

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

BRUXELLES

TOME XXV — ANNÉE 1911

SÉANCE MENSUELLE DU 17 JANVIER 1911.

Présidence de M. E. Cuvelier, président.

La séance est ouverte à 20 h. 30.

Allocution du Président.

MESSIEURS,

Permettez-moi de vous remercier de l'honneur qu'il vous a plu de me faire en m'appelant à la présidence de notre Société.

Comme je le disais récemment à MM. les membres du Conseil, en acceptant le mandat que votre assemblée générale a bien voulu me confier, j'ai peut-être trop présumé de moi-même; ce n'est donc pas sans appréhension que je m'installe à une place qu'ont occupée de si éminents prédécesseurs, dont mon devancier immédiat, le savant universellement connu qu'est M. Rutot: il serait superflu de faire son éloge devant vous, ou même d'énumérer, simplement, quelques-uns des travaux qui ont fait son renom; je serai votre interprète et lui exprimerai la reconnaissance de la Société de Géologie dont il a bien voulu diriger les réunions pendant ces deux dernières années... sans compter les autres!

Ce que je puis vous promettre, Messieurs, c'est de faire mon possible

pour aider au développement de notre Société: c'est vous dire que mon entière bonne volonté vous est acquise... M. Rutot m'a, du reste, prévenu que, grâce au zèle toujours en éveil et aux connaissances variées et étendues de notre Secrétaire général, la tâche me serait rendue aisée. En votre nom, comme au mien, je remercie le commandant baron L. Greindl de sa collaboration si efficace.

Je vous demanderai, Messieurs, d'écartier de nos discussions toutes les questions personnelles parfois si irritantes; avant tout, nous avons un rôle scientifique à remplir, ne l'oublions pas!... Assurément les questions d'application font la vie si intense de notre Compagnie; mais c'est précisément dans ce domaine des applications qu'il faut éviter des attaques passionnées, ou la domination des principes scientifiques par la défense d'intérêts mercantiles directs. Songeons bien, comme l'a dit récemment M. Picard, président de l'Académie des Sciences de Paris, que nos concepts et, surtout, nos théories, au contact des faits, sont perpétuellement sujets à révision: que chacun de nous ne croie donc pas, *a priori*, tenir seul la vérité; car la science, en devenant de plus en plus objective et en étendant notre connaissance du réel, avance pas à pas, par corrections et accroissements progressifs... On peut railler « la science pour la science », mais cette formule, un peu aristocratique, il faut en convenir, reste celle des chercheurs qui communient dans le culte du vrai.

Décès.

M. Mathieu Mieg, membre effectif de la Société, est décédé à Mulhouse le 1^{er} janvier dernier. Il avait publié dans notre *Bulletin*, en 1888, un article fort remarqué où il soutenait l'hypothèse de l'origine superficielle des eaux de Spa. Des condoléances ont été adressées à sa famille.

Distinctions honorifiques.

M. O. Abel, le distingué professeur de l'Université de Vienne, membre associé étranger, vient de recevoir la médaille de Bigsby, haute distinction que lui confère la Société géologique de Londres pour ses travaux sur la *Paléontologie des Vertébrés*.

Approbation du procès-verbal de la séance de décembre.

Ce procès-verbal est adopté sans observations.

Correspondance.

M. A. Rutot adresse à la Société sa démission de vice-président et de membre du Conseil, par suite d'un désaccord avec ses collègues au sujet d'une question qu'il avait soumise aux délibérations du Conseil.

MM. J. Cornet, X. Stainier, A. Hankar-Urban, M. Mourlon, H. Razhoée, J. Willems remercient des suffrages qui les ont appelés à exercer diverses fonctions au Conseil de la Société.

Le Ministre des Colonies accuse réception du vœu qu'a émis la Société dans la séance de décembre : « Il lira, dit-il, avec intérêt la communication de M. Halet. »

Le Ministre des Sciences et des Arts fait connaître que la prochaine assemblée générale de l'Association internationale de Sismologie se tiendra à Manchester du 18 au 22 juillet prochain. Il demande à recevoir à bref délai les noms de nos sociétaires qui seraient disposés à participer à cette assemblée, ainsi que les diverses questions que les délégués éventuels désireraient faire mettre à l'ordre du jour.

Notre Confrère le Dr J. Félix annonce à la Société la fondation d'une Société d'Hydrologie et de Climatologie médicales de Belgique, dont le but principal est de grouper et réunir les savants, médecins, pharmaciens, chimistes, hôteliers, ingénieurs, architectes, économistes, artistes, etc.

En connexion avec nos travaux, les études de la Société comprennent l'examen des questions scientifiques pures et leur application à l'hydrologie et à la climatologie médicales.

La Société comprendra quatre comités régionaux autonomes, en rapport constant avec un comité central qui publiera tous les travaux dans une *Revue* qui sera l'organe officiel de la Société.

Le Secrétaire général attire l'attention de ses confrères sur les ouvrages suivants :

La géologie et les richesses minérales de l'Asie. Historique, industrie, production, avenir, métallogénie, par L. De Launay. (Don de la librairie Ch. Béranger.)

Minéraux des pegmatites d'Antsirabé, don du professeur L. Duparc, de Genève.

Dons et envois reçus.

1° De la part des auteurs :

- 6228 **Craig, J. I.**, *The Rains of the Nile Basin and the Nile Flood of 1909*. Le Caire, 1910. Brochure in-8° de 55 pages et 9 planches.
- 6229 **De Launay**, *La géologie et les richesses minérales de l'Asie. Historique, industrie, production, avenir, métallogénie.* — Sibérie-Oural, Caucase, Turkestan, mer Égée, Asie Mineure, Perse, Inde, Insulinde, Indo-Chine, Chine, Japon, etc., Paris, 1914. Volume in-8° de 816 pages, 10 planches et 82 figures dans le texte (don de la librairie Charles Béranger).
- 6230 **Geinitz, E.**, *Bemerkungen über das Eiszeitproblem*. Güstrow, 1910. Extr. des *Archiv des Vereins der Freunde der Nat. in Mecklenburg*, 65. Jahrg., 33 pages.
- 6231 **Gosselet, J.**, Note sur quelques failles communes aux terrains crétacique et houiller de l'Artois. Lille, 1908. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVII, pp. 80-109, pl. 2 et 11 fig.
- 6232 **Gosselet, J.**, Note additionnelle et rectificative concernant les failles épicrotécées de l'Artois. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 36-38.
- 6233 **Gosselet, J.**, Aperçu géologique du département du Nord. Terrains primaires et terrain crétacique. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 192-223 et 6 fig.
- 6234 **Gosselet, J.**, Un gisement acheuléen à Camblain-l'Abbé. Lille, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, pp. 418-420.
- 6235 **Gosselet, J.**, Légende de la feuille d'Arras. Feuille de la Carte géologique de France au 80 000°. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 84-96.
- 6236 **Gosselet, J.**, Les marnes crayeuses (Turonien et Cénomanién) dans les fosses et sondages de l'Artois. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 38-47.
- 6237 **Gosselet, J.**, et **Dollé, L.**, Pays de Matringhem. Étude géologique sur les affleurements dévoniens de la Lys supérieure et sur leurs enveloppes crétacées. Lille, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXIX, pp. 9-20, pl. 2 et 1 fig.

- 6238 Duparc, L., Note préliminaire sur quelques gisements curieux de plattine de l'Oural. Genève, 1910. Extr. des *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4^e période, t. XXX, pp. 379-386.
- 6239 Duparc, L., Wunder, M., et Sabot, R., Les minéraux des pegmatites des environs d'Antsirabé à Madagascar. Genève, 1910. Extr. des *Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat.*, vol. XXXVI, fasc. 3, pp. 283-410 et 51 fig.
- 6240 Fraipont, C., Sur un nouveau gisement de *Dictyonema sociale* (*Dictyograptus flabelliformis*) dans les quartzophyllades salmiens. Liège, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, pp. 191-192, Bull.
- 6241 Fraipont, C., Contribution à la géographie physique du Condroz. Un ancien méandre de l'Ourthe à Chanxhe. Raisons de la répartition actuelle des dépôts oligocènes (*Om* et *On*) de la Haute et de la Moyenne-Belgique. Liège, 1909. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVI, Mém., pp. 83-90, pl. 2-3 et 3 fig.
- 6242 Fraipont, C., De l'origine des galets de roches houillères du terrain houiller. Liège, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Mém., pp. 337-343.
- 6243 Fraipont, C., *Modiolopsis* ?? *Malaisii* Ch. Fraip., Lamellibranche nouveau du Revinien belge (Cambrien moyen). Liège, 1910. Extr. des *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, Mém., pp. 15-18 et pl. 2.
- 6244 Frank, O., Carl von Voit, Munich, 1910. Extr. des public. de la K. Akad. der Wiss. am 9 März, 32 pages.
- 6245 Gröber, P., Beiträge zur Frage des oberkarbonischen Alters des *Productus* Kalkes der Salt-Range. Vienne, 1910. Extr. des *Verhandl. der K. K. geol. Reichsanstalt*, n° 14, pp. 307-311.
- 6246 Henriksen, G., Geological Notes. Christiania, 1910. Brochure in-12 de 26 pages.
- 6247 Stevenson, J.-J., The Sargasso Sea. New-York, 1910. Extr. de *Science*, vol. XXXII, n° 832, pp. 841-843.
- 6248 Stevenson, J.-J., The Coal Basin of Decazeville, France. New-York, 1910. Extr. des *Ann. of the New York Acad. of Sc.*, vol. XX, n° 5, part II, pp. 243-294, pl. XIV-XV.

Présentation et élection de nouveaux membres.

Sont présentés et élus à l'unanimité des membres présents :

En qualité de membres effectifs :

MM. BEAUDOUX, J., capitaine du génie, répétiteur à l'École militaire, 54, rue Keyenveld, à Ixelles.

DESBONNETS, inspecteur général à la Banque Nationale, 14, rue du Beau-Site, à Bruxelles.

DUMONT, ÉMILE, officier de réserve du génie, professeur de mathématiques, 152, rue Verte, à Schaerbeek.

EDOUARD, L., capitaine commandant d'artillerie, professeur de géométrie descriptive à l'École militaire.

JACQUES, JULIEN, capitaine commandant d'artillerie de réserve, professeur de mécanique à l'École militaire, 69, rue Élise, à Ixelles.

MICHOT, AUGUSTE, directeur de l'Institut Michot-Mongenast, 12, rue des Champs-Élysées, à Ixelles.

ROCHETTE, capitaine commandant d'infanterie, chef du Service topographique à l'Institut cartographique militaire.

Tous présentés par MM. Cuvelier et Rabozée.

MM. NEMERY, PAUL, capitaine commandant d'artillerie, chef de bureau au Ministère de la Guerre, présenté par MM. Mongenast et Rabozée.

WALENS, EDMOND, capitaine commandant du génie, commandant la Compagnie de chemin de fer à Anvers, présenté par MM. Rabozée et Greindl.

LA BELGO-KATANGA, société anonyme de recherches minières, etc., représentée par son administrateur délégué M. L. THIÉRY, 11, rue de la Reinette, à Bruxelles, présentée par MM. Fourmarier et Greindl.

Communications des membres.

A. DEBLON. — Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine. — De la valeur des eaux de la Campine.

SOMMAIRE

	Pages.
INTRODUCTION	8
Ressources en eau potable, disponibles en Belgique	10

CHAPITRE PREMIER.

1. — Historique	11
Sondages de reconnaissance	12
2. — Analyse du premier mémoire	13
Conclusions à tirer de l'étude hydro-géologique de la Campine.	14
L'eau potable nécessaire à la Basse-Belgique doit être prise dans la Campine.	16
3. — Alimentation des villes principales des Flandres par l'eau des calcaires.	17
4. — Esquisse de la solution proposée pour l'alimentation de la Basse-Belgique	19
a) Mode de captage proposé	20
b) Rendement du bassin de 65 000 hectares	20
5. — Analyse du deuxième mémoire, paru en 1910.	21
Résultats des essais.	22
Rendement du terrain disponible	22
Coût des travaux	23
Alimentation de Moll	23
Conclusions de MM. Putzeys et Rutot	23
6. — Résumé général du projet	24

CHAPITRE II.

VOLUME D'EAU SOUTERRAINE DISPONIBLE DANS LA ZONE DES 65 000 HECTARES DES ENVIRONS DE MOLL.

1. — Produit à l'hectare-jour de bassins connus.	25
2. — Détermination du produit à l'hectare-jour.	28

§ 3. — Volume d'eau réellement disponible	29
§ 4. — Mode de captage et rendement escomptés dans le premier mémoire	30
§ 5. — Puits d'essai. Son emplacement. Son débit. Interprétation des résultats obtenus.	32
§ 6. — De nouveaux essais s'imposent	38
§ 7. — Les résultats d'un seul puits ne suffisent pas pour l'appréciation d'un bassin tout entier	38

CHAPITRE III.

QUALITÉ DES EAUX A CAPTER.

§ 1. — Analyse des eaux. Maxima généralement admis	40
§ 2. — Analyse des eaux de Moll.	41
§ 3. — De la déferrisation.	45
§ 4. — Les puits filtrants	46
§ 5. — Coût probable des travaux projetés.	46

CHAPITRE IV.

CONCLUSIONS.	47
----------------------	----

ANNEXE.

Communication faite au Conseil communal de la ville de Courtrai concernant la distribution d'eau	49
--	----

INTRODUCTION.

La question de l'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique préoccupe depuis longtemps les pouvoirs publics. C'est ainsi que, dès 1882, Sa Majesté le Roi Léopold II instituait un concours ayant pour objet de primer « le meilleur ouvrage sur la manière de pourvoir » abondamment et au moindre prix nos grandes villes et tout spécialement l'agglomération bruxelloise de la meilleure qualité d'eau potable, en tenant compte de l'augmentation prévue du nombre d'habitants ».

Des vingt et un projets présentés au concours par les ingénieurs hydrologues les plus réputés de l'époque, aucun ne fut jugé digne d'être couronné.

En 1892, la même question fit l'objet d'un concours international; cette fois, parmi les dix projets présentés, deux retinrent l'attention du jury : ce furent celui de M. P. Van Hoegaerden, qui préconisait le

captage et l'adduction des sources du Hoyoux, et celui de MM. les Ingénieurs Walin et Deblon, qui proposaient d'utiliser à la fois les sources du Bocq et du Hoyoux, de l'Entre-Sambre-et-Meuse et de la Hesbaye. Le jury décida qu'il y avait lieu de partager le prix entre ces deux projets; s'il n'a pas été décerné jusque maintenant, c'est que le règlement ne prévoyait pas ce partage.

Des deux projets retenus par le jury, le second a été, depuis lors, réalisé partiellement à la suite du captage et de la dérivation des sources du Bocq, destinées à l'agglomération bruxelloise. Comme l'autre partie de ce projet, relative à l'alimentation en eau potable des villes d'Alost, Termonde, Saint-Nicolas, Gand, Bruges, Blankenberghe, Ostende, des communes de Lebbeke, Saint-Gilles lez-Termonde et Assche en Brabant sera complètement achevée pour 1915, la mise à exécution de l'intégralité du projet de MM. Walin et Deblon aura prouvé son caractère réellement pratique.

Mais si les principales villes des deux Flandres ont pu, par leur accord avec la Compagnie Intercommunale bruxelloise des Eaux, s'assurer les avantages d'une bonne distribution d'eau, le problème est loin d'être résolu pour les populations des provinces d'Anvers, de Lambourg et pour quantité de petites villes et communes des deux Flandres.

On conçoit, dès lors, que cette question préoccupe vivement les hydrologues et les hygiénistes; ce serait, en effet, rendre à ces malheureuses populations dépourvues d'eau potable un service signalé que de leur indiquer le moyen de se pourvoir d'une eau de bonne qualité, abondante et à bon marché.

C'est ainsi qu'en 1904, l'idée d'alimenter les populations de la Basse-Belgique au moyen de l'eau souterraine de la Campine a été préconisée par trois de nos collègues, membres distingués du Conseil supérieur d'Hygiène : M. F. PUTZEYS, professeur du cours d'hygiène à l'Université de Liège, M. E. PUTZEYS, ingénieur en chef des travaux et du service des eaux de la ville de Bruxelles, et M. RUTOR, ingénieur honoraire des mines, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles.

Cette idée, développée à la séance du 15 mars 1904 de notre Société, s'est précisée dans deux mémoires parus en 1909 et 1910, mémoires qui ont eu un grand retentissement dans les régions intéressées et qui ont fait l'objet de comptes rendus et d'appréciations flatteuses dans quantité de journaux quotidiens ou techniques.

Toutefois, malgré l'autorité qui s'attache aux noms de ces trois

membres éminents du Conseil supérieur d'Hygiène, nous pensons que les grands intérêts en jeu et l'ampleur du problème à résoudre exigent qu'on soumette le projet à un examen des plus minutieux.

Ce sera d'ailleurs répondre au desideratum exprimé par M. Rutot à la séance du 15 mars 1904; en commentant le projet dont M. E. Putzeys venait d'indiquer les grandes lignes et de faire ressortir le caractère hautement utilitaire, notre distingué collègue signalait que la « solution à la fois simple, pratique et rapide d'un problème d'hygiène publique de grande importance méritait un examen sérieux et approfondi ».

Si nous avons cru devoir aborder cet examen, c'est d'abord parce que le problème, dont la solution *intégrale* est annoncée, offre un réel intérêt au point de vue de l'hydrologie pratique, et ensuite parce que, ayant eu l'occasion de faire pour le compte de communes et de particuliers des captages d'eau dans la plupart des terrains aquifères de Belgique, nous avons pu recueillir des données positives et des renseignements expérimentaux qui, bien utilisés, nous permettront, pensons-nous, de traiter la question avec toute l'attention qu'elle mérite.

Dans notre étude, nous ferons d'abord l'historique et le résumé du projet de MM. Putzeys et Rutot; ensuite nous aborderons l'examen proprement dit, en traitant successivement les points qui, à notre avis, constituent les bases essentielles de toute distribution d'eau : *le volume et la qualité de l'eau à capter*.

Enfin, feront l'objet de paragraphes spéciaux mais secondaires la question de la déferrisation, celle des puits filtrants et celle du coût probable des travaux.

RESSOURCES EN EAU POTABLE, DISPONIBLES EN BELGIQUE.

Les auteurs du projet de la Campine estiment qu'en dehors des eaux de la Haute-Belgique, qu'ils déclarent *toujours* suspectes et d'ailleurs insuffisantes comme quantité, il n'existe pas d'autres eaux que celles de la zone des sables de Moll et environs, qui puissent, pratiquement, servir à l'alimentation de la Basse-Belgique.

