

SÉANCE MENSUELLE DU 14 JUILLET 1903.

Présidence de M. X. Stainier, Président.

La séance est ouverte à 8 h. 45.

En ouvrant la séance, M. le *Président* rend hommage à la mémoire de M. A. Renard, dont les funérailles, imposantes dans leur simplicité, ont eu lieu le 12 de ce mois. M. Renard fut l'un des membres fondateurs de la Société et fut appelé aussi à occuper le fauteuil de la présidence de celle-ci. Il est l'auteur de nombreux travaux publiés dans le *Bulletin*, et c'est à lui que l'on doit l'introduction dans le pays de l'étude microscopique des roches. Son décès constitue une véritable perte non seulement pour le [monde scientifique, mais aussi et principalement pour la Société belge de Géologie, où il occupa une place marquée et qui sera difficilement comblée.

M. le *Président* exprime l'espoir que, bien que les intentions du défunt fussent de décliner tous honneurs et discours, il se trouvera parmi les membres de la Société quelque confrère ayant à cœur de retracer la vie et les travaux de l'érudite et regretté défunt.

Des condoléances ont été adressées à sa veuve au nom de la Société.

Correspondance :

M. Royers, ingénieur de la Ville d'Anvers, fait connaître que la demande de subside adressée par la Société au *Gouvernement provincial* d'Anvers a été admise à l'unanimité en première section; il émet l'espoir que cette affaire pourra recevoir une solution favorable.

M. *Kemna*, de son côté, dépose sur le bureau un extrait du procès-verbal de la séance du *Conseil communal* de la ville d'Anvers en date du 18 mars 1903, au cours de laquelle le Collège, se ralliant à l'avis de M. *Royers*, a adopté à l'unanimité une proposition tendant à accorder à la Société un subside annuel de 500 francs. (*Remerciements.*)

L'Assemblée ratifie ensuite la nomination de MM. *Rahir*, *Rutot* et *Van den Broeck* comme délégués de la Société au Congrès archéologique de 1903, qui se tiendra à Dinant en août prochain.

Sur la proposition de M. le *Secrétaire général*, elle délègue M. *Eug. Lagrange* pour représenter la Société à la *Conférence internationale de sismologie*, qui se tiendra cette année à Strasbourg.

M. le *Secrétaire général* fait connaître que le Conseil aura à examiner la question de l'envoi d'une adresse au Roi à l'occasion des attaques portées à l'étranger contre l'œuvre du Congo.

M. le capitaine *Rabozée* rappelle que M. le commandant *E. Cuvelier* a promis une communication en collaboration avec le colonel *Dubuisson* sur le puits artésien de la nouvelle École militaire à Bruxelles, puits dont la coupe sera incessamment dressée en détail. La prise des échantillons s'est faite avec des soins tout à fait exceptionnels.

M. *G. Cumont* dépose sur le bureau des échantillons d'une roche énigmatique rencontrée dans les environs de la cascade de Coö; l'étude de ces roches sera faite par M. le capitaine *Mathieu*.

Présentation et élection de nouveaux membres effectifs :

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

MM. FRANCO, ALFRED, ingénieur, sous-lieutenant de réserve du génie, 61, chaussée d'Ixelles, à Bruxelles;

BONMARIAGE, ARTHUR, docteur en médecine, 46, rue Fossé-aux-Loups, à Bruxelles.

Communications :

SUR LES ANCIENNES RECHERCHES

DE

TERRAIN HOULLER A MENIN

PAR

X. STAINIER

Docteur en sciences naturelles.

La découverte du bassin houiller de la Campine a donné un regain d'actualité aux tentatives anciennes que l'on a faites pour découvrir de nouveaux bassins houillers au Nord des anciens bassins.

En venant à mon tour fournir des renseignements sur ces tentatives, je n'ai aucunement l'intention, comme d'autres, de vouloir diminuer le mérite de ceux qui ont contribué à la découverte du bassin campinois. Bien au contraire, si, dans certains milieux incompetents, on a fait un grief aux inventeurs d'avoir eu des prédécesseurs, cela prouve tout simplement que dans ces milieux on ignore totalement comment se font les découvertes. Si quelqu'un avait tenté de pratiquer des recherches dans le Nord de la Belgique sans qu'aucun indice, aucune tentative antérieure n'existât, celui-là eût été un fou, et si, par aventure, il eût réussi, il n'aurait pu en attribuer le mérite qu'au hasard. Par contre, celui-là fait œuvre de génie qui, s'armant des renseignements fournis par l'expérience antérieure, même infructueuse, en tire une synthèse et un concept fécond.

Cela dit, j'entre en matière. M. le Directeur général honoraire des mines Harzé a rappelé avec soin toutes les tentatives que l'on a faites pendant plus d'un siècle, peut-on dire, dans l'ordre d'idées qui nous occupe.

Cet historique présente au point de vue philosophique un vif intérêt, car il nous montre par quelle longue élaboration la pensée humaine doit passer pour aboutir à un résultat définitif, après des tâtonnements, des

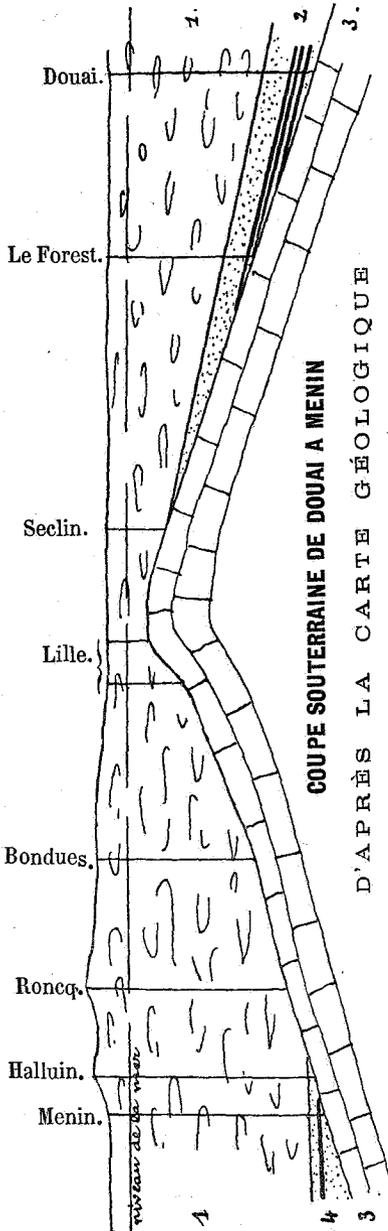
reculs et des pas en avant. A cet égard, on peut considérer comme un recul les recherches faites à Menin. En effet, les recherches si lointaines des frères Castiau, à Audenarde, recherches qui ont été exhumées avec tant d'à-propos par M. le Directeur général des mines J. Dejaer, ces recherches, dis-je, ont montré combien on avait alors des idées justes et scientifiques sur les principes géologiques qui doivent présider à ce genre de recherches. Au contraire, le sondage de Menin, relativement récent, n'est que le produit de concepts faux, basés sur des renseignements inexacts, pour ne pas dire plus (1).

Pour ceux qui ne sont point familiarisés avec les principes géologiques, il semble dur d'admettre qu'un bassin houiller doive nécessairement avoir des limites. La cupidité aidant, on s' imagine volontiers que l'on peut poursuivre indéfiniment des recherches pour étendre les limites de bassins connus ou pour en trouver de nouveaux. Une fois engagé dans cette voie, le moindre indice suffit pour engager des gens aventureux à se lancer dans de coûteuses tentatives, car, comme on l'a dit, volontiers on croit ce que l'on espère. C'est ce qui est arrivé pour Menin vers 1860. De nombreux sondages pratiqués dans la Flandre française avaient montré très nettement la limite Nord du bassin du Pas-de-Calais et avaient rencontré le calcaire carbonifère sous les morts-terrains, quand un sondage fut pratiqué à Halluin, à 6 kilomètres au Sud de Menin. Ce sondage aurait, paraît-il, recoupé 21^m.60 de terrain houiller, qui aurait donc constitué le commencement d'un nouveau bassin houiller s'étendant vers le Nord dans la Flandre occidentale. Nous dirons tout à l'heure ce qu'il faut penser de cette prétendue découverte de Houiller à Halluin. Quoi qu'il en soit, un entrepreneur de sondages, M. A. d'Yochet, de Menin, s'appuyant sur la découverte de Halluin, parvint à décider des capitalistes à pratiquer un sondage de recherche à Menin. Ce sondage, poussé au delà de 300 mètres, recoupa des terrains plus anciens que le Houiller, comme nous le montrerons tout à l'heure.

Nous avons eu dernièrement la bonne fortune de retrouver un des rares documents qui ont été produits par M. d'Yochet pour étayer sa théorie du bassin houiller de la Flandre occidentale. Comme ce document n'a reçu qu'une publicité extrêmement restreinte, nous croyons bon de le reproduire ici sous une échelle moindre (un quart de l'échelle

(1) Au cours de la lecture de ma communication, M. Van den Broeck a annoncé qu'il possédait des renseignements très curieux, qui jettent un jour nouveau sur ce point de la question. Il a annoncé qu'il ferait une communication prochainement à ce sujet.

originale). Ce document consiste en une coupe vraisemblablement Nord-Sud et passant par Menin. Nous donnons aussi ci-dessous textuellement toutes les annotations que cette coupe porte à l'original.



Ingenieur en chef des Mines, Employé dans le département du Nord,

ET D'APRÈS LES SONDAGES EXÉCUTÉS POSTÉRIEUREMENT A CE TRAVAIL, POUR SERVIR AUX RECHERCHES DU BASSIN HOULLER PRÉSUMÉ DANS LA FLANDRE OCCIDENTALE (BELGIQUE), DRESSÉE PAR LE SOUSSIGNÉ A. D'YOCHE.

Échelle des hauteurs : $\frac{1}{8}$ 000.

Id. des longueurs : $\frac{1}{320}$ 000.

1. Terrain de diverses natures : argiles noires, sables, craie, dièves ; dits morts-terrains.
2. Terrain houiller. Bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Couches de houille exploitées.
3. Calcaire carbonifère dit « pierre de Tournay ».
4. Dépôt houiller présumé. Couche de houille présumée.

La coupe porte encore pour différents sondages qui y figurent les indications spéciales suivantes :

Sondage de Halluin : terrain houiller rencontré à Halluin sur 21^m,60.

Sondage de Seclin : fin du bassin houiller reconnu à Seclin par sondage.

Comme on peut le voir aisément à l'inspection de cette coupe, M. d'Yochet supposait qu'au delà d'un relèvement du calcaire carbonifère, un nouveau bassin houiller se reformait plus au Nord dans la Flandre occidentale. La seule preuve que l'on eût de l'existence de ce nouveau bassin consistait dans la rencontre du terrain houiller au sondage de Halluin. Il serait évidemment très intéressant de savoir exactement à quoi nous en tenir au sujet de ce sondage, dont la coupe n'a jamais été publiée à notre connaissance. Le cahier de sondage existe encore, paraît-il, en possession de M. Lemaitre, fils du maire qui était en fonctions à Halluin à l'époque du sondage. Malgré mes démarches, je ne suis pas parvenu à me procurer ce cahier. Quoi qu'il en soit, d'après l'état de nos connaissances, il est bien certain que le terrain houiller n'a pu être recoupé à Halluin. M. G. Dewalque a publié jadis la coupe du puits pratiqué par M. d'Yochet à Menin (1). De cette coupe, il ressort que vraisemblablement le sondage a recoupé le poudingue devonien moyen (poudingue d'Horrués), reposant sur les phyllades du Silurien. Ultérieurement, un autre sondage pratiqué à Menin, à la brasserie Lannoy, a recoupé la dolomie du Frasnien (2).

Par conséquent donc, si réellement à Halluin on a, comme l'indique la coupe d'Yochet, recoupé 21^m,60 de terrain que l'on pouvait confondre avec le Houiller, c'est que l'on y a traversé des schistes noirs appartenant soit aux schistes de la Famenne (Devonien supérieur), soit, et plus vraisemblablement, des calschistes tournaisiens (Carbonifère inférieur).

Comme on le voit, toute l'histoire de la tentative de Menin, en mettant les choses au mieux et sans suspecter la bonne foi de ses promoteurs, cette histoire se résume dans une recherche basée sur une grosse erreur de détermination de terrains.

Ajoutons, pour être complet, que l'histoire n'a pas même servi à

(1) Cf. *Ann. Soc. géologique de Belgique*, t. I, PROC.-VERB., p. 75.

(2) Cf. VAN ERTBORN et COGELS, *Mélanges géologiques*, fasc. I, 1880, p. 43. — A. RUTOT, *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. I, 1887, MÉM., p. 22. — J. GOSSELET, *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. VII, pp. 79 et 188.

prémunir les habitants de Menin contre de nouvelles « surprises », tant la mémoire humaine est courte. En effet, dans la grande période de fièvre de recherches que nous venons de traverser, je me rappelle avoir, en 1900, coupé dans un journal quotidien l'entrefilet suivant, qui se passe de commentaires :

« Une société anonyme vient de se constituer à Menin dans le but de pratiquer des sondages près de cette ville, non loin de la porte de Bruges, où se trouverait, assure-t-on, un gisement houiller. Des recherches faites il y a une quarantaine d'années auraient permis de constater l'existence d'un terrain houiller à 190 mètres de profondeur, mais les gisements ne parurent pas cependant propres à l'exploitation. Certains ingénieurs prétendent que le sol, dans cette partie de la vallée de la Lys, recèle des veines de houille, mais que le combustible se trouve enfoui à une profondeur supérieure à 300 mètres. C'est ce que les recherches projetées ont pour but d'étudier. »

M. Rutot, relativement à cette communication, rapporte que la recherche du Houiller, à Menin, a donné lieu à la création d'une légende d'après laquelle tout géologue, opérant dans cette partie du pays, est désigné sous le nom de *koolman* ; c'est ainsi notamment qu'il fut appelé lors des levés géologiques qu'il fit dans la Flandre.

M. le baron *van Erthorn* rappelle que la coupe du sondage de Menin a été publiée par M. Dewalque dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*.

