

## PROCÈS-VERBAL

DE LA

### SÉANCE D'HYDROLOGIE DU 12 FÉVRIER 1889

*Présidence de M. Th. Verstraeten.*

La séance est ouverte à 8 h. 15 du soir.

La liste de présence porte les noms de 36 personnes, membres et invités.

Parmi ces derniers figurent MM. Brulé, bourgmestre de Rebecq-Rognon; M Hulin, conseiller provincial; M. Aug. François, ingénieur agricole délégué par M. l'Inspecteur général de l'Agriculture, etc.

Avant d'aborder l'ordre du jour, M. le Secrétaire annonce que M. Kemna, d'Anvers, demande une modification au Procès-verbal de la séance d'Hydrologie du 15 novembre 1888.

Malgré l'approbation de ce Procès-verbal à la séance du 30 janvier, M. le Président croit utile de donner la parole à M. Kemna pour qu'il puisse développer ses observations.

M. Kemna pense que l'on pourrait interpréter erronément la reproduction de deux points extraits du rapport de M. Verstraeten à la Société royale de Médecine publique et relatifs à l'intervention de la Société des Sciences médicales et naturelles et du Congrès Pharmaceutique de 1885, à propos des *nombres limites généraux* donnés pour la constitution d'une eau réputée potable.

L'orateur rappelle que ces maxima généraux ont été combattus et que l'Assemblée annuelle de la Société de Médecine publique de 1888 a stipulé que les chiffres donnés n'avaient à ses yeux *aucune valeur officielle ou définitive*.

M. Kemna craint que la reproduction de ces chiffres dans le compte-rendu de la Séance d'Hydrologie du 15 novembre, en regard de celle des *conclusions formelles* prises pour l'établissement du Programme d'étude, n'induisse en erreur des lecteurs non prévenus et il demande que ces restrictions soient notées.

M. le *Président* répond que tout le monde est d'accord pour ne pas donner aux chiffres publiés une importance qu'ils n'ont pas, mais qu'il était toutefois intéressant de les reproduire, ne fût-ce que comme base des discussions futures. Dans tous les cas, s'il y avait eu réellement à craindre une erreur de la part du lecteur, la rectification faite au Procès-verbal de la présente séance suffira pour enlever désormais tout doute à cet égard.

### Correspondance.

M. le *Secrétaire* donne d'abord lecture d'une lettre de M. J. *Gosselet*, Président de la Société, priant l'Assemblée d'excuser son absence à cause de la réunion à Lille d'un Comité d'Agriculture dont il est également président, ainsi que d'un télégramme de M. *Houzeau*, président de la Section d'Hydrologie, retenu à Mons par indisposition.

MM. *Moulan*, *Van Scherpenzeel*, *Thim*, *Lemonnier*, *Deby*, membres de la Société, font excuser leur absence.

MM. *G. Arnould*, Directeur général des Mines; *P. Moreau*, Ingénieur du service technique provincial du Brabant et *A. Poplimont*, géomètre-expert, remercient pour l'invitation qui leur a été adressée et regrettent de ne pouvoir assister à la séance.

MM. le *comte Goblet d'Alviella*; *A. Gobert*, Ingénieur et *Aug. Zune*, chimiste, remercient pour des documents envoyés et demandent à faire partie de la Société.

M. *Léon Van der Kindere* prie la Société de donner son avis au sujet du projet de cimetière pour la Commune de St-Gilles, à ériger sur le territoire de la commune d'Uccle, à Calevoet.

M. *V. L. Cottman*, Directeur du *Maritime Exchange* de l'*U. S. Branch Hydrographic Office*, à New-York, fait savoir à la Société, qu'il envoie la carte du pilotage de l'Atlantique du Nord, ainsi que les travaux de l'Office hydrographique des États-Unis. Il envoie en même temps un lot de cartes marines pour l'année 1888 et annonce qu'il a fait inscrire notre Société dans la liste des envois réguliers aux Institutions scientifiques recevant mensuellement ces documents.

M. *Cottman* fait parvenir en même temps un livret à souches en blanc, qu'il désire voir circuler dans le monde maritime, afin de voir se multiplier les annotations appelées à prendre place dans les documents hydrographiques et météorologiques.

M. *Lorié*, sollicité par le bureau de la Société au sujet d'un travail général sur l'hydrologie souterraine de la Hollande, entre dans quelques détails relatifs à un puits artésien actuellement en creusement à Amsterdam, puis il fait ressortir la différence considérable existant

entre les sous-sols de la Hollande et de la Belgique. Tandis que notre région montre une succession de couches marines régulières, très diverses, superposées, les couches formant le sol des Pays-Bas jusqu'à assez grande profondeur, sont fluviales, irrégulières et présentent des dispositions lenticulaires. M. Lorié déclare ne connaître en Hollande qu'un seul niveau aquifère favorable, où l'eau soit bonne; il est localisé dans la vallée gueldroise.

Toutefois, M. Lorié ayant appris que la Société pharmaceutique des Pays-Bas va entreprendre des analyses d'eaux souterraines, se mettra en relation avec elle et se chargera de réunir les documents, analyses, etc., de sorte que, plus tard, un travail d'ensemble sur les puits et forages de la Hollande et sur leurs résultats, pourra être rédigé et présenté à la Société.

M. *Gosselet*, de son côté, a parlé à divers géologues du département du Nord, du projet d'une description de l'*hydrologie souterraine détaillée du Nord de la France*. Notre président dit que la proposition a été acceptée avec enthousiasme, mais il croit qu'il faudra du temps pour rassembler tous les documents; toutefois le travail n'est nullement impossible à réaliser.

Enfin, la Société a reçu l'annonce du décès d'un de ses membres honoraires italiens, M. le professeur *Giuseppe Seguenza*, de Messine (Sicile).

L'assemblée décide qu'une lettre de condoléances sera envoyée à la famille et M. E. Van den Broeck, Secrétaire, est prié de rédiger pour le Bulletin une notice nécrologique sur notre regretté confrère.

#### Présentation de membres effectifs.

Sont présentés par le bureau en qualité de membres effectifs :

- MM. Léon VAN DER KINDERE, à Bruxelles.
- Auguste ZUNE, Chimiste, à Bruxelles.
- G. SCHUERMANS, à Bruxelles.
- J. DE NAEYER, à Willebroeck.
- Comte GOBLET D'ALVIELLA, à Court St-Etienne.
- J.-B. NOWÉ, à Vilvorde.
- Auguste GOBERT, à Bruxelles.
- A. CASTAIGNE, à Bruxelles.
- Albert COCHETEUX, à Bruxelles.
- Ernest REISSE, à Bruxelles.

**Nomination de membres effectifs.**

Sont élus à l'unanimité, par le vote de l'Assemblée :

- MM. Marcel BERTRAND, Ingénieur en chef des Mines, Professeur de géologie à l'École des Mines de Paris.  
 F. BERTRAND, Négociant en matériaux de construction, 2, rue de Hollande, à Bruxelles.  
 Émile BRAUN, Ingénieur, Directeur des travaux de la ville de Gand, 58, boulevard du Château, à Gand.  
 Henry DEBY, 3, rue du Marché, à Bruxelles.  
 DEVOS, Entrepreneur, 143, chaussée de Forest, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.  
 Henri DEFUISSEAUX, Ingénieur, 517, avenue Louise, à Bruxelles.  
 Edgar HAINAUT, Ingénieur des ponts et chaussées, 28, Grand'Place, à Tournai.  
 Prosper HENREZ, Conseiller communal, 9, rue Moris, à Bruxelles.  
 Albert KUHNNEN, Ingénieur civil, 264, rue Rogier, à Bruxelles.  
 Dr LENTZ, Directeur de l'asile des aliénés de l'État, à Tournai.  
 Paul PETITCLERC, Membre de la Société Géologique de France, etc., à Vesoul (Haute-Saône).  
 J.-B. PIRAUX, Constructeur-mécanicien, 5, rue de Mérode, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.  
 E. RAMLOT, Libraire-Éditeur, 17, rue Grétry, à Bruxelles.  
 Edgar VALENTIN, Conducteur honoraire des ponts et chaussées, à Marche.

**Communications des membres.**

M. *le Président* annonce qu'à la suite d'une question urgente posée à la Société, au nom de la commune d'Uccle, par M. L. Van der Kindere et relative à l'appréciation du choix d'un emplacement proposé par la commune de Saint-Gilles pour l'établissement d'un nouveau cimetière sur le territoire de la commune d'Uccle, l'ordre du jour figurant à la convocation ne pourra être immédiatement abordé.

La parole est successivement donnée à M. Rutot et à M. E. Van den Broeck pour l'exposé de la question et pour l'énoncé des conclusions de l'étude faite par eux à ce sujet.

## ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

DE L'EMPLACEMENT PROJETÉ POUR L'ÉTABLISSEMENT DU

## NOUVEAU CIMETIÈRE DE SAINT-GILLES, A UCCLE-CALEVOET

*suivie de quelques remarques**sur le Rôle de la Géologie dans la question des Cimetières*

PAR

**A. Rutot et E. Van den Broeck**

Conservateurs au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.

Sur l'initiative de M. L. Van der Kindere, membre du Conseil communal d'Uccle, la Société a été saisie de l'appréciation du choix provisoire fait par la commune de Saint-Gilles, d'un terrain situé immédiatement à l'Ouest de la gare d'Uccle-Calevoet, pour l'établissement d'un nouveau cimetière.

