyau à eau, comme le fait voir la figure 3.

A la rigueur, on peut ne placer qu'un tuyau à eau et se servir de la colonne de retenue du puits comme de tuyau à air, comme le fait voir la figure 2. Toutefois, dans ce cas, il faudrait que la section du puits artésien fût fort réduite et la source d'une abondance extrême, provenant de roches fissurées.

Généralement, on donne aux forages des sections beaucoup trop petites; le diamètre minimum devrait être d'eau moins 0^m,20; 0^m,28 et 0^m,36 sont bien préférables. Il va de fait que, plus la section du

puits est petite, plus la vitesse de l'eau est grande à quantités égales et, par là même, plus est grand l'entraînement du sable dans les couches aquifères de cette nature. Il nous semble inutile d'ajouter que les diamètres de 0^m,05, adoptés à Malines et à Termonde, ne permettent l'emploi d'aucun appareil-élévateur.



Le moteur mis en marche, le réservoir à air mis en pression, on ouvre le robinet du tuyau à air et, peu d'instants après, on voit l'eau projetée avec force, jaillir à jet continu par le grand tuyau.

Les appareils placés à la surface sont d'un entretien facile et ceux placés dans le puits n'en demandent aucun. Une simple inspection des croquis ci-dessus le prouve à l'évidence.

On se demandera quelle est la théorie de ce singulier appareil; cette théorie est aussi simple que lui. Elle repose sur la différence de densité des deux colonnes d'eau. La colonne d'eau qui se trouve comprise entre

(1) Dans ces figures, la sortie de l'eau refoulée à l'extrémité supérieure des tubes est indiquée par le mot *water* : ce qui provient de ce que nous avons utilisé un cliché obligeamment prêté, à notre demande, par la maison *The Ingersoll-Sergeant Drill Company*, de New-York.

les tuyaux à air et à eau et le tubage du puits a pour densité 1 et celle du tuyau à eau, mélange d'eau et d'air, a une densité de 0,5 à 0,4. Il s'ensuit que la colonne lourde refoule la colonne légère avec d'autant plus de force que la différence de densité est plus grande.

Il se forme ainsi dans la colonne des alternances d'eau et d'air comprimé; ce dernier empêche l'eau de redescendre et l'entraîne dans son mouvement ascensionnel.

En pratique, la différence de hauteur des deux colonnes ne doit pas dépasser la proportion 1 : 2, sinon on aurait une trop grande dépense de force et, par là même, d'argent.

Supposons un puits de 100 mètres de profondeur et le niveau piézométrique au sol, on pourra pomper l'eau par compression jusque 50 mètres pour opérer pratiquement, comme nous le disions plus haut.

Nous avons déjà signalé tous les avantages du compresseur au point de vue usuel par la suppression de tout mécanisme dans le puits, avantage inappréciable. Il en est d'autres qu'indiquent les constructeurs de ces appareils. Ainsi les grains de sables entraînés fatiguent énormément les pompes et passent inaperçus dans la tuyauterie du compresseur; le moteur peut être à une distance relativement grande du puits; la détente de l'air comprimé exerce une action réfrigérante; le même réservoir à air, s'il a une capacité suffisamment grande, peut actionner plusieurs compresseurs simultanément; tous ces faits avantageux sont indiscutables, mais il est une assertion que nous ne pouvons admettre, c'est que le compresseur puisse tirer d'un puits plus d'eau qu'une pompe. La question à ce point de vue doit être nettement posée.

Supposons, comme précédemment, un puits de 100 mètres de profondeur, ayant son niveau piézométrique au sol et une pompe puisant 500 litres par minute en déprimant le niveau de 50 mètres, point où il reste constant sous l'effet de cet épuisement.

Un compresseur déprimant ce même niveau à 50 mètres n'en tirera pas un litre de plus, et le débit à l'écoulement naturel serait le même si nous pouvions couper la colonne à 50 mètres sous le niveau piézométrique de la source.

Le débit d'une source dépend de la perméabilité de la couche et de la charge et nullement des appareils élévateurs. Ce fait est indiscutable.

Il est donc évident que si un compresseur a tiré plus d'eau d'un puits, c'est qu'il déprimait davantage le niveau hydrostatique.

Si, d'une part, le compresseur à air présente les nombreux avantages que nous venons de signaler, il est un cas où l'avantage peut rester à la pompe. Supposons toujours le même puits de 100 mètres et le niveau

hydrostatique s'équilibrant non pas au sol, mais à 20 mètres au-dessous, et qu'il faille élever l'eau dans un réservoir de 20 mètres de hauteur, nous aurons donc 120 mètres du fond du puits au réservoir, hauteur dont la moitié se trouve à 20 mètres au-dessous du niveau hydrostatique, point maximum que le compresseur peut déprimer d'une manière pratique.

Le rendement du puits sera donc son débit à 20 mètres sous le niveau piézométrique, tandis que la pompe pourra le déprimer à 40 mètres et débiter une quantité d'eau double.

Pour éviter cet inconvénient, deux établissements industriels voisins de la gare de Bruxelles-Ouest élèvent l'eau jusqu'au sol à l'aide d'un compresseur et la renvoient dans les réservoirs à l'aide d'une pompe. L'eau est donc élevée à l'aide d'un relai, et s'il n'y avait pas avantage, ces industriels, éminemment pratiques, ne l'emploieraient pas.

Nous ne croyons pas que l'emploi de cet appareil se généralisera en Belgique : les nappes artésiennes ne sont pas assez abondantes et il nous semble qu'il faut un débit minimum de 200 à 250 litres par minute pour l'employer utilement. L'extension de l'argile ypresienne sur presque toute la Flandre ne permet pas aux eaux de s'infiltrer profondément ; le Crétacé n'existe souvent plus, et si l'on en trouve des lambeaux, ils sont peu épais et peu fissurés ; on n'a d'autres ressources que des fissures du Cambrien ; or la rencontre de celles-ci est bien aléatoire et si les roches primaires se trouvent à une profondeur trop grande, on risque de trouver des eaux minéralisées.