Il signale aussi, quant à ces prétentions d'avoir rencontré le Houiller, que semblable assertion avait été faite de même dans la vallée de la Senne, au Sud de Droogenbosch, dans la direction de Tourneppe, où l'on disait également avoir trouvé du Houiller, alors que, en réalité, il s'agissait de schistes cambriens décomposés.

M. *Van den Broeck*, qui a été appelé naguère à examiner cette question de la houille à Menin, sera heureux de pouvoir fournir, à la suite du travail de M. Stainier, quelques données complémentaires au sujet de la coupe manuscrite montrée par celui-ci au cours de sa communication. Il possède un exemplaire *imprimé*, et plus détaillé, de cette coupe, ainsi qu'une série de documents complémentaires qu'il s'occupera ultérieurement de mettre en ordre.

M. *E. Putzeys* prend ensuite la parole et fait la communication que nous reproduisons ci-après.

LES

SOURCES VAUCLUSIENNES

ET LES

ZONES DE PROTECTION

PAR

E. PUTZEYS

Ingénieur en chef des Travaux publics et du Service des Eaux de la Ville de Bruxelles.

Dans une de nos dernières séances a été discutée une question du plus haut intérêt, soulevée par la communication faite le 6 avril 1903, à l'Académie des Sciences de Paris, par MM. Fournier et Magnin « sur la vitesse d'écoulement des eaux souterraines ».

MM. Fournier et Magnin attribuent aux manifestations de la circulation souterraine un ordre de succession qui a donné lieu, grâce à notre infatigable Secrétaire général M. Van den Broeck, à un échange de vues duquel semble résulter que les conclusions des savants dont je viens de citer les noms sont tout au moins prématurées.

J'ai pu vous montrer, pour ma part, Messieurs, texte à l'appui, que les expériences qui ont servi de base à MM. Fournier et Magnin n'ont pas été faites dans des conditions comparables entre elles et que, par suite, il y a dans leur travail une juxtaposition de données inconciliables.

La question reste donc ouverte; mais nous n'avons pas à nous plaindre de ce qu'elle a fait couler beaucoup d'encre, car elle a provoqué la discussion d'une série de faits qui montrent, une fois de plus, combien est capricieuse la circulation des eaux dans les calcaires et combien de surprises elle nous réserve encore.

La communication qui nous était faite m'a amené à lire toute une suite d'études du plus haut intérêt, dues à la plume de M. Fournier; je citerai notamment : les « Études sur le régime des eaux dans le Quercy »; des extraits de la revue *Spelunca*; « Un nouvel exemple du phénomène de capture de cours d'eau superficiels par érosion souterraine »; un « Rapport sur les causes de contamination des eaux de la source d'Arcier alimentant Besançon »; enfin, et c'est là le travail le

plus important, une « Étude sur les sources, les résurgences et les nappes aquifères du Jura franc-comtois ».

Pour mieux mettre en lumière le fait dont je me propose de vous entretenir aujourd'hui, je joindrai aux publications de M. Fournier un travail récent de M. Max Le Couppey de la Forest sur « l'étude des eaux de sources ».

Mon but est de vous montrer, Messieurs, le danger de la tendance, trop suivie, à s'appuyer sur ce qui se pratique à Paris pour le décréter d'application universelle, en oubliant que cette grande capitale occupe une position rendant parfois nécessaire une manière de voir qui ne peut se justifier qu'à titre d'exception.

Sans y mettre le moindre esprit de critique, on doit reconnaître que le particularisme de Paris a eu un fâcheux contre-coup en Belgique, en ce qui touche à la filtration des eaux de rivière, qu'il a enrayée, et en ce qui touche à la mise à contribution des sources des calcaires, qu'il a encouragée.

Il a suffi, en effet, que Belgrand condamnât le filtrage des eaux de rivière pour provoquer jusqu'en ces dernières années, en Belgique, le rejet de toute proposition de l'espèce, et cependant aujourd'hui nous assistons à une étrange évolution dans les idées. Le filtrage au sable de l'eau semble, à Paris même, conquérir les esprits.

Ce même particularisme, par des conclusions assez récentes prises au sujet des sources vauclusiennes, devient menaçant.

C'est avec l'espoir de provoquer une réaction dans un ordre d'idées que j'estime néfaste que j'ai demandé la parole; mon but est de vous montrer que l'exemple de Paris a été, encore une fois, traduit en règle d'application générale.

Vous savez, Messieurs, que les doutes émis sur la pureté permanente des sources de l'Avre et de la Vanne provoquèrent la création d'une Commission, qui institua une série d'expériences conduites de main de maître par les sommités scientifiques de Paris.

Les expériences faites dans les bassins sourciers mis à contribution ou proposés pour l'alimentation de Paris, appuyées par les graphiques qui les interprètent, sont d'un intérêt de premier ordre; elles manquent une étape dans la science hydrologique. Il est même presque heureux, si l'on se place au point de vue général, que la Ville de Paris ait été amenée à les entreprendre sur une aussi vaste échelle, car elle était seule à même de pouvoir dépenser, sans hésitation, les sommes importantes que réclamait la recherche de la vérité.

Depuis longtemps, on pressentait que des communications inquiétantes s'établissaient entre les sources destinées à l'alimentation et des cours d'eau superficiels. Désireuse de connaître les mesures à opposer à cette situation, la Ville de Paris a envisagé le problème dans toute son ampleur; c'est ainsi que le service que lui a rendu la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris intéresse non seulement Paris et la France, mais le monde entier. S'il est des ouvrages dignes de fixer l'attention des géologues, des hygiénistes et des hydrologues, ce sont les comptes rendus de cette Commission depuis 1899; tous les faits recueillis y sont exposés sans réticence; c'est là ce qui fait la haute valeur de travaux qui peuvent être proposés comme exemple à bien des administrations publiques qui s'efforcent maladroitement de cacher le mal quand il existe, sous le vain prétexte de ne pas alarmer la population.

Ne pas jeter l'émoi dans le public est chose parfaite, mais l'endormir dans une quiétude trompeuse, c'est poser un acte blâmable et lui ménager un triste réveil.

D'autre part, M. Bechmann a démontré, dans un rapport exposant le programme d'avenir de la distribution d'eau de Paris, en tenant compte de l'agrandissement éventuel de cette capitale, que l'on devrait, pour assurer le service, disposer d'un volume de 900 000 mètres cubes d'eau potable par jour, alors que l'on ne dispose actuellement que de 280 000 mètres cubes environ (1).

Dériver 900 000 mètres cubes d'eau de sources, telle que nous devons normalement concevoir cette eau à l'émergence, c'est-à-dire pratiquement stérile, est une impossibilité matérielle. En effet, les terrains possédant le pouvoir épurateur nécessaire pour livrer une telle eau ont un pouvoir filtrant trop faible pour donner des sources importantes. Aussi la Ville de Paris a-t-elle pu se trouver dans l'obligation d'accepter comme « étalon » un degré de pureté que l'on doit considérer comme inadmissible pour d'autres villes.

Quand on veut, disait le rapport général du 25 novembre 1900, capter des sources abondantes, valant les frais d'adduction, il faut renoncer à la filtration fine, accepter de grosses veines d'eau circulant, au moins sur un certain parcours, dans des fissures larges, dans lesquelles la filtration ne se fait plus, et se résoudre à retrouver dans les sources quelques-uns des germes rencontrés à la surface ou dans les profondeurs.

(1) *Alimentation de Paris en eau potable. Mesures préliminaires en vue de nouvelles adductions d'eau, 1902.*

Comme la fièvre typhoïde est à peu près la seule maladie dont le transport des germes par l'eau soit à craindre, les dérivations de la Vanne et de l'Avre étant désormais soumises à une surveillance médicale incessante, après avoir été remaniées en certains points, semblent, dans l'esprit de la Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Montsouris, ne plus devoir inspirer d'inquiétude.

« Les mesures de protection médicale, disait M. Duclaux, n'empêcheront pas de poursuivre les recherches de laboratoire, l'amélioration des points faibles de la canalisation, la revision des ouvrages de captage des sources et les travaux à entreprendre pour éviter l'arrivée directe et sans filtration, à la nappe souterraine, de grosses masses d'eau suspecte. En se superposant à une situation qui, sans être parfaite, est acceptable, ainsi que l'a montré l'expérience de plusieurs années, la surveillance l'améliorera sûrement. »

La Commission a admis aussi que s'il survenait une épidémie de fièvre typhoïde dans la région des sources, on renforcerait la surveillance et que l'on pourrait engager les Parisiens à faire bouillir leur eau avant de la boire.

« Personne, ajoutait M. Duclaux, ne pourrait s'étonner alors qu'à des cas exceptionnels correspondent des mesures exceptionnelles. »

C'est un reflet de ce même principe que nous trouvons dans le remarquable rapport de M. l'ingénieur en chef Bechmann, chef du Service technique des eaux et de l'assainissement, en date du 8 octobre 1902 (1).

« La Commission, dit M. Bechmann, a formulé, dans sa séance du 19 juin 1902 et à l'unanimité, les conclusions suivantes :

» ... Les sources de Fontaine-sous-Jouy paraissent être d'une qualité supérieure à celles de l'Avre et peuvent, sous les réserves d'un captage rationnel et d'une surveillance médicale (2), être utilisées pour compléter les eaux conduites à Paris par l'aqueduc de l'Avre. »

Il ne sera pas inutile de donner l'avis de M. le géologue Janet sur les sources en question : « Ces sources de Fontaine-sous-Jouy, disait M. Janet en séance du 9 juin 1902 (3), doivent être classées parmi les meilleures et les mieux protégées. *Cela ne veut pas, bien entendu, dire qu'elles soient parfaites* (4). »

(1) *Loc. cit.*, p. 31.

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

(3) Travaux de la Commission, année 1902, p. 20.

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

Il est inutile de chercher la perfection du moment que les eaux nouvelles seront mélangées à celles de l'Avre.

C'est encore dans ce même ordre d'idées que M. l'ingénieur Babinet, après avoir dit : « Une source peut être dite vauclosienne lorsqu'elle est alimentée par des écoulements superficiels à travers des terrains dont les fissures sont trop larges pour en assurer l'épuration dans des conditions satisfaisantes », a pu ajouter : « On ne peut songer à interdire l'emploi des eaux vauclosiennes, car les sources les plus abondantes, indispensables pour alimenter les grandes agglomérations d'hommes, leur doivent souvent une partie de leur fort débit. Dans les terrains calcaires, c'est le cas général. »

Résumant ce qui précède, on peut en conclure qu'une pureté irréprochable de l'eau de source ne représente pas, pour la ville de Paris, la condition primordiale de sa dérivation, et que cette non-pureté originelle peut être admise, si elle a pour corollaire la surveillance attentive des bassins sourciers.

L'énormité des masses d'eau à dériver, si l'on s'en tient au programme d'une alimentation en eau de source aussi large que celle prévue, peut effectivement rendre nécessaire pour Paris une telle manière de voir, que nous n'avons ni à approuver ni à désapprouver, car pour prendre position en semblable matière, il faut posséder tous les éléments du sujet.

Mais si nous n'avons pas qualité pour apprécier ce qui se fait pour Paris, il est de notre devoir de rechercher si la manière de voir jugée bonne pour cette capitale (dérivation de sources vauclosiennes après amendement, sous réserve d'une inspection médicale incessante) serait tolérable en d'autres circonstances.

Ici, je n'hésite pas à me déclarer pour la négative et à exprimer le regret de constater que des savants aient pu se laisser entraîner à proposer l'imitation de ce qui ne peut et ne doit pas servir d'exemple.

J'ai dit en maintes occasions, et je ne puis me dispenser de le répéter, que ce qui est peut-être acceptable pour Paris, ville unique, n'est pas pour ce fait de bonne application pour d'autres villes et surtout pour les petites villes et pour les villes de moyenne importance, qui sont très nombreuses.

Tout d'abord, n'oublions pas que les services d'inspection des bassins sourciers livrant l'eau à Paris sont outillés comme aucune ville ne peut l'être; ce qui serait pour d'autres une charge écrasante, réclame ici un surcroît de dépenses qui n'apparaît pas dans un budget colossal.

Cela est tellement vrai, qu'il a fallu l'intervention des services de Paris pour mettre en lumière les épidémies locales et les cas isolés de fièvre typhoïde qui se présentent dans les bassins sourciers; ce sont eux qui ont endossé les charges de la désinfection, ce sont eux qui suivent les convalescents dans leurs changements de domicile. Tout cela se fait avec un ordre, une précision admirables, parce que la santé de Paris est en jeu, et cependant, si la méthode est bonne, comment se fait-il que les administrations locales ne l'adoptent pas et pourquoi leur inertie fait-elle contraste avec l'activité du service sanitaire de la capitale?

N'est-il pas évident que si chacune des communes situées dans les bassins sourciers de la Dhuis, de la Vanne et de l'Avre faisait, *pour l'alimentation en eau qui lui est propre*, ce que fait Paris, des épidémies seraient évitées et que les services de la capitale se trouveraient singulièrement soulagés?

Il n'en est pas ainsi parce que l'organisation d'une surveillance locale nécessite des frais que de petites communes ne se soucient pas de réclamer sous forme d'impôts; dépenser de l'argent pour se garer d'un danger, c'est poser un acte de prévoyance qui ne frapperait pas suffisamment l'esprit des électeurs. Il suffira de dire que c'est l'enquête *faite par les soins des services parisiens* qui a permis de constater que la source de Poélay, servant à l'alimentation de la ville de Verneuil, est souillée par ses propres déjections, pour apprécier ce que l'on pourrait attendre d'une surveillance exercée par l'administration municipale elle-même.

On doit donc considérer comme dangereux pour toute autre ville le système accepté pour Paris, puisque, dans les régions où tant de recherches intéressantes ont été faites, il se trouve encore des administrations aussi peu soucieuses de la santé de leurs commettants.