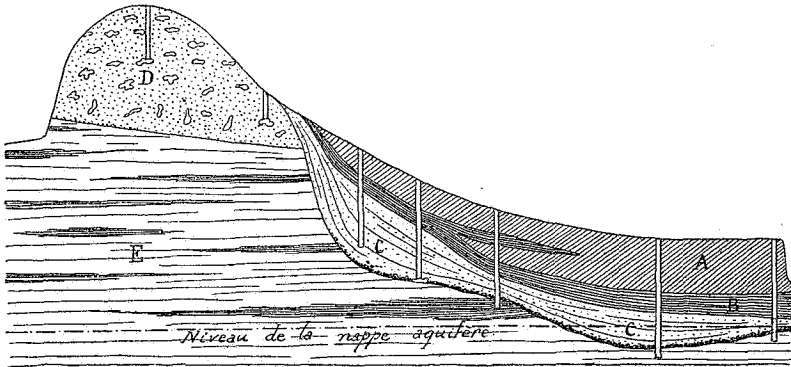
La réponse étant demandée d'urgence, au lieu d'attendre la séance pour la désignation des rapporteurs, nous avons cru utile d'effectuer immédiatement des études sur le terrain, afin de pouvoir soumettre à l'assemblée les résultats de ces observations.

A cet effet nous avons effectué treize sondages, ainsi que quelques observations directes en divers points du terrain désigné et qui comprend la partie entourant, jusqu'à une certaine distance, le sommet du monticule situé à l'Ouest de la gare d'Uccle-Calevoet et dont l'altitude la plus élevée est de 60 mètres.

La cote la plus basse se trouve au Nord, en face de l'ancien gazon, vers l'altitude 41 mètres.

Autant que possible, les sondages ont été alignés de manière à pouvoir servir d'éléments pour les coupes géologiques.

Afin de donner une idée de la constitution du terrain, nous reproduisons ci-après, avec l'échelle des hauteurs fortement exagérée, l'une des coupes passant par le sommet du monticule et dirigée S-O — N-E.



- A. Limon homogène assez perméable.
- B. Limon argileux imperméable.
- C. Limon avec zones sableuses ; sable grossier et cailloux à la base.
- D. Sable grossier bruxellien, avec rognons de grès.
- E. Sable ypresien fin, meuble, avec linéoles d'argile.

NOTA. Le substratum profond de cette coupe est formé de sable argileux et d'argile ypresienne imperméable, donnant naissance à la nappe aquifère qui s'élève en E.

Ainsi qu'on le voit, le sommet de la colline est formé par un affleurement au sol de sable très grossier bruxellien avec rognons de grès, très perméable et éminemment propre à la disparition rapide des corps qui y sont inhumés ; mais ce sable, dont le développement en surface est très réduit et dont le maximum d'épaisseur ne dépasse pas 5 à 7 mètres, repose sur le sable fin ypresien, rendu peu perméable à cause de la présence d'assez nombreux lits d'argile, tandis que, d'autre part, les flancs du monticule sont recouverts d'un épais manteau de limon stratifié quaternaire.

Or, ce limon quaternaire est constitué par trois zones superposées ; l'une supérieure, épaisse d'environ deux mètres, est faiblement et moyennement perméable ; la suivante, médiane, est argileuse et imperméable ; enfin, la troisième, inférieure, est sableuse et très perméable.

Mais l'effet utile de la perméabilité de la partie inférieure du limon est annihilé par la zone argileuse médiane imperméable ; de sorte que les corps inhumés dans la région limoneuse, qui constitue environ les deux tiers de la surface choisie, seraient, — précisément à la profondeur d'inhumation — déposés, au moins en hiver, dans un véritable niveau d'eau provenant des infiltrations ayant pénétré dans le limon friable et arrêtées, vers la profondeur de 2 mètres, par le limon argileux imperméable.

Il s'en suivrait, pour ces corps, une conservation indéfinie, chaque

fosse devenant une sorte de concession forcée à perpétuité, tandis que les produits de la décomposition lente, se mélangeant à l'eau du niveau aquifère ainsi formé, suivraient la pente du terrain en s'étalant sur la partie argileuse et viendraient influencer tous les terrains environnants, presque à fleur de terre.

D'autre part, les conditions favorables de l'affleurement de sable bruxellien très perméable seraient aussi en partie détruites par la présence, en sous-sol, du sable ypresien avec lits d'argile et, plus bas, par l'argile ypresienne compacte et imperméable, de sorte que le grand mouvement de filtration rapide avec aérage renouvelé ne se ferait efficacement que sur une épaisseur très faible et insuffisante.

Enfin, ajoutons que la présence d'une quantité notable de calcaire pulvérulent dans le sable filtrant est également nécessaire pour opérer la nitrification des matières azotées et leur disparition rapide par dissolution complète dans les eaux infiltrées; or ce calcaire fait ici défaut, aussi bien dans le sable bruxellien grossier et siliceux que dans le sable fin ypresien.

Donc, au point de vue de la constitution géologique du sol et du sous-sol, les corps inhumés dans la partie sableuse perméable avoisinant le sommet, se décomposeraient rapidement, mais les résidus de la décomposition ne seraient que très imparfaitement transformés en matières solubles et engorgeraient les pores du sable ypresien; tandis que les corps inhumés dans la partie limoneuse se conserveraient indéfiniment en subissant la saponification grasse.

Mais ces résultats inévitables en amèneraient bientôt d'autres plus graves.

En effet, nous avons reconnu que la nappe d'eau potable qui alimente les puits domestiques et qui s'étend au bas du sable meuble ypresien, près de son passage aux sables argileux et à l'argile sous-jacente, établit son niveau supérieur vers la cote 41.

Cette nappe, qui serait ainsi en contrebas d'une dizaine de mètres seulement sous l'altitude moyenne du cimetière, se trouverait évidemment contaminée au bout de très peu de temps, surtout par les infiltrations de matières pernicieuses et incomplètement transformées provenant de la partie supérieure la plus perméable du champ de repos. Il suivrait donc de cet état de choses une viciation rapide de la nappe d'eau potable, qui rendrait extrêmement dangereux et répugnant l'emploi de l'eau des puits des habitations environnant la gare de Calevoet. L'effet serait particulièrement désastreux pour la maison de campagne située le long de la clôture Ouest du cimetière.

Il existe précisément le long du flanc tourné vers l'Ouest un escar-

pement brusque de 5 à 6 mètres, coupant à pic les sables bruxellien et ypresien et les eaux chargées des matières en décomposition viendraient, grâce aux lentilles argileuses renfermées dans l'Ypresien, suinter sur toute la longueur de l'escarpement.

En conséquence, au point de vue géologique, comme au point de vue hydrologique, l'emplacement provisoire désigné est franchement défavorable, attendu que, sur le tiers le plus élevé, la décomposition rapide engendrerait des quantités de matières en putréfaction, dont la nitrification ne pourrait se faire et qui se mêleraient, à l'état le plus pernicieux, à la nappe d'eau potable ; tandis que sur les deux tiers restants, les corps ne se décomposeraient qu'avec une extrême lenteur, en saturant la surface du sol de produits non moins dangereux que les précédents.

Au point de vue de la commune de St-Gilles, l'opération serait mauvaise parce qu'il faudrait sans cesse agrandir le cimetière, et que ces accroissements ne pourraient se faire que dans des régions de plus en plus défavorables.

Au point de vue de la commune d'Uccle, les habitants des environs du cimetière verraient leur eau potable rapidement infectée par les produits dangereux d'une transformation chimique incomplète.

Si, faisant abstraction des intérêts de la commune d'Uccle, on n'avait à envisager la question qu'au point de vue du vœu de la commune de St-Gilles et s'il fallait, malgré les conditions déplorable de l'emplacement choisi par elle sur le territoire de sa voisine, tenter une légère amélioration du sol, il faudrait en tout cas abandonner toute la partie basse de l'emplacement proposé. Il faudrait ensuite convertir en briques, destinées au mur de clôture, la partie supérieure du limon argileux qui couvre les flancs de la colline, puis, à l'aide d'un grand nombre de *drains verticaux*, établir dans ce sol, ainsi rabaissé, de multiples communications entre la base sableuse et perméable du dépôt quaternaire et le limon perméable supérieur, dont le sépare actuellement la zone médiane argileuse et imperméable du limon gras. Ce dispositif permettrait, dans une bonne partie du terrain, d'éviter la formation, au niveau du fond des fosses d'inhumation, de la zone aquifère ou tout au moins très humide, actuellement constatée, au moins pendant la période d'hiver.

On pourrait enfin réserver à l'établissement des concessions à perpétuité et des caveaux, les parties les moins favorables de l'emplacement et attribuer aux inhumations ordinaires le plateau à affleurement sableux bruxellien qui couronne la colline.

Ce sont là, bien entendu, des palliatifs d'une efficacité relative et qui



n'enlèveront rien aux conditions générales défavorables qui viennent d'être signalées, surtout au point de vue de l'intérêt hygiénique de la commune d'Uccle, dont les eaux n'en resteraient pas moins contaminées.

Avant de terminer, nous profiterons de l'occasion que nous offre cette étude pour faire remarquer que l'étude scientifique de la question des cimetières a donné lieu, suivant les circonstances, à des conclusions très diverses, que l'on a souvent le tort de vouloir généraliser dans un sens ou dans l'autre, sans prendre la peine d'étudier les faits locaux : base capitale des déductions à faire.

Pendant des siècles, on le sait, les sépultures se sont faites en dépit de toutes les lois hygiéniques; on inhumait autour des églises, dans les villes, en pleins centres habités, à proximité des puits et des citernes, sans se préoccuper de la nature du sol, de la présence ou de la proximité des nappes aquifères, de leur direction souterraine, etc. Une réaction s'est faite vers le commencement de ce siècle. Des décrets ont paru, en France comme en Belgique, isolant les cimetières nouveaux et ordonnant, par exemple, qu'au moins 100 mètres séparassent les champs de sépulture des puits des environs. On a eu enfin de telles préventions contre les cimetières que de nombreux auteurs ont cru que l'air même qui y circule pouvait contenir et transporter des germes malsains et dangereux. La situation de plus d'un cimetière a été décidée, non pas après une enquête déterminant la nature du sol, la profondeur et la direction de la nappe aquifère phréatique ou supérieure, mais d'après cette donnée, puérile et sans portée, qu'il fallait éviter de laisser transporter au-dessus des agglomérations voisines, par le vent dominant, les soi-disant miasmes et microbes de l'air ayant passé par dessus les cimetières.