Quelques zones de l'agglomération bruxelloise, telles que les environs de l'abattoir d'Anderlecht et le pied du boulevard Léopold, sont assez favorisées ; à Louvain et à Vilvorde, où l'épaisseur de la craie dépasse 50 mètres, toutes les tentatives ne sont pas certaines de réussir. La banlieue de Tirlemont et la partie méridionale du Limbourg au Sud du Démer peuvent être considérées comme les régions les plus favorables pour l'établissement des puits artésiens en Belgique.

Le Bruxellien, le plus perméable de nos sables, paraît ne pas exister à l'Ouest du méridien de Bruxelles ; il plonge au Nord-Est, et le forage du château de Westerloo est le seul qui l'ait rencontré en profondeur. Il y est recouvert par d'autres sables de l'Éocène remplis de blocs de grès, comme lui-même. Ces grès durs, alternant avec des couches de sable mouvant, rendront toujours l'exécution des sondages coûteuse et difficile dans cet horizon géologique. Cet état général limitera forcément l'emploi des « compresseurs à air », comme moyen d'exhaure pour l'eau en Belgique.

Nous ignorons le nom de l'inventeur du compresseur à air. En

Allemagne, il est désigné sous le nom de Pompe-Mammoth (1). Les Américains le désignent « The Polhé air lift system ». Le docteur Julius Polhé est décédé le 7 octobre 1876 ; il aurait découvert ce système de pompage et aurait consacré plusieurs années à le perfectionner.

Voici ce qu'au point de vue bibliographique nous avons pu découvrir au sujet de cet appareil :

Brevet américain Brear de 1862, n° 1017.

Brevet américain Landshell de 1866, n° 1717.

Reuleaux. *Le Constructeur*. Paris, 1890, p. 896, fig. 973.

Mouvement mécanique de Brou, 1880, fig. 475-476 du Code général.

P. BERTHOT, *Traité de l'élévation des eaux*, 1893, p. 298, chap. 240.

M. O. van Erborn présente pour les *Mémoires* une série de coupes et de renseignements fournis par de nombreux sondages, restés inédits, effectués à Bruxelles et aux environs.

(1) En Amérique, le pompage par l'air comprimé est en usage depuis longtemps. La société *The Ingersoll-Sergeant Drill Company*, à New-York, s'occupe tout particulièrement de ce mode d'élévateurs d'eau. Elle a même deux succursales en Europe (Berlin, C. Kaiser-Wilhelm Strasse 2, et à Londres). Les machines motrices paraissent fort perfectionnées.

MM. *Alley et Maclellan*, à Glasgow, en Angleterre, construisent également ces appareils ; la maison *Borsig* de Berlin en a placé un grand nombre en Allemagne et ailleurs, et nous avons la certitude que les bons constructeurs ne manquent pas en Belgique.

La compagnie *Ingersoll-Sergeant* a placé à Asburg-Park, en Amérique, des appareils très puissants qui élèvent 1 500 000 gallons d'eau par jour (*); au fort Madison, on puise 4 000 000 de gallons par vingt-quatre heures ; les moindres débits sont de 200 gallons, soit environ un mètre cube par minute, ce qui est encore fort joli.

En Allemagne, la maison *Borsig* a fourni entre autres les compresseurs de la sucrerie de Culmsee dans la Prusse occidentale, débitant 15 000 litres par minute, et beaucoup d'autres, dont il en est qui ne dépassent pas 100 litres. Ces derniers sont rares ; généralement la quantité d'eau élevée est beaucoup plus considérable.

Lorsqu'on désire placer un compresseur, le constructeur pose au client une série de questions, qui peuvent se résumer ainsi :

1° Le diamètre du puits sur toute la profondeur ;

2° Le niveau piézométrique et la source ;

3° Le rendement du puits en pompant et la dépression que subit son niveau pour une quantité déterminée.

4° Le niveau auquel l'eau doit être élevée ;

5° La quantité d'eau nécessaire.

Les représentants de ces diverses maisons se sont empressés de nous fournir tous les renseignements demandés dans l'intérêt des lecteurs de notre *Bulletin* et spécialement des membres de la Société ; qu'il nous permettent de leur adresser nos sincères remerciements.

(*) Le gallon : 4,54.

Sans présenter par eux-mêmes un intérêt de nouveauté réclamant leur publication à ce titre, ces sondages constituent, par leur réunion, une documentation que justifie le titre donné à son travail par M. van Ertborn et qui est : **Contribution à la carte du sous-sol profond de l'agglomération bruxelloise.**

Ces données, quand elles seront complétées par d'autres complémentaires qu'il s'efforcera de réunir, permettront à ceux qui le désireront de dresser, par exemple, la topographie souterraine de Bruxelles, suivant les phases représentées par les contacts successifs du Primaire, du Secondaire, du Tertiaire et du Quaternaire, et c'est à ce titre que M. van Ertborn demande la publication de ces documents — inédits d'ailleurs — dans le recueil de nos *Mémoires*. — Accepté.

M. le *Président* remercie M. le baron O. van Ertborn des renseignements qu'il vient de fournir et lui exprime le désir de le voir lui-même établir les tracés des diverses phases de la topographie souterraine de Bruxelles, ce à quoi M. van Ertborn ne se refuse pas.

Celui-ci faisant ensuite allusion à quelques sondages pratiqués à Turnhout, Esschen, Tilbourg, M. le *Président* le prie de bien vouloir consigner dans une note à présenter ultérieurement les observations et constatations que ces dernières recherches ont amenées.

M. le professeur F. Sacco, de Turin, a fait parvenir la communication suivante :

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

RELATIVES A UN

PROJET DE CAPTAGE ET D'ADDUCTION D'EAU POTABLE

des vallées de Lanzo

POUR L'ALIMENTATION DE LA VILLE DE TURIN

PAR

F. SACCO.

La ville de Turin est pourvue, depuis environ un demi-siècle, d'une bonne eau potable provenant de l'exploitation d'une nappe d'eau souterraine alimentée par les précipitations atmosphériques qui tombent dans le bassin alpin de Val-Sangone. Mais comme ce bassin est de peu d'étendue et dépourvu de glaciers, il s'ensuit qu'en été la réserve aquifère devient insuffisante, d'autant plus que la population de Turin s'est

notablement augmentée dans ces dernières cinquante années, atteignant le chiffre d'environ 340,000 habitants.