Dans une étude que nous publierons incessamment, nous ferons l'examen des ressources en eau potable, disponibles en Belgique; nous croyons pouvoir démontrer que notre pays est plus riche en eau potable que ne l'affirment nos éminents collègues; et au point de vue pratique, nous signalerons diverses sources qui pourraient alimenter la plus grande partie de la Basse-Belgique.

CHAPITRE PREMIER.

§ 1. — Historique.

C'est par une note lue en séance du 15 mars 1904 à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie de Bruxelles que M. E. Putreys, ingénieur en chef des travaux et du service des eaux de la capitale, fit connaître l'esquisse de son projet d'alimentation en eau potable de la Basse-Belgique.

Il s'agissait alors de desservir 1 700 000 habitants des principales villes et communes des deux Flandres, à raison de 60 litres par tête et par jour, au moyen d'une dérivation quotidienne de 100 000 mètres cubes d'eau à prélever dans la zone de Moll, par l'intermédiaire de puits filtrants de grande profondeur, dans la couche aquifère qui s'étale sous toute la région, sur une hauteur qui n'est pas, disait-on, inférieure comme moyenne à « 50 mètres ». Ce puisage d'eau devait être comparable à celui fait non dans une rivière ou dans un fleuve, mais dans un immense lac souterrain, tant sont énormes les ressources aquifères. Quant à la qualité, ajoutait-on, était-il besoin de dire qu'une eau prise dans les sables quartzeux, à grande profondeur, dans une région inhabitée, serait irréprochable à tous points de vue?

Ce qui est important, ajoutait la note, c'est que la prise d'eau proposée peut être considérée comme largement suffisante pour fournir à la Basse-Belgique toute l'eau alimentaire dont elle peut avoir besoin, et qu'il n'est pas, dans le pays, d'endroits qui puissent en fournir de meilleure en aussi grande quantité.

A la suite de la lecture de cette note, M. Rutot émit diverses considérations intéressantes que nous rappelons ci-après :

« Depuis longtemps, les géologues admettaient la supposition qu'il devait exister, dans le sous-sol de la Campine, de très grandes quantités d'eau.

« Malgré l'extrême rareté des renseignements, on savait que ce sous-sol renferme d'épaisses couches de sable dans lesquelles s'infilte non seulement une bonne partie de l'eau de pluie tombée sur la région, mais aussi pénètre latéralement, du Sud vers le Nord, l'excédent considérable des nappes phréatiques qui s'accablent dans l'énorme

« masse des sables éocènes et oligocènes du Brabant et du Limbourg. Partout, du reste, la nappe aquifère maintient sa surface à très peu de distance sous le sol, et, de plus, de chaque vallonement

» sortent des sources donnant naissance à un réseau très touffu de
» ruisseaux.

» Du reste, la notion de l'existence d'une épaisse nappe phréatique
» dans la Campine était démontrée par les vastes exploitations de
» sable blanc de Moll qui se présentent sous forme de lacs artificiels
» sur lesquels flottent de puissants dragueurs à vapeur qui vont retirer
» sous l'eau, le sable jusqu'à 10 mètres de profondeur.

» Nos connaissances sur les ressources aquifères de la Campine, sur
» tout en ce qui concerne la Campine anversoise, se sont encore récem-
» ment augmentées à la suite de travaux effectués pour les distributions
» d'eau de la gare frontière d'Esschen et de la ville de Turnhout.

» En ces deux points, la nappe aquifère des sables soit moséens, soit
» pliocènes, alimentant des puits filtrants, permet d'extraire des quan-
» tités presque illimitées.

» La possibilité d'extraire 100 000 mètres cubes d'eau par jour d'un
» tel réservoir est, en principe, chose évidente par elle-même quand
» on réfléchit à la nature meuble des sables dans lesquels cette eau cir-
» cule, à la hauteur considérable de la couche aquifère que l'on peut
» intéresser, à l'étendue du cône d'appel que créerait un rabattement
» de quelques mètres.

» Quant à la qualité de l'eau, ajoutait M. Rutot, elle ne peut être
» qu'excellente; le sol constitue un filtre magnifique et le pays est peu
» peuplé. Les stations de pompage pourraient être établies au milieu
» de régions boisées, assurant, de leur côté, une protection efficace.
» Tout se présente donc en Campine de la manière la plus satisfai-
» sante, tant au point de vue économique qu'hygiénique, pour assurer
» l'alimentation, en excellente eau potable naturellement élaborée et
» filtrée, de la vaste région — si mal partagée au point de vue des eaux
» alimentaires — comprenant les deux Flandres et une partie des pro-
» vinces d'Anvers et de Brabant.

» Il y a là, à n'en pas douter, une solution à la fois simple, pratique
» et rapide d'un problème d'hygiène publique de grande importance et
» qui mérite un examen sérieux et approfondi. »

SONDAGES DE RECONNAISSANCE.

En vue de compléter leurs études, les auteurs du projet firent, sous
les auspices et avec le concours financier du Gouvernement, exécuter
les travaux de recherche suivants :

1° Au Nord de Moll, sur un développement de 9 270 mètres, le long

de la grand'route de Moll à Rethy, un ensemble de huit forages tubés de 25 à 50 mètres de profondeur.

2° A proximité de Turnhout, deux forages de 28 à 50 mètres de profondeur, compléments de celui qui avait précédé l'établissement des puits filtrants de la ville et répartis sur une distance de 6 550 mètres.

3° Dans la région de Ryckevorsel, deux forages tubés de 50 à 55 mètres de profondeur, complétés par celui d'Esschen, qui précéda l'établissement du puits filtrant de la gare.

Les résultats de ces divers sondages sont consignés dans un premier mémoire daté d'octobre 1908 et publié en 1909, sous le titre : *Alimentation en eau potable de la Basse-Belgique et du bassin houiller de la Campine*.

§ 2. — Analyse du premier mémoire.

Après avoir constaté que dans les deux Flandres et les provinces d'Anvers et de Limbourg, il manque un élément essentiel de salubrité : l'eau pure en abondance distribuée sous pression, les auteurs du projet indiquent les raisons de cet état de choses : d'une part, la constitution géologique du sous-sol de la province d'Anvers et des deux Flandres ne permet pas, à une seule exception près, d'y trouver les volumes d'eau souterraine nécessaires pour assurer leur alimentation ; d'autre part, on ignorait « les ressources colossales en eau de la région » des sables de Moll et de la zone sableuse qui l'entoure ».

« L'analyse des résultats, écrivent les auteurs du mémoire, fournis » par les sondages pratiqués dans la Campine pour les recherches » minières, les excursions que nous avons faites dans les vastes champs » d'exploitation des sables blancs dits de Moll, l'établissement de la » prise d'eau profonde alimentant la ville de Turnhout exécutée sous » notre direction, le plein succès que nous avons obtenu à Esschen » dont la gare, alimentée autrefois à l'aide de wagons spéciaux venant » d'Anvers, est actuellement largement pourvue d'eau grâce à un seul » puits filtrant établi dans la gare même, avaient imprimé dans notre » esprit la certitude de l'existence, en sous-sol, d'une couche d'eau » souterraine énorme comme puissance.

« Nous avons également la conviction que cette couche d'eau sou- » terraine, dont les ruisseaux et rivières de la région ne représentent » que le produit d'un drainage superficiel, est pratiquement inépu- » sable, tant sa réalimentation est admirablement assurée.

« L'allure du sol enfin autorisait la conclusion qu'un captage

» rationnellement établi permettrait la mise à contribution, pour
 » l'alimentation de la Basse-Belgique, des masses d'eaux souterraines
 » dont l'existence a été signalée pour la première fois par nous. »

Ils terminent ce chapitre en déclarant que les résultats des sondages
 exécutés « permettent d'affirmer aujourd'hui de la façon la plus for-
 » melle que le vaste problème soulevé est non seulement susceptible
 » de la solution envisagée, mais encore que sa solution partielle s'im-
 » pose dès à présent pour l'alimentation des nouveaux bassins houil-
 » lers ».

CONCLUSIONS A TIRER DE L'ÉTUDE HYDRO-GÉOLOGIQUE DE LA CAMPINE.

Au chapitre intitulé : « Conclusions à tirer de l'étude hydro-géologique
 » de la Campine », les dits auteurs s'expriment comme suit :

« L'existence des sablières, nos coupes géologiques, ainsi que la
 » carte qui donne la représentation en plan des faits précis relevés
 » par nous, autorisent des conclusions formelles et irréfutables quant à
 » la puissance des couches aquifères sur lesquelles nous avons attiré
 » l'attention des pouvoirs publics.

» On peut actuellement affirmer, sans discussion possible, que les
 » sables blancs de Moll, formés de silice pure, s'étendent sur une
 » largeur variable de 2 à 4 kilomètres, en longueur sur 40 kilomètres
 » environ et en profondeur sur 10 à 15 mètres. Ces sables, très purs,
 » reposent sur une couche de sable meuble, peu glauconifère, de
 » 15 mètres environ d'épaisseur.

» D'autre part, on sait que, par suite du faible relief du sol, l'eau
 » souterraine s'y étale ou y circule à peu de distance de la surface et
 » que la zone sableuse qui nous occupe est elle-même bordée par
 » d'autres sables aquifères, de telle façon que la couche aquifère sou-
 » terraine proprement dite y est, en réalité, représentée en surface
 » par 65 000 hectares en chiffres ronds et en profondeur reconnue par
 » 25 ou 30 mètres.

» Il est à noter également que le produit des pluies les plus abon-
 » dantes qui s'abattent sur la région disparaît presque instantanément
 » et que la contrée est sillonnée de ruisseaux qui représentent, au
 » point bas, le produit de suintement des sables gorgés d'eau. Un coup
 » d'œil jeté sur la planche ci-annexée (planche A) ⁽¹⁾ montre que les

(1) Nous avons complété la planche en question par l'indication des divers canaux
 qui traversent la région des sables de Moll et qui ne figurent pas sur la carte du
 mémoire de MM. Putzeys et Rutot.

» ruisseaux et canaux d'évacuation forment une véritable chevelure,
 » tant leur nombre est considérable. Or, il est avéré qu'en de pareils
 » terrains les masses d'eau des couches profondes sont incomparable-
 » ment plus importantes que celles représentées par les cours d'eau
 » superficiels. En fait, la masse des eaux souterraines s'écoule lente-
 » ment en sous-sol dans la direction du Nord; l'eau qui apparaît au
 » jour n'en représente qu'une fraction insignifiante.

» Dans le cas qui nous occupe, le réservoir naturel peut être qualifié
 » de colossal, puisque sa contenance se chiffre par milliards de mètres
 » cubes en tenant compte exclusivement de ce que le sous-sol renferme
 » au-dessus de 25 à 50 mètres de profondeur et en négligeant tout ce
 » qui est emmagasiné plus bas ».

Ce chapitre se termine par la déclaration que les recherches entre-
 prises par les auteurs du projet « démontrent, d'une façon pérem-
 » toire, que la richesse en eau souterraine dont ils ont établi
 » l'existence peut être considérée comme pratiquement inépuisable et
 » est capable d'assurer, aussi largement qu'on l'estimera nécessaire,
 » l'alimentation de toute la Basse-Belgique ».

Après un long chapitre consacré à la valeur hygiénique des eaux sou-
 terraines de la Campine, les auteurs du mémoire établissent une
 subdivision nouvelle de la Belgique au point de vue des ressources
 aquifères; ils la partagent en quatre zones qui sont, en partant
 du Nord :

« 1^{re} Zone aquifère à eau potable filtrée par le sable, de la région
 » Esschen, Ryckevorsel, Moll, Lommel;

» 2^e Zone privée d'eau potable, à sol parfois sableux (Nord des
 » Flandres), trop peu épais pour assurer la filtration et le débit, ou à
 » sol et sous-sol formés d'argile de grande épaisseur, non perméables.
 » Les puits artésiens eux-mêmes, creusés dans cette région, fournis-
 » sent souvent des eaux minérales impropres à la consommation;

» 3^e Zone aquifère par excellence, à sol parfois rétentif, mais à
 » sous-sol sableux de grande épaisseur, perméable, doué de propriétés
 » filtrantes absolues, capable de fournir de grandes quantités d'eaux
 » excellentes, assez souvent chargées d'un peu de carbonate de
 » chaux;

» 4^e Zone aquifère très variable selon que le sol est constitué par
 » des calcaires rocheux primaires ou par des roches quartzieuses ou
 » quartzo-argileuses.

» La région à sous-sol calcaire peut produire de grands débits, mais
 » la filtration des eaux de surface n'étant que rarement réalisée à cause

- » du régime de circulation de l'eau dans des fissures et des canaux
 » souterrains, les émergences, qui tiennent lieu de sources, donnent
 » des eaux qu'il y a *toujours* ⁽¹⁾ lieu de considérer comme suspectes
 » La zone privée d'eau potable et comprenant bon nombre de villes
 » importantes, telles que : Ostende, Bruges, Courtrai, Gand, Malines
 » Anvers et Hasselt, ne peut guère — de nombreuses tentatives infruc-
 » tueuses l'ont montré — songer à s'approvisionner d'eau potable sur
 » son propre territoire au moyen de puits artésiens.
 » La zone moyenne, à sources vraies, c'est-à-dire à eau réellement
 » filtrée, quoique riche, ne peut suffire qu'à l'alimentation de son
 » territoire. On ne pourrait songer à en distraire des quantités impor-
 » tantes pour les envoyer dans la région dépourvue d'eau potable.
 » Enfin, la région rocheuse n'est riche que le long de la large bande
 » calcaire qui la traverse. Comme de nos jours cette région se peuple
 » graduellement et que les travaux de captage s'y multiplient d'année
 » en année, on reconnaîtra bientôt que les ressources qu'elle possède
 » lui seront strictement nécessaires dans l'avenir. »

L'EAU POTABLE NÉCESSAIRE A LA BASSE-BELGIQUE DOIT ÊTRE
 PRISE DANS LA CAMPINE.

C'est dans la zone Nord, concluent les auteurs du projet, qu'il importe de puiser l'eau potable destinée à vivifier une région prospère, mais dont l'état sanitaire défectueux est dû à la pénurie d'un élément hygiénique indispensable.

- « Prétendre l'amener, continuent les auteurs du mémoire, de la
 » zone calcaire de la Haute-Belgique comme seule capable d'assurer
 » de larges débits, c'est en méditer l'appauvrissement irrémédiable
 » c'est étendre de gaité de cœur, d'une extrémité du pays à l'autre, la
 » menace permanente que représente l'emploi d'eaux suspectes de par
 » leur origine. Si l'on doit se féliciter de ce que leur large dérivation
 » n'ait pas eu, jusqu'ici, les conséquences fâcheuses que tant de distri-
 » butions basées sur le captage des eaux sortant des calcaires ont eu
 » subir, persévérer dans cette voie serait *poser un acte coupable* ⁽¹⁾.
 » N'alimenter que quelques villes, comme le propose la Compagnie
 » Intercommunale, c'est compromettre les intérêts des faubourgs de
 » Bruxelles, rendre peut-être impossible dans l'avenir la dérivation

⁽¹⁾ Ces mots ne sont pas soulignés dans le texte original.

« générale indispensable pour alimenter les provinces privées d'eau,
 « puisque la majeure partie de la recette en eau vendue serait absorbée
 « au bénéfice d'un organisme qui n'a pas pour objectif l'intérêt
 « public. »

§ 3. — Alimentation des villes principales des Flandres par l'eau des calcaires.

Nous croyons utile d'interrompre un moment l'analyse du premier mémoire de MM. Putzeys et Rutot, pour remettre les choses au point en ce qui concerne l'alimentation des principales villes des deux Flandres. Au moment où cette brochure a paru, ses auteurs ignoraient que la Compagnie Intercommunale possédait, depuis plusieurs mois, des conventions signées par les administrations communales de Gand, Bruges, Ostende, Blankenberghe, Alost, Termonde, Saint-Nicolas, Lebbeke, Saint-Gilles lez-Termonde et Assche en Brabant. Ces conventions, approuvées par les députations permanentes des provinces intéressées, liaient complètement ces communes, et pour les rendre définitivement exécutoires, il ne fallait que l'approbation de l'assemblée générale des communes sociétaires de la Compagnie, approbation qui fut donnée en janvier 1908.

Croyant que l'approbation ministérielle était nécessaire en l'occurrence, notre collègue, M. le Dr H. Schwers, attaché à l'Institut d'Hygiène de l'Université de Liège, préconisait, dans un article paru dans le *Soir* du 16 février 1909, l'ajournement de la ratification des contrats, sous prétexte qu'un groupe de membres du Conseil supérieur d'Hygiène publique, particulièrement compétents en la matière, signalait l'insuffisance et l'insécurité du projet de l'Intercommunale auquel ils opposaient leur projet basé sur la puissance *colossale* du réservoir naturel existant en Campine et la valeur *exceptionnelle* de ses eaux.

Les villes et communes des Flandres avec lesquelles l'Intercommunale a contracté ont ensemble une population d'environ 450 000 habitants.

En présence des résultats hygiéniques obtenus dans l'agglomération bruxelloise depuis la mise en service des eaux du calcaire carbonifère du bassin du Bocq, elles n'ont pas hésité à traiter avec l'Intercommunale, bien que, d'après M. E. Putzeys (1), certaines d'entre elles,

(1) *Bull. Soc. belge de Géol., etc.*, t. XXIII, Proc.-verb., séance du 15 juillet 1908, p. 260.

comme Ostende, Blankenberghe et Bruges, eussent à leurs portes (à Varssenaere) « des couches puissantes d'eau admirablement filtrée dont » regorgent les sables paniseliens sur plusieurs milliers d'hectares et » sur une épaisseur énorme ».

De leur côté, les autorités supérieures n'ont pas hésité à donner leur approbation à l'achat, par la Compagnie Intercommunale, des eaux de source émergeant dans le calcaire carbonifère du bassin du Hoyoux et elles ont accordé à la Compagnie les décrets d'utilité publique nécessaires pour l'exécution des travaux de captage et d'aménée.

Ce faisant, elles auront contribué à une grande œuvre d'utilité et n'auront certainement pas *posé un acte coupable*, suivant une expression qui a dû dépasser la pensée des auteurs du mémoire.

Nous nous proposons d'ailleurs de prouver en temps et lieu, autant que possible au moyen de faits bien établis, combien peu fondées sont les critiques de ceux qui déclarent « suspects » les eaux des calcaires distribuées dans l'agglomération bruxelloise.

En généralisant et en affirmant que les eaux des calcaires sont « toujours suspects », nos honorables collègues ont émis une thèse qui paraît excessive en présence des résultats favorables qu'on peut constater chaque jour.

En tout cas, cette thèse devrait s'appuyer sur des faits probants *relatifs aux bassins alimentaires*; jusque maintenant, de telles preuves n'ont pas été fournies par les adversaires des eaux qui alimentent les 450 000 habitants des faubourgs de Bruxelles et qui, bientôt, desserviront les 450 000 habitants des principales villes de la Basse-Belgique, c'est-à-dire, ensemble, près du huitième de la population totale du Royaume.