Depuis une vingtaine d'années, la question mieux fondée et plus grave de l'*altération des eaux de puits* par le voisinage des cimetières a fait l'objet des recherches de quelques auteurs consciencieux.

Dans une intéressante notice sur cette matière, présentée en juin 1871 à l'Académie de médecine de Paris, par M. J. Lefort, ancien vice-président de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, nous trouvons des considérations intéressantes et des faits précis, en suite desquels cet auteur conclut avec raison que la distance de 100 mètres, décrétée par la loi de 1808, comme devant séparer les cimetières des puits domestiques, etc., n'est pas toujours suffisante pour prévenir la contamination.

Si nous passons maintenant à un rapport plus récent, publié il y a deux ans, au nom d'une Commission de savants belges éminents : MM. J.-S. Stas, Depaire et Vleminckx, rapport présenté au Conseil

supérieur d'Hygiène publique, à l'occasion du déblai anticipé du cimetière du Quartier Léopold à Bruxelles, nous nous trouvons en face de résultats bien différents et de conclusions dont la généralisation serait de nature à faire croire à la complète innocuité des cimetières.

Pourquoi ces divergences si profondes dans des cas qui, au premier abord, paraissent identiques? La réponse est bien simple : parce qu'il faut, avant tout, tenir compte des *conditions locales*, qui varient dans chaque cas. C'est au géologue hydrologue qu'il appartient de faire une première enquête approfondie, puis au chimiste à intervenir et alors la science peut se prononcer en connaissance de cause.

Rappelons en quelques mots le cas du cimetière du Quartier Léopold :

Ouvert en 1784, le cimetière a été fermé en 1877 : les inhumations y ont été considérables, car on évalue à 2500 par an, celles faites pendant les dix dernières années, ce qui représente pour cette période environ 300,000 kilogrammes de matières organiques, dont les terres du cimetière ont eu à supporter la décomposition.

D'après un arrêté de 1880, aucune fouille n'est, à moins de circonstances exceptionnelles, autorisée dans un cimetière supprimé que 15 ans au moins après la cessation des inhumations. Or la ville de Bruxelles, désireuse d'étendre un quartier nouveau à l'emplacement du cimetière, avait demandé l'autorisation de déblayer dès 1886 les terres du cimetière et d'en enlever 160,000 à 200,000 mètres cubes de terre.

La Commission précitée, chargée d'étudier la question, a reconnu, après de minutieux travaux d'analyse du sol, à diverses profondeurs, et des eaux des puits environnants, que la matière organique azotée et les produits qui en dérivent avaient presque entièrement disparu de la terre du cimetière, qui n'en contenait plus en moyenne qu'un gramme par mètre cube. Il en résulte que les 300,000 kilogrammes de matières organiques introduites pendant les dix dernières années d'usage du cimetière ont été réduits, sans tenir compte de tout le travail antérieur d'assimilation, à 160 ou 200 kilogrammes, répartis dans les 160 à 200,000 mètres cubes à déblayer : résultat assez inattendu.

De même, l'analyse de l'eau des puits environnants a montré que les substances organiques n'y existaient que dans des proportions excessivement faibles. Elles contenaient des azotates, mais pas d'ammoniaque. Ces eaux donc n'étaient pas contaminées par des décompositions putrides et n'étaient pas influencées par le voisinage, très immédiat cependant, du cimetière.

Or, si l'on examine avec l'œil du géologue la situation, la nature et la constitution du sol et du sous-sol à l'emplacement du cimetière du

Quartier Léopold, la profondeur de la nappe phréatique qui alimente les puits voisins, il est facile de s'assurer que les circonstances les plus favorables se trouvent ici réunies pour provoquer la prompte décomposition des corps et pour empêcher la contamination des eaux souterraines. Absence ou faible développement de dépôts limoneux recouvrants; épaisseur considérable d'un sol éminemment léger, poreux et perméable, renfermant un heureux mélange de sable rude et de calcaire, grande profondeur de la nappe aquifère (qui à l'Est et à 50 m. du mur de clôture du cimetière, dans l'un des puits examinés atteint jusque 32 mètres); tout enfin se trouve ici réuni pour amener le résultat exceptionnel signalé par le rapport des savants auteurs précités.

Que l'on mette en regard ces conditions et celles exposées pour l'emplacement du cimetière projeté à Uccle-Calevoet (Station) et il sera difficile d'admettre que les conclusions optimistes si justifiées qui viennent d'être rappelées, puissent être invoquées pour le cas qui nous occupe.

Comme conclusion, nous terminerons cette note en répétant que, dans chaque particulier, *il convient de procéder à une enquête approfondie et raisonnée, basée sur l'observation directe; c'est-à-dire sur une reconnaissance géologique, hydrologique et chimique* faite à l'aide de sondages ainsi que de constatations et d'analyses sur l'eau des puits et enfin s'appuyant sur les connaissances générales que fournissent les sciences géologique et hydrologique.

M. le Président remercie MM. Rutot et Van den Broeck de leur exposé clair et concluant de la question du cimetière nouveau projeté à Calevoet. Il ajoute que jusqu'à présent toutes ces questions communales ont été traitées avec trop de légèreté et souvent même avec trop peu de souci des véritables intérêts généraux. On ne peut qu'encourager les Communes à s'adresser à la Société lorsqu'il s'agit de cas qui ne sont pas de la compétence complète des agents administratifs chargés de les étudier; elles auront ainsi les moyens de prendre des solutions rationnelles, économiques, conformes à l'hygiène et aux intérêts généraux qu'elles ont en vue.

Pour ce qui concerne la question posée à la Société relativement au nouveau cimetière, elle semble avoir été étudiée d'une manière tout à fait satisfaisante par les rapporteurs et la Société adoptera sans doute leurs conclusions.

En conséquence, M. le Président met aux voix la question de savoir s'il sera répondu à la commune d'Uccle dans le sens de l'exposé et des conclusions de MM. Rutot et Van den Broeck.

L'assemblée décide unanimement qu'il sera répondu dans ce sens.

## DISCUSSION DU PROJET LEBORGNE ET PAGNOUL

(*Alimentation en eaux potables des villes de la Basse Belgique*).

M. le Président annonce que, conformément à l'ordre du jour de la séance, il va mettre en discussion le projet présenté à l'examen de la Société par MM. Leborgne et Pagnoul et dont douze exemplaires ont été distribués parmi les membres.

Avant d'entamer la discussion, M. le Président résume en quelques mots le travail de MM. Leborgne et Pagnoul, d'après leur mémoire intitulé : *Projet de distribution d'eau potable dans les agglomérations de Namur, Charleroi, Bruxelles, Tirlemont, Louvain, Malines, Lierre et Anvers*.

L'idée des deux auteurs réside dans la captation, par galeries drainantes, établies à un niveau défini (à la cote de 240 mètres) d'une abondante nappe liquide qui imprégnerait indistinctement toutes les roches de la région de l'Entre-Sambre-et-Meuse, sur la rive gauche de la Meuse, et du Condroz, sur la rive droite.

Cette nappe, dans l'esprit des auteurs du projet, remplirait les fissures et les fractures des roches fortement disloquées, depuis une faible distance de la surface jusqu'à une grande profondeur.

C'est cette eau, qu'ils supposent exister partout en abondance, qu'ils comptent distribuer à Bruxelles et aux autres villes citées ci-dessus, jusqu'à concurrence de 160,000 mètres cubes par jour.

Dans leur Mémoire, MM. Leborgne et Pagnoul traitent d'abord — d'après des documents assez peu précis — la question de la qualité des eaux de source ; puis ils exposent leurs idées sur la nappe aquifère des terrains à drainer ; ils étudient ensuite les surfaces à influencer, puis la quantité d'eau à recueillir et enfin la qualité des nappes aquifères à drainer ; ces préliminaires posés, les auteurs abordent les détails de l'exécution du projet.

Ce résumé fourni, M. le Président prie le Secrétaire de donner connaissance des avis envoyés par des membres non présents à la séance.

M. le Secrétaire lit d'abord un extrait d'une lettre de M. Gosselet, qui trouve le projet « trop peu étudié au point de vue géologique et juge inexacts les assertions des auteurs lorsqu'ils disent que les terrains qu'ils comptent drainer sont perméables à un haut degré ».

Ensuite il est donné lecture du rapport de M. Van Scherpenzeel *Thim*.

Dans ce rapport, l'auteur trouve que le projet de MM. Leborgne et

Pagnoul n'est guère susceptible d'une critique raisonnée ; la plupart des questions sont traitées trop sommairement pour qu'on puisse les résoudre d'une manière satisfaisante à l'aide des seules données fournies par les auteurs du mémoire explicatif du projet.

M. Van Scherpenzeel Thim croit que si les sources d'Oret et de Mettet, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et celles du Bocq et de Mohi-ville dans le Condroz, fournissent des eaux saines, il n'est nullement prouvé que les eaux des autres sources citées soient irréprochables et il est de plus à présumer que l'exécution des travaux de drainage proposés feraient disparaître ou amoindrirait considérablement le débit de ces sources.

En admettant même que les eaux de source soient excellentes, il y a de fortes réserves à faire au sujet de la valeur d'eaux recueillies dans les 105 kilomètres de galeries à creuser presque exclusivement dans les schistes, psammites et calcaires du Condrusien de Dumont.

L'Entre-Sambre-et-Meuse et le Condroz renferment en effet d'abondants dépôts de minerais d'oxyde de fer qui ont été exploités jusqu'au niveau naturel des eaux, minerais qui sont presque toujours plus ou moins pyriteux en profondeur et peuvent ainsi altérer la qualité des eaux.