N'oublions pas non plus que s'il est fâcheux de voir mettre en décharge des sources destinées aux aqueducs parisiens, parce que leur situation est temporairement compromise, cette opération n'est pas de nature à suspendre le service; elle le rend plus difficile à certains moments, comme en témoignent les observations de la Direction, mais, de même que l'augmentation de dépenses qu'occasionne la surveillance n'influe pas sur le budget, de même le service ne se ressent pas trop des suppressions ordonnées. Tel est le cas, par exemple, pour la source du Miroir, dont le débit est de 14 000 mètres cubes par jour et dont la mise en décharge est ordonnée depuis fin septembre 1900.

Qu'une autre ville eût pris possession de cette source, capable

d'assurer l'alimentation de 80 à 100 mille habitants, se représente-t-on bien ce que serait la situation d'une population réduite à l'alternative ou de s'empoisonner ou de suspendre son service!

M. l'ingénieur Babinet a pu exprimer, au sujet des sources vauclusiennes, une opinion vraie à ne considérer que Paris; nous plaçant à notre point de vue également, nous l'avons combattue en séance du 25 février 1901, en disant que nous nous plaisions à croire qu'il n'est pas en Belgique un ingénieur qui, ayant le sentiment de la responsabilité qui pèse sur lui le jour où il est chargé de l'alimentation d'une ville, oserait, de propos délibéré, dériver, vers l'agglomération à desservir, une source vauclusienne.

J'ajoutais que les pouvoirs publics n'ont pas le droit de projeter la distribution d'une eau alimentaire *si elle ne donne pas toute garantie de pureté, que le doute n'est pas permis en pareille matière, que les certitudes les plus formelles doivent être acquises* et qu'il importe, en outre, l'eau étant reconnue irréprochable comme provenance, de surveiller attentivement et d'une façon incessante l'envoi vers les agglomérations de l'eau captée.

Je terminais en disant qu'il m'avait paru utile de combattre la manière de voir de M. l'ingénieur Babinet, parce qu'il était à craindre que sa théorie relative aux sources vauclusiennes, étant plus récente, fût jugée meilleure que la nôtre, ce qu'il fallait éviter.

J'ai indirectement appris que M. Babinet s'était défendu d'avoir émis une « théorie », ainsi que j'avais cru pouvoir le dire ici même, il y a deux ans.

Je tiens à déclarer que mon plus vif désir est de ne pas prêter aux savants dont je discute l'avis, une manière de voir qu'ils n'ont pas; mais on conviendra que les discussions scientifiques deviendraient impossibles si des questions de « mots » devaient séparer les personnes qui n'ont d'autre objectif que le bien public.

Attaché au service des eaux de la capitale, ce savant ingénieur, appelé à renseigner les sources capables de compléter ce service, a probablement reconnu que si l'on mettait à l'écart les « sources vauclusiennes », le problème serait insoluble; c'est là chose infiniment probable et que je n'ai pas à discuter.

Toujours est-il que l'opinion de ce savant ingénieur et le sentiment de la Commission au sujet de la sécurité offerte par la surveillance médicale menacent d'être érigés en théorie et que les événements ont montré que notre crainte était justifiée; nous en avons trouvé la preuve

dans le travail de M. Le Couppey de la Forest sur les eaux de sources, ainsi que dans les savantes études de M. Fournier.

L'exposé de la méthode employée par la Ville de Paris pour l'étude des eaux de sources, par M. Le Couppey de la Forest, donne le texte d'une conférence faite à la Société des Sciences de l'Yonne, le 3 juillet 1902, à l'occasion des recherches au sujet des causes de l'épidémie de fièvre typhoïde d'Auxerre, qui avait donné de l'inquiétude à Paris.

Ce travail témoigne nettement de la tendance de son auteur à appliquer, d'une façon générale, les résultats de la grande expérience qu'il a acquise dans l'exploration des bassins sourciers de Paris, à tous les bassins sourciers quels qu'ils soient.

M. Le Couppey de la Forest, après avoir analysé les conditions dans lesquelles doit être faite l'étude d'une source lorsqu'on en projette la dérivation, termine en disant que « par l'exécution de travaux, tels que le contournement de certains points dangereux ou le revêtement imperméable de certains lits trop poreux, on pourra conjurer quelques-uns des inconvénients et faire que des sources considérées comme mauvaises pourront être conservées, au contraire, dans d'excellentes conditions (1) ».

Précédemment, parlant d'une étude épidémiologique, à mener parallèlement à l'étude géologique, l'auteur déclare que cette enquête a, entre autres, comme but « l'organisation future de la surveillance médicale dans tout le périmètre d'alimentation (2) ».

Je considère, Messieurs, cette double manière de voir, reflet de ce qui se fait pour Paris, comme extrêmement dangereuse, parce qu'elle consacre l'opération détestable qui consiste à mettre à contribution les sources vauclusiennes.

Comment pourrait-on prétendre organiser sérieusement, et surtout efficacement, la surveillance médicale de tout le périmètre d'alimentation des centaines de sources qui desserviront des centaines de localités, depuis la grande ville à population importante jusqu'à l'humble village abritant quelques habitants ?

Telle serait bien la situation en Belgique, si l'on prétendait accepter de telles conclusions.

Qui oserait assumer une semblable responsabilité, lorsqu'on sait qu'en région calcaire il suffit qu'un paysan creuse une fosse à purin à

(1) *Méthode employée par la Ville de Paris pour l'étude des eaux de sources*, par M. MAX LE COUPEY DE LA FOREST, p. 14.

(2) *Idem*, p. 12.

côté de sa demeure pour provoquer peut-être le risque d'une contamination à plusieurs kilomètres de distance ?

Aussi bien, MM. les D^{rs} A.-J. Martin et H. Thierry, qui dirigent avec la compétence que l'on sait le Service de la surveillance locale et médicale des sources captées pour l'alimentation de Paris, ont-ils soin de dire dans leur exposé : « Ainsi se trouve protégé le périmètre d'alimentation, pour autant que les études géologiques et hydrologiques ont permis de le déterminer (1). »

L'exemple de Paris, si retentissant, avec ses observations de contamination par des puisards, des tuyaux de chute de closets, des décharges de lavoirs, doit-il être considéré comme la démonstration qu'il est possible, grâce à l'attention toujours en éveil du Service des eaux, grâce au dévouement éclairé des médecins, d'échapper au danger, ou bien doit-il, au contraire, être interprété comme la preuve irréfutable du danger des sources vaclusiennes ? Et par source vaclusienne on devrait non seulement entendre la source alimentée partiellement par des pertes visibles d'eaux superficielles, mais toute source qui gonfle après les chutes d'eaux météoriques.

Je passe à l'examen des travaux de M. Fournier.

Dans ses « Études sur les sources, les résurgences et les nappes aquifères du Jura franc-comtois », M. Fournier donne à nombre d'administrations municipales des avertissements qu'elles feraient chose sage d'écouter d'une oreille attentive. M. Fournier démontre, d'une façon irrécusable, que bien des sources du Jura franc-comtois ne sont que des résurgences, dont la mise à contribution pour l'alimentation des villes les place sous le coup d'épidémies de fièvre typhoïde.

Malheureusement, M. Fournier, qui n'est pas praticien, s'est laissé entraîner à donner certains conseils d'ordre technique dont je vais me permettre de faire la critique, qui montrera combien le savant géologue s'est également laissé impressionner par l'exemple de Paris ; cette critique n'enlèvera rien à la portée scientifique de son travail.

Je rappellerai, Messieurs, qu'il y a exactement dix ans, en 1893, la ville de Besançon eut une sévère épidémie de fièvre typhoïde qui se localisa dans la zone alimentée par la source dite d'Arcier, résurgence partielle d'un ruisseau traversant le village de Nancray, qui avait eu une épidémie de fièvre typhoïde quelques jours avant que la maladie n'éclatât à Besançon.

(1) Travaux de l'année 1902 : *Sur les eaux d'alimentation et les eaux d'égout de la ville de Paris*, p. 73.

Voici les faits dans toute leur simplicité : Un orage violent sévit sur la région de Nancray le 7 octobre; la fièvre typhoïde apparaît à Besançon vers le 19.

Quelques mois plus tard, la filiation entre l'épidémie de Nancray et celle de Besançon, pressentie par M. le Dr Thoinot, est mise définitivement en lumière par MM. Jeannot et Thoinot, à l'aide de colorations de fluorescéine. Ajoutons, pour être complet, qu'en 1886, M. Jeannot avait, par expérience, reconnu la résurgence à l'aide du sel.

C'est cette même source, Messieurs, qui est en 1902 l'objet d'un rapport de M. Fournier au préfet du département.

On peut en déduire qu'il est reconnu, dans un document officiel, qu'une source dont la contamination irrécusable a provoqué une violente épidémie en 1893 sert encore à l'alimentation d'une ville universitaire où est professé un cours de Géologie par un savant dont le nom fait autorité.

Si ce fait témoigne d'une inconscience stupéfiante du danger, on doit le qualifier de « défi » lorsqu'on apprend que cette même source d'Arcier avait été, en 1871, le théâtre du fait suivant :

En 1871, à la suite d'une épizootie, on avait jeté dans un gouffre profond dont les infiltrations regagnent souterrainement les eaux d'Arcier, une quantité si considérable de chevaux et de bœufs que les cadavres de ces animaux avaient fini par le combler complètement. Au bout de quelques mois, lorsque les animaux entrèrent en putréfaction, une épidémie de fièvre typhoïde éclata à Besançon.

L'autorité, dit M. Fournier, s'en émut et l'on décida de combler le gouffre. Cette « émotion » de l'autorité s'apaisa sans doute, car nous avons vu que la fièvre typhoïde éclatait de nouveau à Besançon après avoir exercé ses ravages à Nancray, qui pratique le tout à l'égout par l'intermédiaire d'un ruisseau dont la source d'Arcier est la résurgence.

Ces deux terribles leçons ne suffirent pas encore; en 1901, nouvelle épidémie qui coïncide avec une pluie intense dans le bassin de Nancray; en même temps, il est prouvé que la source d'Arcier reçoit directement une partie des eaux du village de Saone, où a eu lieu un cas de fièvre typhoïde.

Quoique M. Fournier déclare dans son rapport qu'à diverses époques l'autorité préfectorale et la municipalité se sont préoccupées de remédier à cette situation du ruisseau de Nancray, ces « préoccupations, d'un caractère tout administratif », n'empêcheront pas que la ville de Besançon sera redevable à la source d'Arcier d'une triste célébrité dans le monde des hydrologues et des géologues.

La surveillance du bassin sourcier d'Arcier n'a pas, comme vous le voyez, empêché Besançon de recevoir de funèbres visites.

Ce n'est pas tout ; après avoir constaté les pitoyables résultats de la surveillance, nous allons voir surgir l'influence de la thèse de M. Babinet. Cette source détestable d'Arcier, on va tenter de la sauver par un moyen qui, heureusement, est aussi mauvais que la source elle-même et, chose regrettable, en contradiction complète avec tout ce que nous dit l'auteur dans ses publications !

Après avoir constaté dans son rapport que les causes de contamination des eaux d'Arcier sont si multiples, si complexes et si graves, qu'il est matériellement impossible d'y remédier d'une manière absolue, « il ne nous reste, dit M. Fournier, qu'à nous associer à la conclusion déjà émise par M. Thoinot : il n'y a qu'un moyen radical et qui vient à l'esprit de tous, c'est de supprimer l'eau d'Arcier et de la remplacer par une autre, non typhoïgène ».

Tout cela était fort bien.

Ce qui est regrettable, c'est que M. Fournier ne s'en soit pas tenu là et ait ajouté à sa déclaration un correctif qui dément les espérances que faisait naître la lecture de la première partie de son beau rapport et forme contraste avec ses études sur les sources du Franc-Comtois, et surtout avec la dernière conclusion de la note qu'il adressait le 6 avril dernier à l'Académie des Sciences.

Cette dernière conclusion était : « De la lenteur et de la propagation de la fluorescéine, il ne faudrait pas conclure à une lenteur correspondante de propagation des cultures microbiennes ; les sources vauclusiennes sont sujettes à une contamination brusque, impossible à prévoir à temps ; il ne faut donc pas les admettre comme eaux d'alimentation, même en temps de sécheresse, puisqu'il suffit d'une pluie d'orage pour les empoisonner brusquement. »

Troublé sans doute par cette idée que la mise à l'écart de la source d'Arcier, dont on connaît malheureusement trop bien les dangers, provoquerait des objections, car il faudrait se procurer de nouvelles eaux et une nouvelle amenée ne se ferait pas sans grande dépense, M. Fournier en arrive à proposer une solution inspirée par l'examen des mesures préconisées pour la protection des sources vauclusiennes et que l'on doit qualifier de profondément malheureuse (1).

« A la conclusion du Dr Thoinot, nous devons, dit M. Fournier, ajouter une remarque qui nous est suggérée par les résultats des

(1) Rapport sur les causes de contamination de la source d'Arcier, 2^e partie, p. 8.

» récentes recherches bactériologiques de M. Maréchal : C'est que l'eau
 » d'Arcier, très dangereuse en temps de grandes eaux, redevient
 » potable et même bonne dans les périodes d'eaux moyennes et de
 » sécheresse. Cette constatation introduit un élément nouveau précieux
 » dans le problème qu'il s'agit de résoudre : il n'est pas nécessaire
 » d'assurer constamment à la ville de Besançon un débit d'eau pure
 » égal au débit d'Arcier, il faut seulement trouver le moyen de pouvoir,
 » pendant les périodes de grandes eaux, remplacer d'une façon com-
 » plète l'eau d'Arcier par une eau salubre. Si ce problème est inso-
 » luble, il ne restera alors qu'à étudier le moyen de stériliser l'eau
 » pendant les périodes de crues. »

« Pour que cette suppression momentanée des eaux d'Arcier soit
 automatique, et ne soit pas, par conséquent, subordonnée à la bonne
 exécution des ordres que l'on pourrait donner aux employés chargés
 d'ouvrir et de fermer les vannes, il serait facile d'établir près de la
 source d'Arcier un système à flotteurs qui, dès que les eaux attein-
 draient une certaine hauteur, produirait un courant électrique assurant
 automatiquement la suppression de l'Arcier dans les canalisations, plu-
 sieurs heures avant les effets de la crue et par suite avant que la recru-
 descence bactérienne se soit fait ressentir à Besançon. »

Certes, c'est là un moyen, mais, comme je le disais tantôt, un fort
 mauvais moyen...