Quant à l'affirmation que la Compagnie Intercommunale est un organisme qui n'a pas pour objectif l'intérêt public, nous pensons qu'il faut la considérer comme absolument erronée.

Personne n'ignore, en effet, que la Compagnie vit sous le régime de la loi du 18 août 1907, régissant les associations entre communes pour l'établissement ou l'exploitation de distributions d'eau; que ses statuts ont été approuvés par le Gouvernement; qu'elle peut, comme les communes, obtenir directement les décrets d'utilité publique nécessaires pour l'acquisition des propriétés privées et l'exécution de ses travaux; que l'objet de la Société est précisément de fournir de l'eau potable aux communes qui lui en demandent, sans que les bénéfices nets puissent d'ailleurs dépasser jamais 4 ou 5 %, c'est-à-dire ce que lui coûte ou à peu près le capital. C'est bien là, pensons-nous, une insti-

tion ayant réellement pour objectif l'intérêt public, au même titre que la Société nationale des Chemins de fer vicinaux.

* * *

Après cette courte digression, nous reprenons l'analyse du premier mémoire; nous y voyons que les auteurs du projet estiment à 240 000 mètres cubes par vingt-quatre heures le volume d'eau nécessaire aux 4 millions d'habitants qui peupleront dans vingt-cinq ans la province d'Anvers et les deux Flandres; ils ajoutent que ce volume d'eau, naturellement pure, pourrait être prélevé *en tout temps, avec certitude*, dans la région de Moll, et *qu'il n'existe pas dans la Haute-Belgique*.

Les auteurs du projet font ensuite une comparaison entre les captages profonds pratiqués dans les terrains sableux et les mêmes exécutés dans les roches calcaires. Comme nous nous proposons de traiter prochainement la question des eaux calcaires, nous ne nous occuperons plus ici que des captages dans les terrains sableux qui, seuls, nous intéressent pour le moment.

Ces captages, affirment MM. Putzeys et Rutot, *s'ils sont bien conçus, procureront des volumes d'eau notablement supérieurs au débit des cours d'eau superficiels qui ne sont alimentés que par suintement; ils pourraient même, si on le jugeait utile, en provoquer le tarissement complet, sans modifier la valeur de l'eau captée. On ajoute que l'ensemble des eaux prélevées à un bassin hydrographique sableux sera irréprochable et notablement supérieur au débit des cours d'eau superficiels*.

Arrêtons-nous un instant, pour attirer l'attention sur la thèse qu'émettent les auteurs du projet. Nous nous empressons de déclarer que cette nouvelle théorie hydrologique nous paraît en contradiction absolue avec la réalité des choses; nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet dans le chapitre consacré à l'examen de la quantité d'eau souterraine disponible.

§ 4. — Esquisse de la solution proposée pour l'alimentation de la Basse-Belgique.

La carte reproduite précédemment indique que les sables blancs de Moll occupent une superficie de 15 500 hectares et que l'étendue totale de la zone sableuse à mettre à contribution est de 65 000 hectares.

« Si l'on tient compte de la puissance des couches aquifères », disent les auteurs du projet, « de la facilité avec laquelle l'eau

» circule dans les sables meubles, de l'étendue du cône d'appel que
 » créerait un rabattement de quelques mètres, non seulement il est
 » hors de doute que le puisage journalier de ces 100 000 mètres cubes
 » d'eau, au sein du réservoir colossal dont nos recherches ont
 » prouvé l'existence, ne compromettrait en rien sa puissance, car
 » sa réalimentation est assurée, mais encore il est certain que
 » dans l'avenir, on pourra, en étendant les prises, y trouver les
 » 240 000 mètres cubes nécessaires pour l'alimentation de la popu-
 » lation, lorsqu'elle atteindra le chiffre de 4 000 000 d'habitants! »

a) MODE DE CAPTAGE PROPOSÉ.

Ils proposent donc une première prise de 50 000 à 70 000 mètres cubes par jour, à faire au moyen de *huit cents* puits distants de 25 mètres et débitant au maximum 87 mètres cubes en *vingt-quatre* heures. On ajoute que les puits filtrants de 10 centimètres de diamètre intérieur établis dans les sables de Moll n'intéressaient la couche aquifère que sur 5 mètres de hauteur et ont débité, sous un rabattement de 1^m50, 120 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Le type de puits à tubage filtrant, très simple, très économique, étudié par les auteurs du projet et essayé au cours des recherches, avait donné des résultats absolument concluants et devait être décrit en temps utile.

Lors des essais de pompage de 1909, il a été fait usage d'un puits filtrant à lames de verre; il eût été intéressant, au point de vue de la technique, d'indiquer pourquoi on a abandonné le premier type qui avait donné des résultats concluants.

b) RENDEMENT DU BASSIN DE 65 000 HECTARES.

Les auteurs du projet, rappelant que le bassin hydrographique superficiel assurant l'alimentation des prises d'eau projetées s'étale sur une surface minimum de 65 000 hectares, assurent *qu'un tel bassin est capable du rendement permanent de 5 mètres cubes par hectare et par jour, même en période aride, tant sont importantes les réserves accumulées en sous-sol, et ils affirment que les travaux de captage, rationnellement conduits, permettraient d'y prélever 250 000 à 300 000 mètres cubes d'eau par jour.*

§ 5. — Analyse du deuxième mémoire, paru en 1910.

« Dans un précédent mémoire, » disent les auteurs du projet, « nous avons publié les résultats des sondages exécutés par nous dans la Campine anversoise, avec le concours financier du Département de l'Agriculture; nous avons déterminé les limites, en surface et en profondeur, des sables blancs de Moll, signalé le développement énorme des autres couches sableuses qui les entourent et leur servent de support, et mis en lumière les réserves colossales d'eau admirablement filtrée et à l'abri de toute chance de contamination que ces terrains recèlent.

« Cette découverte a été une révélation. La Basse-Belgique était généralement considérée comme une région dépourvue d'eau souterraine et dont l'alimentation ne pouvait dès lors être assurée que par le captage et l'adduction des sources de la Haute-Belgique. Dès 1904, nous signalions, contrairement à l'opinion générale, la possibilité de distribuer dans toute l'étendue des deux Flandres et de la province d'Anvers, dont la population est actuellement de 2 900 000 habitants, les eaux souterraines de la Basse-Belgique que nous avons découvertes. »

Après diverses considérations sur la subdivision de la Belgique en quatre zones, au point de vue des ressources aquifères, sujet déjà traité dans le premier mémoire, les auteurs du projet affirment que l'on pourra, sans nuire à l'hydrographie de la Campine, faire à la nappe aquifère les emprunts nécessaires pour se procurer les 240 000 mètres cubes d'eau potable que réclamera plus tard une population de 1 000 000 d'habitants.

Pour démontrer la puissance des couches aquifères souterraines, la rapidité avec laquelle elles se reconstituent et la possibilité d'y faire les emprunts considérables que réclamerait une distribution régionale, des expériences de pompage étaient nécessaires. D'accord avec le Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture, elles eurent lieu sur un puits filtrant à lames de verre établi dans la zone des sables de Moll, dans un terrain de 284 hectares de superficie appartenant à cette commune. Au droit de ce puits d'environ 25 mètres de profondeur, la nappe souterraine s'établissait à 1^m12 en contre-bas de la surface, lors des essais de pompage.

RÉSULTATS DES ESSAIS.

Les pompages poursuivis nuit et jour, du 25 septembre au 29 octobre 1909, donnèrent, pour un rabattement de la nappe maintenu constamment égal à 2^m50, du 10 au 29 octobre, un débit moyen de 6 litres par seconde ou de 500 mètres cubes, en chiffres ronds, par journée de vingt-quatre heures.

Grâce à une série de sondages tubés établis autour du puits d'essai dans un rayon de 49 mètres, on a cru pouvoir relever le niveau de la nappe liquide pendant les pompages et en déduire la forme et les dimensions de la surface influencée.

D'après les indications des auteurs du projet, la zone influencée correspondant au pompage continu de 500 mètres cubes par vingt-quatre heures et à un rabattement de 2^m50 de la nappe libre souterraine n'occupe qu'une superficie de 1.5 hectare environ et le rectangle circonscrit à la zone influencée mesure à peine 2 hectares.

RENDEMENT DU TERRAIN DISPONIBLE.

Le produit à l'hectare-jour a donc atteint 553 mètres cubes (500 m³ × 1.5 = 553 mètres cubes).

C'est là un rendement merveilleux; car si on se base sur les constatations faites lors des essais, et si on admet que le rabattement de la nappe souterraine se maintiendrait constamment égal à 2^m50 pour le débit journalier de 500 mètres cubes, on pourrait, en établissant un puits d'exhaure par surface de 2 hectares, obtenir un rendement total pour les 284 hectares du terrain appartenant à la commune de Mollat de 142×500 mètres cubes = 71 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les auteurs du projet se sont demandé à quelle distance on devrait établir éventuellement les drains destinés à capter l'eau du terrain de la commune.

Ici, ils paraissent avoir éprouvé une certaine hésitation. « Prétendre » établir, disent-ils, par une étude mathématique, le rendement d'ouvrages de prises d'eau non encore construits, c'est se heurter à une impossibilité. Comme on est réduit à des hypothèses, nous admettrons le cas le plus défavorable et nous supposons que le

« drains sont séparés par l'intervalle maximum compatible avec la configuration du terrain dont ils forment la ceinture (1). »

Dans ces conditions, les auteurs du projet prévoient l'établissement de vingt-quatre à trente puits, pour obtenir un débit journalier de 12 000 à 15 000 mètres cubes.

Nous avons vu que, *théoriquement*, on pourrait mettre le terrain de 234 hectares à contribution jusqu'à concurrence de 71 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les auteurs du projet n'escomptent donc que le cinquième environ de l'eau souterraine supposée disponible, soit en moyenne 14 000 mètres cubes par vingt-quatre heures ou, approximativement, *50 mètres cubes par hectare-jour*.

COÛT DES TRAVAUX.

A raison de 40 francs par tête d'habitant, la dépense totale ne dépasserait pas 6 000 000 ou 8 000 000 de francs, selon qu'on voudrait alimenter 150 000 ou 200 000 habitants. Cette estimation est d'ailleurs absolument théorique, puisqu'elle ne correspond pas à un projet concret et bien déterminé. Nous y reviendrons dans un paragraphe spécial.

ALIMENTATION DE MOLL.

Envisageant le cas où, seule, l'alimentation de Moll serait en cause, les auteurs du projet fixent le volume d'eau à fournir à 600 mètres cubes, ce qui correspond à 75 litres par jour pour 8 000 habitants.

Dans le but d'obtenir ce volume d'eau en douze heures par jour, on préconise l'établissement de trois puits qui, convenablement répartis, permettraient l'observation méthodique des fluctuations de la couche aquifère, suivant les circonstances du pompage.

CONCLUSIONS.

De l'exposé précédent se dégagent, d'après les auteurs du projet, les conclusions suivantes :

« Dans toute la Belgique, on ne pourrait trouver un ensemble de conditions plus favorables pour l'établissement de larges prises d'eau

(1) Nous avouons ne pas comprendre cette phrase.

- » souterraine que celles qui se rencontrent dans la Campine anver-soise.
- » Surface d'alimentation énorme : 65 000 hectares.
- » Absorption immédiate des eaux météoriques dans les sables s'étalant sans relief, d'où collectionnement de ces eaux porté à son maximum. Homogénéité de composition des couches aquifères. Sables quartzeux non rétentifs.
- » Possibilité d'améliorer la situation hygiénique de la contrée par un drainage artificiel.
- » Absence de cultures et valeur insignifiante des terrains. Facilité d'exécution des ouvrages. Main-d'œuvre à bon marché. Existence, à peu de distance, de briqueteries, de fabriques de ciment ; sable sur place ; transport peu coûteux par voie d'eau. »

§ 6. — Résumé général du projet.

Avant de passer à l'examen des bases du projet, nous résumerons celui-ci en quelques lignes.

En 1904, le projet annoncé prévoyait l'alimentation des 1 700 000 habitants des deux Flandres par une prise d'eau journalière de 100 000 mètres cubes à prélever dans la Campine, aux environs de Moll.

En octobre 1908, après l'exécution de dix sondages de reconnaissance, MM. Putzeys et Rutot affirment qu'on pourra trouver, pour les 4 000 000 d'habitants que compteront bientôt les deux Flandres et les provinces d'Anvers et de Limbourg, un volume d'eau journalier de 250 000 à 300 000 mètres cubes, à raison d'un rendement de 5 mètres cubes par hectare et par jour applicable à la zone des 65 000 hectares de terrain sableux des environs de Moll.

Quinze mois plus tard, en janvier 1910, après des essais de pompage exécutés sur un puits à lames de verre établi dans un terrain appartenant à la commune de Moll, à 6 kilomètres environ de la station du chemin de fer, les auteurs du projet, enthousiasmés par les résultats « inespérés » obtenus, escomptent, pour un terrain de 284 hectares de superficie, un rendement de 12 000 à 15 000 mètres cubes par vingt-quatre heures ou un débit journalier d'environ 50 mètres cubes à l'hectare, c'est-à-dire dix fois autant qu'en 1908.

CHAPITRE II.

Volume d'eau souterraine disponible dans la zone des 65 000 hectares des environs de Moll.

Considérons un bassin de 65 000 hectares de superficie comme celui que les auteurs du projet veulent mettre à contribution à raison d'une moyenne de 5 mètres cubes par jour et par hectare; pour plus de simplicité, supposons que cette zone ne donne naissance qu'à une seule rivière sortant du bassin en A (voir croquis ci-dessous).

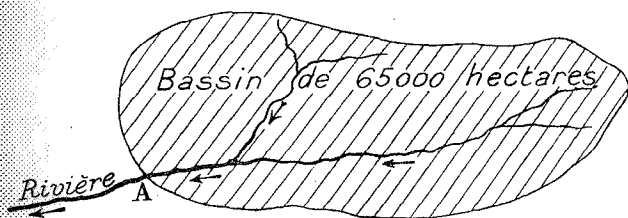


FIG. 1.

Si on jauge la rivière en A et si on divise le débit ainsi obtenu par le nombre d'hectares du bassin alimentaire, on trouve ce qu'on appelle le produit à l'hectare-jour. Ce produit varie, pour un même point de la rivière, suivant les jours de la semaine, suivant les saisons et selon les années; pour certains bassins, les variations sont très grandes; dans d'autres, on observe beaucoup plus de régularité.

Il va de soi que si, par un captage approprié, on parvenait à prélever au bassin considéré un volume d'eau correspondant au produit à l'hectare-jour, les ruisseaux et rivières existants disparaîtraient complètement.

Nous pensons donc que du moment qu'on se propose de capter l'eau souterraine de toute une zone de grande superficie, et aux périodes de grande sécheresse, on ne peut compter que sur une certaine partie du produit moyen à l'hectare-jour accusé par les jaugeages de la rivière.

§ 1. — Produit à l'hectare-jour de bassins connus.

Mais, pourrait-on objecter, il existe des précédents qui démontrent que, dans certaines circonstances, on a pu table sur la totalité du pro-

duit minimum ou moyen par hectare. Tel fut notamment le cas pour la zone de 4 250 hectares faisant partie du bassin du Hain et mise à contribution par les prises d'eau de la ville de Bruxelles. D'après les renseignements que nous puisons dans cet ouvrage si intéressant intitulé : *Les eaux alimentaires de Belgique*, par Th. Verstraeten (2^e partie : *Hydrologie*, 1885), le rendement des galeries de captage, en eaux de sources, en l'espace d'un demi-siècle, dans le bassin du Hain, *l'un des mieux constitués de la Belgique ondulée*, n'est pas descendu au-dessous de 4 mètres cubes à l'hectare et la moyenne s'est approchée de 5^m50.

Tel est aussi le cas pour le Bois de la Cambre et la Forêt de Soignes dont la surface influencée par les galeries existantes ou à construire mesure 4 000 hectares et qui devaient, d'après M. Verstraeten, alors chef du service des eaux de la Ville de Bruxelles, fournir en *année sèche* 16 000 mètres cubes par jour, soit 4 mètres cubes par hectare.

Mais il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agissait de surfaces ou parties de bassins relativement réduites : 4 250 hectares dans le bassin du Hain et 4 000 hectares dans celui de la Senne. Bien que les prises d'eau ainsi établies ne pussent pas faire tarir complètement le Hain ni diminuer notablement le débit de la Senne, le Gouvernement s'opposa à l'extension des galeries de drainage dans le bassin du Hain, lorsque la ville de Bruxelles manifesta l'intention d'augmenter ses ressources en eau potable, par le prolongement vers le Sud des aqueducs de captage.

A plus forte raison, s'il s'agissait d'une zone mesurant 65 000 hectares, c'est-à-dire plus de quinze fois la superficie de la partie du bassin du Hain mise à contribution par la ville de Bruxelles, d'une zone sillonnée par de nombreuses rivières, par des canaux navigables et des rigoles d'irrigation, le Gouvernement serait-il obligé, dans l'intérêt des populations de la région, de limiter ce captage général à une fraction du produit minimum à l'hectare-jour constaté après une période de sécheresse bien caractérisée.

C'est ainsi que lors des premiers captages effectués dans le bassin du Bocq, et plus récemment pour ceux projetés dans le bassin du Hoyoux en vue de l'alimentation de l'agglomération bruxelloise et des villes de la Basse-Belgique, les autorités supérieures ont cru devoir limiter à une fraction du produit à l'hectare-jour le volume d'eau à dériver.

Et lorsque M. van den Broeck émit, en 1909, l'idée qu'on pourrait,

dans une certaine région du pays, mettre à contribution 100 000 hectares de terrains calcaires, pour l'alimentation de la Campine, M. E. Putzeys estima (1) qu'on ne pouvait compter que sur une dérivation de 100 000 mètres cubes, ou sur la cinquième partie du rendement à l'hectare-jour dont seraient susceptibles les 100 000 hectares annoncés.

Ainsi donc, nous voyons, d'une part, que le Gouvernement a toujours eu la légitime préoccupation de ne pas laisser mettre à sec les rivières ou les canaux qui traversent les régions de captage et, d'autre part, que, quand il s'agit des bassins calcaires, notre collègue M. E. Putzeys limite au cinquième du produit à l'hectare-jour le volume d'eau à capter.

Comment, dès lors, concevoir que les captages dans les sables de la Campine, même s'ils sont bien étudiés, procureront, d'après ce qu'affirment les auteurs du projet, des volumes d'eau sensiblement supérieurs au débit des cours d'eau superficiels qui ne sont alimentés que par ruissellement! Suivant MM. E. Putzeys et Rutot, on pourrait donc prélever à la couche d'eau souterraine qui alimente, avec les eaux de ruissellement, les ruisseaux et rivières, un volume d'eau supérieur au rendement moyen à l'hectare-jour de la zone considérée. — On pourrait même, ajoutent-ils, provoquer le tarissement complet des cours d'eau de la région, sans modifier la valeur de l'eau captée.

