

SÉANCE MENSUELLE DU 16 FÉVRIER 1909.

Présidence de M. Willems, délégué du Conseil.

La séance est ouverte à 20 h. 35 (54 membres sont présents).

Décès.

Le Bureau a le regret de faire part à nos membres de la perte que la science vient de faire par le décès de M. Junius Massau, professeur à l'Université de Gand, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées, membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, membre effectif de notre Société.

Distinctions honorifiques.

Notre éminent confrère et membre du Conseil, M. L. Dollo, conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle et professeur à l'Université libre, a été l'objet d'une distinction des plus flatteuses en souvenir du centenaire de la naissance de Charles Darwin.

Sur la proposition du professeur Spengel, un des premiers zoologistes de notre temps, l'Université de Giessen lui a décerné, le 12 février, jour de cet anniversaire mémorable, le diplôme de docteur en philosophie *honoris causa*, pour l'ensemble de ses travaux zoologiques et paléontologiques sur la théorie de l'Évolution.

Rectifications au procès-verbal de la séance de janvier.

M. E. VAN DEN BROECK présente les observations suivantes :

1° Page 25. — Le sous-titre de la communication de M. Putzeys : Réponse à MM. d'Andrimont et van den Broeck, à propos des réflexions de l'auteur sur les eaux de la ville de Marche, peut faire croire que

M. van den Broeck est en désaccord avec M. Putzeys au sujet de la valeur des sources de Marche. Ce serait contraire à la réalité, car M. van den Broeck n'accepte aucune eau de nos calcaires dévonieniens comme eau alimentaire. Le sous-titre aurait donc dû, *en ce qui concerne M. van den Broeck*, ne pas mentionner les eaux de la ville de Marche.

2° Sauf les premiers alinéas de la page 41 des *Procès-verbaux*, les conclusions des deux pages finales de l'exposé de M. Putzeys n'ont pas été développées en séance, mais ajoutées *après* communication de la réponse de M. van den Broeck. Elles eussent donc dû, logiquement, être placées après celle-ci.

3° Page 52. — Vers la fin du deuxième paragraphe de cette page, il y a, dans la phrase de M. van den Broeck parlant du projet de captage des eaux de la Campine par MM. Putzeys et Rutot, une erreur de correction, qui fait dire à M. van den Broeck le contraire de sa pensée. *Au lieu de* : « ce projet, sans être géologiquement et hydrologiquement parfait », l'auteur avait écrit : « ce projet, sans doute géologiquement et hydrologiquement parfait », et c'est ainsi que sa phrase doit être rectifiée, tout à l'avantage de l'œuvre élaborée par les estimés collègues de M. van den Broeck, qui ne fait de *réserves* que sur certaines éventualités d'ordre strictement chimique.

M. PUTZEYS dit que le titre de sa communication, auquel il n'attache pas d'importance spéciale, provient de ce que M. van den Broeck a pris la parole à la suite de l'exposé qu'il avait fait lui-même au sujet des eaux de Marche.

Quant au second point soulevé par M. van den Broeck, il déclare que l'addition faite à son texte primitif n'a pas été provoquée par la réplique de son savant confrère; ces conclusions sont le développement d'un passage du travail sur : *L'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique*, écrit il y a quatre mois et dont il donne lecture :

« Qu'il soit possible de rencontrer, dans les régions calcaires, des localisations capables de fournir, en petite quantité, une eau parfaite, nous le pensons, mais si de larges dérivations étaient projetées dans les mêmes terrains, où des localisations admises comme favorables auront été rencontrées, comme elles constituent l'exception dans une roche où la circulation par canaux est la règle, nous sommes certain que leur réalisation mettrait la santé publique en danger. »

C'est donc une erreur de M. van den Broeck de penser que la finale de la communication de M. Putzeys est due à son argumentation.

Correspondance.

Le directeur scientifique du Service météorologique de l'Observatoire royal communique à la Société une curieuse lettre du secrétaire communal de Wasseiges relative à une prétendue corrélation entre les tremblements de terre et le trouble des eaux d'un puits dans cette commune.

M. A. RUTOR accepte de représenter la Société belge de Géologie au cinquantenaire de la Société d'Anthropologie de Paris.

L'Académie des Sciences de New-York a invité notre Société à célébrer avec elle le centenaire de la naissance de Charles Darwin et le cinquantième anniversaire de la publication de l'*Origine des espèces*.

Par suite du décès de M. Delobe à Tournai, la collection qu'il avait réunie depuis cinquante ans est à vendre.

Elle comprend d'abord environ 420 cartons de fossiles du Carbonifère; sur chaque carton sont collés un nombre variable d'échantillons, 4, 5, 8, 10 ou plus.

Les échantillons sont très bien conservés et beaucoup de spécimens sont remarquables.

La classe des Nautilés renferme de nombreux échantillons, parmi lesquels un *Nautilus Atlantoïdeus* mesurant 0^m42 de diamètre

Les genres suivants sont très bien représentés : *Chomatodus*, *Gyroceras*, *Edraceras*, *Gomphoceras*, *Orthoceras*, *Goniatites*, *Naticopsis*, *Strobeus*, *Macrochilina*, *Loxonema*, *Polyphæmopsis*, *Platychisma*, *Euomphalus*, *Phymatifer*, *Phanerotinus*, *Gossetia*, *Ptychomphalus*, *Bellerophon*, *Bucania*, *Capulus*, *Helminthochiton*, *Entalis*, *Edmondia*, *Scaldia*, *Conocardium*, *Solemya*, *Parallelodon*, *Modiola*, *Entolium*, *Dielasma*, *Rhynchonella*, *Athyris*, *Retzia*, *Spiriferina*, *Spirifer*, *Orthis*, *Orthotetes*, *Productus*, *Crania*, *Discina*.

Échantillons très remarquables dans la classe des Crinoïdes.

Id. id. dans la classe des Phillippsia.

Bryozoaires, *Polypiers*, *Zaphrentis*, *Amplexus*, *Favosites*, *Spongiaires*, etc.

TOURNAI de Tournai (Cénomanien). — La collection renferme environ 140 cartons. Chaque carton contient aussi un nombre variable d'échantillons, *très beaux* et très bien conservés.

LANDENIEN. — Renferme une centaine de spécimens choisis et bien conservés.

S'adresser à la pharmacie Delobe, à Tournai.

M. A. RUTOR, en son nom et au nom de MM. Putzeys, offre à la Société leur travail commun : *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine*, dont il a bien voulu rédiger un résumé pour le compte rendu bibliographique.

Dons et envois reçus :

1° Périodique nouveau :

5772. Hobart. *Report of the Secretary for Mines (Tasmania)*. 1904-1907.

2° De la part des auteurs :

5773. Choffat, P. *Notice nécrologique sur J.-F. Nery Delgado (1855-1908)*. Lisbonne, 1908. Extrait du JORNAL DE SC. MATH., PHYS. E NAT., t. VII, 2^e série, n° XXVIII, 14 pages et 3 portraits.
5774. Choffat, P. *Contribution à la connaissance du Lias et du Dogger de la région de Thomar*. Lisbonne, 1908. Extrait des COMM. DU SERV. GÉOL. DU PORTUGAL, tome VII, pages 140-167.
5775. Costa y Laurent, F. *Resena historica de los Ferrocarriles del Peru*. Lima, 1908. Volume grand in-8° de 279 pages, 14 planches, 200 figures et 2 cartes.
5776. Eils, R. W. *The Geology and mineral Resources of New Brunswick*. Ottawa, 1907. Extrait du RAPP. ANN. DU SERVICE GÉOL. DU CANADA, n° 983, 135 pages et 1 carte.
5777. Fletcher, H. *Summary Report on Explorations in Nova Scotia, 1907*. Ottawa, 1908. Extrait du RAPP. ANN. DU SERVICE GÉOL. DU CANADA, n° 1021, 15 pages.
5778. Fontana, V., e Chionio, F. *Osservazioni meteorologiche fatte nell' anno 1907 all' Osservatorio della R. Università di Torino*. Turin, 1908. Extrait de la REAL ACCAD. DELLE SC. Anno 1907-1908. Vol. XLIII, 53 pages.
5779. Gladden, W. (Rev.) *The State University. What it stands for. — An address delivered at the weekly Convocation of the Ohio State University*. November, 18th. 1903.
5780. Hasse, G. *La vie à Anvers pendant la fin du Néolithique et l'âge du bronze*. Bruxelles, 1908. Extrait du BULL. DE LA SOC. D'ANTHROPOL. Séance du 28 septembre 1908, 8 pages et 2 planches.
5781. Hasse, G. *Les patins antiques de la région d'Anvers*. Bruxelles, 1908. Extrait du BULL. DE LA SOC. D'ANTHROPOL. Séance du 27 juillet 1908, 7 pages et 2 planches.

5782. **Hasse, G.** *La vie à Anvers pendant la fin du Néolithique et l'âge du bronze (addenda)*. 1 page.
L'âge du fer à Anvers, 1 page.
Les vestiges de la période franque à Anvers, 3 pages et 1 planche.
 Bruxelles, 1908. Extraits du BULL. DE LA SOC. D'ANTHROPOL.
 Séance du 30 novembre 1908.
5783. **Jones, E. A.** *The Place of a College of Education in a State System of Schools* (Read before the Central Ohio Schoolmaster's Club december 26, 1906), 14 pages.
5784. **Lacroix, A.** *La montagne Pelée après ses éruptions, avec observations sur les éruptions du Vésuve en 79 et en 1906*. Paris, 1908.
 Ouvrage publié par l'Académie des Sciences. 136 pages, 83 figures.
5785. **Mansuy, H.** *Contribution à la carte géologique de l'Indo-Chine. Paléontologie*. Hanoi-Haiphong, 1908. Volume grand in-8° de 73 pages et 18 planches.
5786. **Matthew, G. F.** *Ostracoda of the Basal Cambrian Rocks in Cap Breton*. St John (Canada), 1902. Extrait du CANADIAN RECORD OF SC. Volume VIII, n° 7, 32 pages et 2 planches.
5787. **Montgomery, A.** *Report on the Kanowna Mines*. Perth, 1908. Brochure in-12 de 73 pages, 3 planches et 1 carte.
5788. **Montgomery, A.** *Report on the Northampton Mineral Field*. Perth, 1908. Brochure in-12 de 41 pages.
5789. **Montgomery, A.** *Report on the Mines of the Yilgarn Goldfield*. Perth, 1908. Brochure in-12 de 64 pages.
5790. **Mourlon, M.** *Notre Service géologique*. Bruxelles, 1908. Extrait de SCIENCE ET NATURE, n° 22, 2 pages.
5791. **Mourlon, M.** *Rapport sur l'Union internationale pour la protection des œuvres littéraires et artistiques*. Bruxelles, 1908. Extrait du BULL. DE L'ACAD. ROYALE DE BELGIQUE, n° 8, 2 pages.
5792. **Mourlon, M.** *La question du Quaternaire moséen résolue pour les environs de Bruxelles par la découverte « in situ » de l'« Elephas antiquus »*. Bruxelles, 1908. Extrait du BULL. DE L'ACAD. ROYALE DE BELGIQUE, n° 14, 5 pages.
5793. **Putzeys, F., Putzeys, E., et Rutot, A.** *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine*. Bruxelles, 1909. Brochure in-4° de 36 pages et 7 planches (2 exemplaires).
5690. **Zapalowicza, H.** *Conspectus Floræ Galiciæ criticus*. Volumen II. Cracovie, 1908. Volume in-8° de 341 pages.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont élus par le vote unanime de l'Assemblée :

En qualité de membres effectifs :

- MM. JULES DELECOURT-WINCQZ fils, ingénieur, 51, rue Bréderode, à Bruxelles, présenté par MM. J. Delecourt-Wincqz et Greindl.
- GEORGES HENROZ, administrateur délégué de la Société anonyme de Merbes-le-Château, 64, rue de Bellevue, à Bruxelles, présenté par MM. Rutot et Greindl.
- JULES MERSCH, docteur ès sciences, 74, avenue Ducpétiaux, à Bruxelles, présenté par MM. Cosyns et van den Broeck.
- F. RODENBURG, ingénieur, de la firme J. de Boer & C^o (sondages), 1, Zuiderplein, à Leeuwarden, présenté par MM. Devaivre et Greindl.