En parlant comme il le fait, M. Fournier oublie qu'entre « cette
 certaine hauteur d'eau » qui représente un débit moyen, et le mini-
 mum du débit de la source, il y a un écart d'autant plus important qu'il
 s'agit d'une source issue du calcaire; cette origine même a en effet
 pour corollaire les fluctuations énormes que nous connaissons tous.
 Entre ces fluctuations peuvent s'intercaler le produit de pluies impor-
 tantes avec leurs conséquences, qui peuvent être désastreuses pour la
 santé publique. Qu'un cas de typhoïde, mal placé, se présente en
 amont du bétoire ou d'une crevasse inconnue, la précaution peut deve-
 nir vaine.

Mais je m'aperçois, Messieurs, de ce que je discute ainsi les condi-
 tions d'établissement d'un appareil qui ne doit pas, qui ne peut pas se
 trouver en tête d'une distribution d'eau, car il serait la commande de
 la vanne arrêtant ou déchainant le danger suspendu sur toute une
 population.

Cette suppression d'une venue d'eau de source commandée électri-
 quement est, en fait, appelée à remplacer, mécaniquement, la surveil-
 lance du bassin sourcier telle qu'elle se fait pour Paris; cette proposi-

tion consacre en même temps la mise à contribution des sources vauclusiennes; cette mise à contribution est elle-même inspirée par l'avis de M. Babinet, et comme on pourrait craindre qu'en m'exprimant comme je le fais, je ne rende pas exactement la pensée de M. Fournier, je vais prouver qu'il en est bien ainsi.

Voici comment s'exprime M. Fournier au début de son rapport : « M. Babinet propose contre la contamination deux palliatifs qu'il considère comme efficaces : 1° capter autant que possible les eaux souterraines au-dessus du point d'absorption, si ce dernier n'est pas trop éloigné de l'émergence et si le débit d'amont est encore suffisant; 2° combler et boucher les gouffres ou bétaires connus susceptibles de recevoir les matières contaminées. »

Dans le rapport que j'analyse, M. Fournier ajoute :

« Nous nous proposons : 1° d'étudier en détail les causes diverses de contamination des bassins d'alimentation des sources d'Arcier; 2° de rechercher si les mesures de protection préconisées par M. Babinet pour les sources vauclusiennes seraient applicables à la source d'Arcier; 3° d'examiner s'il n'existerait pas une solution différente, permettant de substituer aux eaux contaminées d'Arcier des eaux présentant toutes garanties au point de vue hygiénique. »

Cet extrait montre d'une façon incontestable, Messieurs, que l'avis de M. Babinet, sur l'emploi des sources vauclusiennes, qui pourrait être acceptable pour Paris, qui, je le répète encore une fois, occupe une position spéciale, mais serait à rejeter impitoyablement pour toute autre ville, menace de devenir classique, puisqu'on cherche une adaptation de cet avis à propos d'une source d'aussi fâcheuse réputation ! Il est désirable pour le bien public que cette interprétation générale donnée à un avis émis, je me plais à le croire, pour un cas isolé, soit arrêtée dans son développement.

L'exemple de Paris, mal interprété, menace bien, comme je l'avais dit lorsque j'émettais, en séance du 26 février 1901, mon opinion au sujet des sources vauclusiennes, de provoquer une théorie nouvelle, si l'attention des administrations publiques n'est pas attirée sur les graves dangers qu'elle présenterait dans son application.

Que l'ingénieur chargé d'établir une distribution d'eau accepte comme vraie l'opinion émise par M. Babinet sur les sources vauclusiennes, qu'il considère une surveillance médicale incessante comme pouvant parer aux dangers qu'une source peut faire courir éventuellement à la population qui l'utilise, qu'il adopte la solution mécanique de M. Fournier pour la dérivation momentanée des eaux d'une source

gonflée par les pluies, cet ensemble de conditions, voire une seule de ces conditions, d'autant mieux faites pour séduire qu'elles rendent singulièrement plus aisée la solution du problème, cet ensemble de conditions, dis-je, sera de nature à provoquer des désastres. Aussi, j'ai cru qu'il était de mon devoir de signaler le danger qu'il y a à interpréter pour un autre milieu que celui où elles ont surgi, les opinions que je viens de rappeler, parce que, tôt ou tard, si elles étaient admises en Belgique, elles y amèneraient le deuil.

En voulant sauver la source d'Arcier de Besançon, en application de ce qui se fait pour Paris, un savant en est arrivé par une pente insensible à faire fi, en réalité, de ce que nous enseigne la science.

Ouvrez, Messieurs, n'importe quel traité d'hygiène publique. Vous y lirez qu'il est une maladie qui, insidieusement, fait des ravages incessants; vous y lirez que dans ses paroxysmes, qui jettent l'affolement dans les populations, cette maladie fauche la jeunesse, à laquelle elle s'adresse de préférence; que dans de nombreux cas, presque toujours en cas d'épidémies, elle est d'origine hydrique; comme vous lirez aussi que c'est, avec le choléra, une des maladies contre lesquelles il est le plus aisé de lutter en fournissant de bonnes eaux aux villes, vous reconnaîtrez avec moi qu'il n'est pas de compromission possible avec un tel ennemi.

Il est évident que la Commission de perfectionnement de l'Observatoire de Montsouris et ses collaborateurs ne sont pas responsables de l'interprétation générale donnée à leur avis sur un cas particulier et qu'on aurait fort mauvaise grâce à leur faire grief des services qu'ils ont rendus... Ce serait excessif. Cependant, à la décharge des savants qui ont appuyé leur manière de voir sur l'exemple qui leur était donné, il convient de dire que les rapports de la Commission n'établissent pas, d'une façon nette, que les conclusions ne visent que les eaux de Paris.

C'est cette ambiguïté qu'il est désirable de faire disparaître, sans quoi nous risquons fort de voir, à bref délai, consacrer dans des ouvrages techniques cette idée antiscientifique que l'on peut, sous réserve de certains amendements, utiliser les sources vauclusiennes pour l'alimentation. Ce serait là une singulière conclusion donnée aux beaux travaux de la Commission et aux intéressantes découvertes dues à la légion d'explorateurs qui ont marché sur les traces de M. Martel.

Si cette conclusion déplorable venait à être imprimée, comme elle serait rééditée une série de fois, par suite du phénomène de répétition qui afflige la littérature technique, elle risque fort de se transformer en vérité scientifique qu'il sera fort difficile d'extirper par la suite.

Il est indispensable que l'on remonte le courant fâcheux d'opinion qui tend à faire admettre que des sources sont dignes de participer à l'alimentation des agglomérations humaines quand elles sont sujettes à des contaminations temporaires.

Il est désirable que l'on se pénétre bien de cette idée que si, dans nos demeures, « il est vain d'espérer une eau de boisson privée de germes (1) », il est parfaitement possible d'obtenir une eau pratiquement stérile au sortir du sol.

J'entends dire que l'examen microscopique ne révélera que quelques rares colonies, une dizaine par exemple, dues non à l'eau, mais à l'imperfection des moyens dont nous disposons pour opérer les prélèvements.

Il est non moins désirable que l'on sache que s'il est impossible de faire arriver l'eau au robinet du consommateur dans ce même état de pureté, l'augmentation du titre microbien ne doit être que le résultat, indifférent pour la santé publique, d'un contact avec l'air et que, dans ces conditions, même la présence du *bacterium coli* est un fait banal. Mais ce qui n'est pas banal, ce qui doit provoquer la condamnation de la source, c'est cette même présence du *bacterium coli* à l'émergence, parce qu'elle représente le témoin d'une filtration imparfaite.

Si l'élaboration de l'eau doit se faire dans un sol dont la surface est habitée par l'homme et si, dans son terme final, à l'émergence, elle se montre impuissante à éliminer le *bacterium coli*, la source est suspecte et ne peut être acceptée pour l'alimentation; et ce qui est dit du *bacterium coli* devient dès lors vrai pour les autres germes.

C'est dans ces termes qu'il convient que l'ingénieur hydrologue et le géologue se confinent; on doit considérer comme dangereusement paradoxale, la théorie qui déclarerait qu'il importe peu que l'eau de source renferme 150 ou 200 colonies microbiennes à l'émergence, puisque fatalement elle les présentera au robinet.

Également, si l'on a pu admettre une surveillance incessante des bassins sourciers comme capable de préserver la population parisienne d'épidémies de fièvre typhoïde, c'est à titre exceptionnel. La règle générale pour l'ingénieur hydrologue et le géologue doit être que, *seules, les zones de protection naturelle des eaux sont acceptables; dès lors la surveillance médicale est une superfétation*. Lorsqu'une source, dans une contrée habitée, se présente dans des conditions telles qu'il n'est pas possible, par la création de zones de protection naturelle, de s'en

(1) *Travaux des années 1899 et 1900 sur les eaux de l'Avre et de la Vanne*, p. 8.

emparer avec la certitude qu'elle peut, à moins d'une faute commise par le personnel, échapper en tout temps à la contamination, cette source devra être déclarée inutilisable pour l'alimentation.

(*Applaudissements.*)

Au sujet de cette communication, M. *Kemna* ajoute quelques détails à son étude sommaire du travail de la Commission de Montsouris et s'exprime comme suit :

M. AD. KEMNA. — Les eaux de Paris. Note complémentaire au sujet du Troisième Rapport de la Commission de Montsouris.

Dans la séance du 19 mai 1903, j'ai rendu compte du troisième rapport de la Commission de Montsouris sur les eaux de Paris. Je voudrais communiquer aujourd'hui à la Société quelques nouvelles récentes, peu importantes par elles-mêmes, mais symptomatiques de l'état des esprits. Pour quelques-unes des considérations qu'elles m'ont inspirées, je me suis rencontré avec M. Putzeys, non seulement dans les idées, mais parfois même dans l'expression. M. Putzeys prémunit les administrations contre une imitation trop servile de l'exemple de Paris. Les faits nouveaux que je donne ne peuvent que renforcer cet avertissement salubre et opportun.

Dans une séance du Conseil municipal de Paris, il y a quelques jours, sur un rapport de M. Navarre, a été votée l'acquisition des sources de Cailly, au prix de 280,000 francs. Le rapport de M. Navarre disait que par l'acquisition de ces sources, on pourrait éviter de devoir capter le courant des Boscherons et les eaux du Val-d'Orléans.

Ceci est, comme on a pu le voir, tout à fait conforme aux idées de la Commission de Montsouris. Mais le préfet, M. de Selves, a aussitôt fait des réserves et demandé la disjonction des conclusions. On a donc voté uniquement l'acquisition des sources de Cailly.

Il semble donc que le Service technique n'a pas définitivement renoncé aux eaux, de qualité fort douteuse, du courant des Boscherons et du Val-d'Orléans. Un indice de ces dispositions est fourni par un article de journal, que l'on peut croire inspiré par le Service technique. Dans le numéro du 2 juillet de *l'Entreprise et l'Industrie*, sous le titre : « L'adduction de nouvelles eaux de source de Paris », il est d'abord insisté sur l'insuffisance de l'alimentation et sur l'urgence d'un supplément. L'auteur continue comme suit : « Bien que les renseignements

du Service des eaux ne soient rien moins que rassurants, certains pessimistes prétendent que, suivant l'habitude, le rapport administratif ne dit que la moitié de la vérité et qu'il faut voir la situation plus grave encore qu'on ne l'expose. On sait que le projet de l'administration comportait plusieurs parties : d'abord la captation de diverses sources de la région de l'Avre destinées à parfaire l'alimentation de l'aqueduc de l'Ouest, qui est incomplète; il n'amène à Paris au maximum que 1 200 litres d'eau par seconde, alors que la capacité permettrait un apport de 1 800 litres; puis, dans la région de la Loire, la captation, dans le Val-d'Orléans, de 5 000 litres d'eaux reconnues par la Commission de Montsouris pour être des eaux de rivière dégrossies et rafraîchies, susceptibles d'emploi sans préparation pendant la plus grande partie de l'année. »

La Commission de Montsouris a, en effet, déclaré que le Val-d'Orléans donnait une eau de rivière, mais nullement que, pendant la plus grande partie de l'année, cette eau pourrait être employée sans préparation. Nous avons eu soin de citer textuellement ce passage du rapport dans notre étude, et le lecteur pourra voir qu'il n'y a aucune restriction du genre de celle qu'on introduit maintenant.

Des choses de ce genre paraissent à première vue inexplicables; on ne comprend guère la ténacité du Service technique à vouloir malgré tout amener des eaux plus que douteuses. Voici, je crois, la raison : Quand on a construit l'aqueduc de l'Avre, on l'a fait trop grand pour les sources que l'on captait, afin de pouvoir y ajouter, par la suite, d'autres sources encore; dès cette époque, on aura songé au courant des Boschérons, peut-être même au Val-d'Orléans. Également à cette époque, il y a de cela une quinzaine d'années, le contrôle scientifique n'avait pas beaucoup à dire et le Service technique faisait un peu ce qu'il voulait. Mais depuis lors est intervenue la Commission de Montsouris, qui condamne les sources dont le captage était depuis longtemps arrêté dans la pensée du Service technique, et celui-ci se trouve donc dans une situation des plus difficiles. Son intention paraît être de passer outre à l'opposition des hygiénistes et de poursuivre le développement de son système.

L'attitude du préfet, tant à la Commission de Montsouris qu'au Conseil municipal, permet de croire que l'autorité administrative partage cette manière de voir et appuiera le Service technique.