Nous croyons aussi que la qualité de l'eau captée n'aurait qu'à gagner par un abaissement de la nappe correspondant à un pompage intensif; mais que diraient les habitants du pays si les cours d'eau qui leur rendent tant de services actuellement, venaient à disparaître et s'ils n'avaient plus à leur disposition que de l'eau potable?

Que dirait l'Administration des Ponts et Chaussées, si l'on abaissait la nappe aquifère à proximité des canaux et si on mettait ceux-ci à sec, malgré les 500 000 mètres cubes d'eau qu'ils reçoivent quotidiennement de la Meuse? — Poser la question, c'est la résoudre.

Nous croyons avoir démontré qu'on ne peut raisonnablement, lorsqu'il s'agit de captage des eaux souterraines de toute une région de grande étendue, compter que sur une fraction du produit à l'hectare-jour.

(1) Parallèle entre les eaux sortant des calcaires et les eaux élaborées dans les terrains à mailles fines. Réponse à M. van den Broeck. (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., ETC., * XXIII, Proc.-verb., séance du 16 février 1909, p. 85.)

§ 2. — Détermination du produit à l'hectare-jour.

Quel peut être le produit par hectare et par jour de la zone de 65 000 hectares de superficie que nos collègues veulent mettre à contribution?

Suivant eux, ce bassin serait capable du rendement permanent de 5 mètres cubes par hectare et par jour, *même en période aride*. Nous eussions aimé à voir justifier ce chiffre par des constatations de fait, notamment par des résultats de jaugeage; mais le mémoire est muet sous ce rapport.

Essayons donc de combler cette lacune et d'évaluer le rendement qu'on peut escompter dans un tel bassin.

Le tableau suivant, emprunté à l'ouvrage déjà cité de M. Verstraeten, renseigne quelques résultats de jaugeages de la Grande-Nèthe, effectués, le premier par M. Mourlon, les autres par M. Lumen. A noter que la Grande-Nèthe est précisément une rivière qui s'alimente à la zone des 65 000 hectares visée par les auteurs du projet.

DATES.	ENDROITS. des jaugeages.	BASSINS.	DÉBITS	
			par 24 heures.	par hectare-jour.
12 juin 1864 . .	Westmeerbeek.	Hectares. 42 000	Mètres cubes. 55 000	Mètres cubes. 1.3
26 juin 1868 . .	Westerloo.	40 450	64 800	1.6
27 juin 1868 . .	Gestel.	65 460	105 120	1.6
5 janvier 1869 . .	Westerloo.	40 450	672 480	16.7
5 janvier 1869 . .	Hellebrug.	65 140	1 265 760	19.4

Dans le même ouvrage, nous trouvons, pour les diverses régions du pays, des rendements unitaires qui, aux périodes très arides, sont approximativement les suivants :

	Mètres cubes.
Dans l'Ardenne quartzo-schisteuse	0.3 par hectare.
Pour la Lys et l'Escaut, à Gand	0.6 —
— le Démer, à Diest	0.9 —
— la Meuse, à Namur	1.4 —
— l'entre Senne-Dyle et Gette	2.0 à 4.0 —
— le bassin du Hain	4.0 —

En 1892, les jaugeages très précis exécutés sur le Bocq et le Hoyoux, après une période de sécheresse d'une quinzaine de mois, ont accusé un rendement moyen par hectare-jour de 6 mètres cubes pour le bassin du Hoyoux et de $5^{\text{m}545}$ pour celui du Bocq.

Personne n'ignore d'ailleurs que dans les parties calcaires de ces bassins, il existe au-dessus du niveau d'émergence des sources ou du plan d'eau des rivières, des couches aquifères considérables, pouvant atteindre des épaisseurs de 30 — 50 — 100 mètres et même davantage; que ces couches se continuent en contre-bas sur des centaines de mètres et constituent des réserves se chiffrant aussi, comme pour celles de la Campine, par des milliards de mètres cubes, des réserves qu'on pourrait aussi taxer de *colossales* et d'*inépuisables*.

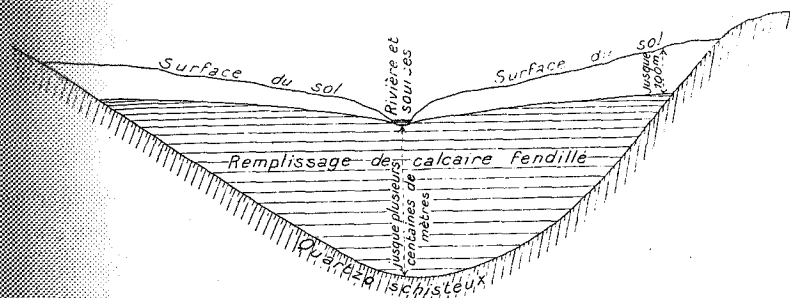


FIG. 2. — BASSIN CALCAIRE.

En se basant sur le chiffre constaté en 1864 pour le bassin de la Nèthe, on peut, nous paraît-il, adopter $4^{\text{m}55}$ comme rendement à l'hectare-jour, en période aride, du bassin de 65 000 hectares dont la mise à contribution est actuellement projetée à raison de 5 mètres cubes par hectare.

§ 3. — Volume d'eau réellement disponible.

Nous avons démontré qu'on ne peut, lorsqu'il s'agit du captage en période sèche, des eaux de tout un bassin, escompter qu'une fraction du produit journalier à l'hectare, en période aride. Dans l'occurrence, c'est donc une certaine partie de $4^{\text{m}55}$ qu'on serait autorisé à capter, en moyenne générale.

Bien que le bassin de Moll ne soit pas aussi favorable que ceux du Bocq et du Hoyoux, au point de vue de la hauteur et de la régularité du débit des rivières alimentées, — cela tient à ce que la nappe phréatique est très rapprochée de la surface et que les précipitations

atmosphériques ont une répercussion immédiate sur le débit des sources et des cours d'eau, — nous serons certainement très large en attribuant à ce bassin un rendement égal aux *deux cinquièmes du produit à l'hectare-jour*, c'est-à-dire le double de ce que M. E. Putzeys accorde aux 100 000 hectares du bassin calcaire visé par M. E. van den Broeck, pour l'alimentation éventuelle de la Campine.



FIG. 3. — BASSIN DES ENVIRONS DE MOLL.

De cette façon, nous obtiendrons, comme volume d'eau souterraine pouvant être captée, *par des ouvrages appropriés et en des endroits à choisir d'une façon judicieuse*, un cube journalier de :

$$65\ 000 \times 0.4 \times 1^{m53} = 33\ 800 \text{ mètres cubes,}$$

soit 54 000 mètres cubes en chiffres ronds. Nous ne sommes donc pas d'accord avec les auteurs du projet, puisqu'ils évaluent à 250 000 ou 500 000 mètres cubes par vingt-quatre heures le volume d'eau pouvant être capté dans la zone de 65 000 hectares des environs de Moll.

§ 4. — Mode de captage et rendement escomptés dans le premier mémoire.

Mais, en réalité, ce n'est pas 5 mètres cubes par hectare que les auteurs du projet escomptaient dans leur premier mémoire. En effet, pour obtenir 70 000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures, ils prévoyaient l'établissement de 800 puits filtrants de 0^m10 de diamètre distants de 25 mètres, chacun des puits devant pouvoir débiter 87 mètres cubes par jour.

Or, si l'on admet que la nappe aquifère est sensiblement horizontale, la surface influencée par chaque puits d'exhaure serait représentée par un cercle de 25 mètres de diamètre et mesurerait environ 5 ares. A cette superficie correspondrait un débit de 87 mètres cubes par jour, de telle sorte que le produit à l'hectare-jour serait de $\frac{87 \times 100}{5} = 1\ 740$ mètres cubes.

Voyons si on peut justifier ce chiffre extraordinaire !

La pluie qui tombe sur le bassin considéré à raison de 0^m70 de hauteur moyenne fournit une précipitation annuelle de 7 000 mètres cubes par hectare ou de 19 mètres cubes par jour. Si même on admettait qu'il n'y a guère de ruissellement, ni d'évaporation ni d'absorption par les plantes, et si, pour ce pays privilégié, on comptait que les cinq dixièmes de l'eau tombée alimentent la couche d'eau souterraine, les précipitations atmosphériques lui apporteraient un appoint de $0.5 \times 19^{m5} = 9^{m5}$ par hectare.

En retranchant 9^{m5} de 1 740 mètres cubes, il reste 1 730^{m5} dont on ne pourrait expliquer la provenance qu'en admettant l'existence d'un courant souterrain qui fournirait ce formidable appoint. Est-ce vraisemblable? Examinons.

Dans leur premier mémoire, les auteurs du projet signalent ce courant souterrain, mais n'en évaluent pas l'importance. Il est rare d'ailleurs qu'on ait l'occasion de mesurer l'intensité d'un tel courant. Une seule fois en Belgique, pensons-nous, on a pu supputer la valeur de l'appoint fourni par un courant souterrain. Les renseignements que nous allons donner sur ce sujet sont extraits d'un rapport adressé par notre collègue M. E. Putzeys, en 1895, au Collège de la Ville de Bruxelles, relativement à l'extension du service des eaux de l'agglomération bruxelloise.

Descrivant le sous-sol du bois de la Cambre et de la forêt de Soignes, le distingué Ingénieur en chef de la Ville de Bruxelles disait qu'il peut être assimilé à un filtre immense, dont l'alimentation se ferait non seulement par le haut, c'est-à-dire par les eaux météoriques tombant sur sa surface supérieure, mais encore pas un afflux d'amont. Il évaluait ensuite, par un calcul très simple, quel peut être l'*afflux spécial du courant d'amont* et il arrivait au chiffre moyen de 2 800 mètres cubes par jour, pour une surface influencée de 1 100 hectares, soit donc environ 2^{m5} par hectare et par jour, et cela dans l'hypothèse où le rendement quotidien à l'hectare du bassin, dû aux eaux météoriques, était de 5 mètres cubes.

Admettons, puisque le sable de Moll est plus gros que le sable bruxellien de la forêt de Soignes, que le courant souterrain fournisse un appoint de 3^{m5} par hectare-jour, et nous obtiendrons comme produit total à l'hectare $9^{m5} + 3^{m5} = 15$ mètres cubes.

Bien qu'en réalité le produit de 9^{m5} que nous avons admis pour l'infiltration des eaux météoriques soit beaucoup trop fort et puisse se réduire à 1^{m5} après une période aride, comme l'ont démontré les jaugeages de 1865, on pourrait, sans inconvénient, adopter *momenta-*

nément le chiffre de 15 mètres cubes à l'hectare-jour, car il ne représente guère que la cent cinquante-deuxième partie des 1 740 mètres cubes escomptés dans le mémoire pour les puits à rendement journalier de 87 mètres cubes.

Si l'on se rappelle que nous avons affaire à une couche aquifère non artésienne, mais absolument libre, l'exagération même du chiffre auquel on arrive pour le produit à l'hectare-jour en espaçant les puits de 25 mètres donne l'impression que les dispositions générales prévues pour le captage devraient être notablement modifiées, en cas d'exécution du projet. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point, puisque les auteurs du mémoire indiquaient le système préconisé dans un chapitre intitulé : *Esquisse* de la solution présentée pour l'alimentation de la Basse-Belgique. Il ne s'agissait donc que d'une esquisse, que d'un avant-projet susceptible de toutes les modifications que peut suggérer une étude définitive.

§ 5. — Puits d'essai. Son emplacement. Son débit. Interprétation des résultats obtenus.

Afin de vérifier si les prévisions des auteurs du projet se réaliseraient tant au point de vue de la quantité d'eau souterraine disponible qu'à celui de sa qualité, on décida en haut lieu, et d'accord avec l'administration communale de Moll, de faire établir un puits filtrant à lames de verre dans un terrain de 284 hectares de superficie appartenant à la commune et situé à 6 kilomètres environ de la station du chemin de fer. Consultés au sujet de l'emplacement du puits d'essai, « les auteurs » du projet se bornèrent à déclarer que le terrain choisi, vu sa situation dans la zone des sables de Moll, déterminée par leurs études antérieures, *confirmerait au point de vue géologique les données déjà recueillies et qu'au point de vue hygiénique, l'emplacement projeté était irréprochable* ».

Pour permettre de bien comprendre ce qui va suivre, nous croyons utile de donner une description topographique du terrain d'expérience et de ses environs.

Comme l'indique la carte au 25 000^e (fig. 4), le terrain de la commune de Moll dénommé Groote Heide, d'une surface de 284 hectares, est en partie boisé et en partie inculte.

Il est traversé par la grand'route de Baelen à Postel et, sur ses quatre côtés, il est bordé par des canaux ou des rigoles d'irrigation qui

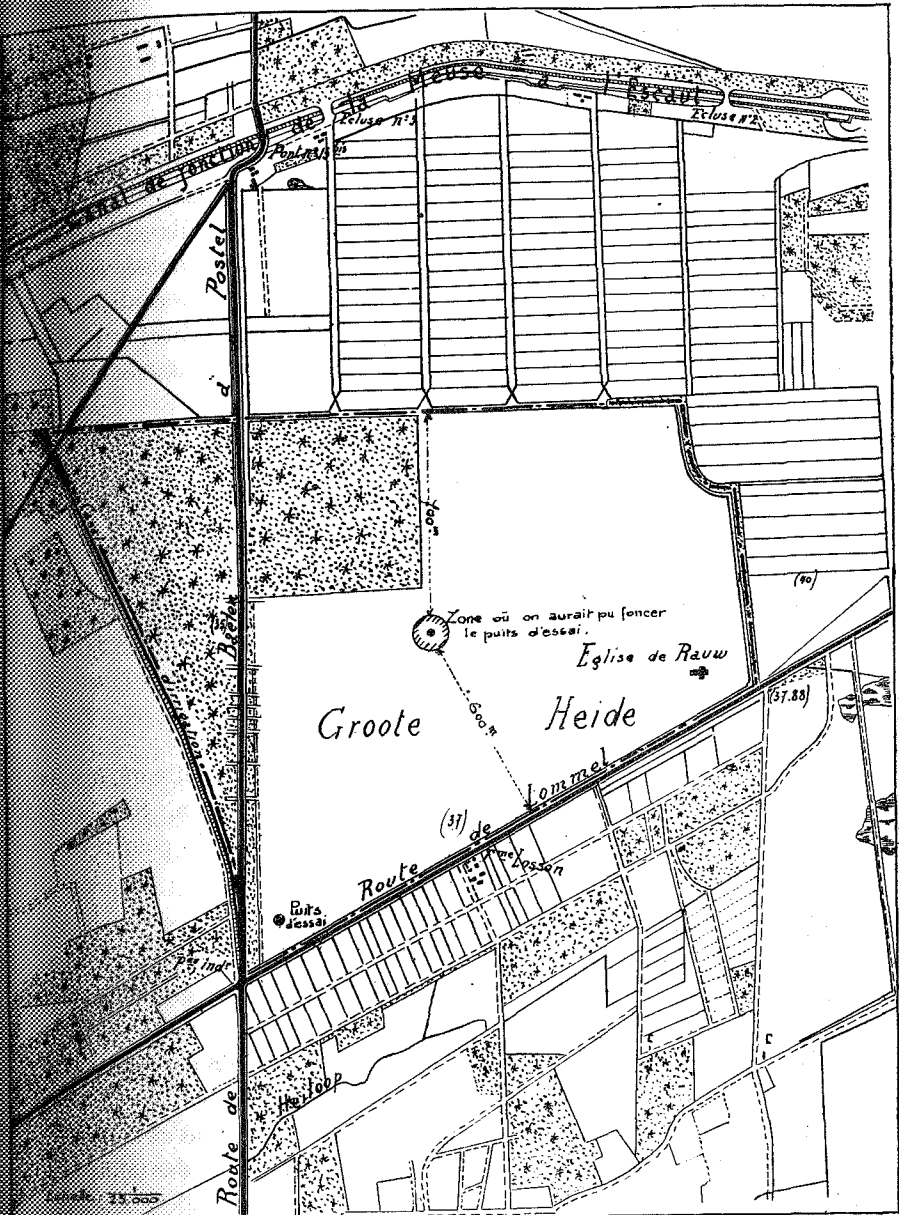


Fig. 4. — ENVIRONS DU PUIS D'ESSAI.

ont un débit considérable et dont le plan d'eau superficiel est plus élevé que le niveau de la nappe aquifère souterraine.

C'est ainsi que le canal qui longe la lisière occidentale du terrain de la commune de Moll écoulait à la date du 4 décembre dernier environ 40 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, sans compter le volume d'eau qui pénétrait latéralement dans le terrain encaissant, puisque les talus sont complètement perméables et que le plan d'eau superficiel est plus élevé que celui de la nappe phréatique.

C'est le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut qui alimente toutes les rigoles d'irrigation dont l'ensemble constitue une véritable ceinture liquide. On pourrait donc comparer le terrain à mettre à contribution en vue de l'alimentation éventuelle de Moll, Baelen, Gheel et Beverloo, à une île sablonneuse complètement perméable et baignée par un lac ou par un fleuve.

La surface du sol de cette île étant inclinée de l'Est vers l'Ouest, sans grand relief d'ailleurs, on pourrait la représenter en coupe par le croquis ci-dessous.

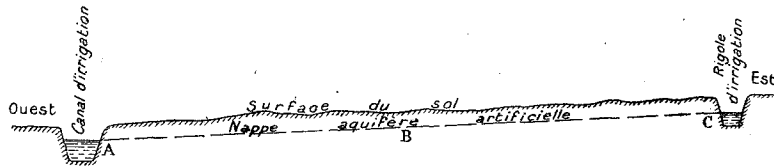


FIG. 5.

La ligne A B C représente la nappe phréatique artificielle qui résulte du voisinage et de la situation des canaux d'irrigation. Si ceux-ci n'existaient pas, il est certain que la nappe s'abaisserait pour revenir à son niveau naturel.

* * *

Dans ces conditions, où fallait-il placer le puits d'essai pour le soustraire autant que possible à l'influence et aux apports des canaux et rigoles bordant le terrain d'expérience?

C'est évidemment vers le centre, le plus loin possible des eaux enveloppantes, qu'il convenait d'établir un ouvrage semblable. A cette raison s'ajoutait l'obligation de pouvoir reconnaître la forme et l'ampleur de la dépression à provoquer dans la couche aquifère par des pompages suffisamment prolongés.

On pouvait d'ailleurs évaluer d'avance le rayon de cette dépression; pour le sable bruxellien, on sait en effet, comme le rappelle M. E. Putzeys dans son rapport au Collège de Bruxelles déjà cité, qu'à un rabat-

tement de la nappe aquifère de 6 à 8 mètres correspond un sillon asséché s'étendant à 1 000 mètres environ de part et d'autre de la galerie drainante.