En qualité de membres associés régnicoles :

- MM. ÉMILE MOYAERTS, ingénieur, 92, avenue du Roi, à Saint-Gilles, présenté par MM. Deblon et Van Meenen.
- HENRI SCHWERS, 14, rue de Pitteurs, à Liège, présenté par MM. F. et E. Putzeys.

Communications des membres.

M. E. Lagrange, empêché de faire sa communication, a envoyé un travail intitulé :

Quelques notes au sujet du mégasisme de Messine et Reggio.

Celui-ci paraîtra aux *Mémoires*.

E. VAN DEN BROECK. — La défense des rivières souterraines filtrées (suite).

Bien que je n'aie pas l'intention de poursuivre pour le moment — ainsi que je le signalerai dans la déclaration ci-après — la polémique, prématurée, à mon sens, entamée au sujet des *Rivières souterraines*

filtrées, je crois indispensable de faire remarquer, dès à présent, qu'une erreur s'est glissée dans la communication que M. Putzeys nous a faite à la précédente séance.

Aux deux premiers paragraphes de la page 29 du procès-verbal du 19 janvier 1909, il est dit par lui que parmi les documents à l'appui du projet de Modave se trouve un exposé fait par MM. Rutot et van den Broeck, exposé à tendances fort optimistes. M. Putzeys ajoutait : « Je suis certain que l'un des auteurs de cette note, M. Rutot, ne la signerait plus aujourd'hui sans de très sérieuses restrictions, s'il entreprenait une nouvelle étude de la question. »

Or, en premier lieu, c'est moi seul qui ai élaboré et signé l'exposé; visé par M. Putzeys, intitulé : *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux considéré au point de vue géologique et hydrologique* (1).

M. Rutot n'y a pris aucune part et s'est contenté d'approuver ma thèse, témoin cette phrase du procès-verbal de la séance du 13 juillet 1890, qui dit, page 191, à la suite de cet exposé et de sa discussion : « MM. DUPONT et RUTOT déclarent d'ailleurs être entièrement de l'avis de M. van den Broeck pour ce qui concerne la question des sources de Modave. M. van den Broeck a étudié la question sur le terrain, en géologue au courant des méthodes et principes admis, et son avis a une portée scientifique considérable. »

Ensuite, pour ce qui concerne la soi-disant évolution des idées de M. Rutot au sujet de la valeur des sources de Modave, comme j'ai continué et approfondi mes études, tout récemment encore, dans la région et que je crois savoir que, depuis 1890, M. Rutot ne s'est plus occupé de ces parages, j'étais en droit de douter de la réalité d'une telle évolution de la part de mon collègue. Lui ayant écrit à ce sujet pour bien préciser l'objet du débat, j'ai reçu de M. Rutot la réponse que voici et d'où il résulte que M. Rutot « n'est nullement l'ennemi des calcaires et admet même que dans l'avenir on n'aura sans doute pas de trop de *toutes* les eaux existantes disponibles ». Pour ce qui concerne les eaux de calcaire, si M. Rutot les considère en général, avec raison, comme suspectes, il admet, par contre, « qu'il y a lieu de séparer les bonnes des mauvaises ». C'est donc reconnaître qu'il en existe de bonnes.

Quant à Modave, M. Rutot reconnaît n'avoir plus rien étudié de ce côté depuis longtemps. Il ne prend nullement position dans le débat

(1) *Bull. de la Soc. belge de Géol., etc.*, t. IV, 1890, PR.-VERB., pp. 180-191.

et « réserve son avis simplement, sans songer un instant à se porter en adversaire ».

Je passe maintenant à la « déclaration » annoncée ci-dessus :

E. VAN DEN BROECK. — Déclaration préalable au sujet de l'inopportunité actuelle de toute polémique visant l'exposé préliminaire sur les rivières souterraines filtrées.

Une communication de notre Secrétaire général, datée du 11 février, m'annonce que « M. Putzeys s'est inscrit pour me répondre le 16 courant ». Cette communication, confirmée d'ailleurs par le texte de l'ordre du jour de cette séance, m'oblige à formuler une déclaration personnelle préalable.

Je suis, en effet, obligé de rappeler à l'auteur du *Parallèle* que nous allons entendre tantôt « entre les eaux de diverses origines » les rétroactes de la discussion inopportune engagée par lui en ce qui me concerne. Je dis « inopportune », car mon estimé contradicteur semble avoir perdu de vue les circonstances dans lesquelles j'ai saisi la Société de *Notions hydrologiques nouvelles*, sous la dénomination de *Rivières souterraines filtrées*. En effet, à la séance du 18 novembre dernier, j'avais l'honneur de communiquer sommairement à mes collègues le résultat de mes études et découvertes sur l'existence d'eaux potables dans certains des massifs de calcaire tournaisien du bassin de Dinant. Cette communication n'avait pour objet, à raison du caractère d'intérêt public s'attachant à une thèse nouvelle concernant l'hydrologie des calcaires, que de signaler l'existence de cette thèse aux spécialistes de la Société.

Dans ma pensée, aucun doute n'existait que mon intention « d'exposer sous peu à la Société la synthèse détaillée et justifiée » de mes études impliquait nécessairement qu'il n'y aurait eu *discussion* de la thèse simplement annoncée que lorsqu'elle aurait été effectivement exposée complètement par son auteur. Les termes explicites de cette communication lui attribuaient manifestement pour portée d'être une prise de date, suggérée d'ailleurs par le caractère d'actualité des questions d'hydrologie.

Que M. Putzeys ne partage point l'optimisme que reflète ma communication au sujet des résultats pratiques éventuels de la thèse annoncée, cela est naturellement fort admissible. Mais mon estimé

confrère a dépassé la mesure du zèle scientifique, lorsqu'il s'est autorisé de mon intention de présenter ultérieurement, avec justification à l'appui, l'exposé de ma thèse, pour entamer *de plano* sur celle-ci une discussion approfondie, alors que, par communication en séance, je me réservais d'y revenir « avec tout le détail nécessaire, pour que la discussion de la thèse puisse utilement s'engager sans retard ».

M. Putzeys n'a pu se résoudre à attendre que j'aie développé ma thèse et fourni mes preuves : il a contredit l'une et écarté les autres, alors même que celles-ci n'étaient pas encore produites.

Le respect de la vérité scientifique actuelle ne me permettait pas de laisser sans réplique la « réponse » faite par M. Putzeys à ma communication.

Mais je n'entends nullement poursuivre davantage avec lui, non plus qu'avec d'autres éventuellement, une discussion *absolument prématurée*.

Note de M. Rutot.

M. A. RUTOT, désireux de préciser sa pensée, dit qu'en écrivant « qu'il réserve son avis sans songer un instant à se porter en adversaire », il a entendu déclarer qu'il ne compte pas intervenir dans la discussion des questions pratiques, ni dans celle des faits accomplis.

Quant à la manière dont il envisage actuellement la question de l'eau des calcaires, elle se trouve nettement indiquée au sixième alinéa de la page 26 du travail relatif aux eaux de la Campine, fait en collaboration avec MM. F. et E. Putzeys, alinéa dont son collaborateur a donné lecture (voir page 78).

E. PUTZEYS. — Parallèle entre les eaux sortant des calcaires et les eaux élaborées dans les terrains à mailles fines (suite). — Réponse à M. van den Broeck.

Je dois, Messieurs, débiter par un *mea culpa*.

Comme M. van den Broeck le fait remarquer, je commettais une erreur en attribuant à M. Rutot et à lui-même l'exposé qui nous avait été fait : *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux*. M. van den Broeck avait fait seul cet exposé auquel M. Rutot avait donné son entière adhésion en séance du 15 juillet 1890. Il est presque inutile d'ajouter que je ne me serais pas permis de citer le nom de M. Rutot sans son assentiment et que c'est après lui avoir soumis mon texte que

le manuscrit a été livré à l'impression; il y a donc eu erreur des deux côtés.

Au lieu de : « A l'appui du projet de dérivation des eaux du Hoyoux » se trouvait un exposé fait par deux de nos confrères, MM. Rutot et van den Broeck, dont les conclusions étaient fort optimistes. Je suis certain que l'un des auteurs de cette note, M. Rutot, ne la signerait plus sans de très sérieuses restrictions », vous voudrez bien lire : « A l'appui du projet de dérivation des eaux du Hoyoux se trouvait un exposé fait par un de nos confrères, M. van den Broeck, dont les conclusions fort optimistes avaient reçu l'entière approbation de M. Rutot. Je suis certain que M. Rutot n'approuverait plus cet exposé sans de très sérieuses restrictions. »

Notre travail : *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du Bassin houiller de la Campine* montre que M. Rutot et moi professons la même manière de voir.

Ce point qui semble, assez légitimement j'en conviens, avoir préoccupé M. van den Broeck, étant élucidé, et mon *mea culpa* étant fait, je puis aborder sans remords la question qui semble nous diviser.

Mon excellent ami M. van den Broeck, pour appuyer son argumentation, a insisté sur la déclaration que j'ai faite et que je renouvelle de n'être point géologue.

Dût-il, dans les termes si mesurés dont il s'est servi, m'accuser encore d'ironie, ironie qui est bien loin de ma pensée, je ne puis cependant me dispenser de lui faire remarquer, en premier lieu, que ce n'est pas en qualité de géologue mais bien d'hygiéniste que j'ai, *le premier en Belgique*, attiré l'attention des pouvoirs publics sur les dangers que présentent les eaux sortant des calcaires. Le danger que les géologues n'avaient pas vu, l'hygiéniste l'a dévoilé; mon savant confrère concèdera volontiers qu'en matière d'hygiène on me reconnaît généralement une certaine compétence.

Et en second lieu, que ne voulant point, spontanément, prétendre à pareille compétence en géologie, je devais nécessairement attendre le jugement des spécialistes en la matière, lorsqu'il s'est agi de travaux que je présentais comme une simple contribution à l'avancement de la science géologique, mais en même temps comme un sérieux avertissement.

C'est avec satisfaction que j'ai pu lire, sept ans après l'apparition de mon travail : *Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq*, l'appréciation suivante : « Cet exposé, que signeraient volontiers tous les géologues compétents en matière d'hydrologie des calcaires, est

» absolument conforme à ce que nous enseignent la science et l'expérience des spécialistes (1). »

Cette appréciation émise par mon estimé confrère van den Broeck dans son travail : *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires* ne serait-elle plus vraie aujourd'hui et mon expérience aurait-elle diminué avec l'âge ?

J'espère qu'il n'en est pas ainsi et que ce n'est pas en vain que j'ai vu, que j'ai lu et que j'ai médité.

Je ne puis lui promettre que ses affirmations fort hasardées quant à la déferrisation des eaux recevront, de la part des ingénieurs qui sont à la tête des services des distributions renseignées dans notre travail : *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine*, l'appréciation si élogieuse qu'il a formulée sur mon travail, à moins que, contrairement à ce que je pensais jusqu'ici, M. van den Broeck ne possède des connaissances toutes spéciales en chimie.

M. van den Broeck, commentant le rappel que j'ai fait de l'exposé de M. Martel au Congrès d'hygiène de 1905, semble croire qu'en laissant dans l'oubli certaines réserves du rapporteur, je lui attribue « un rôle de coadjuteur au bénéfice de mes vues toutes personnelles et » si intransigeantes sur l'hydrologie des calcaires ».