En conséquence, on s'occupe, depuis quelque temps, de trouver une nouvelle région d'extraction d'une bonne eau potable à ajouter à celle dont on se sert actuellement. Dans ces recherches, on remarque actuellement la tendance à laisser de côté les eaux des simples nappes phréatiques et à recourir plutôt aux zones profondes, ou bien aux sources de montagne. Les essais effectués récemment près de Turin par des puits profonds de 50, 60 et 70 mètres dans la plaine de Veneria donnèrent des résultats suffisamment satisfaisants pour la qualité; mais l'eau n'est pas très abondante : par conséquent, les recherches tendent toujours plus à se rapprocher des régions alpines.

Malheureusement, la grande vallée de Suse, qui fait face à Turin et qui semblerait la plus favorable au but recherché, est traversée par des terrains calcaires et gypseux du Trias et présente, par conséquent, des eaux un peu dures et séléniteuses. Plusieurs autres vallées alpines piémontaises ont déjà leurs eaux utilisées pour des travaux agricoles ou industriels, ou bien sont trop éloignées de Turin : par conséquent, les recherches se dirigent actuellement vers le bassin montueux de la Stura de Lanzo.

Au débouché de la vallée de Lanzo dans la grande plaine padane, on trouve bien une série de sources (dans la région Cafasse) (1) qui paraissent propres au but en question, mais elles prennent leur origine dans une zone phréatique peu profonde. Comme je l'ai dit, par suite de la tendance qui prédomine présentement dans cet ordre de recherches, ces sources et cette zone ne sont pas prises en considération autant qu'elles le mériteraient.

Dans la partie haute de la vallée de Lanzo (branche d'Ala), vers 1750 mètres au-dessus du niveau marin se trouvent des sources copieuses, fraîches et pures qui, depuis quelques années, attirèrent l'attention de l'Administration communale de Turin, laquelle, après en avoir fait l'acquisition, fit préparer un projet de dérivation, en en confiant la partie géologique au Prof. F. SACCO.

Avant tout, on devait établir l'origine de ces sources et chercher ensuite le meilleur moyen de les utiliser.

Ces sources sont indiquées comme *Sources du Piano de la Mussa*, parce qu'elles ont leur origine sur un large plateau de ce nom, qui s'étend

(1) F. SACCO, *Sopra un Progetto di derivazione d'acqua potabile dalla Regione di Cafasse presso Lanzo*. Torino, 12 nov. 1892.

F. SACCO, *Osservazioni geologiche*. Torino, 6 Ag. 1899.

depuis 1748 à 1800 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, au milieu d'un vaste cercle de montagnes abruptes couvertes çà et là par quelques glaciers assez importants. Or, comme ces sources viennent au jour près d'une des pentes rocheuses qui entourent le bassin de la Mussa, on croyait généralement qu'elles sortaient de la roche même. Au contraire, la nature de cette roche (serpentine), la variabilité de débit de ces sources (par rapport à la fonte des masses glaciales voisines), la forme et la constitution du bassin (un ancien lac barré par une moraine et comblé pendant la période terrassienne) et autres considérations portèrent le Prof. Sacco à la conclusion que *les sources de la Mussa représentent en quelque sorte l'affleurement (combiné avec un phénomène de débordement amené par une barrière souterraine) d'un bassin d'eau imbibant les dépôts d'alluvion qui remplissent l'ancienne dépression lacustre, changée maintenant en plaine de la Mussa* (1).

La précision de cette conclusion a été prouvée matériellement trois ans plus tard par l'expérience de l'introduction d'une solution d'uranine dans des puits profonds creusés dans le *Piano de la Mussa* à 1 kilomètre environ en amont des sources susdites, qui en furent fortement colorées deux jours après cette introduction.

Ayant ainsi établi l'origine des sources en question, restait le problème de leur utilisation; car elles présentent le grave inconvénient d'être à la vérité très copieuses dans la période d'été (jusqu'à plus de 1000 litres par seconde en juillet) pendant la fonte des neiges et des glaciers, mais de s'appauvrir notablement, parfois jusqu'à moins de 100 litres par seconde; certaines cessent même entièrement dans la période hivernale quand le processus de fusion s'arrête; par conséquent, il était nécessaire de chercher le moyen de constituer une espèce de compensation entre ces deux débits si différents, dont le résultat combiné serait justement convenable pour l'alimentation de Turin.

Le Prof. Sacco conseilla, dans son rapport de 1898, de diminuer l'inconvénient sus-exposé *au moyen de travaux de drainage un peu profonds*. Par contre, un groupe d'ingénieurs proposa de construire une digue de plus de 30 mètres de hauteur dans la région de rétrécissement en aval du *Piano de la Mussa*, de manière à le convertir en un très vaste lac-réservoir. Le projet sembla de prime abord efficace et convenable, mais, soumis à l'examen géologique (2), il parut peu praticable :

1° Parce que le soubassement de cette digue colossale, estimé de

(1) F. SACCO, *Relaz. geol. Prog. derivaz. acqua potabile per la Città di Torino*, 1898.

(2) F. SACCO, *Osserv. di Geol. appl. riguardo. Prog. Cond. acqua pot. dal Piano della Mussa a Torino*, 1900.

peu de mètres de profondeur par les auteurs du projet, aurait dû plonger à une centaine de mètres environ dans des dépôts sablonneux, alluvio-lacustres, imbibés d'eau, ce qui fut démontré par des expériences faites à l'aide de sondages poussés à 60 et 70 mètres de profondeur sans atteindre la roche en place. Le travail se présentait par conséquent dans des conditions très difficiles et avec une augmentation de plusieurs millions sur la dépense estimée;

2° Parce qu'il n'est pas convenable d'implanter la digue sur la moraine terminale qui barre le *Piano de la Mussa*, soit par suite de la nature peu solide de ce terrain, soit parce que ce terrain est perméable; ce qui rendrait nécessaire, dans ce cas aussi, d'approfondir la digue de plusieurs dizaines de mètres pour arriver à la roche solide en place;

3° Le réservoir projeté en haute montagne, alimenté par divers affluents de caractère parfois torrentiel et entouré par des pentes rocheuses, sujettes à des éboulements, peut se combler assez rapidement;

4° Les eaux qui se seraient accumulées dans ce réservoir, en outre de celles des sources sus-indiquées, proviennent pour une partie très notable de la fonte des glaciers riches en matériel morainique, et par conséquent elles sont finement boueuses, blanchâtres, et ne perdent leur opalescence qu'après plusieurs mois de repos complet; pour ce motif, elles seraient peu conseillables comme eaux potables.