Il me semble peu probable que l'opposition des hygiénistes puisse être vaine. La Commission de Montsouris souvent tâtonne, parfois s'égaré; la facilité de parole dans la hâte de l'improvisation amène un

peu de gaieté dans la littérature hydrologique; mais l'observateur étranger aurait tort de juger uniquement sur ces apparences extérieures. La Commission prend son rôle très au sérieux. On ne saurait avoir assez d'admiration et d'éloges pour le courage avec lequel elle a exposé la situation vraie, sans aucune réticence. On sent à chaque page qu'elle est animée du désir de bien faire, et, chose surtout remarquable, elle a su se garder des emballements. Le Service technique et l'autorité administrative se tromperaient, je crois, s'ils confondaient ces critiques avec les oppositions bruyantes qu'ils ont rencontrées jusqu'ici. Mazarin aimait à entendre chanter les Parisiens. On doit se méfier des gens qui ne crient point. La Commission a déjà obtenu un résultat : c'est de faire admettre comme une nécessité éventuelle la purification préalable de certaines sources. Le Service technique essaie d'échapper à cette complication. Je crois que ce n'est qu'une tentative. Si la Commission persiste, avec calme, mais avec décision, elle aura gain de cause. Le Service technique utilisera toute la capacité de l'aqueduc de l'Avre et augmentera son débit de 50 %; il captera au moins les Boscherons parce que, dans la situation actuelle, c'est probablement de loin le projet le moins coûteux et le plus pratique; mais il le filtrera. Et ce sera pour le plus grand bien de tout le monde.

M. Van den Broeck donne ensuite lecture de la note ci-après :

NOTE RÉTABLISSANT LES CONDITIONS RÉELLES

DES

EXPÉRIENCES DE LA NOIRAIGUE

PAR

E. VAN DEN BROECK

(Note additionnelle relative à la critique des conclusions
de MM. Fournier et Magnin.)

Lorsque MM. Fournier et Magnin, dans leur récente Note à l'Académie des Sciences de Paris (1), exposent les éléments de comparaison et les résultats expérimentaux qui leur ont permis d'affirmer que dans les conduites souterraines des terrains fissurés, l'amidon circule avec une vitesse *considérablement plus grande* que la fluorescéine, ils citent,

(1) E. FOURNIER et A. MAGNIN, *Sur la vitesse d'écoulement des eaux souterraines*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, t. CXXXVI, n° 14 (6 avril 1903), pp. 910-912.

à l'appui de leurs vues, une série d'expériences faites par divers spécialistes, expériences dont il semblerait que les résultats ont réellement pu servir de base aux conclusions des auteurs précités.

Plusieurs de nos confrères, parmi ceux ayant pris part à l'intéressant débat ouvert, au sein de la Société belge de Géologie, sur la vitesse circulatoire des eaux souterraines en terrains fissurés, ont mis en évidence l'absence de valeur de certains des exemples, assez mal choisis, rapportés par MM. Fournier et Magnin.

Le hasard m'a mis ces jours derniers en possession d'un document venant s'ajouter à ceux déjà réunis au sujet du peu de fondement de la thèse déconcertante d'après laquelle l'amidon en suspension dans l'eau des conduits souterrains du calcaire marcherait infiniment plus vite que la fluorescéine en dissolution dans cette même eau.

C'est en feuilletant le numéro du 15 mai 1902 des *Archives des Sciences physiques et naturelles*, de Genève, que j'ai pu recueillir cette documentation, que j'ai complétée, l'examen de cartes topographiques détaillées m'ayant permis de préciser encore les données du problème.

Il s'agit, en l'espèce, d'une communication faite à la séance du 20 décembre 1901 de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles, par le Prof^r AUG. DUBOIS, et intitulée : *Sur deux essais de coloration de la Noiraigue à la fluorescéine*.

Que nous disaient MM. Fournier et Magnin ?

Simplement le contenu du paragraphe suivant, sans autre commentaire et sans aucun renseignement restrictif; ce qui faisait fatalement croire à la réalité de deux expériences *concluantes* et nettement *comparatives*, établissant pour l'amidon un trajet ayant duré huit heures et pour la fluorescéine un trajet de deux cent quatre heures, soit vingt-cinq fois et demie plus lent.

Expériences diverses. — Dans des expériences faites avec d'autres substances que la fluorescéine (sel, amidon), on observe toujours des vitesses plus grandes : *Noiraigue* (expérience *Desor* avec amidon), huit heures, au lieu de deux cent quatre heures.

Or, voici maintenant ce que nous apprend la Note de M. Dubois, complétée par quelques données géologiques fournies par M. le Prof^r Schardt et par les renseignements topographiques que j'ai pu extraire des cartes détaillées de la région.

Il existe à une minime distance au Nord du lac de Neuchâtel et au delà du val de Travers, une région de hauts plateaux sensiblement horizontaux, située à l'altitude d'environ un millier de mètres. C'est la

plaine située entre « les Ponts » et la Noiraigue, affluent de l'Areuse. Cette région consiste en une large cuvette collectrice des eaux superficielles ou météoriques; elle est formée d'un substratum de marnes imperméables séquaniennes et urgoniennes, du Jurassique supérieur. De vastes marais tourbeux s'y étendent et, au moment des crues, les tourbières subissent une forte lessivation, affectant naturellement la composition, les propriétés et la couleur des eaux de ruissellement et des eaux courantes.

Au pied des coteaux qui bordent cette plaine marécageuse existent des entonnoirs d'absorption appelés dans le pays : « emposieux ». C'est dans ces entonnoirs que viennent se réunir et s'engouffrer souterrainement les eaux courantes des ruisseaux et celles des ruissellements temporaires du flanc de la vallée.

Le plus important de ces entonnoirs — où se déversent deux ruisseaux, « les Bieds », coulant au milieu des marais — s'appelle l'emposieu du Voisinage. Alors que le chapelet des autres entonnoirs est à sec pendant l'été, le « Voisinage » absorbe continuellement un certain volume d'eau; mais la résurgence, qui, à 4 kilomètres au Sud, fait apparaître, au point appelé la Noiraigue (eaux noires), ce que tout le monde depuis longtemps s'accordait pour considérer comme le résultat probable du drainage souterrain du plateau et de la vallée des Ponts, donne lieu à un débit au moins vingt-cinq fois plus considérable, dit M. Dubois, que celui de l'absorption du « Voisinage » (1).

Le point d'émergence de cette « source » est, fait observer M. Schardt, déterminé par un accident géologique, soit une faille transversale qui met en présence l'Urgonien de la lèvre Sud-Ouest et le Séquanien de la lèvre Nord-Est de la rupture. C'est *le point le plus bas*, constate l'auteur précité, *où les calcaires perméables du Séquanien affleurent au niveau de la vallée* : c'est donc là que l'eau du réseau souterrain doit déborder. C'est au pied d'un escarpement calcaire dit des « Roches blanches », dont le sommet atteint un millier de mètres d'altitude, que jaillit, vers la cote 750, la résurgence de Noiraigue, où le thalweg de la vallée descend à la cote de 715 mètres environ.

Les eaux de la résurgence sont généralement jaunâtres, et cette teinte, qui s'accroît au moment des crues survenant dans le bassin tourbeux récepteur d'amont, provient évidemment de l'influence des matières colorantes de la tourbe des plateaux drainés.

(1) D'après M. Schardt, la température de la Noiraigue varie de 6 à 7° et le volume de son débit oscille entre 500 et 5 000 litres par seconde environ.

Ces données topographiques étant fournies, voici maintenant l'exposé de ce qui a été fait en matière d'expériences, et l'on va voir en quoi consistent *en réalité* les éléments dont l'interprétation erronée par MM. Fournier et Magnin les ont incités à exposer les conclusions qu'on sait sur la différence de vitesse des substances employées dans les expériences.

Desor, en 1864, tenta le premier de déterminer la durée du trajet présumé souterrain des eaux circulant entre l'entonnoir du Voisinage et la « source » dite la Noiraigue, donnant naissance au court ruisseau de ce nom, tributaire de l'Areuse. Pour ce faire, il fit verser un fort volume d'*emposis d'amidon* dans l'« emposieu », puis descendit à la Noiraigue, où, à l'aide de la réaction de l'iode sur l'amidon, il essaya, mais assez vainement, avec le concours d'un jeune aide plus zélé qu'expérimenté, de déterminer l'instant de l'apparition de cette substance.

On peut trouver, pages 37-39 du tome VII (1864-67) du *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel*, le détail de l'expérience, et il est facile de constater que ses résultats furent très loin d'être probants (1).

Il semble d'ailleurs acquis que la très faible *coloration bleuâtre* que Desor avait cru observer dans le récipient prélevé vers la huitième heure et *essayé* par un aide peu expérimenté, était, dit M. Ch. Dubois, le fait d'UNE SIMPLE ILLUSION. « Desor crut cependant pouvoir admettre que l'eau de l'emposieu du Voisinage employait *huit heures* à parcourir le trajet qui sépare ce point de la source de la Noiraigue, et ce résultat, à cette époque déjà lointaine, fut généralement considéré comme un fait acquis. »

Les constatations qui vont suivre suggérèrent à M. Aug. Dubois des doutes que d'autres, avant lui, avaient déjà émis d'ailleurs sur les résultats si incertains de l'expérience Desor avec ses 4 kilomètres qui auraient été parcourus en huit heures par l'amidon.

A environ 11 à 12 kilomètres à l'Ouest de la Noiraigue et non loin de La Brévine, située à 1 kilomètre de la frontière française, se trouve, à

(1) Rien moins que certains furent les résultats des constatations, faites en l'absence de M. Desor, par son jeune aide improvisé (le fils du meunier), qui n'avait pu résister à la tentation de verser lui-même l'iode dans la série des verres ayant servi de récipient pour les échantillons recueillis, ce qui *parut* faire légèrement bleuir celui de 8 heures après le déversement. Aussi M. Desor, dans un compte rendu de l'expérience, dit que « quoique cette expérience lui semble assez digne de confiance, il désire cependant que la Société provoque de nouvelles expériences ».

Dans la discussion qui suivit l'exposé de celle-ci, MM. Kopp et Hirsch montrent nettement qu'elle ne leur inspire aucune confiance. La couleur du verre employé est indiquée par l'un d'eux comme la cause possible de la légère teinte bleuâtre observée.

l'altitude de 1 043 mètres, le petit lac des Taillières, long d'environ 1 500 mètres. Or, une branche souterraine de l'Areuse paraissait devoir s'alimenter entre autres à un des *entonnoirs* du lac des Taillières et, passant sous des chaînons calcaires qui s'élèvent jusqu'à la cote d'environ 1 250, semblait se déverser dans la vallée de l'Areuse, à Saint-Sulpice, aux environs de 750 mètres d'altitude. Cette communication, soupçonnée, fut nettement démontrée par une expérience à la fluorescéine, de M. le Prof^r Schardt, croyons-nous, et qui réclama *treize jours* de propagation souterraine pour un trajet d'environ 6 kilomètres.

Ayant eu connaissance de ces faits en 1900, M. le Prof^r Dubois se dit qu'un tel résultat rendait *absolument invraisemblable* — alors qu'on se trouvait dans les mêmes conditions générales, dans le même sens d'écoulement, dans les mêmes terrains calcaires et à quelques kilomètres de distance seulement — le résultat resté problématique de Desor, soit un cheminement de *huit heures* pour 4 kilomètres.

M. Dubois résolut donc de recommencer, mais à l'aide de la fluorescéine, dont les résultats devaient être mieux perceptibles que ceux de l'amidon, l'expérience de circulation souterraine de la Noiraigue.

Voici textuellement ce qu'il dit des deux essais exécutés par lui (1) :

« *Premier essai.* — Le 4 mai 1901, à 5 ¹/₂ heures du soir, je versai dans l'emposieu du Voisinage 2 kilogrammes de fluorescéine. Les eaux étaient hautes et la Noiraigue débitait environ 2 500 Lm (2). Dans les jours qui suivirent, quatre échantillons d'eau par vingt-quatre heures furent prélevés à la source. La coloration verte réapparaît le 15 mai, à 5 heures du matin, et se maintient jusqu'au lendemain. Elle a donc mis *huit jours et demi* à passer du Voisinage à la Noiraigue.

» *Deuxième essai.* — Le 26 juillet 1901, à 5 heures du soir, je versai de nouveau 5 kilogrammes de fluorescéine dans l'emposieu du Voisinage. La Noiraigue était cette fois à l'étiage, mais dans la semaine qui suivit, une série de violents orages firent enfler les cours d'eau à tel point que le jour où la couleur réapparut, la Noiraigue débitait au moins 3 000 Lm, soit un volume supérieur à celui que je notais lors du premier essai.

» La fluorescéine se montra à Noiraigue avec assez d'intensité pour être visible à l'œil nu, le 2 août, à 6 heures du matin, et persista

(1) AUG. DUBOIS, *Sur deux essais de coloration de la Noiraigue à la fluorescéine.* ARCH. DES SC. PHYS. ET NAT. (Genève, *Bibl. univers.*), t. CVII, 4^e série; t. XIII, n^o 5 (15 mai 1903), pp. 511-513.

(2) Litres par minute.

durant trente-six heures. Dans le deuxième essai, l'eau a donc mis *six jours et demi* pour passer du Voisinage à Noiraigue.

» Dans ces deux expériences, la coloration a réapparu très affaiblie, à tel point même que, dans le premier essai, elle ne fut reconnaissable que grâce au tube noir (1). Ce résultat est peut-être dû à une action destructive de l'acide ulmique de la tourbe, mais je crois devoir plutôt l'attribuer à l'énorme masse de l'eau emmagasinée dans la cuvette souterraine de la vallée. »

En quoi se résume tout ce qui précède? Nous sommes cette fois en présence d'expériences positives, concluantes, qui, par deux fois, en des régimes hydrologiques différents, ont fourni des résultats proportionnels et corrélatifs indiscutables. Elles ont démontré que les 4 kilomètres de calcaire jurassique séparant l'entonnoir du Voisinage de la résurgence de Noiraigue ont été parcourus par la fluorescéine tantôt en huit jours et demi, tantôt en six jours et demi. Or, de tels résultats constituent la *démonstration de l'erreur d'interprétation* de M. Desor, qui avait cru, près de trente-sept ans auparavant, avoir observé le même passage en huit heures à l'aide de l'amidon. Et la valeur de cette réfutation expérimentale se trouve encore accentuée par l'expérience, rapportée tantôt, du lac de Taillières, où une traversée de 6 kilomètres a exigé treize jours.