Tout d'abord, mes vues ne sont pas si personnelles ni si intransigeantes que mon estimé confrère veut bien le dire, car elles sont partagées par la plupart des hygiénistes et je ne demande que la production de preuves pour modifier ma manière de voir. Mes déclarations antérieures le montrent à l'évidence.

Ensuite, il m'avait paru inutile de reproduire *in extenso* les réponses de M. Martel, certain que j'étais d'exprimer sa pensée par l'extrait que j'en donnais. Voici, formulé par M. Martel lui-même, dans son bel ouvrage : *La Spéléologie au XX^e siècle* (2), le résumé de sa thèse, plus condensé que celui reproduit dans son beau travail : *Le sol et l'eau*, invoqué par M. van den Broeck et qui fait partie du traité d'hygiène de Brouardel et Mosny, auquel j'ai moi-même collaboré et qu'il est, par conséquent, difficile d'admettre que j'ignore.

Voici textuellement ce que dit M. Martel :

« En 1905 a eu lieu, à Bruxelles, le XI^e Congrès d'Hygiène

(1) Page 437, les mots *tous les géologues compétents* sont soulignés dans le texte de M. van den Broeck. (*Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires*, BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., etc., t. XI.)

(2) *La Spéléologie au XX^e siècle*. Paris, Société de Spéléologie, 34, rue de Lille. Paris, 1905-1906.

» publique de Bruxelles. Sur la troisième question du programme de
 » la troisième section, j'ai développé cette thèse que, en principe,
 » *les eaux issues des terrains calcaires sont la plupart du temps dange-*
 » *reuses, toujours suspectes.* (Voir mon rapport au Congrès, 12 pages
 » in-8°.) Je me basais sur de nouvelles et formelles constatations
 » énumérées dans ma note à l'Académie des Sciences, du 23 dé-
 » cembre 1901. Cela a provoqué les contestations de MM. Bechmann,
 » Kemna, Janet, Marboutin, VAN DEN BROECK, Pagliano, Launay,
 » Struelens, Monaco; *au contraire*, MM. PUTZEYS, Henriot, Navarre
 » *étaient de mon avis* et finalement les conclusions suivantes ont été
 » adoptées :

« Les alimentations au moyen d'eaux issues des terrains calcaires
 » doivent être l'objet d'une attention particulière en raison des imper-
 » fections possibles du filtrage dans les terrains fissurés.

» Une enquête minutieuse, au double point de vue hydro-géologique
 » et chimico-biologique, s'impose donc avant tout captage.

» Une fois la distribution d'eau établie, il convient de surveiller
 » tant les eaux captées que le bassin d'alimentation. »

» Je me rallie volontiers à ces formules, à condition qu'au premier
 » paragraphe on ajoute *toujours* devant le mot *possibles*. »

J'étais donc dans le vrai, vous pouvez le constater, Messieurs, lorsque j'attribuais à M. Martel une manière de voir se rapprochant de la mienne, plus que de celle de mon estimé confrère van den Broeck; le texte que je viens de rappeler en fournit le témoignage indiscutable.

Quoi qu'il en soit, je constate que M. van den Broeck n'a pas bien saisi la portée des arguments que j'ai invoqués à l'appui de ma profession de foi au sujet des eaux sortant des calcaires. En effet, dans mon rapide exposé rétrospectif, j'ai passé en revue le résultat de mes constatations personnelles dans le calcaire *dévonien* et dans le calcaire *carbonifère*, et j'ai rappelé ce que les grands travaux d'adduction des eaux de la ville de Paris nous ont appris au sujet du *Crétacé*.

J'ai pu dire comme résumé de cet exposé : qu'il s'agisse de calcaire *dévonien*, de calcaire *carbonifère* ou de *Crétacé*, la conclusion est la même : *eau suspecte*.

C'est donc involontairement, mais à tort, que mon savant confrère a dit que seul le calcaire *dévonien* a été l'objet de mes études.

S'il est exact que c'est à la suite de notre excursion de 1894, au cours de laquelle j'ai eu le plaisir d'être votre guide, que M. van den Broeck, enchanté de notre visite et saisissant la portée des faits sur

lesquels j'attirais votre attention, a poussé plus à fond une étude que j'avais déjà faite, il ne doit pas en conclure que seul le calcaire dévonien avait été l'objet de mes recherches.

Ses souvenirs se sont mal précisés. Car, abstraction faite de mes reconnaissances dans les bassins carbonifères de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq, ainsi que de mes nombreuses communications à la Société de Géologie, mon estimé collègue a perdu de vue un travail du plus haut intérêt que nous avons fait en collaboration.

Il y a quelques années, nous avons eu l'occasion, dans un procès pendant depuis trente-cinq ans (!), de faire triompher notre manière de voir, malgré l'intervention d'un savant géologue qui s'occupe également de la question des calcaires carbonifères. M. van den Broeck se rappellera que pour rendre notre argumentation plus probante, alors cependant qu'il s'agissait de faits relevés en région de carbonifère tournaisien, il a invoqué lui-même, à l'appui de cette thèse, les phénomènes relevés par M. Rahir et par lui, à Furfooz. Nous étions d'accord pour dire :

« La variation de trajet des eaux est un fait généralement constaté »
 » partout dans l'hydrologie des calcaires, dont le réseau de canaux »
 » aquifères ne présente aucune constance, amorce et désamorce par »
 » siphonnements dus aux fluctuations des eaux, certains réservoirs »
 » souterrains, amenant ainsi des débits anormaux temporaires et »
 » variables ou enfin remodifiés capricieusement par suite de facteurs »
 » parfois bien éloignés de la région observée en expérimentation.

» Ce serait folie que de vouloir, dans les calcaires, comme c'est »
 » l'usage pour les nappes des terrains meubles, prévoir et calculer les »
 » effets régionaux de toute modification, le rôle apporté au régime »
 » des eaux : creusement, approfondissement, pompage d'exhaure, etc.

» Le fait dominant qui résulte du système d'imprégnation localisée »
 » et de circulation exclusivement par voies de fentes et de canaux »
 » propres aux massifs calcaires s'y oppose au premier chef. »

Nous ajoutions : « Il est à peine nécessaire de faire remarquer com- »
 » bien le cas des calcaires de Furfooz s'identifie avec celui de la région »
 » calcaire litigieuse. »

Je puis en conclure qu'en collaboration nous avons étudié, à l'occasion d'une question grosse de conséquences, le carbonifère et que, en complet accord, nous avons admis que le Tournaisien n'échappe pas à la loi commune. Comme notre travail a été déposé en 1902, mon estimé collaborateur reconnaîtra, j'en suis convaincu, que c'est par erreur qu'il a pu dire que je me confine dans des théories anciennes

remontant à une quinzaine d'années; quatre années seraient un grand maximum, puisque c'est en 1905 que nos études ont provoqué la transaction qui mit fin à un procès qui durait depuis 1867.

Il suffit, d'autre part, d'ouvrir page 2 le travail publié en juin 1908 (1) par le Ministère de l'Agriculture de France : *Captage et protection hygiénique des eaux d'alimentation*, par MM. Martel et Thiéry, pour y lire :

« Bref, il est établi maintenant que les terrains ne filtrent l'eau que
 » lorsqu'ils sont sablonneux ou tout au moins très fragmentaires; en
 » général, les terrains compacts, où l'écoulement intérieur ne se fait,
 » avant d'aboutir aux émergences, que par les crevasses des roches
 » (calcaires, crétacées, volcaniques, parfois granitiques), ne sont pas
 » filtrants et ne donnent pas de vraies sources. Il en est ainsi parce
 » que les crevasses sont trop larges pour retenir les pollutions par
 » l'adhérence ou capillarité, ce qui se produit au contraire dans les
 » menus interstices des sables. »

Notre savant confrère, qui sait, mieux que personne, que M. Martel est constamment sur la brèche, au premier rang, concèdera volontiers que sa manière de voir et la mienne avaient encore, quatre mois avant ma communication sur les eaux de Marche, un caractère d'identité qui ne permet pas de concevoir que M. Martel soit un progressiste, alors que je serais doctrinaire. En quatre mois, la science peut progresser, mais il serait excessif que je doive marquer mon accord sur des faits annoncés, mais non démontrés, sous peine d'être accusé de me confiner dans une thèse remontant à quinze ou vingt ans!

M. van den Broeck se méprend, du reste, sur la portée à donner au rappel de ses conclusions lorsqu'il dit que dans son ouvrage : *Le sol et l'eau*, résumant les travaux du Congrès de 1903, M. Martel « laisse » complètement de côté ses réponses personnelles et reproduit tout au long, dans sa belle étude, le texte de la synthèse et des conclusions du rapport de M. van den Broeck, ajoutant qu'il importe de les reproduire ».

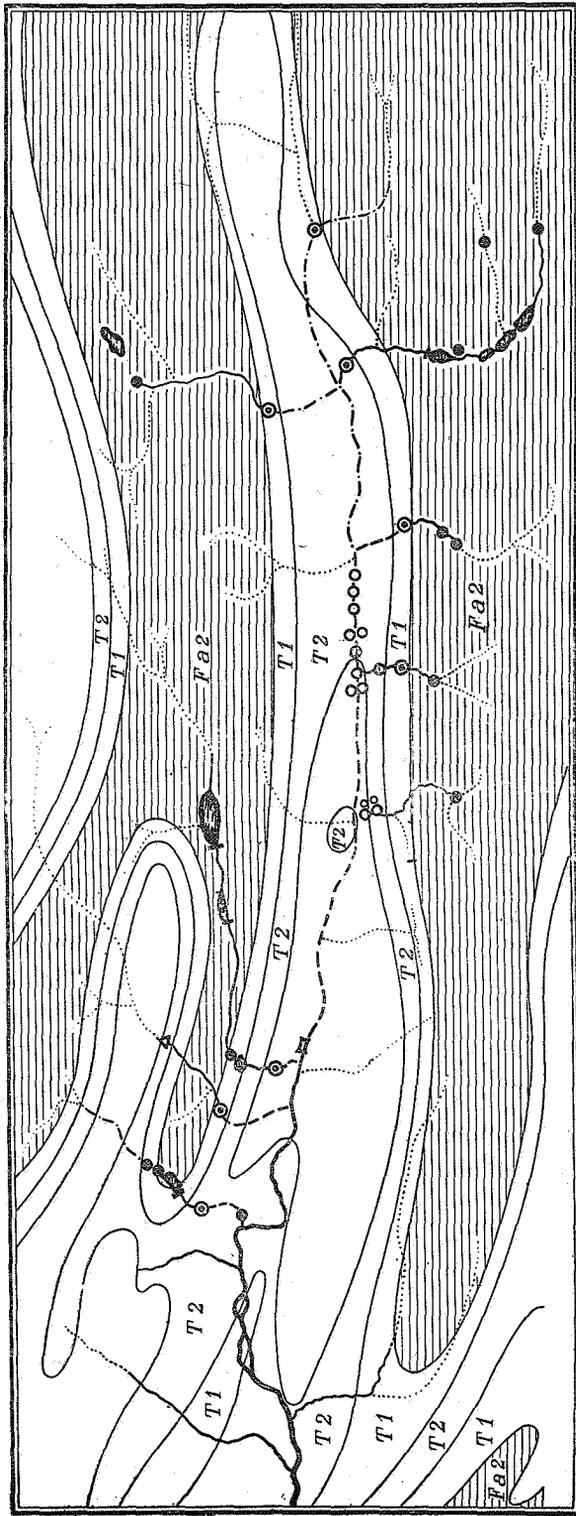
Cela ne signifie pas que l'auteur les adopte, comme on peut en juger par la conclusion finale que M. van den Broeck a omis de citer :

« J'approuve aussi, dit M. Martel, l'insistance de M. van den Broeck à éviter les solutions extrêmes et je me range à ses conclu-

(1) Date de l'impression figurant en fin de texte.