Ayant donc abandonné l'idée ci-dessus exposée d'un réservoir, on revint au projet du Prof. Sacco formulé en 1898, c'est-à-dire d'utiliser les eaux, même des régions profondes, du *Piano de la Mussa*, et de corriger, au moyen de travaux de drainage, les variations de débit ou de rendement des sources indiquées.

En effet, le *Piano de la Mussa*, comme on vient de le dire, représente le comblement, relativement de date récente, d'un profond bassin lacustre amené par un barrage morainique; or, comme ce dépôt alluvio-lacustre, de l'épaisseur moyenne d'une centaine de mètres et d'un volume que l'on peut calculer à plus de 20 millions de mètres cubes, est en grande partie aquifère et représente conséquemment une réserve considérable d'eau, une sorte de lac souterrain, il paraît logique de tâcher de l'utiliser pour le but en question. Il faut cependant observer que, pour des causes diverses, spécialement à cause de la présence de zones assez étendues de fin matériel argileux peu perméable, cette réserve d'eau utilisable est peut-être évaluée pratiquement à seulement environ 2 millions de mètres cubes.

De plus, comme l'expérience faite avec l'uranine démontra que la

zone aquifère dont il s'agit représente plutôt un courant localisé qu'un lac souterrain, il en résulte, pour ce motif aussi, que la quantité d'eau calculée d'abord comme réserve utilisable ne serait probablement pas obtenue.

Quant au moyen d'utiliser cette importante zone d'eau souterraine, il semblerait naturel de l'effectuer par l'établissement de galeries profondes sub-horizontales à travers la moraine qui ferme le *Piano de la Mussa*, presque de la même manière dont on viderait un vaste réservoir. Les ingénieurs, au contraire, chargés de la partie technique du projet, afin d'éviter les grandes difficultés des galeries dans un terrain mobile et imbibé d'eau, cherchent à exécuter cette dérivation par des galeries que l'on ferait d'abord verticalement dans la roche serpentineuse compacte, constituant le flanc gauche du bassin de la *Mussa* : ces galeries, arrivées à une profondeur convenable, seraient dirigées vers l'intérieur du bassin souterrain de manière à aboutir dans les dépôts sédimentaires imbibés d'eau, en devenant ainsi des galeries d'absorption qui, naturellement, auraient ensuite un débouché, toujours avec parcours en parois rocheuses, en un point un peu inférieur de la vallée.

Ce projet hardi paraît devoir rencontrer de graves difficultés.

Comme il résulte de ce qui vient d'être exposé, la Géologie eut une part large et importante dans la solution du problème en question, soit en éliminant les projets qui, pratiquement, auraient présenté d'énormes difficultés d'exécution, obligeant à la dépense de plusieurs millions en plus de ceux destinés à cet ouvrage et avec des résultats finaux peu satisfaisants, soit en dirigeant cette solution vers une méthode plus pratique, moins coûteuse, et qui semble devoir donner les meilleurs résultats. De plus, comme la conduite d'amenée, qui longerait la vallée de Lanzo pendant plus de 30 kilomètres, devrait se faire en grande partie en galerie, un examen de géologie appliquée (1) a donné les premières lignes de la méthode que l'on devrait suivre dans ces travaux, a fait prévoir les principaux dangers que l'on devrait éloigner et a permis de dresser un calcul approximatif de la dépense que l'on devrait faire. Les frais du travail, du revêtement des galeries, etc., changent, en effet, beaucoup selon la tectonique, les diverses roches ou les terrains variés que l'on doit traverser (gneiss, serpentine, prasinite, moraines, éboulements, etc.).

(1) F. SACCO, *Osserv. geol. appli. etc.* (V. ante).

Le projet sus-indiqué est maintenant *sub judice* devant l'Administration communale de la ville de Turin, mais il a, contre son acceptation, le fait de la forte dépense nécessaire à son exécution, sans compter quelques incertitudes fondamentales. Tout bien considéré, il est peut-être plus prudent de revenir à l'étude des zones aquifères phréatiques de la plaine de la Stura di Lanzo, en aval de cette ville.

La séance est levée à 10 h. 40.

ANNEXE A LA SÉANCE DU 21 MAI 1901.

Congrès international d'hydrologie, de climatologie et de géologie. Grenoble, 1902.

Le VI^e Congrès d'hydrologie, de climatologie et de géologie, qui devait se tenir à Grenoble cette année, a été retardé en raison de ce que l'énorme quantité des congrès en 1900 en avait rendu l'organisation difficile.

Il sera donc ouvert dans les premiers jours d'octobre 1902, à Grenoble.

Le Comité local d'organisation se compose de :

MM. BERLIOZ, professeur à l'Université, secrétaire général.

KILIAN, professeur de géologie à la Faculté des sciences.

PICAUD, professeur suppléant à l'École de médecine.

PRIMAT, ingénieur des mines.

MM. Albert Rodin et Leudet, désignés par le Congrès de Liège (1898) pour organiser le Congrès suivant, se sont adjoint, pour former le Comité parisien, MM. Frédet, Durand-Fardel, Morice, de Ranse et Sénac-Lagrange.

Toutes les communications relatives au Congrès devront être adressées à M. le Prof. *Berlioz*, secrétaire général, à Grenoble.