D'autre part, les galeries absorberont les eaux des calcaires, retenues dans des fissures plus ou moins larges, où l'eau ne filtrera pas et arrivera dans les réservoirs avec les matières dont elle s'est chargée en traversant le sol arable.

Quant aux schistes et aux psammites devoniens, imperméables ou peu perméables, l'eau ne peut y pénétrer que grâce aux fissures, et traversera de même ces roches trop rapidement pour y subir une purification suffisante.

M. Van Scherpenzeel Thim entre ensuite dans la discussion des données pluviométriques, de la quantité d'eau infiltrée, etc., et montre le défaut de bases sérieuses des évaluations indiquées, ainsi que l'exagération des auteurs dans le sens favorable à leur projet. Le savant rapporteur estime qu'il se produira inévitablement de grandes variations de niveau et de débit.

Enfin, les travaux à exécuter pour la réalisation du projet sont décrits d'une manière trop peu précise pour qu'on puisse émettre un avis sur les dispositions adoptées.

Bien que la Société n'ait pas à s'occuper de ce point de vue spécial, M. Van Scherpenzeel Thim croit que le creusement des 105 kilomètres de galeries demandera plus de temps et de capitaux que ce qui est prévu par les auteurs du projet, lesquels ne semblent pas avoir tenu suffisamment compte des nombreux puits auxiliaires à ouvrir dans le

roc et des divers services d'aérage et d'exhaure qui en seront la conséquence.

L'honorable rapporteur conclut que beaucoup de points restent à élucider avant de pouvoir se prononcer en connaissance de cause sur le mérite du projet et qu'il serait téméraire d'exécuter, dès le début, certains travaux, tels que conduites, syphons, bassins, etc., avant d'avoir acquis la certitude que les galeries de captage donneront tout apaisement quant au volume et à la qualité des eaux à recueillir, sans que les intérêts des propriétaires de la surface soient compromis.

M. le Président remercie M. Van Scherpenzeel Thim de son intéressant rapport et donne la parole à M. le Secrétaire pour la lecture de son travail.

M. Rutot résume d'abord le projet de MM. Leborgne et Pagnoul, puis il l'apprécie au point de vue géologique.

Géologiquement parlant, la région à drainer serait constituée, surtout dans le Condroz, par les alternances des schistes et calcaires de Frasnés, des schistes et psammites du Condroz et par le Calcaire carbonifère.

Malgré ce qu'ils en disent, les auteurs du projet n'ont pas compris la disposition des couches du sous-sol, qu'ils supposent partout fortement disloquées, plissées, relevées, remplies de fentes, de fissures et de failles, au point que chaque couche, quelle que soit sa constitution lithologique, deviendrait par là même apte à s'imbiber d'eau sur une forte épaisseur.

Une simple visite dans la région à drainer suffit pour reconnaître cette appréciation inexacte. Les auteurs ont cru que les couches devoniennes présentent une allure aussi tourmentée que celle des terrains siluriens et cambriens; or, dans le Condroz, les couches devoniennes présentent des séries d'ondulations qui ne comportent pas des fractures compliquées et par conséquent pas de causes d'infiltrations nombreuses.

Les auteurs croient être en présence d'une nappe aquifère extrêmement épaisse, constante et homogène; or il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 6 des « *Leçons sur les nappes aquifères du Nord de la France* » de M. Gosselet, reproduite l'an dernier dans notre Bulletin, pour comprendre qu'il n'en est rien.

L'allure de la nappe aquifère est des plus irrégulière; elle est localisée et extrêmement variable, et il est certain qu'une étendue de drainage très considérable, pouvant dépasser de beaucoup la moitié de la longueur totale des galeries, ne fournirait pas d'eau.

Enfin, pour terminer, M. Rutot aborde quelques questions de détail en montrant que des faits, admis par les auteurs comme généraux, ne sont que des cas locaux, et il conclut en disant que le projet

présenté à la Société ne lui paraît pas réalisable, attendu que le volume d'eau sur lequel on compte n'existe pas.

Après cette lecture, M. le *Président* prie M. Van den Broeck de donner communication de son rapport (1).

## ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

### DU CONDROZ

#### ET DE L'ENTRE SAMBRE-ET-MEUSE

FAITE AU SUJET

du projet de distribution d'eau de MM. Leborgne et Pagnoul

PAR

**Ernest Van den Broeck**

Conservateur au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique.

PLANCHE V.

MM. Leborgne et Pagnoul, auteurs d'un projet de distribution d'eau potable dans les agglomérations de *Namur, Charleroi, Bruxelles, Tirlemont, Louvain, Malines, Lierre et Anvers*, ont rédigé, à l'appui de ce projet, un mémoire dont ils ont fait parvenir un certain nombre d'exemplaires à la Société belge de Géologie et d'Hydrologie dans le but de soumettre à la critique scientifique la thèse défendue par eux.

L'importance technique matérielle et financière qu'implique tout projet d'alimentation de ces nombreuses et vastes agglomérations est telle qu'à première vue l'on est frappé de la minime quantité de documents et de renseignements fournis par les auteurs à l'appui des considérations qui servent de base à leur projet, et il semble qu'il soit difficile de porter un jugement précis sur une étude aussi sommaire. La conclusion qui paraît se dégager de cet état de choses serait que des documents plus précis devraient être réclamés des auteurs du projet. Or rien de cette impression ne subsiste après que l'œil investigateur du géologue s'est rendu compte des conditions physiques de la contrée

(1) Une décision ultérieure de la Société, prise à la séance d'hydrologie du 13 mars, a fait voter l'impression intégrale du travail de M. Van den Broeck, avec la planche qui l'accompagne, par suite du caractère général de cette étude sur les conditions hydrologiques de la région examinée. La même assemblée a voté l'impression aux Procès-Verbaux d'un Résumé des rapports de MM. Van Scherpenzeel Thim et Rutot.

dont MM. Leborgne et Pagnoul proposent le drainage, et l'on peut affirmer que le document qui nous a été soumis est amplement suffisant pour que celui qui connaît quelque peu la structure et les propriétés du sol de ces régions n'ait aucune peine à émettre un avis motivé sur leurs ressources aquifères et sur leurs conditions d'accessibilité.

Si l'on parvient à démontrer qu'il en est bien ainsi, on ne pourra que féliciter MM. Leborgne et Pagnoul de n'être pas imprudemment entrés dans la voie d'études et de recherches préliminaires longues et coûteuses, et d'avoir désiré au préalable connaître l'avis des géologues et des spécialistes, dont l'expérience et les conseils sont de nature à les éclairer sur la valeur de leur projet. C'est là un exemple qu'on ne saurait trop recommander, je dirai même une innovation qu'il est bon de signaler aux intéressés en ces sortes de questions, dont les sciences géologique et minéralogique forment, sans que beaucoup s'en doutent, la base rationnelle.

Laissant complètement de côté les côtés technique et financier du projet, je m'en tiendrai exclusivement à la question géologique et hydrologique, qui se pose ainsi : Le sol de la région que comptent drainer par galeries souterraines MM. Leborgne et Pagnoul répond-il, par sa constitution géologique, et par ses ressources aquifères, aux espérances des auteurs ?

Ce sol, dans le projet de ceux-ci, est représenté, d'une part, par un plateau de 22,000 hectares formant, à partir de la cote 240, le couronnement du massif de l'Entre-Sambre-et-Meuse, d'autre part, par un plateau de 51,000 hectares, représentant le massif compris entre les cotes 240 et 330 mètres dans la région typique du Condroz, c'est-à-dire le plateau s'étendant au N-O de Marche, entre la Meuse, l'Ourthe et la Lesse.

A première vue, une carte topographique, même à petite échelle, telle que celle au  $\frac{1}{320000}$  qui accompagne le mémoire à l'examen, dénote, par le nombre des rivières et des cours d'eau qui s'écoulent en tous sens de ces plateaux, que la région des deux plateaux indiqués ci-dessus *contient des ressources aquifères d'une certaine importance*. Des explorations sur les lieux, permettant d'observer certaines sources abondantes, des eaux pures, des débits constants, et un développement apparent assez considérable du réseau fluvial, confirment cette impression première, qui a visiblement influencé les auteurs du projet et leur a fait croire que ces plateaux constituent un vaste réservoir, en quelque sorte inépuisable, pouvant subvenir à l'énorme saignée qu'ils se proposent d'y faire, sans influencer sensiblement les conditions physiques et hydrologiques actuelles de ces régions.



Il suffit de reproduire quelques passages du chapitre : *Nappes aquifères, Terrains*, du Mémoire explicatif pour se convaincre que les auteurs du projet considèrent les plateaux dont ils proposent le drainage comme une vaste éponge, complètement imprégnée d'eau dans toute sa masse.

Parlant des sources qu'ils ont vues dans l'Entre-Sambre-et-Meuse ils disent (p. 9, ligne 6) qu'elles « sont là pour attester qu'une nappe aquifère existe dans toute cette contrée ». Faisant remarquer les venues d'eau qui ont contrarié l'exploitation de gisements d'argiles et de minerais de fer aux environs de Morialmé, ils disent (p. 9, ligne 11) : « Vis-à-vis de ces faits on ne peut douter un instant de la richesse aquifère de ce plateau. »

Signalant les sources du Condroz, ils disent (p. 9, l. 19) « que ce sont là autant de témoins attestant que le sous-sol est rempli d'eau et que le trop plein doit s'écouler comme le fait tout vase ou récipient qui déborde ». N'ayant constaté aucun cas de déperdition d'eau (par agouлина, bétouire, faille ou fracture), dans ces deux plateaux ils disent (p. 9, ligne 27) que « la conclusion toute naturelle à en tirer c'est que le sous-sol est rempli d'eau sur une hauteur peut-être tellement considérable qu'il serait bien difficile de la déterminer. »

Voici encore une phrase du mémoire (p. 13, ligne 3) qui clôture le chapitre : *Quantités d'eau à recueillir*. « Dans le cas qui nous occupe les galeries d'abduction seront creusées à une altitude moyenne de 240 mètres dans un terrain dont la surface supérieure s'élève jusqu'à la cote 335 mètres. Elles auront donc constamment au-dessus d'elles *une nappe d'eau d'une épaisseur considérable, variant de 20 à 80 mètres suivant les situations.* »

De ce qui précède il résulte que les auteurs du projet se croient en présence d'un vaste réservoir d'eau, où leurs galeries drainantes trouveront généralement partout d'importantes venues aquifères.