VALLON SEC DE CORBION - CONJONCTION - BELLES

T₂, T₁ = Calcaire Tournaisien Fa₂ = Schistes Famennien



- Ruisseau à cours constant
- Ruisseau asséché l'été
- Thalweg généralement à sec
- Ruissellement temporaire
- Etang avec barrage
- Résurgence
- Source
- Sortie d'eau à étudier
- Aiguillois à fonctionnement permanent
- Aiguillois à fonctionnement temporaire

Un oubli a fait omettre la notation V1 aux affleurements situés dans le centre des synclinaux. (Note du Secrétariat.)

» sions, tout en persistant à croire que les vraies sources et les vraies
 » nappes dans les calcaires sont l'exception plus rare qu'il ne le
 » pense. *On remarquera d'ailleurs qu'il ne parle des sources, en ces*
 » *terrains, qu'abstraction faite de leur valeur alimentaire; cette réserve*
 » est hautement prudente et corrobore ma propre définition qui
 » n'accorde le nom de source qu'aux émergences filtrées et saines des
 » vraies nappes d'interstices. »

Je relèverai encore une affirmation de M. van den Broeck qui déclare fort gratuitement qu'il est de « notoriété publique (?) » que les calcaires de Dinant n'ont jamais été l'objet de reconnaissance de ma part. C'est une grosse erreur. Sans pouvoir me flatter de les connaître aussi bien que lui, comme je les ai explorés à maintes reprises depuis dix-sept ans, j'aurais pu, si je n'avais cru cette intervention intempestive, dévoiler à l'administration communale de Dinant le danger que présentait sa prise d'eau lorsqu'elle était en voie d'établissement. Comme à cette époque la question des eaux des calcaires destinées à l'agglomération bruxelloise chargeait considérablement nos ordres du jour, je m'abstins d'en parler.

D'ailleurs, M. van den Broeck devait lui-même aider à la confusion qu'il me reproche de commettre, à supposer que cette confusion existe; les renseignements qu'il a bien voulu me donner sur le vallon sec de Corbion-Conjoux-Celles confirment pleinement ce que j'avais au sujet de l'identité des phénomènes d'engouffrement dans les calcaires de divers âges.

Je mets sous vos yeux, Messieurs, la carte schématisée de ce vallon, reproduite d'après ses propres données (voir croquis, p. 91).

On y voit dans les étages tournaisiens *T1* et *T2*, calcaire à crinoïdes, les aiguillois qu'il a relevés. C'est ce calcaire qui jouirait des propriétés qu'il a décrites dans sa communication du 16 novembre 1908, et dont il dit dans sa réponse du 19 janvier :

« La proportion relativement faible de calcaire pur et aisément
 » soluble de la roche crinoïdique tournaisienne s'oppose à ce que l'on
 » puisse y voir un laboratoire d'intense dissolution, analogue à celui
 » des roches viséennes surincombantes et qu'atteignent les eaux
 » moins froides et fortement chargées d'acide carbonique de la sur-
 » face. »

Je laisse de côté, pour y revenir ultérieurement, l'erreur contenue dans les deux dernières lignes et je me borne, pour l'instant, à demander à mon savant confrère comment il peut savoir que ce qui se passe à la surface ne se passe pas en profondeur, alors qu'il

me disait que le massif viséen qui s'étend entre la Fontaine Saint-Hadelin et la région des aiguigeois multiples a son uniformité rompue par un relèvement anticlinal, où existe un très petit affleurement sur lequel se localise la grotte abîme du Trou-Mairiat. Il en concluait judicieusement que cette constatation curieuse, jointe à la situation des autres aiguigeois si nombreux à Celles et dans le Grand Vallon, faisait supposer que, dans cette région, le Tournaisien se prête mieux que le Viséen inférieur à l'engouffrement aisé et à la circulation des eaux souterraines.

Comment enfin concilier le « minimum relatif de contamination » d'origine », que M. van den Broeck a bien voulu, à la suite de mon observation, substituer à « son minimum absolu » primitif, comment, dis-je, concilier l'opinion récemment émise par le savant géologue avec la conclusion suivante qu'il dégage de l'étude du vallon de Celles?

Il n'y a aucune différence entre les phénomènes constatés dans le calcaire dévonien et ceux constatés dans le calcaire carboniférien de la région de Celles; les points de perte des eaux, soit vives, soit simplement ruisselantes, sont aussi nombreux; ils amènent de même des cours d'eaux souterrains, qui trouvent leur issue aux points bas du massif; enfin, toute cause de trouble des eaux, pluie d'orage ou fonte des neiges, qui se produit en amont, réagit fatalement et rapidement sur les fausses sources d'aval.

Quel enseignement encore que celui de cette source dont il me parlait, il y a quelques mois, source où trente années ont suffi pour modifier complètement le débit et la valeur des eaux. Mon savant confrère y voyait la démonstration frappante que même une longue période de circonstances favorables, toujours persistantes, ne peut assurer la garantie du lendemain et la continuation de ce régime fortuné.

Cette déclaration de M. van den Broeck est symptomatique d'un état d'esprit entièrement différent, il y a quelques mois, de ce qu'il semble être aujourd'hui. Ce qui montre une fois encore que c'est injustement qu'il m'accuse de doctrinarisme, sans confesser qu'il était lui-même doctrinaire tout récemment encore.

N'étions-nous pas d'accord, puisque j'acceptais alors tout ce que je viens de vous rappeler et dont mon savant collègue voudra bien, je n'en doute pas, confirmer l'exactitude? Je puis en conclure légitimement que notre manière de voir était identique jusqu'en ces derniers jours.

Je sais que la science est changeante, que ce qui est une vérité

aujourd'hui peut être une contre-vérité demain. Toutefois, pareille évolution, de la part d'un savant qui n'a, il nous l'a déclaré à maintes reprises, que la science pour objectif, est trop déconcertante pour le praticien qui doit appliquer cette science, et surtout pour la population qui doit servir de champ d'expérience, pour que l'un et l'autre consentent à accepter sans discussion, et surtout sans démonstration, les données nouvelles.

Je m'étais permis de demander à M. van den Broeck ce qu'il entendait par rivière souterraine d'eau filtrée dans les calcaires. Ces rivières, disais-je, ne peuvent être reconnues et jaugées que si elles se présentent à la vue dans des canaux dont l'ampleur dépend nécessairement de leur débit et de leur vitesse, ou encore lorsqu'il est possible de procéder au levé de la nappe aquifère et de déterminer la section totale offerte à l'écoulement des eaux dans les cassures de la roche.

M. van den Broeck me répond :

« Une masse perméable aux eaux d'infiltration, telle qu'un calcaire »
 » très fissuré et à lithoclasses colmatées, comme l'est précisément la »
 » roche crinoïdique tournaïenne, constitue au même titre qu'une »
 » éponge à tissu serré, absorbante et ruisselante, un réservoir »
 » pouvant contenir, puis laisser s'écouler sous forme de « rivières »
 » souterraines », de notables quantités d'eau. Toutefois, au contraire »
 » de l'éponge ordinaire, le réservoir crinoïdique tournaïen est filtrant »
 » dans ses régions internes. »

J'en puis conclure qu'il a pu procéder à un levé de nappe, à une détermination de section d'écoulement souterrain que jusqu'ici j'avais cru impossibles en zone calcaire.

L'avenir nous dira peut-être ce qui en est exactement. Je me borne à constater que la réponse de notre collègue est évasive, tout aussi évasive que sa réponse en ce qui touche aux zones de protection des eaux.

« Il existe des cas, dit M. van den Broeck, où le minimum d'éventualité de contamination d'origine (des eaux calcaires considérées par lui) paraît être plus proche du minimum absolu représenté par les réservoirs sableux que ne semble croire M. Putzeys. »

Comme il est question, dans la note de M. van den Broeck, de « champs de drainage correspondant à 100 000 hectares de surface réceptrice et d'alimentation », c'est non sans raison, on le voit, que je puis me permettre de lui faire observer que ses réponses sont loin d'être satisfaisantes.

Si j'ai cru, Messieurs, devoir protester amicalement contre l'opinion que s'est faite erronément M. van den Broeck de ma manière de voir

qu'il a pu croire un peu arriérée, c'est pour éviter que, de votre côté, vous puissiez penser que je suis rebelle aux idées nouvelles.

Je m'estimerai au contraire heureux de pouvoir applaudir des deux mains à une découverte dont l'honneur rejaillirait nécessairement sur la Société belge de Géologie, dont l'auteur est un membre si actif.

Mais qu'il veuille bien ne pas perdre de vue que son contradicteur est un ingénieur doublé d'un hygiéniste. Que le premier, par esprit d'analyse, se refuse à admettre qu'une *situation exceptionnelle* puisse se rencontrer sur 100 000 hectares dans la même zone sur laquelle notre savant collègue attire notre attention, et que le second ne peut se déclarer satisfait en présence de l'énoncé de cette restriction *qu'en parlant d'eau élaborée utilisée comme eau potable, fournie par nos calcaires carbonifériens, leur protagoniste conseille de ne pas se départir de la règle générale de prudence et de surveillance spéciale dont doivent, sans exception aucune, rester l'objet toutes les sources émergeant des calcaires.*

C'est pour ces motifs que je me suis permis d'insister et que j'insiste encore pour que M. van den Broeck, d'accord avec MM. Martel et Rahir, veuille bien nous dire comment il comprend la surveillance spéciale que lui-même estime nécessaire et ce que doit être dans sa pensée l'étendue des zones de protection.

Car sa découverte, on ne doit pas l'oublier, est, au point de vue de l'application, essentiellement subordonnée à une question de *sécurité*. Si la *sécurité* fait défaut, la découverte est sans portée au point de vue de l'alimentation en eau potable. La dérivation de 100 000 mètres cubes par exemple, soit la cinquième partie de ce que pourraient fournir les 100 000 hectares annoncés, permettant de desservir un million d'habitants, on comprend que la toute première préoccupation des hygiénistes doive être de connaître le *risque à courir*.

Ce n'est pas en vain, j'en ai l'intime conviction, que j'adresse un appel pressant à notre savant collègue pour qu'il nous fixe sur cette donnée primordiale.

Aussitôt ce point résolu, il verra, je n'en doute pas un instant, la Société belge de Géologie tout entière lui demander, après qu'il aura développé les données scientifiques sur lesquelles il appuie sa manière de voir, d'organiser une excursion qui la mette à même d'apprécier, sans retard, comme il l'a demandé en séance du 18 novembre, l'importance de sa thèse nouvelle. Trois mois se sont déjà écoulés depuis.

Ses déclarations en séance du 18 novembre montrent qu'il s'est préoccupé de la question *sécurité* et qu'il en sait la solution; pour

l'exposer, quelques mots peuvent suffire, étant donné la compétence de ses auditeurs; s'il fallait même y consacrer une heure, ce temps ne pourrait être mieux employé, puisqu'il s'agit de la santé de l'homme, son bien le plus précieux.

Ce n'est pas en vain, il le constatera avec plaisir, qu'il m'a convié à étudier la question d'hydrologie qu'il a soulevée, puisque je le prie, *en restant dans le domaine exclusif des faits*, comme il l'a demandé, de préciser, *par un exemple à l'appui*, ce que doit être, dans l'exemple qu'il aura choisi, la zone de protection des eaux fournies par le Calcaire crinoïdique tournaisien formant substratum du Calcaire viséen.

Puisque son ouvrage : *Les cavernes et rivières souterraines de Belgique*, publié avec la collaboration de MM. Martel et Rahir, doit paraître à la fin du présent trimestre et qu'il a bien voulu nous réserver la primeur de sa découverte, je suis certain de ne pas être indiscret en insistant comme je le fais.