Les divers travaux du Congrès comprendront :

A. *Hydrologie scientifique.*

B. *Hydrologie clinique.*

C. *Climatologie.*

D. *Géologie.*

La géologie embrassera diverses questions, parmi lesquelles les suivantes fourniront l'objet de rapports préalables :

1° Les eaux minérales bien captées subissent-elles des variations suivant les saisons, et quelles variations? *Rapporteur* : M. LABAT.

2° Relations des principales sources thermales du Dauphiné avec la nature géologique du sol; leur origine. *Rapporteur* : M. KILIAN.

3° Statistique des sources minérales de la Savoie et du Dauphiné; leur composition et leur thermalité. *Rapporteur* : M. PRIMAT.

4° Conditions géologiques et origine des eaux minérales d'Oriol et de La Motte (Isère). *Rapporteur* : M. LORY.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Sommaires de la « Revue de géologie pratique ».
(*Zeitschrift für praktische Geologie.*)

FASCICULE IV, D'AVRIL 1901.

Articles originaux.

O. BEYER, La nouvelle distribution d'eau de la ville de Bautzen et les rapports de cette eau avec le sous-sol, pp. 121-140.

C. GÄBERT, Les gîtes métallifères entre Klingenthal et Graslitz, dans l'Erzgebirge occidental, pp. 140-144.

F. HUPFELD, Le bassin houiller de San-Juan de las Abadesas, dans les Pyrénées orientales, pp. 145-146.

Travaux récents analysés.

C. GAEBLER, Les couches de Schatzlar (Orzesche) du bassin houiller de la Haute-Silésie (*Preuss. Zeitschr. Berg. Hutten- und Salinenw.*, Bd XLVIII), pp. 147-149.

SVENONIUS et PETERSSON, Nouvelles recherches sur le district minier de Jukkasjärvi (Laponie), pp. 149-150.

Littérature.

A. — TITRES D'OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS. *Mentions accompagnées de résumés.*

- A. ARNOLD, Carte minière du district houiller de Zwickau. Zwickau, 1900.
- F. BENNHOLD, Code minier général des États prussiens, du 24 juin 1885, etc. Essen.
- G. BODENBENDER, Les minéraux, leur description et analyse, particulièrement de ceux de la République Argentine. Cordoba, 1899.
- Bornéo et ses gîtes pétrolifères. (*The Petrol. ind. techn. Review*, 1899.)
- A. GURLT, La loi sur l'exploitation des sables aurifères, etc., de la Nouvelle-Galles du Sud, du 22 décembre 1899. (*Zeitschr. f. Bergrecht*, 1901.)
- N. KOTSOWSKY, La composition du grisou dans les charbonnages du bassin du Donetz. (*Bull. Soc. de l'Industr. Min.*, sér. III, t. XIV, 1900.)
- R. VON LENDENFELD, Les hautes montagnes de la terre. Freiburg, 1899.
- N. MANCAS, Moniteur des intérêts pétrolifères roumains. Revue bimensuelle. Bucarest.
- H. MOISSAN, Le fluor et ses combinaisons. Traduction allemande par Th. Zettel. Berlin.
- R. PÖHLMANN, Les sables aurifères de Punta-Arenas, Terre de Feu. (*Verh. deutsch. wiss. Ver. Santiago*, Bd IV.)
- Carte géologique et agronomique de la Prusse et des États Sturmgien au 25,000^e, fasc. 69 et 80.
- L. SZAJNOCHA, Sur l'origine du pétrole des Carpathes. (*Naphta*, 1899.)
- IDEM, L'industrie du pétrole de la Galicie. (*Oest.-Ung. Revue*, Bd XXV.)

B. — CHOIX DE TITRES PARMi LES INDICATIONS D'OUVRAGES ET DE MÉMOIRES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

- E.-S. AUSCHER, L'art de découvrir les sources et de les capter. (Paris, 278 pages et 79 figures).
- A. BORDEAUX, Les mines d'or de la Californie. (*Rev. univ. Mines*, t. LIII.)
- C. BURCKHARD, Profils géologiques transversaux de la Cordillère argentine-chilienne, stratigraphique et tectonique. (La Plata, 1900, 136 pages et 32 planches.)
- G.-F. DOLLFUS, Relations entre la structure géologique du bassin de Paris et son hydrographie. (*Ann. Géogr. Paris*, 1900, 51 pages et 1 carte.)

- FÈVRE et CUVELETTE, Notice géologique et historique sur les bassins houillers du Pas-de-Calais et du Boulonnais. (Arras, 1900, Repessé-Crépal.)
- GRAND'EURY, Sur la formation des dépôts houillers. (*Berg. Hüttenw. Zeitschr.*, 1901.)
- HAUSER, L'or au point de vue géologique, métallurgique et économique.
- H. MÜLLER, Les filons métallifères du district minier de Freiberg. Leipzig.
- A. RENIER, La formation de la houille et des bassins houillers, etc. (*Rev. univ. Mines*, t. LIII.)

Notices.

- La production de l'or en 1899 et 1900.
- Les gîtes aurifères de l'Égypte.
- La production de métaux aux États-Unis en 1899 et 1900.
- La production d'étain de la Bolivie.
- L'exportation de minerais de fer du lac Supérieur, par voie d'eau, en 1899 et 1900.
- L'exportation de houille de l'Angleterre en 1899 et 1900.
- Nouveaux gîtes houillers en Russie.
- Découverte de pétrole en Perse.

FASCICULE V, DE MAI 1901 (pp. 161-200).

Articles originaux.

- L. DE LAUNAY, Le gisement de pyrites de Saint-Bel (Rhône), pp. 161-170, 7 fig.
- A. LEPPLA, Sur le soi-disant « Sonnenbrand » (brûlure de soleil) des basaltes, pp. 170-176, 2 fig.
- W. WOLFF, Le levé géologique des États scandinaves. I. Le Danemark, pp. 176-180, 1 fig.
- J.-H.-L. VOGT, Nouvelles recherches sur la formation de minerais de fer titanifères dans des roches éruptives basiques (*suite*), pp. 180-186.

Travaux récents analysés.