Pour un rabattement de 2^m50, le rayon d'influence serait donc de 350 à 400 mètres, et pour 5 mètres d'abaissement de la nappe, le sillon influencé devrait s'étendre à 700 ou 800 mètres autour du puits d'essai.

Il va de soi que plus gros est le grain du sable, plus loin s'étendra l'influence correspondante à un rabattement déterminé. Puisque, d'après les auteurs du projet, les grains de sable de Moll ont un volume double de ceux du sable bruxellien, il était certain qu'une dépression de 2^m50 dans le sable de Moll correspondrait à un rayon bien supérieur à celui constaté pour le sable bruxellien et que ce rayon atteindrait au moins 600 mètres. Pour un rabattement de 5 mètres, on devait certainement escompter un rayon d'influence de 1 200 mètres.

Connaissant le rayon d'influence probable, il devait suffire, pour relever la forme et l'ampleur de la dépression des pompages, d'observer les fluctuations de la nappe souterraine au moyen de forages tubés, ou mieux de puits foncés, suivant deux axes perpendiculaires, de distance en distance, entre le puits d'essai et la limite extrême de la zone déprimée. Dans l'occurrence, c'était donc jusqu'à 600 ou 1 200 mètres au moins du puits d'essai qu'il convenait d'établir des puits témoins, si l'on voulait provoquer un rabattement de 2^m50 ou de 5 mètres de la nappe aquifère souterraine.

Tels sont les principes dont il nous paraît qu'on devait s'inspirer pour le choix de l'emplacement du puits et pour les observations hydrologiques à faire pendant les pompages.

Voyons ce qui a été fait.

D'après les indications de la carte au 25 000^e reproduite ci-dessus, le puits d'essai a été établi dans l'angle des routes de Moll à Lommel et de Baelen à Postel, à 145 mètres du canal d'irrigation longeant la limite orientale du terrain et à 152 mètres des fossés de la route de Moll à Lommel, fossés qui alimentent partiellement le canal d'irrigation précité. Pour observer les principes et conditions indiqués ci-dessus, on aurait dû, nous semble-t-il, foncer ce puits à l'emplacement figuré sur la carte au 25 000^e, à peu près au milieu du terrain, à environ 600 ou 700 mètres des limites du terrain d'expérience et des canaux de ceinture. De cette façon, il eût été possible de produire un rabattement de la nappe d'environ 2^m50 avec afflux *minimum* d'eau provenant des rigoles d'irrigation; toutefois, la configuration et la surface du terrain ne permettaient guère d'escompter un rabattement

supérieur à 2^m50 sans s'exposer à influencer *directement* les canaux et rigoles de ceinture.

Quant aux puits témoins établis pour l'observation des fluctuations de la nappe souterraine, il est évident qu'ils auraient dû être répartis sur un rayon bien supérieur à 49 mètres, si l'on avait voulu obtenir des indications vraiment intéressantes et pratiques.

En nous basant uniquement sur les principes élémentaires de l'hydrologie, nous devons donc conclure qu'en fonction de la nature du sous-sol et de la situation en plan et en profil des canaux d'irrigation ceinturant le terrain d'expérience, le choix de l'emplacement du puits d'essai qui, d'après les auteurs du projet, doit constituer un puits définitif, aurait pu être plus heureux, puisque les résultats pratiques et tangibles fournis par un tel puits doivent fatalement être frappés d'un coefficient de doute qui leur enlève toute force probante.

Mais, quelque logiques que paraissent ces déductions d'hydrologie pure, nous n'avons pas voulu nous cantonner dans une étude de cabinet.

Il nous a semblé que le problème dont la solution *intégrale* était annoncée offrait un intérêt assez considérable pour comporter une étude minutieuse sur place et des travaux de recherche complémentaires tant au point de vue de la nature du terrain que du nivellement de la nappe souterraine et des eaux courantes aux environs du puits d'essai.

Dans ce but, nous avons fait relever deux profils en travers passant par le puits d'essai et s'étendant sur 300 à 350 mètres de longueur.

Rapportés à grande échelle, ces profils, qui font l'objet des planches B et C, fournissent exactement le niveau du terrain et celui de l'eau dans les rigoles d'irrigation et dans les seize puits que nous avons fait creuser pour observer la nappe aquifère. De cette façon, nous avons pu repérer exactement le niveau de cette nappe à la date du 4 décembre 1910.

D'autre part, nous avons fait figurer sur ces profils le tracé de la nappe immédiatement avant les pompages d'essai et à la fin de ceux-ci, d'après les indications de la planche V du dernier mémoire de MM. Putzeys et Rutot. Un trait interrompu représente le tracé *hypothétique* de la nappe en dehors des puits témoins établis sur les indications des auteurs du projet et figurés par de gros traits noirs verticaux.

Un plan, à l'échelle du 2 000^e, complète ces profils; il indique l'emplacement du puits d'essai, des forages témoins et des seize puits de reconnaissance établis sur nos indications. (Voir pl. A.)

En examinant les profils, on peut constater :

1^o Que la nappe avant les essais de pompage et la nappe actuelle

présentent toutes les deux une inclinaison marquée de l'Est vers l'Ouest, comme le terrain lui-même;

2° Que les deux nappes ne coïncident pas, ce qui est naturel, puisque l'une a été relevée fin septembre 1908, à une époque de basses eaux, et l'autre au commencement de décembre 1910, après une longue période de fortes pluies;

3° Qu'il existe, à peu près à hauteur de la nappe souterraine, une couche de sable noir tourbeux de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur qui paraît continue et s'étendre sur toute la zone des profils levés;

4° Que la nappe se relève fortement aux abords du canal d'irrigation, qui débite environ 40 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Il est donc incontestable que ces rigoles, lorsqu'elles fonctionnent, — et c'est la règle, — alimentent la couche aquifère souterraine et font relever la nappe dite phréatique.

On conçoit facilement que les puits plongeant dans une telle couche aquifère, constamment alimentée par les canaux d'irrigation, puissent fournir des débits considérables sans provoquer d'abaissement notable de la nappe souterraine. C'est ce qui, suivant nous, a dû se produire pour le puits d'essai de Moll qui a donné 500 mètres par vingt-quatre heures pour un rabattement de 2^m50 et une surface influencée de 1,5 hectare seulement. Bien qu'en réalité la zone influencée soit certainement plus grande que celle indiquée, il n'en est pas moins vrai que l'exagération même du rendement à l'hectare : 333 mètres cubes, eu égard à la nature de la couche aquifère souterraine, qui est absolument libre, a dû, à défaut d'autres observations, attirer l'attention des auteurs du projet et leur faire rechercher la véritable cause de ce produit journalier vraiment anormal.

Pourtant la lecture du dernier mémoire de nos collègues ne donne pas l'impression qu'ils aient tenu compte de l'influence des canaux d'irrigation sur la nappe souterraine : nulle part il n'est fait allusion à cette source d'alimentation extraordinairement abondante ; nulle part les auteurs du projet n'ont indiqué qu'ils comptaient utiliser le système employé avec tant de succès en Suède par notre éminent collègue M. Richert, qui vient de publier sur ce sujet un mémoire très documenté ayant pour titre : « Les eaux souterraines de la Suède. »

Dans les deux mémoires de MM. Putzeys et Rutot, il ne s'agit nullement de la création d'eaux souterraines artificielles, comme celles qui desservent plusieurs villes en Suède ; il n'est nulle part question d'alimenter la couche aquifère libre par l'infiltration des eaux provenant d'un cours d'eau ou d'une rigole d'irrigation. Ce serait pourtant, pensons-nous, le

seul moyen de justifier le débit extraordinaire de 12 000 à 15 000 mètres cubes par vingt-quatre heures que les auteurs du projet escomptent pour le terrain de 284 hectares de superficie appartenant à la commune de Moll.

Nous ne pouvons donc partager l'optimisme des auteurs du projet lorsqu'ils déclarent qu' « on se trouve aujourd'hui en présence, non » plus d'une certitude basée sur des déductions d'hydrologie pure, » déjà indiscutables par elles-mêmes, mais d'une certitude basée sur » les résultats pratiques et tangibles fournis par *un* (1) puits d'essai, » sans que les auteurs soient intervenus dans le choix de son emplacement qu'il suffisait, d'après les données précédemment recueillies » par eux, de fixer dans les limites de la zone des sables de Moll, pour » *justifier* (1) ou *infirmer* (1) leurs affirmations ».

§ 6 — De nouveaux essais s'imposent.

A notre avis, il convient de faire de nouveaux essais, en choisissant pour le ou les puits un emplacement qui les mette à l'abri de toute cause d'erreurs; la zone influencée devrait être observée par des forages, ou mieux par des puits témoins répartis sur un rayon largement calculé; et puisqu'en premier lieu il s'agit de l'alimentation de Moll, il semble tout naturel de choisir un emplacement beaucoup plus rapproché de l'agglomération bâtie que ne l'est le terrain communal situé à 6 kilomètres de la station du chemin de fer. On peut certainement trouver dans un rayon de 1 à 2 kilomètres autour de Moll un terrain qui, beaucoup mieux que celui choisi, conviendra pour l'installation d'un puits d'essai et, le cas échéant, d'une usine de refoulement et d'un château d'eau. Ce sera tout avantage pour la commune.

§ 7. — Les résultats d'un seul puits ne suffisent pas pour l'appréciation d'un bassin tout entier.

Quant à vouloir préjuger de ce que peut fournir un bassin entier, en se basant sur les résultats *d'un seul* puits d'essai, nous estimons qu'on s'exposerait à de graves mécomptes. Nous croyons qu'il faut être très circonspect sous ce rapport et se souvenir, pour en retirer un enseignement précieux, des déceptions que certains d'entre nous ont éprouvées dans leurs travaux de captage, malgré les précautions prises et toutes

(1) Ces mots ne sont pas soulignés dans le texte original.

les garanties que semblaient devoir fournir des données ou des essais rigoureusement contrôlés.

A ce point de vue, nous pouvons citer deux exemples bien typiques : le premier nous est personnel et l'autre concerne deux des auteurs du nouveau projet d'alimentation de la Basse-Belgique.

Quand nous avons été chargé de l'étude de la distribution d'eau de Rixensart, nous avons d'abord fait établir, à un endroit déterminé, un forage de reconnaissance qui, après avoir rencontré 2^m50 d'alluvions tourbeuses et 2^m50 d'argile ypresienne, traversa une couche de gros sable de 5 mètres d'épaisseur et atteignit, à 10 mètres de profondeur, l'argile landenienne.

La couche de sable renfermait de l'eau artésienne, qui sortit au niveau du sol, à raison d'un débit journalier de 86 mètres cubes.

Des pompages sommaires exécutés sur ce forage donnèrent un rendement de 300 mètres cubes par vingt-quatre heures. Au surplus, l'écoulement, au niveau du sol, se maintint *constant* pendant les quelques mois qui s'écoulèrent jusqu'au fonçage du puits de captage définitif.

Une fois celui-ci établi, des essais de pompage, contrôlés d'une façon permanente par le service technique provincial du Brabant et, parfois, par les délégués des autorités supérieures, furent exécutés pendant un mois entier, et le débit minimum constaté ne descendit jamais au-dessous de 300 mètres cubes, ce qui engagea même la commune de Rosières à se joindre à celle de Rixensart pour réaliser en commun une distribution d'eau économique.

Les travaux étant terminés, le service de distribution se fit normalement, mais, comme la consommation était faible au début, on n'eut pas, en dehors des essais officiels de réception qui avaient confirmé les résultats antérieurs, l'occasion d'utiliser le débit entier du puits; et lorsque, après une année de fonctionnement, on voulut mettre en marche les deux pompes et employer le rendement total de l'ouvrage, on constata que celui-ci ne pouvait plus fournir qu'environ 170 mètres cubes par vingt-quatre heures. Comme, de plus, depuis lors il y a eu des entraînements d'argile à travers le puits filtrant, l'eau captée a laissé à désirer tant au point de vue de l'aspect que de la quantité disponible; actuellement les deux communes alimentées ont décidé de renoncer au puits de captage, qui n'avait d'ailleurs coûté que 5 500 francs, et de le remplacer par des sources émergeant dans les sables bruxelliens et situées à proximité de la roue hydraulique qui actionne les pompes de refoulement. Estimant que cette déception n'était pas imputable à

l'ingénieur auteur du projet, les autorités communales intéressées nous ont confié les études complémentaires de la distribution d'eau.

* * *

L'autre exemple que nous voulons citer est emprunté aux travaux de MM. Putzeys et Rutot relatifs au captage des eaux destinées à la ville de Courtrai; il est tout aussi instructif que celui de Rixensart. Pour ne pas allonger inutilement notre étude, nous renverrons au rapport que nos collègues adressaient le 27 août 1905 à l'administration communale de Courtrai et que nous publions en annexe, en même temps que l'appréciation de M. le Bourgmestre de Courtrai, en date du 2 octobre 1905.

Cet exemple montre comment des essais favorables au début n'ont pas été confirmés dans la suite.

Il convient donc de se souvenir des déceptions que nous venons de rappeler et d'examiner, sans excès d'enthousiasme comme sans parti pris, les éléments essentiels de la solution que nos collègues présentent pour l'alimentation de la Basse-Belgique.

CHAPITRE III.

Qualité des eaux à capter.

§ 1. — Analyse des eaux. Maxima généralement admis.

Dans sa *Contribution à l'étude et à l'analyse des eaux alimentaires de Belgique*, M. Blas, professeur à l'Université de Louvain et membre de l'Académie de Belgique, donne les chiffres suivants comme maxima qu'il ne convient pas de dépasser :

Dureté totale	32 degrés.
Acide azotique	0 ^{gr} 027 par litre.
— azoteux	0 —
Ammoniaque saline	0 —
— albuminoïde	0 —
Chlore	0.035 —
Acide sulfurique	0.100 —
Chaux	0.112 —
Magnésie.	0.040 —
Matières organiques (méthode Wood et Kubel).	0.050 —
Résidu d'évaporation	0.500 —

En 1887, le Congrès pharmaceutique arrêta comme suit les maxima admissibles :

Matière organique non azotée	0 ^{gr} 020
Sels minéraux	0.500
Chaux et magnésie	0.200
Acide sulfurique anhydre	0 060
Acide nitrique	0.002
Chlore	0.008
Ammoniaque	0.0005

§ 2. — Analyse des eaux de Moll.

Dans le mémoire d'octobre 1908, on signale les résultats des analyses chimiques confiées à M. le Dr P. Schoofs, préparateur du cours d'hygiène à l'Université de Liège.

Nous y relevons que pour les puits I et II de Moll, — nous supposons qu'il s'agit des puits tubés et filtrants de 0^m10 de diamètre auxquels il a été fait allusion antérieurement, — la quantité de fer varie de 0^{gr}41 à 0^{gr}49 par litre et on n'y signale pas d'ammoniaque saline ou albuminoïde.

L'eau prélevée dans les sables de Moll est déclarée parfaite au point de vue chimique.

« Quant à sa pureté bactériologique, » disent les auteurs du projet, « nous nous bornerons à renouveler cette affirmation, scientifique-ment appuyée par l'expérience journalière, que lorsqu'il s'agit de captage d'eaux élaborées dans les sables et protégées par un manteau de même nature de quelques mètres d'épaisseur — 3 à 4 mètres — l'analyse chimique est suffisante pour fixer la valeur de l'eau, à la condition, bien entendu, que l'homogénéité de composition du sol soit démontrée (comme c'est ici le cas) par l'exploration géologique. » Dans les circonstances qui nous occupent, » continuent les auteurs du projet, « l'examen bactériologique de l'eau serait une superfétation. » Il est évident, d'ailleurs, que, si l'on mettait en doute le pouvoir filtrant des sables de la Campine, ce n'est pas quelques analyses d'eau qui convaincraient les incrédules ou plus exactement les ignorants. Pour apporter la conviction dans les esprits rebelles à la conception du pouvoir filtrant des sables, les analyses devraient être répétées, des prises provisoires pour prélèvements devraient être pratiquées sur l'emplacement de chacun des puits dont il sera question

» plus loin ; nous n'insisterons pas et nous considérerons la pureté de l'eau comme une donnée primordiale définitivement établie. »

En 1909, pendant les essais de pompage effectués sur le puits filtrant à lames de verre établi dans le terrain de la commune de Moll, des analyses chimiques et bactériologiques furent faites par M. le Dr Muset, du Ministère de l'Agriculture.

Analyses bactériologiques. Résultats satisfaisants.

Analyses chimiques. Elles décèlent la présence d'ammoniaque saline en quantités variant de 0^{mg}2 à 0^{mg}6 ; l'ammoniaque albuminoïde s'y trouve à raison de 0^{mg}4 à 0^{mg}55 par litre. Quant au fer, on en constate 1^{mg}4 à 1^{mg}8 et la dureté totale s'établit aux environs de 10 degrés.

Dans son rapport, M. le Dr Muset signale qu'habituellement on attribue la présence de l'ammoniaque saline et de l'ammoniaque albuminoïde à la décomposition de matières organiques ; mais il est d'avis qu'on ne peut suspecter la valeur hygiénique de cette eau, à cause de son origine et de ses caractères bactériologiques.

D'après Richert (1), l'ammoniaque dans l'eau superficielle indique de l'urine, tandis que sous une couche d'argile imperméable, elle n'est qu'un produit de réactions chimiques inoffensives.

Dans l'occurrence, nous avons affaire à une nappe absolument libre, séparée du sol par une épaisseur de sable d'un mètre environ et non de 5 à 4 mètres comme pourrait le faire croire la citation de la page précédente. A l'emplacement du puits d'essai, il existe 2^m70 de sable renseigné comme *flandrien* dans le mémoire de MM. Putzeys et Rutot ; dans les seize puits de reconnaissance que nous avons fait creuser, nous avons reconnu, à une profondeur variant de 1^m00 à 0^m30, une couche de sable *noir tourbeux* de 0^m15 à 0^m20 d'épaisseur. Cette couche doit donc présenter une certaine continuité ; elle a certainement été rencontrée soit lors du fonçage du puits d'essai, soit dans quelques-uns des dix-neuf sondages et forages établis dans un rayon de 49 mètres autour de l'ouvrage de captage, sur les indications de nos collègues. Pourtant aucun des deux mémoires de MM. Putzeys et Rutot ne donne de renseignements détaillés sur la composition du sable « *flandrien* » ; on se borne à signaler l'épaisseur totale de ce terrain, sans indiquer la présence du sable tourbeux, tout au moins dans le terrain d'expérience. Ce sable tourbeux aurait-il échappé aux investigations des auteurs du projet ? N'y verraient-ils aucun inconvénient, au point de

(1) *Les eaux souterraines de la Suède.* (BULL. DE LA SOC. BELGE DE GÉOL., ETC., t. XXIV, Mémoires, 1910.)

de la qualité des eaux souterraines? Telles sont les questions que nous nous permettons de poser à nos éminents collègues.