Or, bien loin, comme il convenait, de considérer comme *nulle et non avenue* la douteuse interprétation de l'insuffisante observation de M. Desor, en 1864, MM. Fournier et Magnin mettent en présence, en *parfaite égalité de valeur démonstrative*, les résultats des deux expériences concordantes de 1901 avec ceux, problématiques et incertains, de l'expérience de 1864, et ils concluent, bien à tort assurément, que l'amidon, à Noiraigue (expérience Desor), a marché 25 1/2 fois plus vite que la fluorescéine! Tel est le fait qu'il importait de mettre en lumière, parce qu'il y a lieu, avant tout, de contribuer à faire éviter le *danger public* qu'il y aurait à laisser s'accréditer, surtout dans le monde, trop fréquemment incompetent, des administrations publiques, dispensatrices des eaux potables et de l'utilisation des sources, des erreurs scientifiques d'autant

(1) Au lieu du fluorescope, si recommandable, du type Trillat-Marboutin, on emploie parfois, en Suisse, un tube court (0^m,20), qui a l'avantage d'être très portatif, il est vrai, mais qui, sauf en plein soleil, ne donne pas des résultats aussi précis. C'est un tube ouvert à son extrémité supérieure seulement, entièrement recouvert de papier noir mat et muni sur toute sa longueur d'une fenêtre étroite, que l'on tourne vers la lumière solaire, ou vers une source très vive de lumière artificielle, en regardant à l'intérieur du tube. C'est le dispositif imaginé par M. le Prof^r *Schardt*, et que plusieurs de ses compatriotes ont adopté.

plus aptes à se propager dans le grand public qu'elles ont été, dans le cas présent, publiées, sous une forme trop brève, et permettant des interprétations inexactes, dans le savant recueil hebdomadaire de l'Institut de France (1).

ANNEXE.

Parmi les bases d'appréciation que MM. *Fournier* et *Magnin* donnent, dans leur article du 6 avril dernier, à l'Académie des sciences, pour appuyer leurs conclusions sur les différences de vitesse de la fluorescéine et des autres substances employées, ils citent encore l'expérience *Jeannot* à la source d'*Arcier*, près *Besançon*, qui a fourni 9 heures 30 minutes pour la durée de cheminement du sel, en opposition avec 92 heures pour la fluorescéine.

Or M. *Fournier* fournit lui-même, dans le document officiel de son *Rapport sur les causes de contamination de la source d'Arcier*, daté du 12 mars 1902 et adressé à M. le préfet du Doubs, la démonstration des conditions expérimentales d'une telle divergence de dates, qu'il n'est pas admissible de chercher à les mettre en rapport de comparaison dans leurs résultats. On lit en effet, page 4 de ce rapport, qu'il s'agit, en premier lieu, d'une expérience faite en 1886 par M. *Jeannot*, directeur des eaux de la ville de *Besançon*, qui jeta 1 000 kilogrammes de *sel marin* dans l'entonnoir de *Nancray*, déversement ensuite duquel un alignement de résurgences partielles montra, après 4 heures, l'arrivée de la solution à la « source » du *Grand-Vaire*, puis à *Courcelles* et enfin à la source d'*Arcier* (qui alimente *Besançon*) au bout de 9 heures 30 minutes.

Quant à l'expérience à la *fluorescéine*, elle fut exécutée le 23 avril 1894, soit huit ans plus tard, par M. *Jeannot* et quelques amis, qui constatèrent, outre une coloration aux résurgences du *Grand-Vaire* et de *Courcelles*, que 95 heures après le jet l'eau arrivait verte en ville par le captage de la source d'*Arcier*.

On conviendra qu'il n'y avait pas lieu d'essayer de baser des conclusions sur la vitesse comparative des diverses substances expérimentées dans de telles conditions.

(1) Les auteurs reconnaissent, en effet, eux-mêmes, de bonne grâce, que la forme trop succincte de leur Note à l'Académie, réglementairement limitée, est en grande partie cause des erreurs d'interprétation qu'elle peut provoquer, en laissant croire à des généralisations qui n'étaient pas dans la pensée de MM. *Fournier* et *Magnin*.

Comme corollaire à la note qui précède, M. *Rahir* expose au tableau noir les résultats obtenus il y a deux jours dans des expériences faites, par M. Van den Broeck et lui, sur la propagation de la fluorescéine dans un cours d'eau à ciel ouvert, favorablement disposé pour l'observation, résultats démontrant péremptoirement les conditions de la marche normale de celle-ci dans l'eau.

Une expérience au sujet du mode de propagation de la fluorescéine, par EDM. RAHIR.

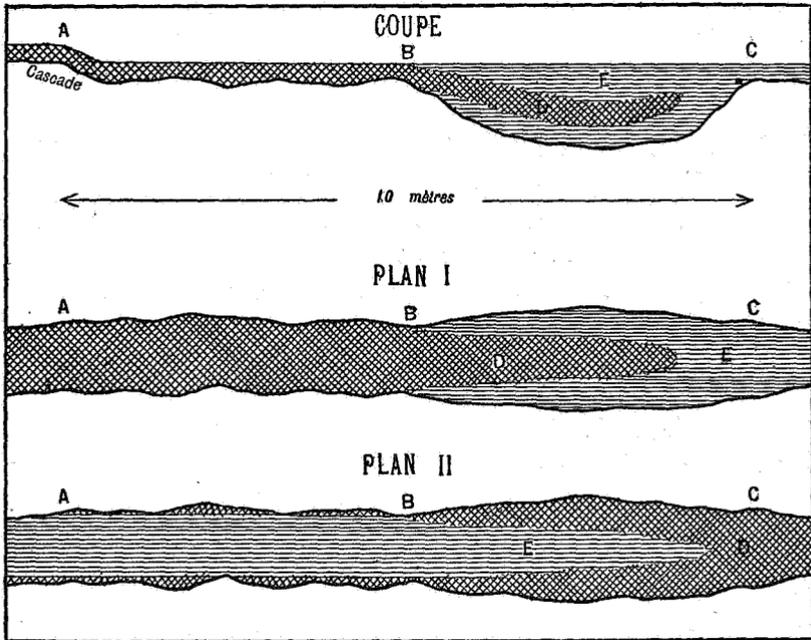
Tout récemment nous avons eu l'occasion, M. *Van den Broeck* et moi, de faire une petite expérience sur le mode de propagation de la fluorescéine; cette expérience est en contradiction avec cette idée — fautive selon nous — émise par certains auteurs, que la marche de la matière colorante dissoute dans l'eau courante serait en retard sur la masse liquide qui la véhicule ou sur les corps flottants ou en suspension qui y sont entraînés.

Notre champ d'expérience était un petit ruisseau (voir la figure ci-jointe) dont la section entre A et B était de faible profondeur avec courant rapide et dont la section B-C était une cuvette remplie d'une eau tranquille dont la profondeur atteignait environ 0^m,35. En A, en amont d'une petite cascade, nous déversons *en une fois* un récipient dans lequel 10 grammes de fluorescéine avaient été au préalable soigneusement dissous. La matière colorante a mis dix secondes à parcourir la distance entre A et B. Entre B et C, la fluorescéine a mis trente secondes à effectuer ce trajet, mais, au début, elle n'a coloré que le grand axe du bassin (voir la coupe); c'est-à-dire qu'elle a suivi le courant dans sa partie la plus rapide, la tête s'avancant sous forme de cône. Il était visible que les eaux de surface marchaient beaucoup plus lentement. Peu à peu la matière colorante a envahi le bassin tout entier. Nous avons pu constater ensuite que les corps flottants les plus légers mettaient quatre-vingt-dix secondes à effectuer le trajet B-C; c'est-à-dire que la vitesse était trois fois moins grande que celle de l'eau colorée par la fluorescéine.

La fin de l'expérience est également intéressante. L'eau, alors absolument incolore, s'avancait dans l'axe du ruisseau coloré, sous forme de cône très allongé (plan 2), et pendant longtemps encore l'élément liquide retenu contre les parois du bassin est resté coloré. Cela s'explique par ce fait physique bien connu, que la vitesse du courant est considérablement ralentie en ces points et par ce que les accidents

naturels du sol contribuent encore à augmenter ce retard dans certaines parties localisées, excavations, etc.

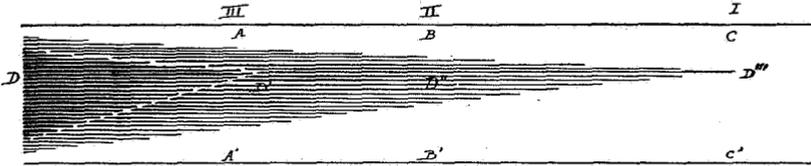
M. Van den Broeck et moi nous avons la conviction — comme précédemment — que la matière colorante dissoute dans l'eau, surtout à l'état d'extrême dilution comme peut l'être la fluorescéine, *ne peut pas être en retard* sur l'eau, qui fait corps avec elle.



La masse liquide d'un cours d'eau présentant de grandes variétés de vitesses en ses divers points, suivant des causes multiples, on peut dire que telle ou telle partie du courant est en retard sur telle ou telle autre, mais on ne peut dire que la fluorescéine dissoute dans l'eau est en retard sur l'élément qui fait partie intégrante avec elle.

A la suite de cette communication, et tant pour la compléter que pour exposer les **précautions à prendre pour constater la première apparition et la disparition de la matière colorante**, M. E. VAN DEN BROECK fait observer avec quelle prudence, avec quelle sagacité même, il faut procéder quand on désire se rendre exactement compte — en l'absence de fluorescéine visible à l'œil nu — si la matière colorante, infiniment diluée et visible au fluorescope seulement, est réellement présente ou non.

Soit, par exemple, le dispositif du croquis ci-dessous (1), considéré comme une coupe longitudinale de cours d'eau, dans lequel A B C représente la surface libre du liquide; A' B' C' le fond du lit; D la partie *très colorée et visible à l'œil nu* de la solution : D' D'' D''', l'avant-garde ou tête de la fluorescéine de plus en plus diluée vers l'aval.



Il s'agit, en l'espèce, d'apprécier l'instant de la *première apparition*, en I ou en II, de l'extrême tête affectée, mais invisible, D''' : ce qui, du même coup, fournira une base d'estimation corrélative de la vitesse maximum de l'eau en mouvement (2).

Supposons maintenant qu'en vue de résoudre ce problème, l'observateur, placé en I ou en II, puise à la *surface* du cours d'eau, même dans sa partie supérieure centrale en C au-dessus de D'' D''', un échantillon qu'il examine ensuite au fluorescope. *Il ne verra rien*, et cependant la tête colorée, mais diluée, D''' aura déjà *dépassé* les deux postes d'observation, mais elle sera localisée, bien entendu, à quelque distance sous le niveau des eaux, légèrement retardées, de la surface A B C. L'observation des postes I et II sera donc fautive et le résultat ne sera nul que parce qu'il aura été mal cherché.

Considérons maintenant la figure comme un plan, en faisant abstraction du peu important manque de symétrie de l'axe D D' D'' D''' par rapport *aux bords* A B C et A' B' C'.

Ici encore, les observateurs des postes précédents auront beau puiser leurs échantillons sur les bords B B' et C C' du cours d'eau et les étudier au fluorescope, ils *ne verront rien non plus*, alors que s'ils avaient songé à puiser judicieusement dans la partie, *très localisée*, représentée en coupe par D' D'' D''' (3), que les lois de l'hydrodynamique

(1) Dans ce schéma, comme dans le suivant, il n'y a pas lieu de s'occuper de la question des *dimensions relatives*. D'une part, la queue de la fluorescéine doit être beaucoup plus allongée que la tête; d'autre part, la forme conique nécessitée par le défaut d'étendue du schéma, doit en réalité faire place à une forme cylindro-conique de la zone D' D'' D''', beaucoup plus allongée et étirée.

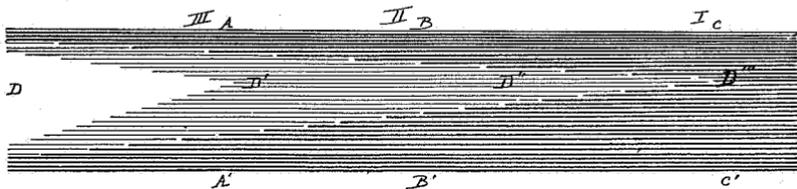
(2) Dans le schéma ci-dessus, la zone D' D'' D''' a été rendue beaucoup trop perceptible.

(3) Dans un canal régulier et rectiligne, le maximum de vitesse des filets liquides semble devoir se trouver au milieu de la largeur et aux deux tiers environ de la hauteur de la masse liquide en mouvement.

mique permettent de considérer comme coïncidant avec les filets d'eau *les plus rapides* du courant, ils auraient pu recueillir, sans coup férir, des échantillons qui, au fluorescope (sans que, rien à l'œil nu, ne pût faire déceler la présence de la matière colorante), se montreront constituer, spécialement en I, l'avant-garde, la tête réelle du déversement de fluorescéine; renseignement qui, du même coup, fournira très exactement pour ce poste n° I la mesure de la vitesse maximum des filets liquides en mouvement dans le cours d'eau. En dehors des phénomènes de coloration retardataire, visible à l'œil nu, fluorescéine et même fluorescope ne donnent donc *tous* leurs résultats qu'à condition que l'on choisisse avec discernement et méthode les points d'échantillonnage.

Et c'est faute de précautions de l'espèce que tant d'idées fausses sur la prétendue divergence des vitesses de l'eau et des diverses substances expérimentées ont pu continuer à se maintenir et à rester admises dans la Science jusqu'ici.

Dans la figure suivante, on trouvera le schéma de la phase finale de l'expérience. Considérons-la d'abord comme un plan. Les zones A B C, A' B' C' représentent maintenant les régions des eaux retardées, sur les bords du cours d'eau, par suite du frottement et obstacles (anses et herbages dans la réalité). Une coloration assez vive, parfois même encore intense, caractérisera, au moins par place, après un certain temps, ces parages latéraux du cours d'eau, coloration qui ne se délaiera que lentement sous l'action aspirante continue du courant central, plus rapide. (Voir aussi le plan II de la figure insérée p. 399.)