- SEMPER, Les gîtes aurifères de l'Erzgebirge transsylvanien (*Abt. k. preuss. geol. Landesanst.*, 1900), pp. 186-194, 5 fig.
- E. MAIER, Les filons métallifères de Bockswiese (Harz). (*Ber. Naturf. Gesellsch. Freiburg*, Bd XI, pp. 194-197, 2 fig.)

Littérature.

A. — TITRES D'OUVRAGES RÉCEMMENT PARUS. *Mentions accompagnées de résumés.*

H. MÜLLER, Les filons métallifères du district minier de Freiberg. Leipzig.

B. — CHOIX DE TITRES PARMIS LES INDICATIONS D'OUVRAGES ET DE MÉMOIRES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

Les gîtes métallifères de l'Algérie. (*Berg. Hüttenw. Zeitschr.*, 1901.)

A. BELAR, « Die Erdbebenwarte » (l'Observatoire séismologique). Revue mensuelle, paraissant depuis le 10 avril 1901. Laibach.

G.-C. DU BOIS, Esquisses géologiques et minières de Surinam. Freiberg.

FR. FECH, Le Dyas. (*Lethæa præozoica*, Stuttgart, 235 fig. et 13 pl.)

E. FUCHS et L. DE LAUNAY, Traité des gîtes métallifères. Traduction russe par J. Kassuchin et A. Iwanow. Saint-Pétersbourg, 1900, 1^{re} partie.

R. HOERNES, Les tremblements de terre en Styrie, en 1898. (*Mittheil. Naturw. Ver. Steiermark*, 1899.)

IDEM, Les tremblements de terre en Styrie, en 1899. (*Ibid.*, 1900.)

IDEM, Jours critiques de tremblements de terre. (*Erdbebenwarte*, Bd I.)

J. KNETT, Rapport sur le phénomène de détonation dans les montagnes de Duppau, le 14 août 1899. (*Sitzb. Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturw. Kl.*, Bd CIX, Abth. I.)

E. KÖNIG, La répartition de l'eau au-dessus, sur et dans la terre, et l'origine de la nappe phréatique et de ses sources, avec une critique des théories actuelles des sources. Iéna, H. Costenoble, 1901.

E. LIERKE, Les sels de potasse, leur production, leur commerce et leur emploi en agriculture. Stassfurt, 1901.

H. LÖCKER, Les irruptions d'eau dans les charbonnages de Dux-Ossegg, leur influence sur les thermes de Teplitz et leur endiguement. Teplitz.

G.-A.-F. MOLENGRAAF, Sur la géologie de la République sud-africaine. (*Centralbl. Min.*, 1901, n° 6.)

M. NEUMAYR, L'histoire de la terre. Traduction russe. Saint-Pétersbourg, 1900.

S.-N. NIKITEN, Les eaux du sous-sol et les puits artésiens de la plaine russe. Saint-Pétersbourg, 1900 (en russe).

WAHNSCHAFFE, Les causes de la configuration du sol de la plaine de l'Allemagne du Nord. (*Verh. Ges. Erdk.*, 1901, Bd XXVIII, n° 2.)

L. WEHRLI, Rapport préliminaire sur mon expédition géologique dans la Cordillère argentino-chilienne. (*Revista Museo de la Plata*, t. IX, 1898.)

Notices.

La production d'or des colonies britanniques en 1900.

La production de cuivre des États-Unis de 1896 à 1900.

FASCICULE VI, DE JUIN 1901 (pp. 201-248).

Articles originaux.

P. DAHMS, Sur la distribution et l'emploi de l'ambre, pp. 201-211.

P. KRUSCH, Les minerais de tellure de l'Australie occidentale, pp. 211-217.

W. WOLFF, Le levé géologique des États scandinaves. II. La Norvège.
III La Suède, pp. 217-226.

P. KRUSCH, La classification des gites métallifères de Kupferberg, en Silésie, pp. 226-229.

Travaux récents analysés.

W. LINDGREN, Transformations métasomatiques aux filons. (*Transact. Amer. Instit. Min. Eng.*, 1900, pp. 229-236.)

C. OCHSENIUS, Quelques mots sur le nitre sodique. A propos du livre de M. L. DARAPSKIJ, Le département de Taltal (Chili). Berlin, 1900, pp. 237-243.

Littérature.

CHOIX DE TITRES PARMIS LES INDICATIONS D'OUVRAGES ET DE MÉMOIRES RÉCEMMENT PARUS, SIGNALÉS DANS LA REVUE.

J. W. ANDERSON, Manuel pratique du prospecteur. Traduit de l'anglais par J. Rosset, Paris.

M. ANGLÈS-DAURIAC, Note sur le bassin houiller de la Bouble. (*Ann. Mines.*, 1901, t. XIX.)

L. BECK, L'histoire du fer au point de vue technique et cultural. Cinquième section : le XIX^e siècle de 1860 jusqu'à la fin. Braunschweig, 1901.

- E. BENECKE, Aperçu de la classification paléontologique de la formation des minerais de fer de la Lorraine allemande et du Luxembourg. (*Mitth. Geol. Landesanst. Elsass-Lothr.*, 1901, Bd V.)
- J. CORNET, Études sur la géologie du Congo occidental (*suite*). (*Bull. Soc. belge Géol.*, 1897, t. X.)
- IDEM, Observation sur la géologie du Congo occidental. (*Ibid.*)
- E. COSTE, Nouvelles contributions à la topographie souterraine du bassin de la Loire. Paris, 1900.
- F. FISCHER, La technologie chimique des combustibles. Brunswick, 1901.
- F. GAUTIER, Études sur la formation des gisements aurifères. (*Soc. industr. min.*, 1901.)
- G. KOHLER, Une contribution nouvelle à la connaissance des mouvements terrestres. (*Berg. Hüttenw. Zeitschr.*, 1901.)
- M.-H. KUSS, L'industrie minière de l'Australie occidentale. (*Ann. Mines*, 1901, t. XIX.)
- G.-A.-F. MOLENGRAAFF, L'expédition à Bornéo. Leyde, 1900.
- E. WEINSCHENK, Contributions à la connaissance des gîtes de graphite. (*Abh. Bayer. Acad. Wiss.*, 1900.)
- Z. VON WESSELY, La distribution d'eau de Prague, d'après le projet de la Caisse d'épargne tchèque. Leipzig.