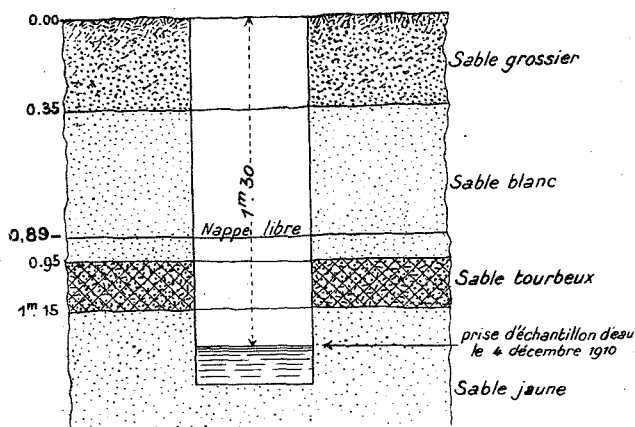


FIG. 6. — COUPE D'UN PUITTS CREUSÉ A 3 MÈTRES DU CÔTÉ OUEST DU GRAND PUITTS D'ESSAI.

Nous reproduisons ci-dessus une coupe représentant un puits creusé à 3 mètres seulement du grand puits filtrant à lames de verre. On voit que la nappe souterraine s'établissait, le 4 décembre 1910, à 0^m89 sous la surface; pour la prise d'échantillon en vue de l'analyse chimique, on épuisa l'eau jusqu'en contre-bas de la couche de sable tourbeux, et c'est cette eau qui permit à M. le chimiste Pirsch d'établir les résultats suivants, évalués par 1 000 centimètres cubes.

Matière minérale totale à 110°	0 ^{er} 380
— organique, en milieu acide	0 088
Azote albuminoïde (méthode de Kjeldahl)	0 008
Fer (oxyde ferrique).	0 0055
Fer métal	0.0038
Degré hydrotimétrique	28

Ces chiffres diffèrent notablement de ceux obtenus par M. le docteur Muset, après une période de pompages de vingt à trente jours.

Tandis que l'eau prélevée directement à la nappe phréatique contient 88 milligrammes de matières organiques, 8 milligrammes d'azote albuminoïde, près de 4 milligrammes de fer métal et titre 28 degrés hydrotimétriques, celle de la couche souterraine, arrivant au puits filtrant, après un rabattement de 2^m50 en pénétrant dans l'ouvrage à 7 mètres de profondeur sous le niveau primitif de la nappe, ne contient plus que

0^{gr}00167 de matière organique en milieu acide, 0^{gr}10 à 0^{gr}35 d'ammoniaque albuminoïde, 1^{gr}4 à 1^{gr}8 de fer, et sa dureté totale s'est abaissée à 10 degrés environ.

Alors que l'eau de la nappe, vue au fond des puits de reconnaissance, a une couleur *brune caractéristique*, tandis que celle des sables bruxelliens est limpide et transparente, on a constaté, pendant les pompages, que l'eau, au sortir des tuyaux de refoulement, était incolore.

C'est évidemment au pouvoir purificateur des sables traversés pendant le trajet vers le puits aspirant qu'il faut attribuer cette amélioration importante des qualités de l'eau souterraine.

Mais faut-il en conclure que l'eau extraite pendant les pompages était de *première* qualité?

L'ammoniaque saline et l'ammoniaque albuminoïde que renfermait l'eau à la fin des pompages, en proportion encore assez forte, *et non admissible suivant le chimiste Blas*, sont certainement dues à la décomposition des matières organiques contenues dans la couche de sable noir tourbeux qui se trouve à peu près au niveau de la nappe phréatique et dont M. le Dr Muset ignorait sans doute l'existence. Peut-être ces matières organiques proviennent-elles, en partie, des eaux impures des rigoles d'irrigation, appelées dans le puits sans avoir subi une purification suffisante.

Quoi qu'il en soit, nous estimons qu'il serait imprudent et dangereux de considérer comme potables de telles eaux, sans avoir fait des essais et des études complémentaires. Nous ne pouvons partager l'optimisme des auteurs du projet lorsqu'ils déclarent que l'eau doit être de première qualité parce qu'elle provient d'un terrain sableux et que le pays est peu peuplé. Des affirmations semblables ont besoin d'être étayées par des preuves plus convaincantes que celles fournies jusqu'à ce jour.

En tout cas, on peut dire que les analyses ne font que confirmer la nécessité d'établir un ou plusieurs nouveaux puits d'essai, à un emplacement tenu à l'abri de toutes les causes d'erreur qui pourraient vicier les résultats des expériences, tant au point de vue de la qualité que de la quantité des eaux à capter.

En ce qui concerne la valeur hygiénique des eaux de Moll, nous croyons devoir réserver notre opinion jusqu'au moment où nous posséderons des éléments d'appréciation plus complets et moins douteux.

Parviendra-t-on à trouver, dans la zone des sables de Moll, des eaux bien élaborées, *ne contenant pas d'ammoniaque albuminoïde en proportion telle que leur emploi serait déclaré dangereux et antihygiénique s'il*

s'agissait d'eaux de provenance calcaire? L'avenir nous le dira, si on fait, de la région visée par les auteurs du projet, une étude méthodique et attentive.

§ 5. — De la déferrisation.

D'après les analyses de M. le Dr Muset, les eaux souterraines prélevées au puits d'essai vers la fin de la période des pompages, c'est-à-dire du 21 au 29 octobre 1909, contenaient de 1^{mg}4 à 1^{mg}8 de fer métal par litre.

M. le Dr Schwerts, qui s'est spécialement occupé de la question de la déferrisation des eaux potables, a étudié des échantillons prélevés au puits d'essai les 8 et 10 décembre 1909, c'est-à-dire environ six semaines après la cessation des pompages.

Dans ces conditions, il est évident que l'eau soumise à M. Schwerts ne fut pas la même que celle analysée par M. le Dr Muset; nous en voyons d'ailleurs la preuve dans le fait que M. Schwerts ne trouve qu'une proportion de fer variant de 0^{mg}51 à 0^{mg}64, alors qu'à la fin des pompages on constatait officiellement 1^{mg}4 à 1^{mg}8 de fer.

Dès lors, il nous paraît que les constatations faites par M. Schwerts ne peuvent fournir aucun élément d'appréciation sérieux quant à la facilité plus ou moins grande d'une déferrisation éventuelle. Elles ne peuvent que provoquer des erreurs. C'est tellement vrai que M. Rutot, dans le résumé bibliographique du second mémoire paru récemment, a signalé que les eaux de Moll ne contiennent que 0^{mg}6 de fer au litre, au lieu de 1^{mg}4 à 1^{mg}8 des analyses officielles.

En ce qui nous concerne, d'ailleurs, nous sommes, comme les auteurs du projet, convaincu qu'on peut traiter les eaux ferrugineuses de façon à les rendre parfaitement potables. C'est ainsi que, depuis plusieurs années déjà, les eaux du puits de l'hôpital de Grimberghen, déclarées inutilisables à cause du fer qu'elles contenaient, ont été rendues parfaitement potables grâce à un procédé très simple et peu coûteux appliqué sur nos indications.

Dans l'occurrence, il nous paraît toutefois que les études relatives à la déferrisation devraient être poussées à fond, car souvent la teneur en fer des eaux souterraines se modifie suivant l'intensité des pompages. Il y a donc lieu de prévoir un système qui puisse s'adapter efficacement aux fluctuations, toujours possibles, de la composition chimique des eaux pompées.

§ 4. — Les puits filtrants.

Dans le premier mémoire, il a été question d'un nouveau système de puits filtrant, de 0^m10 de diamètre; dans le second, on a décrit le puits à lames de verre qui a reçu diverses applications, notamment à Hennuyères, à Groenendael, au Maelbeek, à Wavre, à Varsennaere, à Courtrai, à Turnhout, à Esschen et à Moll.

La question des puits filtrants présentant pour les ingénieurs hydrologues un intérêt considérable, nous avons pensé qu'il serait utile de décrire les principaux systèmes utilisés en Belgique, dans une note spéciale qui fera l'objet d'une communication ultérieure.

§ 5. — Coût probable des travaux projetés.

Les auteurs du projet fixent à 40 francs par tête d'habitant la dépense acceptable pour assurer dans des conditions normales l'alimentation en eau potable. Lorsqu'il s'agit de villages ou de localités dont la population est inférieure à 10 000 habitants, — et c'est le cas pour Moll, Gheel et Baelen, — le chiffre de 40 francs par habitant est certainement trop faible si l'on en juge par les quelques exemples suivants :

NOMS DES LOCALITÉS.	POPULATION.	COUT TOTAL de la distribution d'eau.	COUT par habitant.
Rosières-Saint-André	600	56 000	93
Rixensart.	2 400	155 000	74
Braine-l'Alleud	8 600	536 000	62
La Hulpe.	2 700	310 000	115
Montaigu.	3 700	176 000	50

CHAPITRE IV

Conclusions.

De l'exposé qui précède se dégagent les conclusions suivantes :

I. — Tandis que nos éminents collègues affirment que la zone des 65 000 hectares des environs de Moll pourrait être mise à contribution, sur le pied de 5 mètres cubes environ par hectare-jour, jusqu'à concurrence d'un débit quotidien de 250 000 à 300 000 mètres cubes, tandis qu'ils préconisent de larges distributions régionales basées sur des volumes d'eau vraiment extraordinaires que le terrain est censé pouvoir fournir sans inconvénient, nous croyons avoir démontré qu'on ne pourrait, *sans compromettre irrémédiablement le régime hydrologique de toute cette région*, y prélever plus d'une trentaine de milliers de mètres cubes par vingt-quatre heures.

II. — Étant donné les conditions topographiques et hydrologiques de la Campine, nous pensons qu'il faut renoncer aux larges distributions régionales pour n'envisager que des prises d'eau relativement peu importantes destinées, chacune, à desservir une commune ou un petit groupe de communes.

III. — Vu la situation du puits d'essai à proximité immédiate de canaux et de rigoles d'irrigation, à débits très importants, dont les plans d'eau se trouvent à des niveaux plus élevés que celui de la nappe souterraine et qui alimentent et influencent certainement la couche aquifère, les débits journaliers obtenus pendant les pompages sont forcément très exagérés et doivent être frappés d'un coefficient de doute qui leur enlève toute force probante.

IV. — Par suite de l'existence d'une couche de sable noir tourbeux (1) dans la zone influencée par le puits d'essai, l'eau captée contient de l'ammoniaque albuminoïde qui est l'indice de la décomposition de matières organiques et, par conséquent, d'une contamination toujours possible.

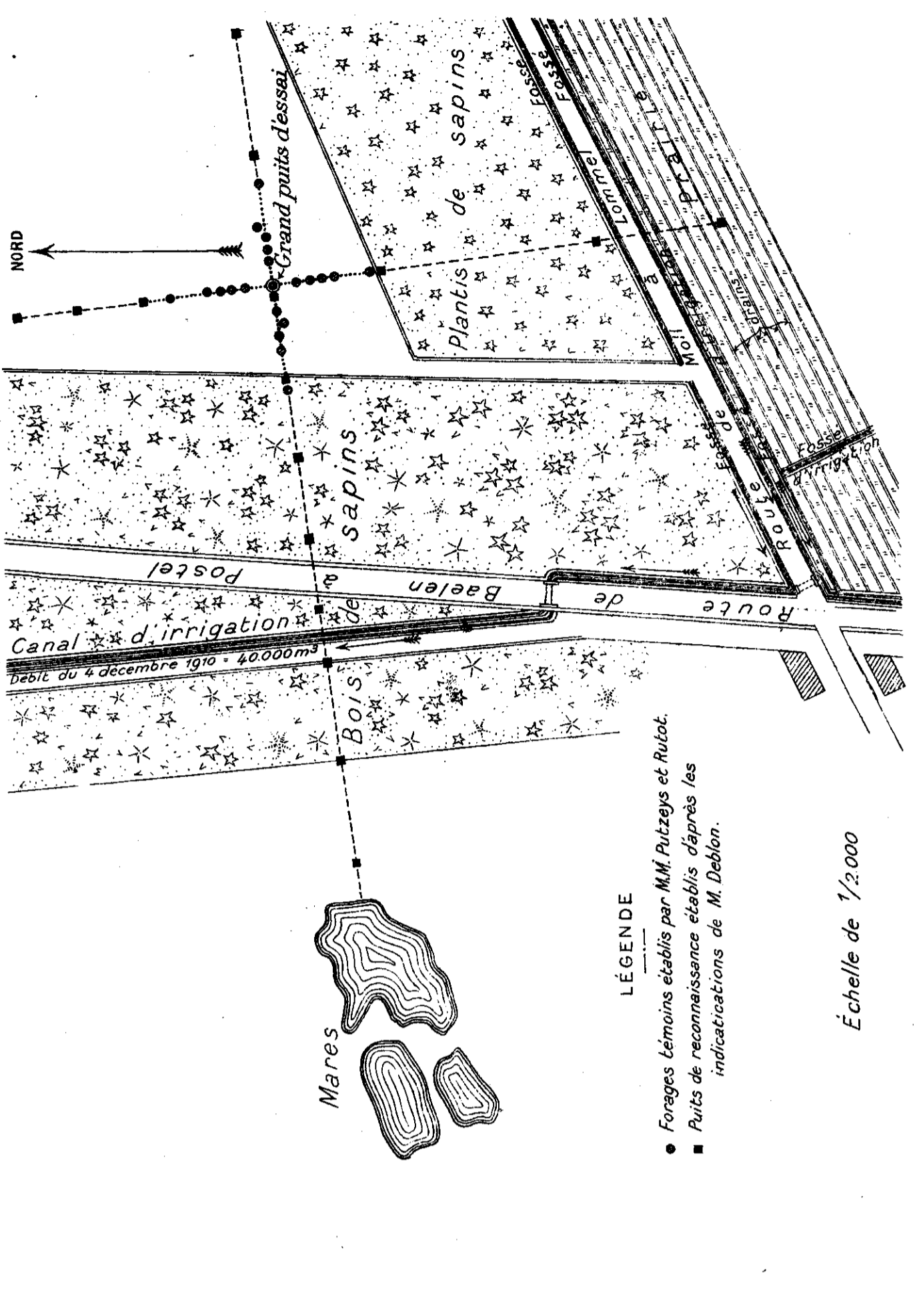
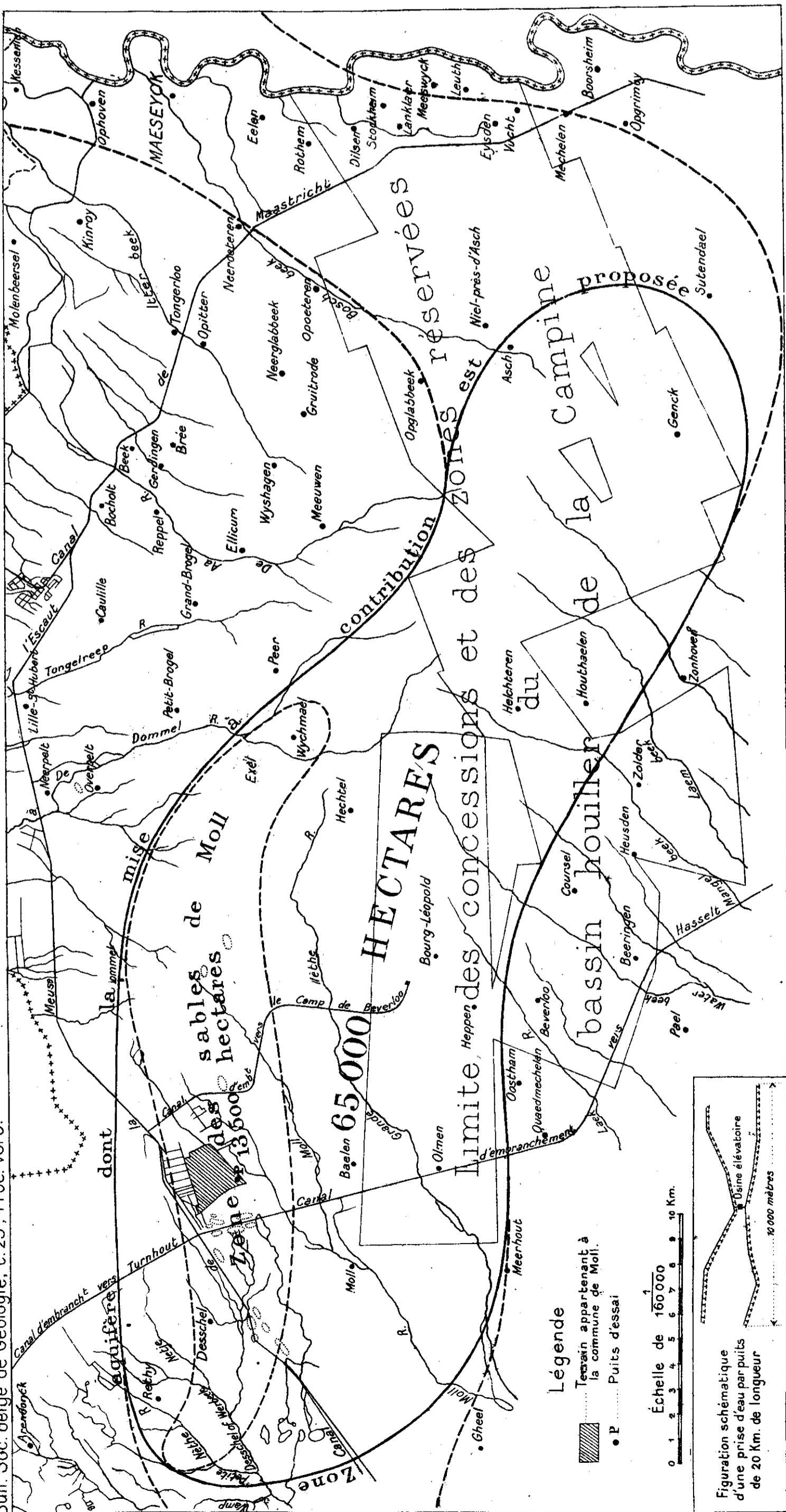
(1) Cette circonstance géologique n'est pas renseignée dans le mémoire de nos collègues.