Qu'il soit posté en I, en II ou même en III, l'observateur constate pendant longtemps encore en A, B et C une coloration assez vive dans les régions du cours d'eau accessibles à sa vue, et il sera tenté de l'attribuer au *passage prolongé* des eaux affectées au point de déversement, en amont. Si maintenant nous considérons le dessin comme une coupe, on obtiendra le même résultat, c'est-à-dire que la surface retardée A B C montrera avec persistance le flot de fluorescéine, qui

cependant, par diffusion, aura ici coloré *d'autres eaux* que celles affectées par le déversement initial, et dont la vitesse nous occupe.

Aussi, au centre de cette gaine encore très colorée, existe déjà un cône ou une flèche D' D'' D''' d'eaux qui, vues isolées et à l'œil nu, paraîtraient limpides et qui, au fluorescope seulement, montreront l'action de la diffusion initiale, ou latérale peut-être, sur des flots d'eau ayant succédé à celui directement affecté par le déversement.

En réalité, le phénomène du passage des eaux *initialement colorées* est *terminé*, et seule la diffusion ultérieure permet, avec l'aide du fluorescope, de déceler les dernières traces de fluorescéine dans l'eau quasi pure D' D'' D'''. Quant à l'observateur placé en III, il aura, à l'œil nu, la notion d'un passage continu du flot de fluorescéine et sera porté à admettre une durée *exagérée* au phénomène. Si, à l'aide d'un dispositif approprié, il pouvait puiser *sous* la surface liquide, en D, il constaterait qu'un flot central d'eau *absolument pure* a, depuis quelque temps déjà, remplacé, dans le sein du courant, les eaux soumises au déversement coloré, dont les effets paraissent cependant persister à l'œil nu pour l'observateur qui, des bords, examine l'aspect du cours d'eau.

Les évaluations et calculs de *vitesse* de l'eau et de la fluorescéine, ceux des *durées réelles* de passage de la matière colorante ne résultant pas de diffusions ultérieures ou de retards en des zones localisées de surface ou latérales et de thalweg, tout cela devrait pouvoir s'estimer sans tenir compte des impressions visuelles extérieures, qui ne constituent qu'un facteur très secondaire et sujet à de multiples causes d'erreurs d'appréciation. Il convient donc, ajoute M. Van den Broeck, de rechercher à l'aide de *quels dispositifs pratiques* on pourrait échantillonner de manière à assurer le plus possible la récolte de témoins coïncidant avec les zones linéaires, ou très ténues en tête, de vitesse maximum des eaux, véhicule des éléments éventuels microbiens aussi bien que des molécules colorées.

C'est surtout pour les cas où les expériences paraissent donner des résultats *négatifs*, par suite de la trop grande diffusion de la fluorescéine, alors non visible à l'œil nu, que de tels appareils de prélèvement — qui paraissent d'ailleurs assez simples à exécuter — seraient appelés à rendre, dans la pratique, de précieux services. En effet, si, grâce à la manière judicieuse de *recueillir* les échantillons, on peut se mettre en situation de ne plus laisser échapper les filets de rapidité maximum de l'eau où paraît devoir se localiser le moindre indice de fluorescéine décelable seulement au fluorescope, on pourra espérer qu'il y a ainsi un moyen nouveau et plus précis encore d'obtenir des *résultats positifs*. Il

sera ainsi possible de déceler, avec de grandes chances de réussite, des *communications* avec le lieu de déversement, alors que tout autre système, même avec l'emploi du fluoscopes, mais avec un choix moins judicieux des échantillons, ne parviendra pas à révéler la réalité des faits si importants de communications souterraines restées non décelables par l'arrivée *visible* de la fluorescéine.

Dans une prochaine communication, MM. *Rahir* et *Van den Broeck* aborderont probablement, après expérimentation préalable, la discussion des dispositifs pratiques qui leur paraîtraient les mieux appropriés pour remplir les desiderata qui viennent d'être indiqués.

M. le *Secrétaire général*, faute de temps et désireux de laisser à ses collègues inscrits à l'ordre du jour le loisir d'exposer de vive voix leurs communications, dépose, en vue de l'impression pour le procès-verbal, sous réserve d'adoption par le Bureau, le manuscrit de la Note ci-dessous :

L'INDÉPENDANCE

DE

SOURCES D'ORIGINES ET DE TEMPÉRATURES DIFFÉRENTES

infirmée par la fluorescéine.

ANALYSE D'UNE ÉTUDE DE M. LE PROFESSEUR SCHARDT

consacrée aux

SOURCES VAUCLUSIENNES DU MONT-DE-CHAMBLON

ET CONSÉQUENCES PRATIQUES A TIRER DE CES OBSERVATIONS

PAR

Ernest VAN DEN BROECK

Je crois utile de signaler à mes collègues, aux spécialistes principalement, de curieuses observations mentionnées par M. le Prof. *H. Schardt* au cours des données qu'il a exposées sur l'origine des sources vaclusiennes du Mont-de-Chamblon (1).

Tout d'abord, le problème dont l'auteur cherche la solution dans cette étude est celui-ci :

Il existe près d'Yverdon, dominant d'environ 112 mètres le bord occidental de la plaine marécageuse et alluviale de l'Orbe, une colline d'environ 5 kilomètres carrés de superficie, s'élevant à l'altitude de

(1) H. SCHARDT, *Notice sur l'origine vaclusienne du Mont-de-Chamblon*. — Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles, t. XXVI (1898). — Neuchâtel, 1899, pp. 211-227, avec une planche colorisée.

554 mètres et formée par un véritable îlot de terrain néocomien (Hauterivien et Valangien) dont la structure géologique est peu favorable à la formation des sources.

Si absolument *toute* l'eau d'infiltration de l'îlot était employée à cet effet et revenait au jour, on obtiendrait un volume total d'environ 1200 litres à la minute. Or, vers la base des flancs Nord et Nord-Ouest de la colline, on trouve étagées depuis le niveau inférieur des marais (altitude 440 mètres) jusqu'à une trentaine de mètres de hauteur, une série de sources volumineuses pouvant débiter en fortes eaux jusqu'à 20 000 litres par minute.

Il en est qui, à 30 mètres au-dessus du marais, débitent, en eaux moyennes, 2000 litres à la minute avec une température de 10°. Un autre groupe, à 5 mètres de hauteur seulement, débite, par cinq orifices principaux, 6 à 8 000 litres à la minute à la même température. Toutes sortent du calcaire valangien. Une source débitant seulement 100 litres à la minute atteint 13° et émerge au niveau de la marne hauterivienne.

Enfin, le double groupe de sources, dit du Moulin-Cosseau, montre des venues inférieures, à 2 mètres au-dessus du niveau du marais et ayant 12°5 et des sources un peu supérieures (2 mètres plus haut) ayant 14°5. Il y a donc là de vraies venues thermales, et les deux groupes du Moulin débitent 4 à 5 000 litres à la minute. Elles sortent visiblement d'une fracture ou pli-faille.

Des expériences réitérées à la fluorescéine, faites en mai et en juin 1898, par M. Schardt, en vue de déterminer la région d'origine de ces eaux, expériences dont le détail, très intéressant, se trouve exposé dans l'article signalé ici, démontrèrent une relation évidente entre les sources du Mont-de-Chamblon et les eaux du marais de Baulmes qui, à 5 kilomètres de distance du Mont-de-Chamblon, se perdent dans un terrain situé à l'altitude de 652 mètres, au pied de la colline de Feurtille (1).

Un grand synclinal de terrain crétacé (Valangien, Hauterivien et Urgonien), recouvert par les hauteurs miocènes de la colline de Champvent (environ 540 mètres), sépare ce point d'engouffrement de la région des sources du Mont-de-Chamblon (altitude de la plaine : 440 mètres).

(1) Il est à noter qu'une partie des eaux de la source Décoppet est utilisée comme eau potable dans le village de Method, à 2 kilomètres de cette résurgence. Le débit de cette source est cependant des plus variables ; à l'époque des grandes sécheresses, dit M. Schardt, il est réduit à quelques centaines de litres et tarit parfois presque complètement.

Sauf à la petite source intermédiaire de la Blancherie, à plancher de marne hauterivienne et débitant 100 litres par seconde, *tous les groupes de sources*, en deux expériences successives, se montrèrent colorés par la fluorescéine, mais avec certaines différences dans le temps d'arrivée du phénomène et avec de grands écarts dans l'intensité de la coloration.

La source supérieure (dite de la Grange-Décoppet), située à 50 mètres au-dessus du sol des marais, fut la première atteinte, une première fois en quarante heures, la seconde fois en quarante-deux heures après le déversement au gouffre de Baulmes (4 kil.) (1).

Les sources du Moulinet, situées à 6 mètres au-dessus de la plaine et à 1 kilomètre plus loin, réclamèrent deux heures de plus pour montrer les premières traces de la fluorescéine et une heure plus tard la coloration y était intense. Il fallait encore attendre sept heures pour voir arriver à toutes les sources des deux groupes du Moulin-Cosseau les premières traces de fluorescéine, et dans ce groupe, la coloration resta très faible, le vingtième environ de ce qu'elle était aux sources des niveaux de 50 et de 6 mètres.

Déjà la teinte légèrement jaunâtre, couleur de l'eau des tourbières, desdites sources, avait fait prévoir à M. Schardt, avant les résultats de ses expériences et conformément à la grande variabilité de leur débit, que ce pouvaient bien être les résurgences de conduits souterrains s'alimentant aux eaux tourbeuses du marais de Baulmes.

Mais les sources du Moulin-Cosseau paraissent être des eaux profondes venant de loin, amenées par la faille de ces parages, eaux thermalisées et disposées, pense M. Schardt, en courants différents, vu les différences de température qu'elles présentent. Il me paraît cependant plus admissible de croire à l'existence d'un courant d'amenée interne *unique* et à un refroidissement d'ambiance externe pour le groupe des sources inférieures. Si la fluorescéine s'est manifestée dans toutes ces sources du Moulin-Cosseau, quoique tardivement et à faible dose, c'est, pense avec raison M. Schardt, qu'un filet d'eau étranger et venant des courants émanant du marais de Baulmes, alimentant les sources supérieures (du Moulinet spécialement), vient se mélanger à la venue lointaine interne et pseudo-thermale.

Qu'on me permette maintenant d'ouvrir une parenthèse ayant pour

(1) La quantité de fluorescéine employée a été, à chaque expérience, de 2 kilogrammes. La seconde expérience, où le trajet a été effectué en quarante-deux heures, été faite en eaux plus moyennes.

but de montrer combien les communications souterraines du régime hydrologique des calcaires sont variables et se modifient suivant le régime des eaux, tant en parcours qu'en durée. Cela revient aussi à dire que la connaissance du régime souterrain des eaux dans de tels terrains ne peut guère s'obtenir à l'aide de renseignements uniques.

Lors d'une série d'excursions qui eurent lieu à l'occasion de la session de 1899 de la Société géologique suisse, dans une course conduite le 5 août par M. le Prof^r Schardt, une surprise avait été ménagée aux excursionnistes visitant la région ci-dessus mentionnée (1). En leur honneur, un déversement à la fluorescéine avait été fait, en temps voulu, dans l'entonnoir de Baulmes, à Feurtille, et, à l'arrivée des géologues aux fontaines de Method, celles-ci devaient se montrer colorées tout au moins par l'apport de la source importante de la Grange-Décoppet.

Mais la surprise fut pour les organisateurs, car rien n'était coloré.

Comme on était en ce moment en très basses eaux, cela signifiait que le trajet, différent sans doute, ou moins rapide, n'avait pu encore s'effectuer jusqu'aux résurgences. En effet, il résulte des constatations faites après le départ des excursionnistes que la coloration n'a apparu que le 9 août au soir à la Grange-Décoppet et au Moulinet. Au Moulin-Cosseau, elle n'a apparu que le 10 août à 6 heures du matin. Le trajet a donc cette fois réclamé 150 heures au lieu de 40 à 42 heures, soit une durée près de quatre fois plus prolongée.

Alors que dans les essais précédents toutes les sources du Moulinet s'étaient montrées colorées avec la même intensité, il n'y eut cette fois que le groupe inférieur de sources de ce nom qui montrèrent la coloration. Le régime des communications et parcours était donc bien différent, et il y a là d'utiles renseignements à méditer.

Je reviens maintenant à la première Note de M. Schardt, et du chapitre de ses *Conclusions* j'extrais littéralement les paragraphes suivants, complétant l'exposé qui précède et faisant suite aux conclusions initiales, d'après lesquelles sont reconnues établies : 1° la *corrélation* indiscutable de toutes les grandes sources du Mont-de-Chablons avec l'eau du ruisseau du marais de Baulmes, engouffrée à 4-5 kilomètres de distance par l'entonnoir de Feurtille ; 2° la *diversité* de ces corrélations, intimes et très directes en ce qui concerne les sources supérieures du Moulinet

(1) Dr H. SCHARDT, *Compte rendu des excursions de la Société géologique suisse, juillet-août 1899*. ECLGÆ HELVETIÆ, vol. VI, n° 2, janvier 1900 (v. pp. 151 et 152).

et de la Grange-Décoppet, qui en dérivent presque exclusivement; accessoires et indirectes pour le groupe des sources du Moulin-Cosseau.

Le trajet de la matière colorante exige, en eaux moyennes, juste quarante heures, soit dix heures par kilomètre, pour arriver de Feurtille (4 kilomètres) à la Grange-Décoppet, tandis que de ce dernier endroit au Moulinet, distant de 1 kilomètre, il ne faut que deux heures.

Il y a donc lieu de présumer que sur le trajet de Feurtille au Mont-de-Chamblon, l'eau traverse de vastes cavités remplies d'eau qui retardent la propagation de la coloration par le ralentissement du courant qui s'y produit nécessairement et surtout par la dilution qu'elles occasionnent. Dans le trajet de la Grange-Décoppet au Moulinet, nous avons plutôt un cours d'eau souterrain cheminant dans les fissures du calcaire valangien, à l'instar d'un ruisseau circulant parmi de gros blocs. Si ces deux groupes de sources étaient des déversoirs d'une *même nappe souterraine*, alimentant *directement* les divers orifices, l'existence de la source de la Grange-Décoppet serait inexplicable, car dans ce cas l'eau devrait s'échapper par l'orifice le plus bas, où la pression est la plus forte, et à chaque baisse de niveau la source la Grange-Décoppet devrait tarir, ce qui n'est pas le cas.