Notices.

Gisements staunifères dans la Sibérie orientale.

La production de minerais de fer de Cuba en 1900.

Les minerais de fer rouges de la Géorgie.

Minerai de manganèse en Russie centrale.

La production du bassin houiller du Gard en 1900.

Importation et exportation de houille des Pays-Bas en 1900.

Le marché houiller de l'Inde.

L'exportation de houille du Chili de 1896 à 1899.

La production et l'exportation du pétrole de Bakou.

L'exportation de pétrole des États-Unis en 1900.

Le pétrole américain en Corée.

La situation du marché d'asbeste.

Les prix en gros de quelques marchandises importantes en mars 1901.

NOTES ET INFORMATIONS DIVERSES

OTTO BEYER. — La nouvelle distribution d'eau de la ville de Bautzen [Saxe] et les rapports de cette eau avec le sous-sol.

L'eau de cette distribution provient d'un courant souterrain, dont le niveau supérieur dépasse parfois la surface du sol et dont la direction est à peu près parallèle à la petite vallée de Strehla-Boblitz. Cette vallée s'élargit à un certain endroit, entre le viaduc du chemin de fer de Görlitz et la chaussée de Neusalza, y formant un petit bassin plat et marécageux d'environ 300 mètres de largeur. La présence de ce courant souterrain fut établie, en 1890, par quarante-huit forages, suivis, en 1900, par six autres, dont les matériaux furent examinés par l'auteur, tandis que des quarante-huit premiers il n'existe que des indications sur les tableaux. Il résulte de ces observations que le sous-sol de la vallée de Strehla-Boblitz, dans la région du bassin marécageux, est composé, après une faible couche de limon d'alluvion superficielle, de haut en bas, comme suit :

1. Argile grise renfermant un petit lit tourbeux (3 mètres en moyenne).
2. Argile sableuse et sable argileux gris, avec un ou deux lits de lignite (10 à 14 mètres).
3. Sable grossier et gravier gris, très aquifère (3 à 6 mètres).
4. Granite, ou argile foncée (bitumineuse) suivant la région.

L'auteur admet que dans ce petit bassin un lambeau du terrain lignitifère supérieur (miocène) s'est maintenu, tandis que les bords de ce lambeau ont été fortement remaniés par les eaux diluviennes qui ont déterminé, par le mélange de matériaux tertiaires et diluviens, la formation d'un *diluvium mixte*. L'argile foncée atteinte en dernier lieu par les forages marque la limite inférieure de ce remaniement, tandis que l'argile grise supérieure ne s'est déposée qu'après sa fin.

Après la constatation de la présence du courant d'eau souterrain en 1890, un puits d'essai fournit une eau irréprochable, tant au point de vue bactériologique que chimique, et l'établissement d'un certain nombre de puits de captage (36 en tout) fut décidé. Mais bientôt après la mise en usage de la nouvelle distribution, on constata que l'eau était souvent trouble et déposait assez vite un abondant résidu ferrugineux. Le dosage du fer dans les trente-six puits montrant qu'ils renfermaient de 0^{mg},7 à 23^{mg},6 de protoxyde de fer (FeO) par litre d'eau, on se décida à abandonner la plupart de ces puits et de ne conserver que les huit renfermant moins que 3 milligrammes de FeO. Depuis lors, la qualité de l'eau de distribution s'est beaucoup améliorée, mais sa quantité, naturellement, est à peine suffisante pour l'alimentation de la ville.

L'auteur recherche l'origine du fer qui se trouve dans l'eau, pour la plus grande

partie, à l'état de carbonate, s'oxydant et se précipitant rapidement, et, en moindre partie, à l'état de sulfate, plus lentement précipitable. Il constate qu'en amont du petit bassin marécageux, l'eau du courant est pure et claire, tandis qu'elle devient très ferrugineuse dans ce bassin même et à ses alentours et se purifie de nouveau de plus en plus en poursuivant son cours en aval. C'est donc dans les couches composant le sous-sol de ce bassin qu'il faut chercher l'origine des sels ferreux. L'auteur croit que l'acide carbonique est fourni par l'oxydation de la tourbe, du lignite et du bitume, dont il a constaté plus haut l'existence; en s'emparant du peroxyde de fer réparti un peu partout dans les sables et les argiles, cet acide forme le carbonate ferreux, tandis que l'oxydation de la pyrite et de la marcassite, dont il a trouvé également des rognons, fournit le sulfate. Il conclut qu'une étude géologique *détaillée et préalable* est nécessaire quand il s'agit d'établir une distribution d'eau potable.

(*Zeitschr. f. prakt. Geol.*, 1901, Heft IV, pp. 121-140.)

A. INOSTRANZEW. — Une particularité du puits artésien de la ville de Iejsk.

Quand le forage fut arrivé à 145 mètres de profondeur, il se produisit une détonation souterraine et de l'eau mélangée de boue fut projetée avec une telle force que le toit protégeant le trou de forage fut enlevé et l'eau s'éleva à 8 mètres de hauteur.

Peu après, l'éruption cessa, et depuis lors un gaz inflammable sort du trou.

La boue renferme du sulfure de fer et l'eau contient 30^{gr},35 de sels (chlorures de sodium, de magnésium et de calcium) et 0^{gr},062 de carbonate ferreux par litre.

Un cas semblable avait été déjà observé dans la colonie de Tjujuschki, sur le bord de la mer d'Azov, dans les couches du Sarmatien supérieur. L'auteur croit que ses roches aquifères de Iejsk appartiennent au même terrain miocène.

(*Trav. Soc. Imp. Natur. Saint-Pétersbourg*, t. XXX, 1899, d'après *Geol. Centralbl.*, 1901, Heft III, p. 75.)