En terminant, M. van den Broeck dit aujourd'hui qu'il abandonne gratuitement aux techniciens le résultat d'observations qui demandent, du reste, à être contrôlées.

En ajoutant à ce trait généreux que, *quant à lui*, il tient à honneur de n'abdiquer jamais le sentiment de complet désintéressement dont il s'est toujours inspiré dans sa carrière scientifique, il a employé un tour de phrase malheureux, parce qu'il semble mettre en doute, en s'exprimant ainsi, non seulement la probité scientifique des techniciens avec lesquels il est souvent en relations et des géologues aux lumières desquels l'industrie privée, les sociétés et les administrations publiques s'adressent journellement, mais encore la valeur de l'argumentation qu'en collaboration nous avons produite, non gratuitement, dans une question industrielle.

M. van den Broeck ne peut nous laisser sous cette pénible impression. Il sera le premier à regretter, je n'en doute pas, ce passage de sa réponse.

Discussion.

M. van den Broeck déclare que, si l'exposé oral fait par M. Putzeys au sujet du vallon de Celles rapporte fidèlement les faits qu'il a personnellement observés et les conclusions régionales qu'il en a tirées dans les entretiens qu'il a eus avec son savant collègue, il se voit obligé cependant de faire — indépendamment de toute discussion sur

le fond remise à plus tard, suivant sa « déclaration » de tantôt — d'indispensables rectifications de fait.

1° Le schéma de M. Putzeys, basé sur un croquis synthétique d'excursion communiqué par M. van den Broeck, omet complètement, par un très fâcheux oubli, de désigner, par leurs notations caractéristiques, les importants massifs centraux *viséens* qui précisément sont le siège des *seules sorties* d'eau, en l'occurrence, *toutes résurgences avérées* qu'alimentent les aigueois viséens et tournaisiens représentés sur le dessin. Or cet oubli est fort grave en ce sens que, grâce à lui, le lecteur pourrait croire que l'on a ici affaire à des *sources tournaisiennes*, ce qui n'est nullement le cas; le lecteur voudra donc bien compléter le croquis en ce sens ⁽¹⁾;

2° L'existence d'aigueois dans le Tournaisien, dont fait ici grand état M. Putzeys, constatation qui peut se faire en bien d'autres régions encore, n'a *aucun rapport* avec la récente thèse annoncée par M. van den Broeck et qu'il lui reste à exposer avec toute l'ampleur documentaire nécessaire. C'est donc bien à tort que M. Putzeys croit y trouver un argument à opposer à cette thèse.

Celle-ci n'a en vue que les *sources périphériques de bas niveau de certains synclinaux du bassin de Dinant* : cas non représenté dans l'hydrologie de Celles. Dans la vallée de ce nom, il existe, spécialement dans la *partie centrale viséenne*, des *résurgences* n'ayant rien de commun avec les sources tournaisiennes du type précité, les seules englobées dans la thèse de M. van den Broeck.

3° Une rectification de même ordre s'applique au passage de la communication de M. Putzeys concernant un procès relatif au calcaire tournaisien appartenant au bassin de Namur. M. van den Broeck, dans sa thèse nouvelle, n'a visé (voir le texte de la note préliminaire du mois de novembre) que les seules réserves et sources tournaisiennes de certains des synclinaux calcaires du bassin de Dinant.

L'hydrologie des calcaires du bassin de Namur est restée complètement en dehors des questions qu'il est à même de traiter et d'exposer actuellement, et l'argument du Tournaisien du bassin de Namur n'est donc pas recevable dans la discussion de sa thèse.

M. van den Broeck, s'en référant à sa déclaration, réserve les autres rectifications qu'il aurait à faire, plus spécialement relatives au fond du débat, pour le jour où il pourra exposer sa thèse.

(1) La planche porte un renvoi du Secrétariat, qui tient compte de cette observation.

M. DUYK. — Description d'un procédé d'épuration, de stérilisation et de déferrisation de l'eau destinée à l'alimentation.

On sait que le facteur essentiel de l'épuration naturelle de l'eau est l'oxygène. Celui-ci, rendu actif sous l'influence catalytique de substances diverses, organiques ou minérales, que contiennent les eaux contaminées, réagit sur elles, transformant les unes en molécules plus simples, dont les termes ultimes sont l'azote et l'anhydride carbonique, les autres en composés insolubles qui tendent à se déposer.

Les phénomènes sont favorisés et par la lumière et par l'agitation du liquide. On sait le rôle important de la lumière mis en évidence par les beaux travaux de P. Frankland, Buchner et d'autres, relativement à son action réelle sur la flore microbienne des eaux courantes, qu'elle détruit peu à peu. Quant à l'agitation, elle favorise le contact intime de l'oxygène de l'air avec les particules aqueuses. On a perdu un peu de vue ce dernier phénomène dans la méthode actuelle de filtration par le sable. Celle-ci implique le repos relatif de l'eau au sein des couches filtrantes, et une diminution graduelle de la teneur première de l'eau en oxygène, occasionnant le développement de fermentations anaérobies, grâce auxquelles se maintiennent dans le liquide des matières que l'on cherchait à écarter, et qui lui communiquent cet aspect peu appétissant, cette saveur souvent douteuse, dont se plaignent les consommateurs.

Ces inconvénients n'existent guère dans les méthodes basées sur l'égouttage sur matériel filtrant non submergé, plus logiques que la précédente.

Quoi qu'on fasse cependant, l'action de l'oxygène dans ces milieux est toujours lente; dans les conditions habituelles du traitement, elle n'est pas suffisante pour assurer la disparition de toute substance nuisible; dans un grand nombre de cas, elle est incomplète, surtout vis-à-vis de cette matière colloïdale, substratum de nombreuses colonies microbiennes, suspendue au sein des eaux les plus claires en apparence.

Tout autrement rapide et efficace est l'action de produits artificiels contenant une grande quantité d'énergie disponible, tel l'ozone ou oxygène condensé, dont l'application n'est malheureusement pas tou-

jours aisée et dont l'emploi est, nul ne l'ignore, dans certains cas fort onéreux ; tels aussi certains produits fournis par l'industrie, détenteurs d'oxygène actif, comme les permanganates, et surtout les hypochlorites, préconisés par les hygiénistes les plus éminents (1).

Les hypochlorites ont servi à différents auteurs (2) pour leurs expériences de stérilisation des eaux contaminées, expériences non suivies de sanction pratique, à cause de la manière irrationnelle dont elles furent appliquées.

Le système d'épuration de l'eau que j'ai voulu vulgariser est, au contraire, logique ; il est basé sur la mise en liberté préalable des éléments réellement actifs des hypochlorites producteurs d'oxygène, sous l'influence du peroxyde de fer, dont l'action doit être comparée à celle des corps catalytiques dont je disais un mot tout à l'heure (3).

PRINCIPE DE LA MÉTHODE. — Un mélange très oxydant — résultant de la réaction qui s'établit entre un hypochlorite (chlorure de chaux du commerce) en solution et un sel de fer au maximum (4) — est introduit dans l'eau qu'il s'agit d'épurer. Le produit de la réaction, oxyde de chlore et hydroxyde ferrique, fournit alors, au contact de la matière oxydable, tant organisée (colonies microbiennes, infusoires, etc.) que purement organique (substances humiques, azotées) et inorganique (sels de fer et de manganèse au minimum), de l'*oxygène actif*, qui les brûle en les décomposant.

MODE OPÉRATOIRE. — Le mode opératoire, qui comporte l'addition à l'eau telle qu'elle se présente, c'est-à-dire sans qu'il soit besoin de faire subir à celle-ci un traitement préalable (dégrossissage, filtration) et assure le contact intime des éléments entrant en jeu avec toutes les

(1) Une Commission composée de savants tels que MM. les Prof^{rs} GARTNER, Dr DIENERT et Dr HOUSTON a, entre autres, préconisé l'emploi des hypochlorites en vue de rendre potables les eaux du Nil. (Supplément au *Journal officiel du Caire*, 30 décembre 1907.)

(2) TRAUBE, BASSENGE, LAUDE, HUNERMANN, etc. (*Apoth Zeit.*, 1899 ; *Deutsche medic. Wochenschrift*, 1907.)

(3) L'influence du fer sur l'hypochlorite de soude a été établie par MM. PRATH et SMITH (*Journ. of the Society of chemical industry*, 1898, p. 1902, et 1899, p. 240). Ces auteurs attribuent à l'action catalytique de petites quantités de fer qui s'y trouverait à l'état de ferrate, la décomposition spontanée des solutions d'hypochlorite de soude du commerce.

(4) Je rappellerai ici la formule de cette réaction que j'ai été le premier à signaler en 1902 : $Fe^2Cl^6 + 3Ca(ClO)^2 = Fe^2O^3 + 3CaCl^2 + 2Cl^2O$. (Voir *Annales de chimie analytique*.)

molécules de l'eau, donne au procédé un caractère de simplicité qui en a assuré le succès. De ce côté, il est totalement différent de celui de l'ozone; l'air ozoné, préparé par l'action de l'effluve électrique en dehors de la masse aqueuse à épurer, est mélangé avec celle-ci par des artifices qui n'assurent que d'une manière aléatoire l'accomplissement du phénomène et qui, en tout cas, constituent une complication.

Ayant agi de la sorte sur les éléments nocifs de l'eau, le mélange oxydant se détruit par le fait, se résolvant en combinaisons salines inertes que l'on retrouve d'ailleurs dans la plupart des eaux naturelles potables.

Le procédé s'accommode d'eaux de toute nature, peu ou point chargées, ferrugineuses, charriant du limon, de la matière organique, et toujours il parvient à éliminer dans son entièreté tout élément qui les trouble.

On sait que, vis-à-vis d'eaux très chargées, l'ozone dans les conditions actuelles de son application demeure inopérant, à moins que l'on ne fasse intervenir des très grandes quantités de ce corps, ce qui rend son emploi antiéconomique. Ceci a été prouvé une fois de plus lors des expériences en grand entreprises à l'occasion du concours organisé par la Ville de Paris en 1907. On verra plus loin quelques-uns des résultats obtenus à ce concours et par les méthodes à l'ozone et par la méthode au ferroclore, seules admises à y participer, résultats consignés dans le rapport officiel de la Commission d'études et d'examen.

La presque instantanéité de l'action du mélange oxydant sur les éléments douteux ou suspects contenus dans les eaux, implique une filtration rapide de la masse en vue de séparer les produits de la réaction. L'opération s'effectue par l'intermédiaire de filtres à débit extra-rapide, dont le matériel consiste en une couche, épaisse d'environ 80 centimètres, de silex concassé menu, à la partie supérieure de laquelle vient se déposer le magma calcaire alumino-ferrugineux qui s'est produit, sous l'influence du réactif, au sein de l'eau traitée; la couche feutrée qui se forme ainsi constitue une sorte de plankton artificiel, dont l'effet clarifiant est extraordinaire, eu égard à la *rapidité de la filtration, environ quarante fois plus grande que celle des filtres à sable les mieux desservis.*

DOSES ET DÉBIT DES RÉACTIFS. — Les réactifs, hypochlorite de chaux et chlorure ferrique ou sulfate d'alumine, sont préalablement dissous dans l'eau à la proportion de 2 %. Contenus dans des bacs séparés, ils sont réunis, par l'entremise de tuyaux d'écoulement, sous une vitesse

uniforme, dans un *appareil mélangeur* où s'effectue la production du *ferrochlorure*. Cet appareil est mis en relation avec l'eau, qui reçoit ainsi *une quantité toujours constante*, calculée par avance, de l'agent épurateur. Sachant que l'hypochlorite de chaux du commerce contient ordinairement le tiers de son poids de chlore actif susceptible de mettre en liberté, au contact de la matière réductrice, une proportion équivalente d'oxygène à l'état naissant, il est facile, connaissant le degré d'oxydabilité de l'eau mise en expérience, de se rendre compte du poids d'hypochlorite qu'il faudra faire intervenir. Cette proportion est, du reste, toujours relativement fort restreinte; c'est ainsi qu'à Paris *un gramme* a suffi pour provoquer la stérilisation d'*un mètre cube* d'eau issue des calcaires (1), laquelle est, comme on sait, très pauvre en matière organique, sinon toujours exempte de germes d'origine suspecte.