V. — Étant donné, d'une part, les doutes qui pèsent sur la provenance des forts débits accusés par les pompages et, d'autre part, la situation défavorable du puits d'essai dans un terrain à consistance tourbeuse, il semble que les auteurs du projet se sont trompés dans leurs prévisions en déclarant *que le terrain choisi pour les expériences confirmerait, au point de vue géologique, les données recueillies antérieurement et qu'au point de vue hygiénique l'emplacement proposé était irréprochable.*

VI. — A notre avis, il convient d'abandonner le puits actuel et d'effectuer de nouveaux essais sur un ou plusieurs puits à creuser à proximité immédiate de l'agglomération de Moll, à un endroit plus favorable, dans un terrain non tourbeux, si possible, et à l'abri de toutes les causes d'erreur que nous avons signalées, tant au point de vue du volume que de la qualité des eaux à capter.

Au surplus, la zone d'influence devrait être délimitée par l'observation du niveau de l'eau souterraine au moyen de *puits* témoins répartis dans un rayon largement calculé.

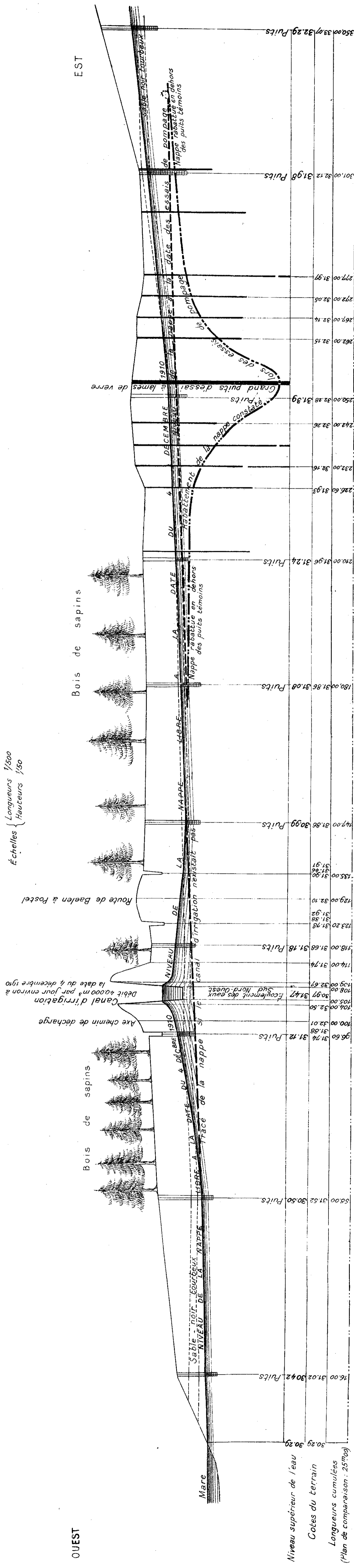
VII. — D'une façon générale, on peut dire que la valeur hygiénique des eaux de la Campine, loin d'être indiscutable, doit, au contraire, être soumise à un ensemble de vérifications méthodiques qui restent encore à faire.



Échelle de 1/2.000

Figuration schématique d'une prise d'eau par puits de 20 km. de longueur

LIGNE DE PROFIL DE L'OUEST A L'EST PASSANT PAR LE CENTRE DU GRAND Puits D'ESSAI

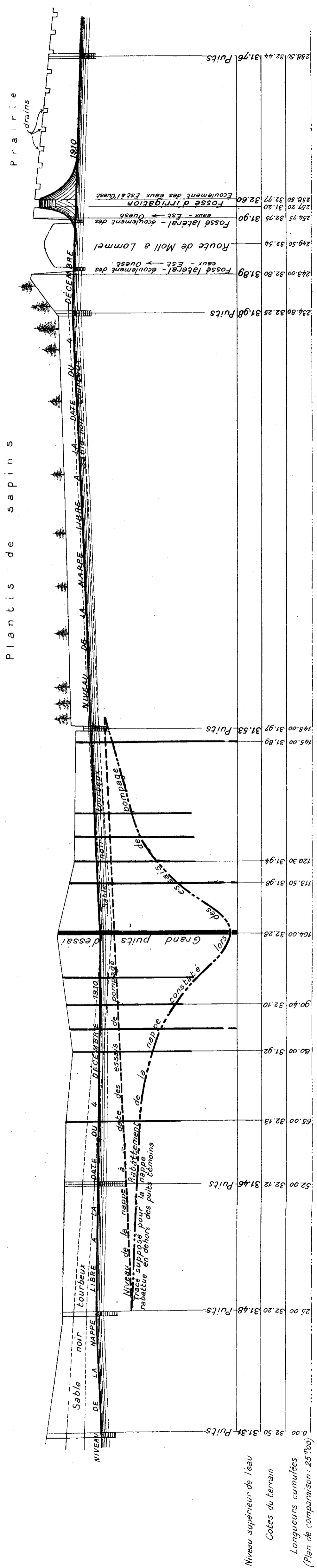


LIGNE DE PROFIL DU NORD AU SUD PASSANT PAR LE CENTRE DU GRAND PUIS D'ESSAI

Échelles { Longueurs 1/500
Hauteurs 1/50

NORD

SUD



ANNEXE

Communication faite au Conseil communal de la ville de Courtrai concernant la distribution d'eau. (Séance du lundi 2 octobre 1905; extrait du *Journal de Courtrai* du dimanche 8 octobre 1905.)

M. LE BOURGMESTRE. — Voici un premier document que j'ai à vous communiquer. (Afin d'éviter à MM. les journalistes la peine de prendre des notes, je les avertis que des copies du rapport leur seront remises.)

Bruxelles, le 27 août 1905.

*A Messieurs les Bourgmestre et Echevins
de la Ville de Courtrai.*

MESSIEURS,

A la suite de nos rapports antérieurs, après avoir passé par une série d'étapes que nous croyons inutile de rappeler, l'établissement d'une prise d'eau constituée de huit puits filtrants a été décidé sur notre proposition, dans un terrain appartenant aux Hospices civils, sur le territoire de Bissegem.

Cet important travail a été exécuté avec l'autorisation du Gouvernement qui a bien voulu nous faire connaître qu'il consentait à intervenir pour un tiers dans la dépense à faire.

Sur nos indications, la prise d'eau a été établie dans un ancien thalweg de la rivière la Lys, aujourd'hui comblé, thalweg dont l'existence avait été révélée à M. le géologue Rutot par des sondages de reconnaissance.

Dans notre pensée, ainsi que l'expose notamment notre rapport en date du 30 avril 1904, la prise, constituée ainsi qu'il est dit plus haut, devait pouvoir livrer *indéfiniment* 1 400 mètres cubes par jour. Cette eau (les analyses chimiques et bactériologiques ont été confiées à MM. Gody et Van Ermengem), sans représenter un idéal, devait permettre d'assurer dans des conditions acceptables l'alimentation de la ville de Courtrai.

Les pompages auxquels il fut procédé, toujours sur nos conseils à

deux reprises, du 1^{er} décembre 1904 au 3 janvier 1905 et du 3 février au 21 du même mois, ont-ils donné à nos prévisions une confirmation telle que nous puissions, sans crainte de compromettre les intérêts de la ville de Courtrai, l'engager à décréter définitivement l'établissement de sa distribution d'eau, en la basant sur la mise à contribution des ressources aquifères à la suite de la longue étude qui se poursuit depuis six ans ?

Nous sommes au regret de devoir déclarer, après discussion approfondie, que l'unique solution qu'il était permis d'entrevoir à la question qui préoccupe à juste titre, et depuis si longtemps, l'Administration communale, nous apparaît comme irréalisable au point de vue économique.

Avant de formuler cette conclusion, nous avons étudié le problème sous toutes ses faces dans l'espoir de découvrir le moyen de compléter la prise d'eau de façon à la rendre capable d'un débit plus considérable ; c'est ainsi que nous avons été amenés à étudier, d'après de nouvelles bases, les ressources en eau profonde de la région. Les analyses chimiques faites vous montreront, Messieurs, que malgré le complément d'eau que l'on pourrait y prélever, la solution resterait défectueuse.

*
* *

Si les sondages en premier lieu, si les pompages ensuite ont démontré l'existence de ressources aquifères considérables, les circonstances qui ont accompagné les prélèvements ont fourni la preuve d'une circulation de l'eau en sous-sol plus malaisée que celle qui pouvait être prévue, de telle sorte que pour obtenir le volume désirable de 1 400 mètres cubes que l'on escomptait, plusieurs stations de prise d'eau seraient nécessaires.

La dépense qui résulterait d'une pareille extension de la prise d'eau, les aléas des recherches à faire pour la compléter, ne nous permettent pas de les conseiller.

Au point de vue géologique, il reste incontestable que les eaux souterraines de la région sont amplement suffisantes, car on peut fixer à plusieurs milliers d'hectares la surface que l'on peut intéresser. Malheureusement le sous-sol a une composition telle qu'elle rend impossible, au fur et à mesure des pompages, le remplacement des grands volumes d'eaux prélevés au lieu de prise, par des volumes équivalents journalièrement et perpétuellement soutirés dans le champ d'action des puits.

Comme nous allons l'exposer, le lieu de prise que les sondages préli-

minaires et les premiers puits annonçaient capable de donner la solution, semble délimité par des lentilles argilo-sableuses qui contrarient plus qu'on ne pouvait le supposer l'écoulement rapide des eaux souterraines. Les sondages exécutés sous notre direction étaient loin, en effet, de conduire à pareille conclusion; ce sont les données fournies par l'exhaure de l'eau qui démontrent qu'il en est bien ainsi.

De cette constatation, il résulte qu'en poursuivant les pompages on aurait probablement vu le débit des puits diminuer progressivement jusqu'à un chiffre qui, dans notre pensée, pourrait s'abaisser notablement en dessous des 1 400 mètres cubes journaliers admis comme dernière limite acceptable.

Les tableaux et les diagrammes ci-joints en donnent la démonstration; ajoutons que les chiffres qui ont servi à les dresser résultent de constatations faites parallèlement sous notre direction d'une part et, d'autre part, par M. Moreau, délégué à cet effet par votre Administration.

Nos chiffres sont concordants.

Les diagrammes traduisant les résultats des pompages montrent que pour chacune des périodes du 1^{er} décembre 1904 au 21 du même mois, du 21 décembre au 3 janvier 1905 et du 3 au 21 février 1905, il y a eu un fléchissement des débits obtenus pour 7 mètres et pour 10^m50 de rabattement moyen.

Cette seule observation ne permettrait pas de conclure à une diminution de rendement de la prise d'eau jusqu'à un chiffre inférieur à celui que l'on s'était fixé comme limite. Une diminution de débit après les premiers jours de pompage est fatale, car les premiers prélèvements représentent non seulement ce que la prise d'eau peut donner journellement, mais encore la réserve contenue dans le cône d'assèchement. Le symptôme considéré isolément n'aurait rien d'inquiétant.

Mais si, en même temps que l'on fait cette constatation, on examine les diagrammes figurant les conditions dans lesquelles s'effectua le relèvement du niveau d'eau aux divers puits, pendant l'interruption des pompages du 3 janvier au 3 février 1905, et après l'arrêt des pompages du 21 février, date à laquelle prirent fin les pompages, on reconnaît que le premier symptôme (diminution des débits des puits) peut donner à croire que non seulement le cône de rabattement ne participe plus au rendement de la prise, mais aussi que les réserves sont attaquées.

Cependant, encore une fois, la double constatation : diminution de rendement — lenteur de relèvement du niveau d'eau des puits — ne permettrait pas non plus une conclusion défavorable, attendu que les

terrains supérieurs étant limoneux leur réinjection peut se faire avec une extrême lenteur, sans que cela compromette en rien un libre apport des eaux circulant dans les masses sableuses inférieures qui constituent seules en fait le lieu de prise.

Mais il est un troisième élément qui entre en jeu et dont l'influence est prépondérante : c'est le levé de la nappe aquifère.

L'allure des cotes de niveau d'eau montre nettement que l'écoulement de l'eau souterraine se fait dans la direction Nord-Ouest Sud-Est ; en même temps les diagrammes représentant les conditions de relèvement du plan d'eau des puits, après cessation des pompages, montrent d'une façon non moins nette que le comblement du sillon d'assèchement se fait exclusivement du Nord-Ouest au Sud-Est, contrairement à ce que les sondages permettaient d'espérer.

Rappelons que par les sondages successifs, un thalweg souterrain comblé par des sables avait été reconnu ; son existence devait présenter à nos yeux un gage de succès, puisqu'on était fondé à conclure à un écoulement d'eaux souterraines d'autant plus important que les sables de remplissage étaient fort grossiers.

La direction de ce thalweg étant « Ouest-Ouest-Nord Est-Est-Sud » nous étions fondés à admettre que par des puits convenablement disposés, on provoquerait un appel considérable dans le sens longitudinal des eaux qui doivent nécessairement le traverser, dans leur épanchement général.

La façon dont se fait le relèvement du niveau des puits montre que les choses ne se passent pas ainsi.

En effet, si l'appel s'était produit suivant nos prévisions, on eût vu, à l'arrêt des pompages, le niveau des puits I, II, IV et VI monter rapidement et en tout cas plus rapidement que celui des puits III, V et VII, implantés au bord du thalweg, car la circulation de l'eau dans les mailles du sous-sol est, aux points d'implantation des puits I, II et IV, extrêmement aisée, ainsi qu'en témoignent les résultats des pompages.

Le contraire s'est présenté ; aussi doit-on en conclure que le thalweg reconnu est plus ou moins obstrué en des points non connus par des sables argileux rétentifs qui contrarient l'afflux de l'eau.

Après une ascension de 7 à 8 mètres, également rapide sur tous les puits, on a vu les numéros III, V, VI, VIII s'élever tout aussi péniblement de quelques centimètres par jour et le niveau d'eau des numéros I, II et IV s'élever tout aussi péniblement à la suite des premiers, d'où preuve manifeste qu'aucune alimentation facile ne se fait pour ces puits, *principaux comme débit*, dans les directions « Ouest-Ouest-Nord » et « Est-Est-Sud ».

On doit en conclure que les volumes extraits des puits I, II et IV ont été prélevés sur des réserves séculaires et que la diminution du débit total observé irait en s'accroissant jusqu'au moment où la prise d'eau, au total, ne donnerait plus que le débit des puits de lisière, soit 500 mètres cubes journaliers.

L'extrême limitation de la quantité d'eau ainsi disponible pour l'alimentation de la ville, nous a engagés à rechercher dans quelle proportion on pourrait mettre à profit l'eau artésienne dont l'existence à 150 mètres de profondeur est reconnue.

Nous savions que si l'analyse renseigne ces eaux comme bicarbonatées sodiques, par contre elle les renseigne aussi comme ayant une teneur en fer extrêmement faible.

Nous savions également que les résultats acquis par les sondages profonds faits dans la contrée permettent d'affirmer qu'un puits tubé d'un diamètre convenable, descendu jusqu'à la roche de soubassement, donnerait aisément aux pompes 4 à 500 mètres cubes par jour.

Pour être complètement édifiés, nous avons demandé à M. le professeur Gody de faire l'analyse de l'eau des puits artésiens de la blanchisserie de M. Benoit et de la brasserie de M. Tack, et de nous dire dans quelle proportion l'eau artésienne, mélangée aux eaux de la nappe phréatique, assurerait au mélange la composition d'une bonne eau potable.

De l'étude faite par M. Gody il résulte que le mélange des deux eaux ne devrait pas se faire dans une proportion supérieure à $7/2$, ce qui signifie qu'aux 500 mètres cubes de la prise d'eau on ne pourrait ajouter que 150 mètres cubes environ d'eaux artésiennes, en raison de la surabondance d'alcali renfermée dans celles-ci.

* * *

L'exposé qui précède démontre que la ville de Courtrai doit désormais renoncer, sous peine de dépense excessive, à une alimentation en eaux souterraines tant phréatiques qu'artésiennes prises dans la région, attendu que nos recherches ont été faites au point le plus favorable.

L'Administration communale ne pourra cependant être l'objet d'aucune critique, car en présence des résultats satisfaisants obtenus en d'autres lieux, il n'est pas un géologue au courant des questions d'hydrologie qui eût pu prévoir un échec.

En réalité, ce n'est pas l'eau qui manque : le sous-sol en contient bien au delà du cube désiré ; mais la composition irrégulière du terrain aquifère empêche cette eau de circuler rapidement et de combler les

vides faits par les pompages; cette composition irrégulière constitue l'obstacle à la solution économique du problème de l'alimentation de la ville de Courtrai en eau potable.

On peut donc maintenant affirmer que tous les moyens dont disposent les spécialistes, dans l'état actuel de la science, pour doter Courtrai d'une alimentation suffisante basée sur le captage des eaux naturelles dans les limites de son territoire, ont été épuisés.

Il est d'autre part certain que les environs de la ville, même éloignés, ne peuvent offrir aucun espoir de solution suffisante; il ne reste donc, pour résoudre le problème, que les deux moyens indirects : filtrage au sable d'une eau de surface ou adduction à grande distance.

*L'Ingénieur en chef des travaux publics et du service
des Eaux de la ville de Bruxelles,*

(s.) PUTZEYS.

Le Géologue,

(s.) RUTOT.

En séance du Conseil du 2 octobre 1905, M. le Bourgmestre de Courtrai faisait les communications suivantes :

« Messieurs, je n'ai pas besoin de vous dire le vif regret que nous
» avons éprouvé en prenant connaissance des conclusions de ce rap-
» port.

» Notre sentiment a été d'autant plus pénible que rien jusqu'ici
» n'avait fait prévoir ce fâcheux résultat. Au contraire, tout semblait
» légitimer nos espérances. Les débuts des opérations préliminaires
» avaient été pleins de promesses : le fonctionnement d'un seul puits
» d'abord, de trois puits simultanément ensuite, avait été tellement
» satisfaisant que les ingénieurs du Gouvernement et de la Province
» avaient été d'accord avec ceux de la Ville, MM. Putzeys et Rutot,
» pour nous demander de tenter l'épreuve définitive, c'est-à-dire le
» fonçage de huit puits, chiffre jugé indispensable dès le commence-
» ment, à l'effet de nous procurer un minimum de 1400 mètres cubes
» par vingt-quatre heures.

» Vous venez d'apprendre les motifs pour lesquels les prévisions de
» MM. les ingénieurs n'ont pas pu se réaliser.

» Nous croirions manquer à la justice si nous leur en faisons un
» reproche. Ils ont accompli leur devoir; nous leur en exprimons
» notre reconnaissance. »

Discussion.

M. R. d'ANDRIMONT croit utile de rappeler quelques principes d'hydrologie qui lui semblent d'application dans le cas étudié; il sera très bref, vu l'heure tardive.

L'eau puisée provient tout entière de la surface indiquée par un cône de rabattement. (Voir *Procès-verbaux* du tome XXIV, pages 523 et 524, figures 17 à 20 et textes s'y rapportant.)

On voit de plus que l'eau qui tombe sur la zone déprimée par un captage s'enfonce profondément dans le sous-sol suivant des trajectoires courbes avant d'arriver au captage. Il a été démontré, en Hollande, par M. Penninck que l'eau est ainsi mise en mouvement jusqu'à des profondeurs de plusieurs dizaines de mètres.