P. MIQUEL. — Sur l'usage de la levure de bière pour déceler les communications des nappes d'eau entre elles.

Pour démontrer l'absence du pouvoir épurateur du sol à l'égard des eaux, j'emploie, depuis dix-huit mois, la levure de bière, qu'il est aisé de se procurer dans un état de pureté satisfaisant. Elle peut aussi être utilisée pour établir la réalité des communications des eaux superficielles ou souterraines avec les eaux de source destinées à être captées.

« La levure délayée, sur les lieux de l'expérience, dans 10 à 20 fois son volume » d'eau, est jetée sur les surfaces absorbantes, dans les cours d'eau, les puits, les » gouffres qu'on suppose en communication directe avec les nappes d'eau souter- » raines alimentant telle ou telle source.

» Les prélèvements des eaux que l'on pense contaminées sont toujours précédés » d'expériences témoins tendant à démontrer que le *Saccharomyces cerevisiæ* ne » préexistait pas dans les échantillons qui vont être soumis à l'analyse; ils sont » effectués toutes les trois ou quatre heures durant une période que, suivant les cas, » on fait varier de quinze jours à un mois et même davantage.

» Pour retrouver la levure, on répartit, dans le plus bref délai possible, les eaux
 » recueillies dans des matras de bouillon de peptone sucré et acidifié, de façon que
 » le liquide résultant de ce mélange contienne environ, par litre, 200 grammes de
 » saccharose, 1 gramme d'acide tartrique et à peu près autant de bitartrate de
 » potasse, puis ces matras sont exposés à l'étuve portée vers 25°.

» Quand la levure a pénétré dans l'eau recueillie, on voit se produire, au bout de
 » vingt-quatre à quarante-huit heures, au fond du matras, des taches ou colonies
 » formées par le *Saccharomyces cerevisiæ*; bientôt une fermentation alcoolique
 » énergique se déclare, avant que les bactéries, surtout celles des fermentations
 » lactiques, qui sont le plus à redouter, aient pu envahir puissamment le milieu
 » sucré. »

Par ce procédé, nous avons pu établir la communication de certains cours d'eau, puits, bétouilles, puisards ou gouffres avec des sources captées à plus de 10 à 15 kilomètres du lieu d'expérimentation.

La levure ne perd pas sensiblement de sa vitalité après de longs parcours souterrains et l'on peut la rencontrer encore pleine de vie à l'extrémité d'aqueducs de plus de 100 kilomètres de longueur et après un séjour de plus de deux mois soit dans l'intérieur du sol, soit dans ces aqueducs.

Ordinairement ces expériences se pratiquent en employant 10, 20, 40 kilogrammes de levure et davantage, suivant les circonstances.

(C. R. Acad. des sc., t. CXXXII, n° 24,
 17 juin 1901, p. 1515.)

Électricité atmosphérique et précipitation de la vapeur d'eau.

M. Arthur Marshall, du service chimique de l'arsenal de Woolwich, expose dans une lettre à *Nature* (20 septembre 1900) une curieuse expérience faite pour démontrer l'influence de l'électricité sur la précipitation de l'humidité atmosphérique. Voici le fait qui amena l'auteur à faire son expérience :

Sur les collines crayeuses du Sud-Est de l'Angleterre se trouvent plusieurs mares connues sous le nom de dew-fonds (mares de rosée). Une d'entre elles occupe notamment un des points culminants de la région et est d'une étendue particulièrement grande. Par suite de son emplacement, il est clair que cette mare n'est alimentée que par les eaux qui tombent directement du ciel. Or, à la fin de la période de sécheresse de l'année dernière, alors que toutes les mares des vallées étaient à sec, celle-ci contenait encore plusieurs milliers de gallons d'eau. Cette particularité frappa l'auteur et il n'y vit qu'une explication, que voici : une différence de potentiel électrique devait produire une attraction entre les particules de vapeur d'eau et le sommet de la colline sur lequel la mare est située. On sait que les gouttes de pluie possèdent une certaine charge électrique, mais il restait à savoir si l'électricité intervient dans la précipitation de l'humidité et si elle coopère à l'alimentation de la mare.

L'expérience suivante, encore imparfaite, semble être de nature à confirmer cette hypothèse : deux soucoupes en porcelaine et d'égale contenance furent suspendues, par des cordons de soie, à des piquets enfoncés dans le sol du sommet de la colline. Dans chacune d'elles était placée verticalement une lame de cuivre.

La disposition des deux appareils était en tout semblable, excepté que dans l'un la lame métallique était reliée à la terre par un fil métallique, tandis que l'autre était

isolée par les fils de soie. Ils furent mis en expérience dans la nuit du 1^{er} avril 1899. Un épais brouillard enveloppait les collines. Le lendemain matin on mesura la quantité d'eau recueillie dans chaque vase. Celui à lame métallique isolée renfermait 15.5 centimètres cubes d'eau, l'autre 18 centimètres cubes. Ce résultat, dit l'auteur, montre que l'appareil isolé s'est chargé d'électricité aux dépens des particules d'eau avec lesquelles il s'est mis en quelque sorte en équilibre. Donc l'attraction devait être moindre que dans l'appareil non isolé. D'après l'auteur, la condensation de la vapeur d'eau est le résultat, pour le cas présent, d'une action électrique. La question mérite d'être étudiée, car l'expérience est loin d'être concluante. En effet, l'isolation au moyen de fils de soie, dans une atmosphère chargée de brouillard, est douteuse. La théorie nous semble cependant ingénieuse.

Disons que l'idée de faire intervenir l'électricité dans la formation et la précipitation des brouillards n'est pas neuve. Nous trouvons, en effet, dans le tome XV des *Mémoires couronnés de l'Académie des sciences* de Bruxelles, un travail de Peltier relatif à cette question. Il distingue les brouillards résineux et les brouillards vitreux. Quand, dit Peltier, un brouillard vitreux rencontre un brouillard résineux, les électricités se neutralisent et il y a formation de pluie.

En 1761, Th. Ronayne (*Phil. Trans.*, 1772, vol. 62, p. 137) et Henley (*Phil. Trans.*, 1774, vol. 64, p. 422) avaient aussi observé que certains brouillards étaient réellement électriques.

V. D. L.

(Résumé et commentaires d'après *Ciel et Terre*,
16 décembre 1900.)