S'agit-il d'eaux fortement chargées, et en matières en suspension et en composés organiques dissous, comme c'est le cas à Middelkerke où, depuis 1902, l'on traite suivant le procédé l'eau parfois très polluée du canal de Nieupoort (l'eau de ce canal est souvent mélangée d'eau de mer et reçoit des résidus d'industries riveraines), le poids d'hypochlorite n'excède actuellement pas 16 grammes par mètre cube.

Bref, la quantité de ce produit oscille d'ordinaire autour de 6 grammes, chiffre moyen représentant, en chiffre rond, 2 grammes de chlore actif, ce qui correspond à l'introduction de *deux millièmes* de ce corps dans l'eau, quantité qui, considérée en soi, semblera insignifiante.

En pratique, on s'arrange de manière à laisser subsister dans l'eau traitée un léger excès du composé chloré. Cet excès ne nuit pas, car, en raison du dispositif adopté — *bac de contact* — pour en régler l'action, il ne tarde pas à disparaître, soit en se fixant sur le magma organique précipité, soit en réagissant, par l'intermédiaire des éléments de l'eau sur les alcalinoterreux présents, pour les transformer en peroxydes instables dont l'oxygène, mis en liberté dans la suite, ce qui ne contribue pas peu à assurer l'assainissement du liquide. La constatation dans l'eau traitée, avant sa disparition, d'un excès de composé chloré — ce dont il est facile de s'assurer au moyen du réactif si sensible

(1) Rapport de MM. OGIER et BONJEAN au Comité consultatif d'hygiène de France, 1^{er} février 1904. — Rapport de MM. MIQUEL et LEVY, mars-juin 1904.

de Trommsdorf⁽¹⁾ — offre un avantage aussi important qu'inattendu.

Elle permet, en effet, de se rendre compte, à coup sûr et sur-le-champ, de la réussite de l'opération. On sait combien illusoire est l'examen bactériologique d'une eau suspecte par les procédés ordinaires d'ensemencement en milieux nutritifs, lesquels ne révèlent la présence du microbe suspect qu'au bout de quelques jours, alors que les ravages causés par l'emploi de ladite eau ont déjà fait leur œuvre.

Avec le procédé d'épuration que je préconise, aucun aléa semblable n'est à craindre, car le seul fait de l'apparition de la coloration bleue sous l'influence du réactif dans une prise d'essai, acidifiée ou non, est l'indice certain de l'anéantissement des espèces microbiennes. Comme je l'ai déjà dit, les dernières traces de composés chlorés disparaissent peu à peu, en sorte que, à l'issue des appareils, il n'est plus possible de les déceler⁽²⁾.

MODE D'ACTION ET RÉSULTATS DU PROCÉDÉ. — L'action du mélange oxydant qui entre en jeu dans le traitement de l'eau est particulièrement intéressante; elle se manifeste par la mort du protoplasme cellulaire des infiniment petits sous l'influence de l'oxygène ionisé développé au contact de la matière organique aux dépens des éléments de l'eau. Les phénomènes ont lieu suivant les équations bien connues :



En ce qui concerne le ferrochlore :



Si l'on admet que l'oxygène issu de ces réactions jouit d'affinités particulières, comparables à celles de l'ozone, on ne sera pas étonné de voir se produire la stérilisation moyennant l'entrée en jeu de doses extraordinairement minimes de ferrochlore.

(1) Le réactif de Trommsdorf, chloro-iodure de zinc amidonné, ajouté à de l'eau contenant un composé chloré, donne à celle-ci une coloration bleue plus ou moins intense, suivant la proportion de chlore libre en présence. La coloration bleue est visible nettement lorsque l'on ajoute à un litre d'eau du chlorure de chaux contenant 0,000.000.2 de chlore actif. (OGIER ET BONJEAN, *loc. cit.*)

(2) Voir rapport OGIER ET BONJEAN (*loc. cit.*) et le rapport de la Commission officielle du concours de la ville de Paris 1907. Voir aussi les rapports des experts chargés par le Ministère de l'Agriculture de contrôler les expériences en grand à Hasselt et à Turnhout, 1907, parus dans les *Publications du Service de santé et de l'hygiène*.

En même temps que les colonies microbiennes, détruites comme il vient d'être dit, sont annihilées les toxines et les zymases sécrétées par celles-ci, ainsi que je l'ai déjà montré dans ma note préliminaire relative au procédé (1).

Quant à la matière organique proprement dite, elle est, en même temps que ces dernières, partiellement brûlée et par l'oxygène disponible résultant des réactions précédentes et par l'hydrate d'oxyde de fer, partie intégrante du ferrochlore, le reste formant avec ce composé un précipité insoluble, sorte de laque retenue par le matériel filtrant.

Quelques personnes ont voulu émettre un doute quant à l'action, telle que je viens de l'exposer, du composé oxychloré lui-même sur la vie microbienne; pour elles, c'est le procédé de filtration lui-même qui détermine l'élimination du microbe, celui-ci étant simplement retenu dans les mailles du magma ferrugineux; il n'est pas possible, avancent-elles, que des quantités aussi minimes d'hypochlorite que celles qui entrent en jeu puissent produire la stérilisation réelle de liquides infectés. Les faits répondent d'eux-mêmes et mettent à néant ces suppositions toutes gratuites et, pour le moins, hasardées (2). Est-ce à dire que je nie l'action purement mécanique d'un précipité de fer ou d'alumine? Nullement. L'on sait depuis longtemps que le traitement d'une eau au moyen de l'un ou de l'autre de ces composés, diminue dans des proportions souvent considérables la teneur première de l'eau en germes microbiens (3); mais jamais, dans ce cas, la réduction n'est telle que l'on puisse considérer l'eau au sortir des filtres comme pratique-

(1) *Nouveau procédé d'assainissement des eaux.* ANNALES DE CHIMIE ANALYTIQUE, Paris, 1903. - BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE PHARMACIE DE BRUXELLES, 1902.)

(2) En dehors de la pratique courante, deux expériences bien simples corroborent ma manière de voir : 1) De l'eau, bactériologiquement chargée est traitée par le mélange ferrochlore. Une prise d'essai est filtrée immédiatement pour retenir le précipité et l'on ensemece sur-le-champ en milieu nutritif le liquide parfaitement limpide. Au bout de peu de temps s'établit une prolifération abondante de colonies diverses, preuve que la vie du microbe n'a point encore été atteinte par l'agent stérilisateur en solution. Au contraire, si l'on ensemece à l'aide du même liquide, *laissé quelques heures à lui-même*, les milieux nutritifs demeurent indemnes. 2) Si l'on traite une eau contaminée par le liquide filtré, contenant une quantité normale de composé chloroxygéné, résultant de la réaction d'un hypochlorite et d'un sel ferrique, on obtient facilement la stérilisation intégrale du liquide.

(3) Dr KARL SCHREIBER, *Bericht über Versuche an einer Versuchsanlage der Jewell Exportfiltercompagnie.* (MITTEIL. D. KGL. PRÜFUNGANSTALT FÜR WASSERVERS. UND ABWASSERBESEIT. Berlin, 1906.)

ment stérile; toujours on trouve dans les prises d'essai, au milieu de germes banaux, des espèces suspectes, ce qui *n'a jamais lieu* lors de l'emploi concomitant d'un composé chloroxygéné.

Le *haut pouvoir bactéricide du ferrochlorure* a été mis en évidence par de nombreux essais en grand, et le succès invariablement obtenu dans ces conditions a été sanctionné par l'établissement d'installations dont plusieurs fonctionnent industriellement depuis plusieurs années.

Voici, par ordre chronologique, quelques-uns parmi les nombreux essais effectués.

En 1902, des expériences sont entreprises à Middelkerke, à l'usine de dégrossissage de l'eau du canal de Nieuport, nécessaire aux services publics de la commune. Le nombre des germes variés contenus dans cette eau est réduit de 6 500 à quelques unités (1).

En 1903, on traite à Paris l'eau de la Vannie à raison de 100 mètres cubes par jour; résultat: disparition constante des 200 germes (en moyenne); de même, on traite l'eau de la Seine prise à la hauteur du pont d'Austerlitz; la teneur de l'eau tombe de 1 869 germes par centimètre cube dans l'eau brute, à quelques unités (2).

En 1907, à Lyon, sous le contrôle du professeur Courmont, des essais sont institués avec l'eau du Rhône, chargée artificiellement de cultures suspectes. Les plaquesensemencées au moyen d'eau brute indiquaient 21 650 colonies par centimètre cube dont la presque totalité coli-bacille; la même eau, après traitement, ne contenait plus que 8 microbes, dont 1 staph. orangé, 4 coccichromogènes, 5 subtilis (3). Après ces résultats si concluants, on n'hésita pas à monter une installation à Larbresles, commune des environs, où régnait une épidémie d'une intensité exceptionnelle: 500 cas de typhoïde sur 1 800 habitants. Aussitôt le fléau disparut, en même temps que l'on put constater la présence de 2 germes banaux seulement par centimètre cube et l'absence du coli-bacille dans 25 centimètres cubes (4).

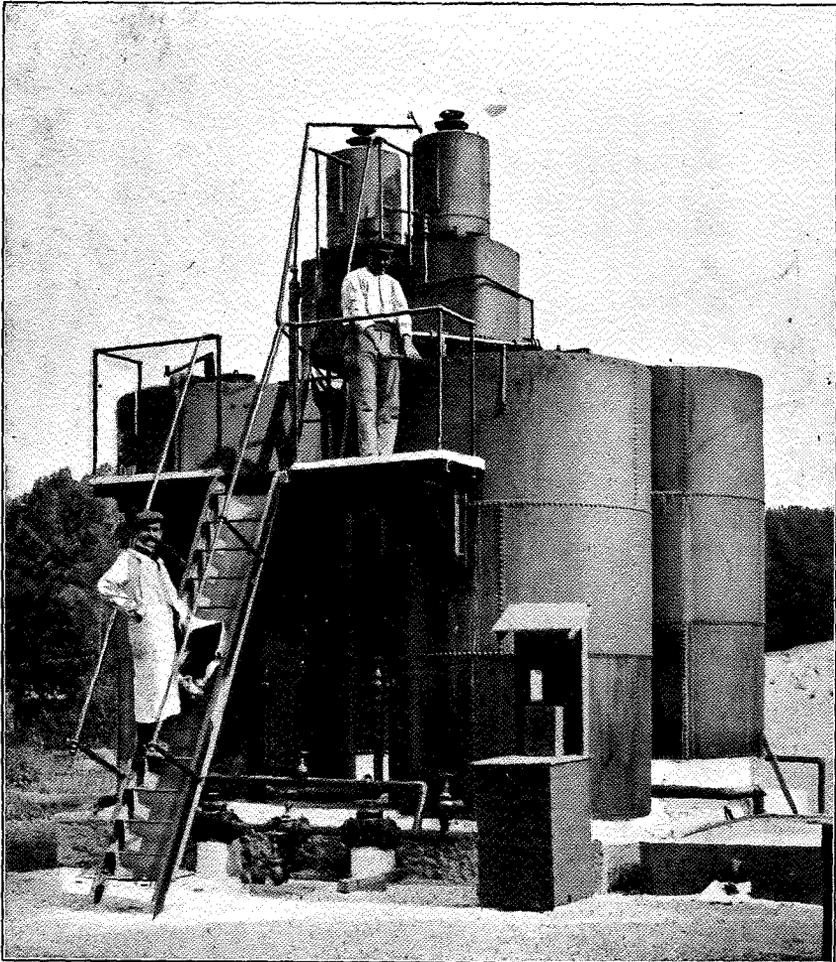
Entretemps, une installation expérimentale fonctionne à l'Usine de St-Maur (Joinville-le-Pont). On y traite, à raison de 380 mètres cubes par jour, l'eau de la Marne, puis l'eau de Marne filtrée au sable, telle

(1) Voir *La Technologie sanitaire*.