On voit plus loin les auteurs s'abuser étrangement sur l'allure et sur les relations des nappes aquifères de ces régions, lorsqu'ils admettent que celle qu'ils ont en vue pourrait être en communication avec les nappes aquifères de la haute Belgique ou des Ardennes, soit de 300 mètres plus élevées.

Voyons maintenant comment ils interprètent la constitution géologique des terrains qu'il s'agit de drainer. Ils disent, p. 8 du mémoire : « Ces plateaux, dont les altitudes varient entre 240 et 330 mètres, appartiennent comme sous-sol à la série des calcaires carbonifères pour la majeure partie, et au quartzo-schisteux pour le reste. Par l'action des

soulèvements auxquels cette partie du pays a été soumise, toutes les strates ont été brisées et fissurées et de nombreuses failles se sont produites. Cet étage est donc très disloqué et découpé, formant des plis, lesquels ont amené fréquemment des interruptions dans la série des couches. Quant au sol végétal qui le recouvre il est d'ordinaire peu épais et composé en majeure partie d'argile légère très perméable. La composition et l'état de ces terrains les rendent donc *perméables à un haut degré* ».

Plus loin (p. 10, ligne 15) les auteurs disent : « L'eau qui s'infiltré dans ces terrains *éminemment perméables* grâce à leur disposition en couches presque *verticales* et aussi, comme nous le disons plus haut, aux nombreuses cassures et fissures qu'ils renferment, peut être portée, d'après l'avis de spécialistes éminents, au cinquième de la chute pluviale ».

En résumé c'est donc à l'existence d'un sol *éminemment perméable*, à la présence de strates *verticales* séparées par une multitude de fentes et de fractures profondes, absorbant une bonne partie des eaux météoriques tombées sur ces plateaux et à la présence d'une mince pellicule superficielle terreuse que les auteurs du projet pensent qu'est dû un emmagasinement souterrain considérable et d'une extension latérale telle qu'un vaste réservoir souterrain est ainsi formé. Toute l'économie de leur projet est uniquement basée sur la conviction qu'ils ont du bien fondé de ces vues.

Or, rien de tout cela n'existe; ni le sol très perméable, ni le réservoir aquifère général et profond, ni la disposition, ni les caractères que MM. Leborgne et Pagnoul attribuent aux couches du sous-sol. En effet il suffit de lire avec les yeux du géologue, au courant de la structure de nos terrains primaires, la carte physique et géologique des régions correspondant aux plateaux à drainer, pour se convaincre de l'imperméabilité relative du sol, de *l'impossibilité absolue de l'existence d'une nappe unique imprégnant à toutes profondeurs le sous-sol de ces plateaux* et pour s'assurer du peu de vraisemblance des allures souterraines attribuées aux terrains de ces régions.

C'est une grave erreur géologique de croire que dans le Condroz et même dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, l'on a affaire à une succession variable de couches calcaires et quartzo-schisteuses redressées, s'enfonçant partout avec leurs failles, leurs fentes et leurs fractures, saturées d'eau, dans les profondeurs du sous-sol. Une telle structure, qui s'observe dans certaines parties de l'Ardenne, pour des terrains plus anciens, est au contraire exceptionnelle dans les régions étudiées par les auteurs du projet. Dans le Condroz, comme dans une partie

de l'Entre-Sambre-et-Meuse, il existe un substratum développé et profond, d'allure plus ou moins voisine de l'*horizontale* prise dans son ensemble, affectant une disposition en bassin et dont les dépôts parallèles sont diversement ondulés et repliés suivant les régions que l'on a en vue. Ce substratum est constitué par le *Condruzien* ou terrain devonien supérieur et ses couches forment une série de plis parallèles, se détachant en relief dans la contrée. Ces plis sont orientés du N-E au S-O dans le Condroz, tandis qu'ils s'étendent de l'Est à l'Ouest dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Dans les deux massifs, mais principalement dans le Condroz, les parties saillantes de ces plis, constituant les crêtes des collines alignées en séries parallèles, montrent les roches *quartzo-schisteuses* (grès, psammites, macignos et schistes) caractérisant la formation condruzienne. Les fonds de bateaux des plaines et des dépressions séparant les rangées de crêtes et de collines sont remplis par des bassins calcaires, dont les dépôts, superposés aux premiers, appartiennent au *Calcaire carbonifère*. De ci, de là, certains de ces bassins calcaires montrent, emboîtés dans leur axe, de petits vestiges de *terrain houiller inférieur*, sans importance au point de vue auquel nous nous plaçons.

Dans l'Entre-Sambre-et-Meuse la régularité est moindre et, régionalement, on note l'apparition d'un dépôt aquifère important : le *Calcaire devonien*.

Examinons surtout ce qui se passe dans la région *du Condroz*, où les plateaux que veulent drainer MM. Leborgne et Pagnoul occupent une surface plus que double de celle qu'ils ont en vue dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et qui forment par conséquent *la partie essentielle de leur projet*.

Les schistes et les psammites condruziens, de même que les calcaires carbonifères, sont des roches qui, à des degrés différents, sont *impermeables par elles-mêmes* ; toutefois les failles, fractures, fentes, diaclases et délits de ces formations, infiniment plus horizontales, plus régulières et moins fracturées que le pensent les auteurs du mémoire, peuvent, dans une certaine mesure, absorber et conduire les eaux d'infiltration et les faire s'accumuler, non en une *nappe unique et générale*, mais en *nappes ou traînées locales, variables et isolées*, distribuées avec une dépendance absolue des allures des divers terrains ou dépôts qui les contiennent.

C'est dans les *calcaires* que les fentes et les cavités naturelles de la roche acquièrent le plus d'importance et conduisent le mieux les eaux pluviales. Toutefois, comme conséquence immédiate de cette facilité

de communication — limitée cependant en profondeur par la forme et l'isolement relatif des bassins calcaires — les eaux abandonnent avec rapidité les *niveaux* supérieurs des massifs calcaires pour se réunir en traînées souterraines, *généralement inaccessibles aux puits domestiques des régions basses où s'observe presque toujours le calcaire*, mais qui forment le principal réservoir d'alimentation des sources et des ruisseaux de la région considérée.

Dans les *psammites*, où les cavités naturelles manquent et où les fentes sont moins répandues et plus étroites que dans le calcaire, la circulation de l'eau est moins aisée, quoique la roche, de son côté, soit plus poreuse. Les eaux d'infiltration y forment des nappes moins *vives* et moins abondantes que dans le calcaire et généralement distinctes de celles que renferme cette dernière formation. Par suite de ces circonstances et de la structure anticlinale des collines condruziennes, les eaux des *psammites*, conduites parallèlement aux pentes et maintenues à petite distance du sol de chaque côté des versants, permettent d'*alimenter dans une certaine mesure les puits domestiques situés sur les plateaux et sur le flanc inférieur des collines* (voir la planche V); mais, limitées aux faibles ressources des fissures étroites et peu développées de ce terrain, elles ne peuvent qu'exceptionnellement fournir des venues d'eau persistantes et de quelque abondance.

Les *fentes* et *fractures* sont d'ailleurs principalement distribuées *sui- vant l'axe des plis anticlinaux*, donc suivant l'axe du sommet des collines *psammitiques*, c'est-à-dire en des régions où elles sont le moins bien placées pour recueillir et conduire les eaux.

Dans les *schistes*, où la circulation de l'eau est encore plus difficile, il n'existe guère de réserve utilisable, sauf au contact avec d'autres formations, et souvent l'eau fait complètement défaut dans ces formations homogènes et compactes. Il est à remarquer qu'une bonne partie des plateaux désignés dans le projet de MM. Leborgne et Pagnoul est constituée par des roches schisteuses de la formation condruzienne.

Il y a plus encore. La décomposition des roches schisteuses, sous l'influence des agents atmosphériques, donne très généralement naissance, à la surface du sol, à un revêtement argileux d'une certaine épaisseur formant manteau *imperméable* et empêchant absolument l'infiltration des eaux météoriques.

Les *dépôts du sol* de ces régions, loin d'être partout constitués par une mince pellicule imperméable, comme le croient les auteurs du projet, sont très variés dans leurs épaisseurs comme dans leurs caractères. Ce n'est pas seulement au-dessus des schistes qu'ils forment un revêtement

imperméable, car, outre les argiles développées existant dans certains sillons souterrains distribués le long des zones de contact des bassins calcaires, il existe, au-dessus des calcaires eux-mêmes, des revêtements d'argiles rougeâtres de décomposition, rendant le sol absolument imperméable. Enfin le fond des vallées principales et secondaires est encore tapissé d'alluvions parfois assez épaisses et dont la perméabilité est souvent très faible. Seuls les dépôts *détritiques sableux* constituant la zone de décomposition des grès et psammites condruziens peuvent être considérés comme perméables. Ils sont surtout localisés sur le flanc des collines et sur les plateaux.

Ce n'est pas seulement à la surface du sol qu'existent en ces régions de vastes étendues complètement imperméables.

Dans les ondulations du sous-sol ou bien entre les massifs constitués souterrainement par les bassins calcaires ou gréseux, il existe également des *zones schisteuses imperméables* qui séparent souvent diverses nappes aquifères superposées ou latérales et tendent ainsi à restreindre et à localiser dans une forte proportion l'étendue des réservoirs souterrains formés par les dépôts aquifères.