Voyons ce que l'on peut déduire de ces simples notions théoriques.

I. — Pour qu'un ensemble de huit cents puits filtrants débitent la quantité d'eau prévue par les auteurs du projet, il faudrait que ces puits produisissent une zone déprimée qui reçoive par infiltration cette même quantité. Dans le cas présent, cette zone déprimée devrait avoir de 60 000 à 200 000 hectares, suivant le rendement par hectare-jour que l'on admet.

Pour produire une dépression de cette étendue dans des sables où la résistance à l'écoulement provoque un bombement accentué de la nappe, il faudrait que chacun des huit cents puits eût une profondeur inadmissible.

Pour résoudre le problème, il faudrait peut-être dix fois plus de puits moins profonds et répandus sur presque tout le territoire envisagé. Pratiquement la chose est impraticable, puisqu'on ne peut protéger efficacement contre la pollution une zone aussi étendue.

II. — Le pompage produira, comme nous l'avons montré plus haut, un appel d'eau venant des couches profondes. La profondeur à laquelle la nappe sera influencée variera avec l'intensité du pompage; comme les sables sous-jacents contiennent de la glauconie, il en résulte que la proportion de fer dans l'eau variera constamment, ce qui compliquera la déferrisation.

Pour se rendre compte de la quantité de fer qui peut être amenée à la surface par un processus analogue, il suffit de se rappeler la formation rapide du minerai de fer de prairie dans les dépressions de la Campine.

Les récentes recherches faites par M. d'Andrimont, en collaboration avec M. Cosyns, montrent également que des sables n'opposent presque aucun obstacle au passage des microbes lorsqu'ils sont imbibés capillairement. (Voir *Procès-verbaux*, tome XXIV, page 314, figures 5, 6, 7, et paragraphe 1 du chapitre *L'infiltration*.) C'est ce qui explique le passage des bactéries au travers des filtres à sables submergés lorsque la pellicule organique qui se forme à la surface vient à se rompre. Au contraire, quelques dizaines de centimètres de sable retiennent les microbes lorsque l'imbibition est pelliculaire. C'est ce qui explique l'efficacité des filtres non submergés.

Dans le cas de la région de Moll, les sables sont imbibés à l'état capillaire jusqu'au voisinage de la surface, surtout en périodes de haut niveau de la nappe.

Ce qui augmente le danger, c'est l'infiltration artificielle des canaux d'irrigation qui provoquent certainement une alimentation *capillaire* par une eau polluée.

M. J. DELECOURT FILS s'inscrit en faux contre la notion de la trajectoire des filats liquides telle qu'elle résulterait des expériences en petit exécutées par M. d'Andrimont. Il nie également l'état pelliculaire invoqué par M. d'Andrimont. Notre confrère a adressé les deux notes ci-dessous concernant ces points :

J. DELECOURT FILS. — De l'existence de l'eau pelliculaire.

L'eau contenue dans un terrain meuble immergé se compose :

1° De l'eau de *carrière* qui remplit les pores des grains composant la masse;

2° De l'eau d'*imprégnation* remplissant les vides entre les grains.

Si on laisse égoutter l'eau du terrain, en se garant des effets de l'évaporation, l'eau de carrière subsistera évidemment, mais l'eau d'imprégnation disparaîtra-t-elle tout entière?

Le contraire est aujourd'hui prouvé; il reste autour ou entre les grains un volume d'eau très appréciable. Il est d'ailleurs facile de s'en assurer.

Pour le sable de Rocour, par exemple, M. Spring a établi expérimentalement que l'eau totale d'imprégnation remplit 49 % du volume total du terrain considéré.

Le vide du même sable à l'état sec, établi par une mesure directe, est de 44 % (H. Rabozée, étude du boullant). Le volume d'imprégnation-

tion est donc $\frac{49}{44} = 1.11$ fois plus grand que le volume des vides du terrain sec. Il en résulte que *les grains de sable ne sont pas en contact*.

Si on laisse égoutter un terrain, on ne constate aucune diminution de volume. Il en résulte que la pellicule ou le *globule* d'eau subsiste entre les grains du terrain égoutté.

Pour le sable de Rocour, on peut fixer à $49 - 44 = 5$ % du volume total l'eau pelliculaire qui subsiste après égouttement. Pour un terrain perméable quelconque, ce chiffre ne dépasse pas 6 %.

Rapporté à l'unité de volume des grains, ce chiffre serait pour le sable de Rocour $\frac{5 \times 100}{51} = 9.8$ % du volume des grains.

Les terrains perméables naturels ne comptent jamais 44 % de vide. On peut donc dire que *le volume d'eau qui reste après égouttage dans du terrain meuble est toujours inférieur aux 10 % du volume occupé par les grains*.

Évaluons l'épaisseur E d'une pellicule d'eau entourant un grain sphérique de diamètre D quand le volume de la pellicule vaut 10 % du volume du grain.

On a

$$\pi (D + 2E)^3 - \pi D^3 = 0.10 \pi D^3,$$

ou

$$(D + 2E)^3 = 1.1 D^3.$$

Cette équation donne

$$E = 0.016 D.$$

Les grains de sable n'étant pas sphériques, l'épaisseur de la pellicule est encore plus faible que celle calculée. Si on remarque que les grains de terrain se mesurent en dixièmes ou en centièmes de millimètre, on en conclut que l'épaisseur de la pellicule d'eau, si elle est continue, va se mesurer en millièmes ou même en dix-millièmes de millimètre. Il est difficile d'admettre l'existence de telles épaisseurs d'eau sur des surfaces continues. Il est plus rationnel de croire que l'eau se trouve à l'état *sphéroïdal*, donc en *globules* séparant les grains de sable.

J. DELECOURT FILS. — **Forme des trajectoires suivies par l'eau dans la partie de couche aquifère influencée par un puits ordinaire.**

Considérons (fig. 1) un puits à paroi perméable atteignant une couche imperméable. La nappe au repos est supposée être un plan horizontal dont CB est la trace sur le plan méridien qui est dessiné.

Un pompage continu va déprimer la nappe. Soit AMB la demi-méridienne déprimée. Toute l'eau débitée par le puits proviendra de l'intérieur du cylindre droit engendré par la révolution de BE.

Toute molécule d'eau est soumise :

- 1° A la pesanteur qui tend à la faire descendre ;
- 2° A l'attraction du puits produite par la dépression CA.

Ces deux actions vont se combiner en grandeur et en direction, et donneront en chaque point la direction du mouvement.

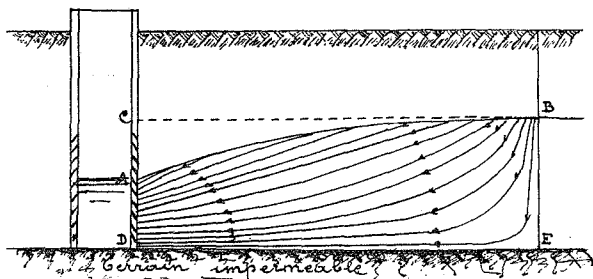


FIG. 1.

L'influence de la pesanteur est due à la réalimentation de la nappe. Les eaux de réalimentation s'infiltrent dans le sol et entrent dans la nappe avec une vitesse acquise pendant la descente. Cette vitesse est extrêmement faible.

Par contre, aux environs du puits, l'attraction de celui-ci produit des vitesses considérables.

On en conclut :

1° Qu'aux environs du point B, l'influence du puits étant nulle, quelle que soit la faiblesse de la composante due à la pesanteur, comme elle est seule à agir, l'eau descendra verticalement ;

2° Que l'influence de la pesanteur étant constante en tous points, sinon décroissante vers l'axe du puits, et que l'attraction du puits augmentant depuis B, où elle est nulle, jusqu'en A, où elle est maximum, on en conclut, disons-nous, que *les parties supérieures des trajectoires se couchent de plus en plus sur la nappe en allant de B vers A ;*

3° Qu'aux environs du point A, l'attraction du puits étant très forte, l'influence de la pesanteur est négligeable, l'inclinaison des trajectoires est donc comprise entre celle de la nappe en ce point et l'horizontale.

Les trajectoires ainsi établies sont dessinées sur la figure 1. Il ne faut pas perdre de vue que pour rendre la figure compréhensible, j'ai

été obligé de prendre une échelle des hauteurs quarante ou cinquante fois plus grande que l'échelle des longueurs.

Si on se représente la figure étendue quarante ou cinquante fois en largeur, on se rend compte que la majorité des trajectoires diffère fort peu de l'horizontale.

FORME QUE M. D'ANDRIMONT ASSIGNE AUX MÊMES TRAJECTOIRES.

M. d'Andrimont, cherchant à établir expérimentalement la forme des trajectoires, étudie le cas d'un puits n'atteignant pas la couche imperméable. L'expérience est réalisée en petit dans une caisse remplie de terrain meuble dans lequel on introduit quelques grains de permanganate de potasse.

La nappe simulée est réalimentée par une pluie artificielle. Dès lors, d'après M. d'Andrimont, si on prélève au puits un débit constant, les traînées colorées de permanganate vont indiquer les trajectoires suivies par l'eau.

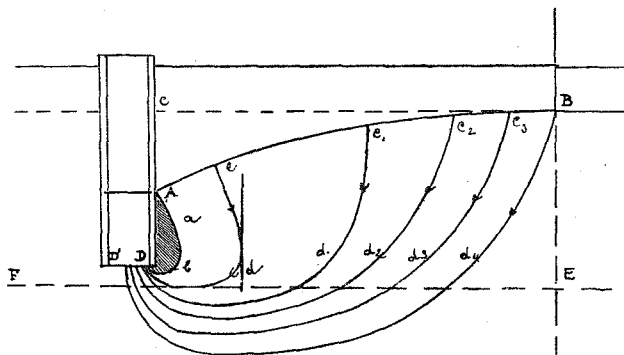


FIG. 2.

On arrive ainsi à des trajectoires très redressées (c_1d_1 , c_2d_2 , c_3d_3 , Bd_4), comme l'indique la figure 2. De plus, contrairement à ce que nous avons dit plus haut, les trajectoires sont d'autant plus raides qu'elles s'approchent du puits.

Les erreurs de la méthode proviennent des faits suivants :

1° La solution de permanganate étant plus lourde que l'eau, les traînées de permanganate sont plus verticales que les trajectoires réelles.

2° La réalimentation de la nappe étant artificielle, on ne peut reproduire les phénomènes réels.

En effet, si nous considérons l'importance de la réalimentation naturelle, nous pouvons dire qu'il s'infiltré moins de 365 millimètres d'eau par an, soit moins de 1 millimètre par jour ou moins de 1 litre par vingt-quatre heures. M. d'Andrimont n'a pas pu répartir uniformément une si petite quantité d'eau : il a donc dû exagérer fortement la réalimentation et, par conséquent, les effets de la pesanteur. Les trajectoires de l'expérience sont donc beaucoup plus raides que les trajectoires réelles.

3° La position de la couche imperméable n'est pas fixée. Le débit d'un puits augmente avec la hauteur de couche intéressée ; pour des captages importants, on tâche autant que faire se peut de descendre le puits jusqu'à la couche imperméable. La distance de cette couche au fond du puits est donc faible en général. En supposant la couche imperméable en FE, on voit comment la descente des molécules d'eau est arrêtée.

4° Les dimensions de la caisse qui sert à l'expérience sont limitées. Le rapport entre l'épaisseur de la couche aquifère et le rayon d'influence du puits est donc forcément beaucoup plus petit qu'en réalité et les trajectoires ont une courbure beaucoup plus forte qu'en pratique.

Ces quatre causes d'erreur ont toutes pour effet de donner aux trajectoires une forme très redressée au départ. Les erreurs sont indépendantes et s'ajoutent.

Nous avons dit tantôt que *les trajectoires expérimentales sont d'autant plus raides que l'on se rapproche plus du puits*, ce qui est contraire à la théorie que nous énoncions plus haut. Voyons quelle est la raison de cette nouvelle erreur.

Considérons un puits *uniquement* alimenté par le *fond* et réalisons une expérience avec un puits simulé. Supposons que le point B de la figure 2 soit le bord de la caisse. L'alimentation ayant lieu uniquement par le fond, le mouvement peut être assimilé à un mouvement uniforme à travers des sections très décroissantes dont la plus grande est la nappe et la plus petite la section du puits. Il en résulte que l'énorme diminution de section se traduira par un remous qui va exister tout le long de la paroi du puits.

Nous représentons la zone de ce remous par la ligne AabD. Il s'ensuit que si on admettait que l'alimentation d'un puits pût se faire uniquement par le fond, on trouverait non seulement des trajectoires pour lesquelles le redressement augmente dans le voisinage du puits, mais des trajectoires pour lesquelles ce redressement est inverse

(cf. de la fig. 2), c'est-à-dire des trajectoires dont une partie s'écarte de l'axe du puits.

Ces résultats ne peuvent exister en pratique :

1^o Parce que le puisatier ménage dans la paroi du puits des barbaques, de façon à assurer l'alimentation latérale;

2^o Parce que la paroi extérieure du puits n'est pas partout en contact avec le terrain.

Le remous n'existe donc pas et l'alimentation par le fond se ramène à une alimentation latérale.

M. D'ANDRIMONT renvoie son contradicteur au travail du Directeur des Eaux d'Amsterdam, qui est absolument péremptoire. Quant à l'état pelliculaire, ce n'est qu'une façon de parler caractérisant la circulation de l'eau opposée à celle de l'eau remplissant tous les vides du sable (1).

M. L. GERARD. — Le fait de la présence d'une couche de sable tourbeux est particulièrement grave. Il semble que seule l'existence de réserves inhabitées pourrait rendre acceptable la prise d'eau dans cette zone; or il s'agit de la région des futures exploitations houillères de la Campine, ce qui rend cette solution impossible en fait.

La thèse de la différence de pouvoir filtrant entre les sables noyés et ceux partiellement noyés est parfaitement exacte; aussi la contamination de l'eau perdure-t-elle en profondeur, dans ces zones où la nappe aquifère se confond avec les eaux superficielles et où le sol est éminemment contaminable.

M. VAN DEN BROECK attire l'attention de ses collègues sur la haute valeur et sur l'importance pratique de la communication que vient de nous faire M. l'ingénieur A. Deblon.

Il convient de féliciter hautement ce dernier pour l'effort et le labeur considérables représentés par le travail consciencieux et si précis qui vient d'être exposé à la Société.

Des données qu'il contient, il paraît résulter clairement que dans le grave et important problème de l'alimentation des populations de la Campine en eau potable, il reste encore à effectuer une *mise au point finale* des études et calculs, mise au point que, d'après les exposés successifs des auteurs du projet, l'on aurait pu croire déjà acquise.

(1) Le Secrétariat a reçu, trop tard pour l'insérer, une réponse de M. d'Andrimont aux notes de M. Delecourt. Elle figurera au prochain Procès-verbal.

Mais, à la suite des intéressantes constatations de M. A. Deblon, on est maintenant en droit d'en penser autrement.

Toutefois le travail complémentaire exigé sera, grâce aux recherches, travaux et expériences de M. Deblon, singulièrement facilité aux savants auteurs du projet. Ils parviendront, sans nul doute, à améliorer encore celui-ci par l'examen et par la discussion scientifique des faits nouveaux qui viennent d'être portés à notre connaissance et dont il paraît impossible de ne pas tenir compte.

Notre zélé collègue M. Deblon aura ainsi bien mérité des populations intéressées, ainsi que des pouvoirs publics, en mettant les auteurs du projet de la Campine à même d'arriver bientôt à la phase complémentaire d'élaboration finale devant précéder la période d'adoption et d'exécution du projet grandiose élaboré par MM. Putzeys frères et Rutot. Il n'est d'ailleurs pas douteux que la réalisation complète de ce projet, s'il est possible de le rendre parfait, ne soit hautement désirable à tous égards.

M. LE PRÉSIDENT, tout en reconnaissant l'importance du travail de M. Deblon, ne croit pas que ses conclusions puissent être adoptées sans réserves. Beaucoup de points lui semblent sujets à discussion; les auteurs du projet ne manqueront pas sans doute de répondre. Il croit opportun de remettre la discussion à la prochaine séance, après publication des documents.

Au nom de M. Pirsch, empêché, le Secrétaire donne lecture de la note ci-dessous :

M. PIRSCH. — Note relative à l'emploi des appareils hydrotimétriques actuellement en usage.

L'hydrotimétrie donne des indications rapides sur le degré de dureté d'une eau, ce qui permet d'en apprécier la valeur au point de vue de son emploi aux usages alimentaires, domestiques et industriels. Cette méthode d'examen présente une grande utilité lorsqu'il s'agit d'étudier les eaux d'une région quant à leur potabilité.

Pour cela, il faut procéder à des essais très longtemps continués de l'eau des sources à capter et, ces essais n'étant généralement pas effectués par un seul agent, il importe que tous ceux qui étudient une région aquifère soient munis d'instruments donnant des indications absolument semblables.

Or, il est bien loin d'en être toujours ainsi.

Le matériel hydrotimétrique se compose d'un flacon et d'une burette. Le flacon est jaugeé à 10, 20, 50 et 40 centimètres cubes. Il arriva qu'en présence des résultats peu concordants obtenus à l'examen des eaux d'une région, j'eus l'idée de procéder à la vérification des flacons employés, en me servant pour cela d'une burette de Mohr, jaugeée et étalonnée, et dont la précision ne pouvait être révoquée en doute. Et, pour toute une série d'essais pratiqués sur les eaux d'un groupe de sources, je constatai que lorsqu'un flacon contenait exactement 40 centimètres cubes de liquide au trait d'affleurement 40, un second en contenait de 36 à 37 et un troisième de 43 à 44, soit donc environ un dixième du volume indiqué en moins ou en plus. Les titrages hydrotimétriques en étaient faussés, et il en résultait que ceux qui s'occupaient de l'étude des sources avaient supposé d'abord qu'il y avait là des eaux d'origines diverses.

Il est inutile d'insister sur l'importance de ce dernier point, et il est regrettable de ne pouvoir compter sur des appareils dont les indications devraient être toujours très exactes. C'est l'observation que je fis à un fournisseur qui me répondit que « si les appareils allemands ne sont pas très précis, les appareils français le sont encore beaucoup moins ».

Le remède à pareille situation est fort simple. Il suffirait de créer en Belgique un service officiel de vérification des appareils *scientifiques* de mesure, de poids, de température, etc. Ce service fonctionne en Allemagne à la grande satisfaction de tous les intéressés. Et alors, ceux qui doivent aborder ici l'étude de certaines questions verraient leurs travaux facilités et ils en verraient abrégé la durée parce qu'on leur éviterait des discussions qui n'ont d'autre cause que le manque de précision et de concordance dans les résultats fournis par les appareils actuellement en usage.

La séance est levée à 23 heures.