(2) OGIER et PONJEAN, *Rapport au Comité consultatif d'hygiène de France*.

(3) Dr COURMONT et LACOMME, *Bulletin du Laboratoire d'hygiène de Lyon*, 5 septembre 1907.

(4) BONJEAN, *Procédé Duyk au ferrochlorure*. (REVUE PRATIQUE D'HYGIÈNE MUNICIPALE, n° 11, novembre 1908.)



Appareil pour l'épuration et la stérilisation des eaux, ayant fonctionné au concours organisé par la Ville de Paris, à l'Usine de St-Maur (Joinville-le-Pont), en 1907. Débit journalier : 380 mètres cubes.

quelle ou mélangée avec des proportions variables de la première. Concurrément fonctionnèrent plusieurs procédés à base d'ozone. Les résultats furent très satisfaisants de part et d'autre, mais tout à l'avantage du procédé Duyk lorsqu'il y eut lieu de traiter l'eau de Marne brute. Celle-ci contenait 64 630 espèces par centimètre cube et 3 000 *coli* dans 400 centimètres cubes. En ce qui concerne ce dernier microbe, l'eau ozonisée à la dose énorme de 2^{gr}67 d'ozone par mètre cube en contenait encore 5.5 dans 400 centimètres cubes, tandis que l'eau ferrochlorée (6 grammes d'hypochlorite de chaux par mètre cube) n'en contenait plus que 2 dans plus de 3 litres. Ce succès si brillant fit dire à la Commission chargée de contrôler les résultats du concours, dans son rapport sous la signature de Dr Miquel, l'éminent chef du service bactériologique de l'Observatoire de Montsouris : « qu'aucun des appareils soumis à la Commission d'examen n'a pu donner des résultats aussi satisfaisants que le procédé Duyk, au point de vue de la disparition du bacille du côlon dans l'eau de Marne brute (1) ».

A Lectoure (département du Gers), on traite depuis plusieurs années journallement 400 mètres cubes d'eau du Gers, très polluée et limoneuse; l'eau de ce cours d'eau contient couramment 21 000 germes; l'eau distribuée aux habitants en renferme une vingtaine (2).

En Belgique, c'est à Hasselt qu'une Commission mixte, de l'État et de la commune, put constater les excellents résultats d'expérience d'une durée de plusieurs semaines [20 000 germes réduits à 2 colonies banales par centimètre cube (3)] et qui amenèrent l'Administration de cette ville à adopter un projet d'usine pour l'épuration de l'eau du Stiemer, petite rivière qui se jette dans le vieux Démer, et dont la consommation avait toujours donné lieu aux plaintes les plus vives.

Récemment, des expériences intéressantes furent instituées à Port-Louis (Morbihan), dont l'alimentation en eau potable est désormais assurée. L'étang de Coët-Rivas, auquel, faute de mieux, il faut recourir à cette fin, fournit, après stérilisation, une eau parfaitement épurée dont la flore microbienne tombe de 33 000 espèces, avec un grand nombre de coli-bacilles, à quelques espèces banales.

Les filtres fournissent une eau absolument limpide, incolore.

(1) Texte du rapport de la Commission au préfet de la Seine, 1907.

(2) Rapport de M. Francou, ingénieur de cette localité.

(3) Dr HENSEVAL, *La stérilisation des eaux potables par le procédé dit « au ferro-chlore »*, 1907. Ministère de l'Agriculture. Administration du Service de santé et d'hygiène. — STRAETMANS (Prof^r), *Rapport au Conseil communal*, 1907.

Dans la plupart des cas, la clarification est telle qu'on peut considérer le liquide comme étant *optiquement vide*, suivant l'expression imagée du Prof^r Spring, c'est-à-dire ne renfermant plus trace de matières, à l'état colloïdal ou autre, en suspension. On sait qu'une eau répondant à ce desideratum, vue sous une épaisseur de 2 mètres à 2^m50, présente une coloration nettement bleue, laquelle est précisément celle de l'eau traitée par le ferrochlore. Remarquons, à propos des expériences du concours organisé par la Ville de Paris, que le *procédé Duyk est le seul qui, pendant toute la période d'expérience où l'on traita l'eau brute, ait donné de l'eau parfaitement claire* (1).

Le goût de l'eau traitée s'améliore dans un grand nombre de cas, et ce fait n'a rien qui doive étonner si l'on admet que, d'une part, une grande partie de la matière organique ou plus simplement des substances réductrices qui communiquent aux eaux de surface leur saveur peu agréable est éliminée, et d'autre part à l'oxygénation du liquide sous l'influence du mélange oxydant. Évidemment il ne peut un seul instant être question d'apporter une amélioration au goût originairement fade d'une eau contenant certaines substances salines en dissolution, — telle l'eau du canal de Nieuport, dont il est question plus haut, qui renferme parfois plus de 500 milligrammes de chlorure de sodium dans un litre, — mais il est certain que toute saveur ou odeur, due à la matière organique, est anéantie.

La réduction de la matière organique, que peut révéler un essai au permanganate, est d'ailleurs constante et souvent considérable. Le taux de cette réduction, peu appréciable s'il s'agit d'eaux pures par elles-mêmes, atteint parfois 60 % dans le cas d'eaux polluées. Ici encore, en recourant au concours de la Ville de Paris, on peut établir un parallèle entre l'ozone et le ferrochlore, tout à l'avantage de ce dernier. La réduction moyenne de la matière organique a varié de 10 à 20 % dans le traitement par l'ozone pour des eaux préalablement filtrées au sable, mais elle a été nulle en ce qui concerne le traitement de l'eau de Marne brute. Dans le cas du procédé Duyk, cette réduction a varié de 10 à 28 %, et sur l'eau de Marne brute elle a été de 15 %. (2) Lors des essais effectués à Hasselt, sur l'eau très polluée et légèrement ferrugineuse du Stiemer, le taux de réduction s'est élevé couramment à environ 70 %. (3); même les ammoniaques,

(1) Citation textuelle du rapport de la Commission officielle.

(2) Rapport de la Commission officielle, *loc. cit.*

(3) Dr HENSEVAL, *loc. cit.*

tant salin qu'albuminoïde, lesquels en soi n'ont rien de nocif, ont vu leurs proportions primitives notablement réduites.

L'eau contient-elle du fer en dissolution, le procédé parvient à l'en débarrasser intégralement, quelles que soient les combinaisons dans lesquelles se trouve ce métal. Les expériences en grand que j'ai eu l'occasion d'instituer, à la demande de l'État, à Turnhout, sont, à ce point de vue, tout à fait péremptoires. En 1907, on a épuré indifféremment l'eau sulfurée ferrugineuse, telle que la fournit le puits d'exhaure, et cette même eau partiellement déferrisée par un passage à travers d'immenses tours à coke. La première contient jusqu'à 14 milligrammes de fer par litre, associé à la matière organique; elle est verdâtre, limpide; son odeur est désagréable, rappelant celle des eaux sulfureuses, avec un je ne sais quoi d'aromatique. Agitée au contact de l'air, elle perd son odeur première, abandonne la majeure partie de son fer; c'est dans cet état que, à l'époque de mes expériences, l'eau était distribuée en ville. Son aspect louche, sa saveur d'encre n'étaient point de nature à lui conquérir la faveur du consommateur. Un simple traitement au ferrochlore suffit pour la transformer en une eau incolore, absolument limpide, de goût irréprochable, ne donnant à l'analyse *aucune trace de fer*. Depuis, s'inspirant sans doute des essais précédents, l'Administration de la ville de Turnhout se contente de faire subir à l'eau, d'abord aérée par son passage sur le coke, un traitement au sulfate d'alumine et à la chaux, suivi d'une filtration. L'eau obtenue ainsi est très acceptable, mais elle contient encore une trace de fer.

Ce qui donne aux expériences de Turnhout leur caractère d'importance, c'est incontestablement les brillants résultats fournis par le traitement de l'eau brute, laquelle constitue certainement un type d'eau fortement chargée. A la vérité, les quantités de réactifs employées pour obtenir une *déferrisation absolue* du liquide sont un peu élevées (40 grammes d'hypochlorite de chaux et 60 grammes de sulfate d'alumine par mètre cube), mais ces quantités sont loin d'être prohibitives parce que, d'une part, il est démontré (1) que ni l'alumine ni le chlore ne subsistent dans l'eau traitée; au contraire, l'introduction du sulfate d'alumine, loin d'augmenter la teneur première de l'eau en éléments dissous, occasionne plutôt une diminution sensible de ces

(1) F. DAELS, *La déferrisation des eaux potables par le ferrochlore*, 1907. Ministère de l'Agriculture. Administration du Service de santé et d'hygiène.

derniers (1); et, d'autre part, le prix de revient du traitement n'est pas tellement élevé qu'il ne puisse constituer un facteur économique permettant de se passer désormais du procédé Piefke, encombrant et non dépourvu de chances de contamination par l'air ambiant (2).

Les faits relatifs à la déferrisation de l'eau de Turnhout ont été reconnus par la Commission chargée officiellement de suivre les expériences et notés dans un rapport dont la conclusion première portait sur l'efficacité du procédé à l'égard d'eaux ferrugineuses, notamment de celles qui renferment de notables quantités de composés organiques (3).

La dureté de l'eau traitée n'a jamais sensiblement augmenté; l'accroissement du degré hydrotimétrique est en général de 1° ou 2°, ce qui est insignifiant. Quelquefois on constate même une diminution notable, surtout dans les eaux fortement calcaires. De ce côté donc, l'emploi du procédé n'exerce aucune influence fâcheuse sur l'eau dans le cas où celle-ci doit servir à des usages industriels.

POINT DE VUE ÉCONOMIQUE. — Décrire un procédé d'épuration sans, en même temps, fournir quelques renseignements au sujet de la possibilité d'application, tant au point de vue économique que purement technique, c'est, à mon avis, être incomplet.

En cela, je pense être d'accord avec la partie la plus directement intéressée, c'est-à-dire avec les administrations publiques qui veulent, avec raison, nonobstant les considérations sentimentales, envisager plus spécialement le côté financier de l'importante question de la distribution au consommateur d'une eau potable et saine. En ce qui concerne la possibilité d'application, elle est, dès à présent, admise par tout esprit non systématiquement prévenu; les installations qui marchent actuellement, à la satisfaction générale, tant en France qu'en Belgique, sont là qui sont une preuve tangible de ce que j'avance. Je sais bien que quelques grincheux, coupeurs de cheveux en quatre, ont été enchantés de pouvoir découvrir, à l'installation telle qu'elle fonctionne depuis plusieurs années à Middelkerke, certaines imperfections — facilement réparables d'ailleurs moyennant quelques modifications aux filtres — de manière à pouvoir proclamer la faillite du procédé. Des gens plus raisonnables comprendront qu'il ne saurait en être autrement, s'ils

(1) F. DAELS, *loc cit.* Voir tableaux analytiques annexés au mémoire.

(2) Le chlorure de chaux coûte en moyenne 15 francs les 100 kilos. Le sulfate d'alumine 8 francs les 100 kilos. Le prix de revient de la déferrisation de l'eau brute de Turnhout ne dépasserait donc pas 1 centime par mètre cube.