Pour compléter ce tableau de la constitution physique et hydrologique des régions étudiées, j'ajouterai que, au contact des bassins calcaires avec les formations devoniennes, au sein desquelles ils sont enclavés, il existe très généralement des sillons souterrains profonds et étendus, remplis de matières meubles: sables, argiles, cailloux, minerais de fer, etc. Ces sillons sont généralement *très aquifères*, au moins en profondeur, à cause de la prédominance des éléments sableux, c'est-à-dire perméables, qui les remplissent et parfois aussi l'exploitation des matières utiles, notamment du minerai de fer et de l'argile plastique, y a été entravée par de violentes et insurmontables venues d'eau et poussées de sables bouillants localisés au sein de ces poches souterraines, si fréquentes dans ces régions. La rencontre de telles conditions physiques peut, dans des travaux souterrains tels que les entendent les auteurs du projet, constituer de redoutables épreuves et occasionner de cruels mécomptes; d'autant plus que de pareilles eaux, modifiées par leur contact avec les amas métalliques, pyriteux, sulfureux et autres, qui remplissent ces poches souterraines, sont dans la plupart des cas impropres à l'alimentation et deviendraient, au lieu d'un apport utile, un obstacle insurmontable à la réalisation du travail.

En place de la *nappe générale d'imprégnation*, admise par les auteurs du projet, et descendant partout abondante au sein des profondeurs du sous-sol, nous voici donc en présence de *nappes diverses*

*et localisées, de circulation et de débit variables, et de qualités différentes.*

Nous allons voir maintenant que les plus abondantes de ces nappes, celles dont le drainage serait le plus fructueux, sont précisément les moins recommandables.

En effet, les venues les plus abondantes sont fournies tant par les *calcaires*, sous une certaine profondeur, que par les *sillons à matières meubles* au contact et sur les bords de ces mêmes massifs.

Or les argiles parfois pyriteuses, les minerais de fer hydraté, de plomb sulfuré et les substances diverses sulfureuses ou oxydées que contiennent si fréquemment, soit les sillons souterrains bordant les massifs calcaires, soit les calcaires eux-mêmes, s'opposent au premier chef à ce que l'on puisse accepter l'introduction dans le réseau drainant des venues d'eau pouvant avoir une telle origine, surtout dans les régions où ces amas meubles ont été le siège d'exploitations industrielles, ensuite desquelles les eaux n'ont pu que se contaminer davantage.

Voilà une donnée importante, que les auteurs du projet ont perdu de vue lorsque dans leur chapitre : *Qualité des nappes aquifères à drainer* ils disent (p. 10 du Mémoire). « La qualité des eaux que nous nous proposons de *capter* est excellente », et plus loin : « *parvenues* chimiquement pures à la surface, lors de leur chute, elles n'ont à traverser que des couches insignifiantes de terrain végétal. Immédiatement après viennent les calcaires et les quartzoschisteux, solubles dans une telle proportion qu'on peut les considérer comme insolubles dans l'eau. »

Quant aux eaux du Calcaire elles ont parfois — surtout dans les plus petits bassins de cette formation, l'inconvénient de n'avoir pas subi un filtrage suffisant au travers du sol pour les débarrasser des particules limoneuses ou organiques dont sont généralement chargées les eaux météoriques des régions à sol ruisselant, comme celui des deux plateaux étudiés. Tel sera souvent le cas, me paraît-il, pour les eaux d'un bon nombre de bassins calcaires englobés dans le territoire à drainer, et la cause de cet inconvénient réside précisément en la facilité avec laquelle les fentes et les *cavités* souterraines du calcaire laissent écouler les eaux en profondeur.

Dans sa *Note sur le niveau des grandes sources des calcaires de la vallée de la Meuse et de ses affluents*, présentée à notre séance d'hydrologie du 15 novembre dernier, notre confrère M. C. T. Moulan fait remarquer (voir p. 411 des Pr. Verb. du Tome II 1888), que les eaux des sources débouchant dans les formations calcaires de la val-

lée de la Meuse, d'Andenne à Hastière et qui sourdent de 8 à 18 mètres au-dessus du niveau des eaux du fleuve, deviennent légèrement troubles après des pluies abondantes. C'est bien là une preuve du filtrage imparfait au travers des massifs calcaires.

Voici encore un curieux exemple cité par M. Ed. Dupont dans son article *Orologie* de l'encyclopédie nationale *Patria Belgica* (Bruxelles 1873), montrant nettement qu'un parcours même étendu des eaux souterraines dans une formation calcaire ne suffit nullement pour les débarrasser de leurs impuretés.

« Entre Ciney et Dinant, dit M. Dupont, à Jauvelant, existent de grands amas d'argile au contact des calcaires et des psammites. Un étang naturel, qui se trouve en cet endroit, n'est dû qu'à la présence sous-jacente du filon d'argile. Il y a quelques années on se mit à exploiter le minerai de fer subordonné à ce filon et à le laver dans l'étang. Peu de temps après une fontaine, d'un débit assez abondant, qui alimente une quartier de Dinant, et dont la limpidité n'avait jusqu'alors laissé rien à désirer, commença à donner de l'eau trouble, quoiqu'elle fût éloignée de 7 kilomètres de Jauvelant. »

Ces exemples péremptoires sont en opposition absolue avec l'idée que se font les auteurs du projet sur le pouvoir filtrant des roches de cette région et qu'ils exposent (p. 15, ligne 16) en disant que « le sous-sol est composé en majeure partie de quartzo-schisteux, de calcaire carbonifère et de dolomie, qui forment un filtre naturel d'autant plus puissant que la couche traversée va de 30 à 80 mètres ».

Le raisonnement du mémoire s'appliquerait à merveille à des régions à sous-sol meuble et sableux, comme celui des environs de Bruxelles; mais que peut faire un trajet oblique ou *vertical* de 30 à 80 mètres, au sein de fentes et de fissures pouvant, nous l'avons dit plus haut, conduire les troubles de l'eau jusqu'à plus de sept mille mètres en trajet horizontal.

Quant à la salubrité de l'eau qui serait recueillie elle serait rien moins qu'assurée. Quelles sont l'origine et la nature des matières organiques végétales (en moyenne 2 centigrammes par litre; c'est-à-dire le *maximum* de la quantité admissible pour ne pas faire rejeter ces eaux *à priori*) qui ont été invariablement constatées par l'analyse dans les eaux spécimen mentionnées (p. 13) par MM. Leborgne et Pagnoul? Ces auteurs reconnaissent aussi que certaines de ces eaux sont quelque peu ferrugineuses. D'autres sont, disent-ils, très recommandées par le corps médical (voir p. 13, lignes 33 et 35). Or ce ne sont ni des eaux ferrugineuses ni des eaux médicinales que réclament les agglomérations qu'il s'agit d'alimenter; ce qu'il leur faut ce sont des eaux potables,

aussi pures que possible et dont la teneur en matière organique soit la plus minime possible.

En fournissant d'ailleurs ces données sur la diversité et sur la pluralité d'origine des eaux rencontrées, le mémoire contredit ses propres conclusions sur la généralité ou plutôt sur l'unité de la nappe d'alimentation souterraine.

Les calcaires les plus aquifères de ces terrains contiennent-ils de l'eau partout et dans toute leur masse souterraine? Non pas, et le mémoire de M. Moulan, mentionné tantôt, montre d'une manière frappante que les eaux souterraines se localisent suivant certains niveaux au sein de ces roches. Notre confrère, qui a étudié à fond l'hydrologie de nos bassins calcaires de la Meuse, nous a montré qu'il existait dans ces roches trois niveaux aquifères distincts, bien définis, d'une allure toute spéciale et dont le captage rationnel exigerait des travaux d'un ordre tout différent et d'une nature tout autre que le réseau préconçu des galeries sensiblement horizontales et indépendantes de la nature des terrains proposé par les auteurs du projet.

La météorologie se joint enfin à la géologie pour démontrer le peu de fondement scientifique de la thèse défendue par MM. Leborgne et Pagnoul, qui basent à tort sur des chiffres et appréciations émis par M. J. C. Houzeau, dans son article : *Météorologie et Climatologie*, dans *Patria Belgica*, édité en 1873, c'est-à-dire à une époque où les observations systématiques organisées dans tout le pays par l'Observatoire de Bruxelles, n'avaient encore pu produire leurs données précises.

MM. Leborgne et Pagnoul admettent une moyenne annuelle de 1 mètre de chute pluviale dans les régions qu'ils comptent drainer souterrainement. Or, il résulte de l'instructive carte des pluies en Belgique, dressée par notre confrère M. A. Lancaster, et qui se trouve ici sous nos yeux, que la moyenne annuelle est dans le Condroz de 700 à 800 millimètres, suivant les localités, et, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, seulement de 700 à 750. En prenant donc comme moyenne générale 750, nous serons encore *au-dessus de la réalité* et, lorsqu'il s'agit d'une alimentation régulière et continue, il faut plutôt s'occuper des minima que des moyennes.

Les auteurs évaluent à un cinquième de la chute pluviale la quantité d'eau qui, dans ces régions, s'infiltré dans le sous-sol. C'est encore là une appréciation erronée, résultant de ce qu'ils considèrent bien à tort, nous l'avons vu, ces terrains comme « éminemment perméables ». (Voir page 10, ligne 15.) Additionnant le nombre d'hectares des plateaux à drainer, multipliant par le facteur représentant une chute



annuelle de 1 mètre et divisant par coefficient d'infiltration 5, les auteurs obtiennent ainsi un rendement qui, calculé par jour, représente 403,200 m<sup>3</sup> s'infiltrant journellement dans le sous-sol de ces régions. Leur projet représentant une saignée journalière de 160,000 m<sup>3</sup> ils concluent que cette proportion des  $\frac{2}{5}$  enlevée à la masse emmagasinée ne peut influer ni les puits, ni les cours d'eau de la région.

Rien de tout cela ne tient debout devant un examen rationnel.

Il semblerait en effet, d'après un tel calcul, que les ruisseaux et les rivières de ces contrées sont alimentés uniquement par les  $\frac{4}{5}$  des eaux pluviales non infiltrés. Mais leur principal et plus constant réservoir d'alimentation est au contraire fourni par les SOURCES très nombreuses en ce pays, qui drainent l'eau *souterraine d'infiltration*.

En réalité, il est peu de contrées au monde où le débit des cours d'eau ne représente au moins *la moitié* du volume de la chute pluviale. Dans certaines régions rocheuses ou point absorbantes, cette proportion s'élève jusqu'à 80 et même 90 p. c. Dans le Condroz et dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, où le sol est peu absorbant, il y a certes une proportion d'eau plus voisine de ces derniers chiffres que du premier, qui s'écoule par les cours d'eau.

Admettons toutefois le chiffre de  $\frac{1}{5}$  d'eau pluviale alimentant les réservoirs souterrains. Mais où les auteurs tiennent-ils compte de l'énorme quantité d'eau enlevée journellement à ces mêmes réservoirs souterrains par les nombreuses sources qui en constituent le drain naturel? En adjoignant cette donnée si fortement réductrice à la rectification du chiffre moyen de la chute pluviale (0<sup>m</sup>75 au lieu de 1 m.) nous trouverons que l'apport journalier moyen, au lieu de 400.000 m<sup>3</sup> n'en peut atteindre la moitié. (La rectification du chiffre de la chute pluviale enlève déjà à elle seule 100,000 m<sup>3</sup>, soit un quart par jour aux résultats énoncés par les auteurs.) Or si d'un réservoir dont la balance d'alimentation et de drain naturel représente un emmagasinement journalier de 200,000 m<sup>3</sup>, on enlève par drainage artificiel supplémentaire 160,000 m<sup>3</sup>, que restera-t-il? sinon la démonstration péremptoire qu'un tel projet — en admettant qu'il soit physiquement et techniquement exécutable — amènerait la ruine et la désolation d'une contrée qui serait à la fois privée de ses propres ressources locales accessibles et lésée dans son régime fluvial, si éminemment utile, dans le cas qui nous occupe, à l'industrie régionale.

### CONCLUSIONS.

Les considérations exposées dans le présent travail peuvent se résumer ainsi :

1° La constitution géologique des terrains formant les régions à drainer s'oppose péremptoirement à l'établissement d'une nappe générale et profonde d'imprégnation et de réserve aquifère.

2° La diversité d'allure, de composition et de propriété des roches de ces régions doit forcément donner lieu à des localisations et à des variations des nappes aquifères qui existent en sous-sol.

3° Les terrains ou dépôts géologiques qui renferment le plus d'eau en sous-sol sont précisément ceux où la filtration des eaux pluviales est moins assurée ou bien ceux contenant le plus de substances pouvant contaminer ou minéraliser les eaux souterraines.

4° La disposition, l'altitude et les caractères des nappes du sous-sol, variables suivant les causes et influences locales, ne permettent pas d'établir, suivant un plan géométrique préconçu, un réseau plus ou moins régulier de galeries tel qu'on peut en édifier dans les massifs homogènes et perméables de la basse Belgique.

5° Dans ces roches variées et irrégulières, les imprévus, accidents, venues d'eau, irruptions de sables mouvants etc., ainsi que les chances de contamination du réseau de drainage représenteront un *alea* pouvant dépasser les plus larges prévisions.

6° La qualité des eaux obtenues n'offrira guère de garanties sérieuses, par suite, non seulement de l'insuffisance des qualités filtrantes d'une grande partie du sous-sol, mais encore par le fait de la rencontre inévitable de multiples nappes locales soumises à l'influence de minéralisations et de décompositions chimiques variées.

7° Le phénomène de localisation des ressources aquifères souterraines dans les fentes, cavités et fractures de roches généralement imperméables par elles-mêmes aura pour résultat, dès l'établissement d'un important réseau de drainage artificiel, d'amoindrir dans une mesure considérable la faible réserve réellement disponible, et il en résultera un préjudice sérieux non seulement dans le rendement des puits domestiques des contrées drainées, mais encore dans le débit des ruisseaux et des rivières qui ont à remplir en ces parages un rôle industriel d'une grande importance.

De ces conclusions uniquement basées sur les conditions géologiques et hydrologiques des régions que MM. Leborgne et Pagnoul se proposent de drainer, il résulte que le projet présenté par ces Messieurs *n'est pas réalisable*, même sans tenir compte des difficultés techniques de son exécution, ni du côté financier de l'entreprise. En clôturant par cette déclaration la présente notice, je ferai une dernière fois remarquer combien l'exposé sommaire de MM. Leborgne et Pagnoul est suffisant pour permettre à la science de baser une appré-

ciation justifiée sur la valeur de la thèse mise en avant, et l'on ne peut que féliciter ces Messieurs d'avoir songé à s'éclairer des lumières de la géologie, avant de poursuivre à grands frais une tentative fatalement condamnée à l'insuccès. Bien que j'eusse de beaucoup préféré avoir à apprécier favorablement le projet des auteurs, je pense que la démonstration fournie, permettant à MM. Leborgne et Pagnoul de chercher sans retard dans une autre direction la solution du problème qu'ils ont en vue, n'aura été inutile ni à leurs intérêts personnels, ni à ceux de leurs confrères qui jusqu'à ce jour ne songeaient peut-être guère à s'enquérir avec soin des données précieuses que l'application des connaissances géologiques est appelée à fournir pour la solution de ces grands et utiles problèmes d'intérêt public.

M. le *Président* remercie M. Van den Broeck de l'étude fort complète dont il vient d'exposer les conclusions et demande si des membres présents désirent prendre la parole sur le même sujet.

M. le *D<sup>r</sup> Peeters* désirerait que, dans des cas analogues, un plus grand nombre d'exemplaires des Mémoires présentés par les auteurs de projets soient distribués aux membres; beaucoup de ceux-ci n'ayant pu prendre connaissance du projet de MM. Leborgne et Pagnoul et se préparer à la discussion.

M. le *Président* répond que douze exemplaires ont été envoyés par les auteurs et ont été distribués aux membres semblant plus spécialement indiqués, par leurs connaissances, pour cet envoi. De toutes façons, il faudrait que les membres qui désirent recevoir communication des projets présentés veuillent bien s'inscrire auprès du Secrétaire.

M. *Lefèvre* croit qu'un moyen de remédier au nombre restreint d'exemplaires envoyés par les auteurs, consisterait à déposer un exemplaire au Secrétariat de la Société à la disposition des membres.

M. le *Président* croit en effet la mesure bonne et dit qu'elle sera mise à exécution à l'avenir; il ajoute que les travaux des rapporteurs du projet Leborgne et Pagnoul — qui sont *unanimes* dans leurs conclusions, auxquelles tous les membres compétents ne peuvent que se rallier — seront mis à la disposition des auteurs du projet et qu'ils pourront en prendre connaissance ou en demander des copies, si cela leur convient.

Afin de permettre à d'autres membres de la Société d'exposer leurs vues sur le projet Leborgne et Pagnoul il est décidé que la Société attendra la prochaine séance pour conclure et se prononcer sur les rapports actuellement présentés.

### La carte pluviométrique de la Belgique.

La question de la *Carte pluviométrique de M. Lancaster* est ensuite abordée.

En l'absence de M. Lancaster, M. *Van den Broeck* lit une lettre par laquelle notre confrère accepte l'idée qui lui a été proposée au nom du Bureau, de la publication, par la Société, de la *Carte des pluies en Belgique*, encore manuscrite, et qui a figuré au Grand Concours International de 1888 à Bruxelles.

Moyennant une somme de 150 francs, destinée à rémunérer un aide indispensable pour la partie matérielle de cette besogne, M. Lancaster se chargerait même de faire exécuter les relevés et les calculs nécessaires pour mettre cette carte au courant jusque et y compris l'année 1888.

M. *Van den Broeck* montre alors la carte des pluies que M. Lancaster a bien voulu lui confier pour l'exposer à la séance et donne les explications nécessaires pour en faire comprendre l'importance et l'utilité.

M. *le Président* remercie M. Lancaster au nom du Bureau et de la Société. Il consulte l'Assemblée pour savoir si elle est disposée à voter la somme de 150 fr. permettant à M. Lancaster de faire effectuer le travail complémentaire qu'il propose.

L'Assemblée décide que le subside de 150 fr. est accordé.

M. *le Président* félicite la Société de cette décision. Il fait ressortir l'importance de la publication de la *Carte des pluies* de M. Lancaster attendu qu'elle constitue la réalisation de l'article 1<sup>er</sup> de notre programme de l'étude hydrologique du pays, adopté à la séance du 15 novembre 1888.

M. *Van den Broeck* ajoute que de cette carte, les spécialistes tireront une série de données utiles et que, de plus, ils pourront eux-mêmes y adjoindre d'autres données qui en augmenteront l'importance, telles que l'altimétrie, la division du territoire en bassins hydrographiques, le tracé des zones de perméabilité et d'imperméabilité du sol, etc.

En outre il annonce que M. Lancaster s'offre à accompagner la carte d'un mémoire explicatif et de tableaux, dont la publication pourrait être continuée par des relevés mensuels et annuels. (*Applaudissements.*)

M. *le Président* constate que la Société, en accueillant comme elle le fait les travaux des spécialistes, entre dans la voie réellement pratique et productive. Il sortira de cette manière d'envisager la science des résultats féconds, dont on ne tardera pas à apprécier les fruits comme ils le méritent.