(3) F. DAELS, *loc. cit.*

considèrent d'abord que la qualité de la matière première (l'eau du canal de Nieupoort) est des plus médiocres et que, d'autre part, les appareils, qui fonctionnent actuellement, étaient ceux qui existaient à l'époque où j'entrepris mes premières expériences et dont il m'a fallu tirer parti; ils sont loin de représenter l'installation modèle telle qu'elle fonctionnera à Hasselt vers la fin de cette année et d'où toute chance d'aléa est exclue.

C'est justement cette installation type de Hasselt que je prendrai comme exemple du prix de revient. Les frais se répartiront approximativement de la manière suivante : 94 000 francs pour les appareils d'épuration, comportant quatre filtres avec leurs appareils distributeurs; 40 000 francs pour les moteurs; 50 000 francs pour les bâtiments et annexes, soit ensemble 184 000 francs.

L'installation sera capable de fournir, au début, journellement 3 000 mètres cubes d'eau parfaitement assainie, moyennant une dépense d'environ 22 francs se décomposant comme suit : salaires de deux ouvriers, 8 francs; charbon, huile de graissage, 2 francs; réactifs, 12 francs (soit 4 millimes au mètre cube).

CONCLUSIONS. — Les faits, tels que je viens de les relater, montrent que le procédé d'assainissement de l'eau dont je me suis fait le vulgarisateur est désormais entré dans la pratique courante. Il est simple; il comporte des installations peu encombrantes, des appareils robustes, pouvant fournir en très grande quantité une eau extrêmement bien clarifiée, dénuée de tous germes morbides. Par cela, il semble appelé à remplacer la méthode surannée du filtrage au sable; au point de vue bactéricide, il lutte avec succès contre l'ozone. En outre, il est très économique.

Ainsi que le dit le Dr Bonjean dans une très intéressante étude parue dans la *Revue d'hygiène municipale* (1) : « le procédé a reçu la » *consécration officielle*, puisqu'il a été approuvé par le Conseil supérieur d'Hygiène publique de France. Il est scientifique et pratique. » Il a sa place particulièrement indiquée là où d'autres méthodes » pourraient échouer lorsqu'il s'agit de traiter des eaux très polluées, » troubles, chargées de matières organiques et de fer, et lorsqu'il s'agit » de juguler une épidémie d'origine hydrique par une installation » immédiate de stérilisation. »

Dans notre pays, d'aucuns se demanderont, en présence des décla-

(1) *Revue d'hygiène municipale*, février 1909.

rations qui sont faites en ce moment par plusieurs de mes éminents collègues de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie, relatives à la découverte d'immenses réserves d'eau pure, dont la Belgique serait désormais assurée, si le procédé au ferrochlore est appelé à y prendre une très grande extension.

A ceux-là je répondrai qu'on ne sait pas ce que l'avenir nous réserve. En présence des doutes qui s'élèvent de part et d'autre au sujet de la qualité de l'eau issue des calcaires et de la quasi-certitude de devoir faire subir une déferrisation préalable aux eaux que certains auteurs de projets proposent de capter au sein des sables campinois, il y a lieu d'attendre les événements. Peut-être que, à un moment donné, l'on reconnaîtra que l'emploi du système d'épuration que je préconise est à même de rendre de très grands services, à titre d'auxiliaire, pour stériliser l'eau de consommation, faire disparaître en même temps toute crainte, fondée ou non, de la part du public intéressé.

Au demeurant, l'application d'un procédé pratique de stérilisation devient une nécessité dans certains cas, surtout lors de calamités publiques. Supposons, par exemple, notre pays envahi, Anvers assiégée par une armée ennemie, la fièvre typhoïde décimant la population et la garnison par suite de l'usage d'eau malsaine, — éventualités, qu'à Dieu ne plaise, je ne désire voir se réaliser, — le procédé au ferrochlore vient arrêter sûrement toute cause de trouble dont les conséquences sont incalculables!

Discussion.

M. VAN DEN BROECK demande si le procédé Duyk permet de ne pas modifier la quantité de réactif quand la teneur des eaux en fer faisant partie de combinaisons organiques varie considérablement.

M. DUYK répond qu'on peut à volonté modifier les quantités des réactifs, suivant l'état de pollution de l'eau; pour des modifications peu importantes, telles qu'elles se présentent ordinairement, cela n'est pas nécessaire si l'on a soin de maintenir toujours dans les bacs de contact un léger excès de composé chloré, lequel disparaît d'ailleurs dans la suite.

M. VAN DEN BROECK demande si, pour des résurgences sourcières qui, de temps à autre, se chargent d'éléments limoneux et de bactéries pathogènes, le procédé Duyk est plus économique que le filtrage au sable.

M. DUYK est certain que son procédé est plus économique que ce dernier.

M. VAN DEN BROECK dit que dans ces conditions, le procédé serait appelé à rendre certains services lors d'installations locales d'un service de distribution d'eau.

M. RUTOR. — On a beaucoup parlé ce soir de l'eau de Turnhout, mais je tiens à dire que l'eau de la Campine, que nous projetons de capter, n'y ressemblera pas. C'est une eau qui ne contient aucun produit organique.

La séance est levée à 23 heures.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE

Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine, par MM. E. et F. PUTZEYS et A. RUTOT (résumé par A. RUTOT).

J'ai eu l'honneur, il y a quelques mois, de faire don, à la bibliothèque de la Société, d'un exemplaire de mon mémoire. à l'Académie sur l'âge des couches de la Campine (1).

Dans ce mémoire, j'ai fourni notamment des conclusions au sujet de la nature du sable blanc de Moll, de son allure, de sa position stratigraphique et de son âge.

Ces données avaient pu être surtout obtenues grâce à un premier réseau de grands sondages exécutés, en collaboration avec MM. le Dr Félix Putzeys et E. Putzeys, au moyen d'un subside qu'avait bien voulu nous accorder M. le Ministre de l'Agriculture.

Pendant l'exécution de ces sondages et du levé des affleurements et des sablières, nous avons pu reconnaître que les prévisions que nous avons déjà émises il y a quatre ans (2), au sujet du volume énorme

(1) A. RUTOT, *Sur l'âge des dépôts connus sous le nom de sables de Moll, d'argile de la Campine, de cailloux de quartz blanc, d'argile d'Andenne et de sable à facies marin noté Om dans la légende de la Carte géologique de la Belgique au 40,000^e.* (MÉM. ACAD. ROY. DE BELGIQUE, coll. in-4^o, t. II, 1908.)

(2) E. PUTZEYS, *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique*, et A. RUTOT, *Sur les ressources en eau potable de la Campine anversoise.* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., etc., t. XVIII, 1904.)

d'eau naturellement filtrée renfermé dans le sable blanc de Moll et dans son enveloppe de Poederlien marin, à peu près dépourvue de glauconie, se réalisaient entièrement; aussi fut-il décidé que nous nous livrerions à une première enquête ayant pour but l'évaluation approximative du volume d'eau disponible, la nature réelle de ces eaux et les moyens de les capter.

En même temps, nous cherchions à nous rendre un compte à peu près exact de la situation du pays entier au point de vue des eaux potables dont il peut disposer, et nous reconnaissons que, en réalité, plus d'un tiers du royaume, surtout représenté par la « Basse-Belgique », était entièrement dépourvu d'eau alimentaire.

Évaluant, d'une part, les volumes considérables disponibles en Campine et, d'autre part, l'étendue des régions privées d'eau potable, il était tout naturel de chercher quels étaient les besoins de la partie sans eau et de voir si ces besoins pouvaient être satisfaits au moyen des eaux disponibles dans la Campine sableuse.

Ce sont les réponses données aux diverses questions pratiques que nous venons d'exposer qui constituent le sujet du mémoire que MM. Putzeys et moi avons l'honneur de présenter à la Société.

Nos conclusions sont les suivantes :

1° La masse sableuse exploitable (sable blanc de Moll et son enveloppe peu glauconifère) représente au minimum une surface de 65 000 hectares sur une épaisseur moyenne de 20 mètres;

2° L'eau puisée dans les sables de Moll s'est montrée entièrement satisfaisante à l'analyse chimique; elle renferme un peu de chaux et de 3 à 5 dixièmes de milligramme de fer;

3° Lors du captage en grand, des eaux provenant de la partie des sables poederliens glauconifères du rivage Sud pouvant être entraînées, il est probable que la quantité de fer pourrait augmenter quelque peu ou même sensiblement.

Dans le cas où le fer, qui ici ne pourrait être en combinaison organique, se trouverait dans l'eau en quantité capable d'en altérer la qualité, les procédés de déferrisation, actuellement mis en usage avec succès dans de nombreuses villes d'Allemagne et de Hollande, seraient tout indiqués pour supprimer l'inconvénient.

Il est à remarquer, en effet, que la déferrisation des eaux chargées de bicarbonate de fer s'exécute simplement par aération de la masse liquide, sans intervention d'aucun produit chimique: d'où innocuité complète et prix de revient très minime;

4° D'après les données officielles, l'augmentation continue de la

population de la Belgique est telle que, si elle suit la même progression, les deux Flandres et la province d'Anvers auront, dans vingt-cinq ans, une population de 4 millions d'habitants;

5° A raison de 60 litres par tête d'habitant, cette population nécessitera donc un apport journalier de 240 000 mètres cubes;

6° En admettant que, sur les trois millions *actuels* d'habitants de la province d'Anvers et des deux Flandres, 1 700 000 résident dans des agglomérations assez importantes pour qu'une distribution d'eau soit nécessaire, il faudrait donc, dès maintenant, disposer d'un minimum journalier de 100 000 mètres cubes d'eau;

7° La région productive pratiquement exploitable de la Campine ayant été évaluée à 65 000 hectares, un soutirage modéré, effectué dans la masse disponible à raison de 4 mètres cubes par hectare, fournirait donc, avec sécurité, 260 000 mètres cubes par jour, ce qui assure largement l'adduction prévue des 240 000 mètres cubes nécessités, pour la population des trois provinces citées, dans vingt-cinq ans;

8° Ainsi qu'on le voit, les besoins, d'une part, les ressources, de l'autre, non seulement s'équilibrent largement, mais encore les disponibilités sont notablement supérieures aux nécessités;

9° Enfin, le travail de captage pourrait s'effectuer rapidement, économiquement, en toute sécurité et sans aléa, au moyen d'un système de puits filtrants reliés à des colonnes d'aspiration et d'adduction communes;

10° En supposant que l'on veuille entrer immédiatement dans la réalisation de cet avant-projet en assurant d'abord un débit de 50 000 mètres cubes par jour, les prévisions sont qu'il suffirait d'établir, autour d'une installation de pompes, 40 batteries de 20 puits du plus petit modèle, chacun n'ayant à débiter que 63 mètres cubes en vingt-quatre heures.

Il suffirait alors en périodes de sécheresse, pendant lesquelles des volumes plus considérables sont nécessaires, de déprimer un peu plus le niveau d'aspiration, pour obtenir de tous ces puits un rendement total notablement supérieur, le tout pouvant être prévu et calculé d'avance.

Telles sont les principales conclusions que nous présentons, pour le moment, à la Société; il va sans dire que nous ne nous en tiendrons pas à ces données encore quelque peu théoriques.

En effet, des expériences pratiques de lancements de puits filtrants entourés de tubes piézométriques, avec pompes continues pendant deux mois, vont être exécutées, afin de connaître les débits et les rabat-

tements *vrais*, ainsi que la mobilité de la nappe liquide. En même temps de nombreuses analyses quantitatives seront effectuées pendant toute la période de pompage, afin de pouvoir se faire une idée des variations possibles de la teneur en fer.

Tous les résultats de ces expériences et analyses seront réunis dans un troisième mémoire, en cours de préparation, que nous aurons l'honneur de présenter également à la Société dès son apparition.