M. le D<sup>r</sup> Kemna présente à la Société deux brochures intitulées :

*La purification des eaux par le fer métallique* par E. Devonshire  
et *Les eaux alimentaires* par Ad. Kemna, dont il compte donner plus  
tard un résumé.

M. le Président remercie M. le D<sup>r</sup> Kemna et, personne ne deman-  
dant la parole, il déclare la séance levée.

La séance est levée à 10 h. 1/2.

---

## CONGRÈS INTERNATIONAL

### D'HYDROLOGIE ET DE CLIMATOLOGIE.

---

#### DEUXIÈME SESSION. — PARIS 1889.

La deuxième session du Congrès international d'hydrologie et de climatologie, dont une précédente note a annoncé l'organisation, conformément à la décision prise en Assemblée générale du 8 octobre 1886, par le Congrès de Biarritz, se tiendra à Paris du 3 au 10 octobre 1889.

Les Sociétés et Associations scientifiques, les savants de la France et de l'étranger sont invités à prendre part à cette réunion internationale.

Le Congrès se compose de membres honoraires et de membres adhérents, nationaux et étrangers.

Les membres adhérents, nationaux et étrangers, sont soumis à une cotisation de *vingt francs*.

Les cartes de membres du Congrès ne dispenseront pas d'acquitter le droit d'entrée à l'Exposition universelle. Mais, pour toutes les séances du Congrès qui se tiendront dans l'enceinte de l'Exposition, un ticket d'entrée sera remis gracieusement à chaque membre par les soins du Comité d'organisation.

Le Comité appelle plus particulièrement l'attention sur un certain nombre de questions, dont on trouvera un peu plus loin le programme définitif. La plupart de ces questions seront chacune l'objet d'un *exposé* ou d'un *rapport* qui sera publié, envoyé à tous les adhérents trois mois au moins avant l'ouverture du Congrès, et servira de point de départ à la discussion dans les séances de sections.

Les auteurs de ces rapports auront surtout pour mission d'exposer l'état actuel de la science sur la question dont ils seront chargés, mais il ne saurait leur être interdit de faire connaître leurs recherches ou leurs vues personnelles. Aussi, le Comité d'organisation déclare d'avance décliner toute responsabilité au sujet des opinions émises dans ces rapports.

En dehors des questions portées sur le programme, d'autres travaux concernant l'hydrologie et la climatologie pourront être soumis au Congrès.

Les auteurs sont priés d'envoyer au secrétariat du Congrès les *titres* et *conclusions* de leurs mémoires au moins un mois avant l'ouverture du Congrès.

Un voyage d'excursions finales dans les stations de la région des Vosges sera

organisé suivant un programme qui sera communiqué ultérieurement à chaque membre adhérent. Le Comité fera les démarches nécessaires pour que les membres du Congrès bénéficient des avantages ou réductions sur les prix de voyage que les compagnies de chemins de fer français et étrangers accordent habituellement en pareille circonstance

Les travaux du Congrès seront recueillis et publiés par les soins d'une Commission spéciale désignée par le Comité d'organisation, et les adhérents recevront gratuitement :

- 1° A bref délai, un procès-verbal résumé des travaux du Congrès ;
- 2° Ultérieurement, un compte-rendu du Congrès, comprenant :
  - A La liste des donateurs ;
  - B. Celle des membres honoraires et adhérents ;
  - C. Les actes et travaux du Congrès.

Un exemplaire des statuts et du règlement du Congrès sera adressé à tous les membres adhérents en même temps que les rapports dont il a été parlé plus haut.

Le Comité espère que tous ceux qui s'intéressent aux études d'hydrologie et de climatologie voudront bien participer à ces grandes assises des deux branches des sciences médicales, et il les prie de faire connaître le plus tôt possible leur adhésion.

*Le Président,*

E. RENOÜ.

*Le Secrétaire général,*

Docteur F. DE RANSE.

## QUESTIONS

### PROPOSÉES PAR LE COMITÉ D'ORGANISATION

#### I. HYDROLOGIE.

##### A. HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE.

- 1° Des précautions à prendre pour la détermination précise de la température des sources thermales ;
- 2° Des rapports entre les eaux minérales et les terrains géologiques ;
- 3° Des micro-organismes contenus dans les eaux minérales et de leur influence sur la composition et les propriétés de ces eaux ;
- 4° De l'influence des doctrines microbiennes sur la thérapeutique thermale ;
- 5° De l'origine des gaz contenus dans les eaux minérales et de la part qui leur revient dans les propriétés de ces eaux ;
- 6° Des vapeurs qui se dégagent des eaux minérales et de leurs transformations ;
- 7° Programme d'un enseignement de l'hydrologie.

## B. HYDROLOGIE MÉDICALE.

- 1° Des ressources que la thérapeutique thermale offre dans le traitement des maladies du cœur et des vaisseaux;
- 2° Des ressources que la thérapeutique thermale offre dans le traitement des maladies chroniques du rein;
- 4° Du traitement hydrominéral dans les névralgies utéro-ovariennes graves;
- 4° Du traitement hydrominéral dans la tuberculose osseuse et articulaire;
- 5° Du traitement hydrominéral et des bains de mer chez les enfants;
- 6° Des étuves sèches et humides (technique et applications);
- 7° Des douches locales en balnéothérapie.

## II. CLIMATOLOGIE.

- 1° Conditions qui doivent présider à l'installation d'un observatoire météorologique dans ses applications à la médecine;
  - 2° Organisation de l'annonce du temps dans les stations sanitaires.
- Règles de la prévision du temps;
- 3° Climatologie des différentes stations sanitaires;
  - 4° Comparaison et classement des stations sanitaires au point de vue de leurs conditions climatologiques;
  - 5° De l'action des climats d'altitude dans les affections de poitrine;
  - 6° De l'action des climats maritimes dans les affections tuberculeuses;
  - 7° Programme d'un enseignement de la climatologie.

*Les communications ou demandes de renseignements* doivent être adressées au *Secrétaire général*, M. le docteur F. DE RANSE, à Paris, avenue Montaigne, 53, du 1<sup>er</sup> octobre au 1<sup>er</sup> juin; à Nérès (Allier), du 1<sup>er</sup> juin au 1<sup>er</sup> octobre.

*Les adhésions*, accompagnées d'un mandat sur la poste de vingt francs, doivent être adressées au *Trésorier du Congrès*, M. O. DOIN, libraire-éditeur à Paris, place de l'Odéon, 8.

---

## BIBLIOGRAPHIE

### Faune des eaux souterraines du département du Nord et en particulier de la ville de Lille

par A. MONIEZ.

M. R. Moniez, Professeur à la Faculté de médecine de Lille, vient de faire paraître, dans le tome I (1888-89) de la *Revue biologique du Nord de la France*, un très intéressant travail qui, sous le titre ci-dessus indiqué, renferme des données curieuses sur les habitants des eaux souterraines. Comme ces habitants dérivent de la faune de la surface, l'étude des variations zoologiques et des adaptations au milieu doit évidemment présenter un grand intérêt.

Au point de vue hygiénique, il ressort des recherches du savant professeur lillois qu'aucune des espèces rencontrées à Lille ne peut être nuisible à l'homme.

Il semble que c'est surtout l'infiltration, par fentes et crevasses du sol, des eaux de surface, qui alimente la faune souterraine et il semble aussi que le phénomène n'est nullement accidentel, mais de nature assez générale et continue.

L'alimentation de la faune des eaux souterraines est fournie soit par des végétations variées soit par la dualité des régimes alimentaires ; certains de ces êtres étant eux-mêmes carnivores. Il résulte aussi des observations de l'auteur que la proportion des matières azotées des eaux souterraines est suffisante pour subvenir aux nécessités alimentaires de leurs habitants, et une filtration insuffisante des eaux de surface paraît être le principal facteur de l'introduction de ces matières. Les vestiges organiques et autres et les impuretés de toute espèce constatées au fond des puits *les mieux fermés* de l'agglomération lilloise montrent avec quelle facilité les eaux alimentaires de la nappe phréatique subissent l'influence d'un filtrage insuffisant.

Passant en revue les divers organismes qu'il a observés dans l'eau des puits fermés de Lille (car il ne s'est pas occupé des autres) et dans celle des réservoirs alimentaires d'Emmerin, M. Moniez signale une quinzaine de Protozoaires du groupe des *Rhizopodes* : Amibes, Arcelles, Diffflugies. Il mentionne ensuite une vingtaine d'*Infusoires* : Monades, Acinètes, Colpodes, Vorticelles, etc.

Le groupe des *Cœlentérés* n'est représenté que par l'*Hydra fusca*, tandis que les *Turbellariés* sont représentés par une dizaine d'espèces, dont quelques-unes paraissent caractéristiques des eaux souterraines.

M. Moniez a encore observé deux espèces de *Nématodes*, une douzaine d'*Annélides*, dont certaines extrêmement curieuses, trois espèces de *Rotifères*, trois petits mollusques gastéropodes spéciaux à la faune souterraine et appartenant au genre *Bithynella*, plus un *Ancyle*.

Les groupes des *Copépodes*, des *Ostracodes*, des *Cladocères*, des *Amphipodes* fournissent à l'auteur une vingtaine de formes dont certaines sont l'objet de remarques détaillées, surtout les derniers qui comprennent des types modifiés, spéciaux.

Dans un appendice, M. Moniez donne enfin une liste d'êtres appartenant à la faune souterraine mais dont l'habitat est constitué par les fissures des roches et les parois des puits. Il en mentionne une douzaine : Myriapodes, Acariens, Thysanoures.

L'indication d'espèces habitant les eaux souterraines d'autres localités, telles que Prague, Munich, Hambourg, ou des régions telles que la Nouvelle-Zélande, l'Angleterre, les grottes de la Carniole, de la Carinthie, etc., accompagne le texte de M. Moniez, que termine un Index bibliographique détaillé, fort utile à consulter.