C'est entre la Grange-Décoppet et Feurtille que se trouve le cours souterrain en siphon renversé qui force l'eau venant de Feurtille à s'élever jusqu'à 25 ou 30 mètres au-dessus du fond du marais de Method. La source de la Grange-Décoppet est un émissaire latent et partiel qui se produit sur le parcours, tandis que la plus grande masse d'eau se dirige vers le Moulinet, pour sortir par des orifices plus bas. Il y a, en effet, entre la source de la Grange-Décoppet et celle du Moulinet une différence de niveau d'environ 25 mètres.

Bien que la source de la Grange-Décoppet ait un régime assez irrégulier, elle n'est cependant pas une source de trop-plein, une source temporaire, comme il y en a tant dans le Jura, à côté ou dans le voisinage de sources constantes. Elle ne tarit que rarement, ou plutôt un seul cas est connu où la source a presque entièrement tari, et pourtant les deux groupes de sources ne sont pas alimentés par des déversoirs de la même nappe souterraine; elles sont alimentées par le même *cours d'eau* souterrain, car leur eau provient du même déversoir. Cela est attesté par leur température identique et par l'intensité égale de la fluorescéine lors des essais de coloration.

Le cours souterrain passant en siphon sous les collines de Champvent et sous le marais de Method, commence par ascendre à l'orifice de la source de la Grange-Décoppet pour s'écouler, après avoir alimenté ce premier émissaire, vers le Moulinet en cheminant dans les fissures du Valangien inférieur. Cette hypothèse explique parfaitement l'existence de ces deux groupes de sources, à des altitudes différentes, alimentées par la même eau,

et, rend compte de la grande variabilité de la source de la Grange-Décoppet, du fait qu'elle ne tarit que rarement.

Le problème des sources du groupe du Moulin-Cosseau est plus compliqué, en raison de leur distinction en sources à températures différentes jaillissant dans un espace si restreint, les deux également influencées par la fluorescéine introduite dans l'entonnoir de Baulmes. Une autre complication résulte encore de l'exception de la source de la Blancherie. Pour arriver du Moulinet aux sources de Cosseau, distantes en ligne droite de 1 500 mètres, l'eau fluorescente a mis six heures; elle a donc cheminé deux fois et demie plus vite que de Feurtille à la Grange-Décoppet et deux fois moins rapidement que de la Grange-Décoppet au Moulinet. De plus, la différence de température de ces eaux prouve que toutes les sources de Cosseau appartiennent à deux (1) cours d'eau souterrains tout à fait différents de celui qui alimente les sources du Moulinet et de la Grange-Décoppet. Elles sont tout simplement influencées par un filet d'eau venant du Moulinet jusqu'au Moulin-Cosseau et qui se mélange probablement à l'eau de ces sources pendant leur mouvement d'ascension.

L'exception de la source de la Blancherie pouvait s'expliquer en admettant que cette eau provient directement de la nappe souterraine et ne reçoit aucun appoint des filets d'eau venant du Moulinet.

Ces observations sont fort intéressantes et méritaient d'être mises en lumière, car non seulement elles montrent la curieuse complication des courants aquifères souterrains dans les massifs calcaires, mais elles démontrent, puisqu'un même déversement de fluorescéine a pu influencer un groupe de sources assez distantes les unes des autres et à température respectivement de 10°, 12°,5 et 14°, et possédant chacune un régime distinct, qu'il *serait dangereux de toujours conclure, uniquement d'après des différences de température, même de plusieurs degrés, à l'INDÉPENDANCE ABSOLUE de venues d'eau paraissant distinctes et de thermalité différente. Il serait donc aussi dangereux de conclure à l'impossibilité d'une contamination éventuelle, impossibilité que l'on croirait pouvoir résulter de telles constatations différentielles de température, laissant croire au COMPLET ISOLEMENT des canaux et fissures aquifères du calcaire.*

M. le Secrétaire général, étant donné que la note suivante de M. Martel a pu être imprimée et distribuée en épreuve avant la séance, se borne à faire connaître les conclusions de ce travail.

(1) L'hypothèse de deux sources thermales *indépendantes* constitue une complication inutile, alors que la différence de température, qui amoindrit de 2° les sources inférieures, peut s'expliquer plus simplement, soit par un refroidissement d'ambiances externes plus prolongées en un cours pseudo-superficiel plus étendu, soit par un mélange avec des eaux d'autres provenances. (Note de M. E. Van den Broeck.)

NOTE COMPLÉMENTAIRE

SUR

LA VITESSE ET LES RETARDS DE LA FLUORESCÉINE

PAR

A.-E. MARTEL

—

L'objection qui, au point de vue de la physique et de la chimie, a été faite à la dernière séance de la Société au sujet de l'anomalie que présente le soi-disant retard, observé et admis par les expérimentateurs, de la marche de la fluorescéine sur celle de l'eau qui la transporte, est fort intéressante et mérite un examen approfondi ; et je suis d'autant plus disposé à m'y arrêter — bien moins pour y répondre que pour tenter de contribuer à son éclaircissement — que le retard allégué de la fluorescéine m'a toujours singulièrement étonné : en effet, je ne m'expliquais guère qu'une séparation quelconque pût intervenir entre les molécules d'eau et celles de la matière colorante de la dissolution, puisque l'assimilation, l'incorporation de cette matière dans le liquide est tellement intime que, d'une part, le filtrage par la bougie Chamberland-Pasteur et même par l'argile fine très fortement comprimée ne se réalise pas, — et que, d'autre part, la décantation est nulle (contrairement à ce que l'on avait cru observer) et ne se produit pas plus sous terre qu'au dehors. Je rappelle, en effet, qu'en mai et juin derniers, j'ai expérimentalement enregistré cette absence tant du filtrage que de la décantation ; j'ai notamment constaté : 1° à Padirac, que des bassins à écoulement extrêmement lent ont mis quinze jours à se décolorer progressivement, sans qu'il y restât ensuite aucune trace de couleur perceptible, même sous 5 mètres de profondeur (et à la lueur du magnésium, seule assez puissante pour l'observation souterraine) ; 2° en laboratoire, qu'un litre de forte dissolution, en éprouvette de 7 centimètres de diamètre sur 26 centimètres de hauteur, s'est décoloré complètement en dix-huit à vingt jours avant qu'aucun symptôme de

décantation se fût manifesté. La solidarité de l'eau et de la fluorescéine dissoute est donc bien absolue.

Et cependant il est réel, si l'on colore un ruisseau contenant des matières suspendues ou entraînant des particules flottantes, que celles-ci marchent parfois plus rapidement que la fluorescéine elle-même.

A quoi peut tenir cette particularité?

Il serait tentant et simple de supposer que les expériences débutent toujours (du moins quand on procède par visibilité à l'œil nu et sans fluorescope) par un grand excès de substance par rapport à la première masse d'eau teintée, qu'une sorte de sursaturation (d'ailleurs nécessaire pour la bonne issue des résultats) se produit, qu'une partie de la matière n'est pas dissoute et que peut-être sa densité l'attarde, en tendant à la précipiter (ce qui expliquerait les observations qu'on a cru faire d'une certaine décantation). Mais je ne saurais soutenir une telle interprétation, d'abord parce que la puissance extraordinairement colorante de la fluorescéine doit toujours laisser les solutions les plus intenses en dessous de la limite de la saturation, puis parce que j'ignore complètement si cette limite existe (comme pour l'acide borique, par exemple), et même si des recherches ont été faites en ce sens, — et surtout parce que, dans les essais ci-dessus rapportés, qui ont controuvé et le filtrage et la décantation, j'ai procédé avec des solutions relativement fortes.

Il est certainement plus rationnel de rechercher la cause de l'anomalie, comme on l'a très judicieusement proposé à la séance du 30 juin, dans une fausse conception, une incomplète définition, une interprétation inexacte, ou une notion insuffisante de ce qu'on est convenu d'appeler la *vitesse de l'eau*.

En 1899, M. et M^{me} Vallot, dans leurs expériences des torrents et des eaux sous-glaciaires de Chamonix, se sont demandé si, pour le calcul de la vitesse, il fallait considérer le commencement ou le milieu du passage de la couleur, et ils ont adopté le commencement, à cause des incertitudes et accidents, encore inexplicables, de la durée du passage, influencée par une foule de facteurs aussi variés que mal déterminés; ils ont bien noté que l'inégalité de la marche de l'eau dans les diverses parties du courant, et l'addition d'eau nouvelle qui en résulte en permanence, modifient à chaque instant l'évolution de la couleur dans des conditions inconnues.

Dès 1896, j'ai été arrêté moi-même par toutes ces incertitudes; je les trouve encore si peu résolues que mon opinion en la matière est loin d'être faite, et j'eusse préféré attendre la multiplication des expériences.

(personnelles ou autres) pour aborder ce sujet si complexe de l'écoulement de l'eau fluorescente : mais la question étant posée et discutée ici, je ne saurais me dérober à la discussion, tout en indiquant que tout ce que je puis en dire est, pour moi-même, essentiellement provisoire, sujet à modification par des recherches ultérieures et exprimé uniquement à titre documentaire pour empêcher la controverse de s'égarer.

En l'état, il est constant qu'il faudrait tout d'abord bien savoir ce qu'on entend par vitesse de l'eau : et je me permets, — en tant du moins que mon absolue incompétence en mécanique puisse être suppléée par les nombreuses observations empiriques auxquelles je me livre depuis huit ans, — de me demander si tous les savants travaux de Torricelli, Mariotte, Bernouilli, Newton, Savart, Plateau, Venturi, Prony, Boussinesq, etc., sont parvenus à bien nous fixer sur les lois détaillées de l'écoulement des cours d'eau. Certes, on a considérablement étudié les conséquences des frottements et reconnu que la vitesse est plus grande à la surface et au centre que sur les côtés et dans la profondeur ; mais l'application de ces principes n'est possible que pour une rivière normale, à section régulière, et pour ainsi dire géométrique ; or, cette rivière *idéale* ne se présente guère dans la nature, où les choses se compliquent de coudes, hauts-fonds, îles, etc., sans parler des cascades, confluent, barrages naturels, crues, etc. A cette rivière théorique, il faut substituer, pour notre sujet, les courants auxquels on a matériellement affaire, sur ou sous terre, depuis le menu ruisseau tranquille et le grand fleuve placide, jusqu'au petit torrent cascade et au puissant courant de montagne.

Énumérer les différences innombrables de cas, les accidents infinis, les modifications perpétuelles qui affectent alors (selon les circonstances), les allures de l'écoulement (abstraction faite des variations de débit) est besogne absolument impossible. Et j'estime que l'étude de la vitesse des eaux se présente en vérité comme un problème des plus ardu, à cause de la modification constante et de la multiplicité des facteurs qui l'influencent.

Essayons cependant de demander à certains exemples d'observations directes, quels espèces d'enseignements on peut tenter d'en tirer : c'est, je pense, la seule manière de parvenir à éclairer un sujet aussi obscur.

Dans le Rhin, à Ragaz, avec un débit de 200 mètres cubes par seconde, une vitesse *moyenne* de 8 kilomètres à l'heure, une pente de 4 ‰, une profondeur de 0 à plusieurs mètres et une largeur de 50 à 100 mètres, la fluorescéine jetée sur le bord n'arrive pas à gagner le

milieu du courant, où devrait cependant l'attirer le maximum de vitesse; elle file parallèlement à la rive, ou se retarde dans ses anfractuosités; au contraire, projetée au milieu du courant, du sommet d'un pont, elle n'est pas seulement entraînée vers l'aval, mais en partie rejetée latéralement vers les bords par les remous de la surface, avec un retard sur la partie centrale, prenant la forme d'une pointe de flèche avec ses deux ailettes. Malgré la rapidité du courant, qui amène le brassage complet, la propagation reste inégale; elle témoigne de variations complexes de vitesse, même dans la partie centrale, et elle dénonce le délaissement en arrière d'une forte proportion de la couleur. Je ne veux pas tirer de conclusions de ces faits, si ce n'est pour dire que la coloration de portions séparées de grands cours d'eau, en des points espacés d'une même ligne de leur largeur, devra fournir des indications utiles à noter et des données sur les diversités d'allure des filets d'eau distants, ou contigus entre eux.

Dans la Tamina, également à Ragaz, avec un débit de 9 mètres cubes par seconde, une vitesse de 3 kilomètres par heure, une pente de 50 ‰, une profondeur de 0 à plusieurs mètres et une largeur de 2 à 10 mètres, la diffusion est bien plus générale; cependant les anfractuosités des rives retiennent et retardent aussi de grandes quantités d'eau colorée et, quand il se rencontre un des fréquents bassins qui suivent presque toujours les cascades, *l'eau colorée ne commence à s'écouler hors du bassin que quand celui-ci en est complètement rempli*; pendant tout le temps, parfois long, requis pour ce remplissage, le torrent, en aval du bassin, continue sa marche en avant, qui précède celle de l'eau chargée de fluorescéine. Le fait est formel et se retrouve sous terre.

Dans un ruisseau calme et sinueux (la Salmouille à Marcoussis, Seine-et-Oise), un parcours, pour la fluorescéine, de 365 mètres en 2 1/2 heures (soit 2^m,43 de vitesse moyenne par minute) s'est décomposé ainsi : première section, courant prononcé, 60 mètres en 20 minutes; seconde section, 80 mètres en 55 minutes, courant ralenti par une vanne; troisième section, 15 mètres en 45 minutes, entre deux vannes; quatrième section, courant très prononcé, 210 mètres en 30 minutes. De menus flotteurs de papier, utilisant sans doute le lieu géométrique des points maximum de vitesse, ont été entraînés près de deux fois plus vite. Des rives bourbeuses et très herbacées semblaient attirer la coloration. Y aurait-il une question d'adhérence par viscosité à rechercher en ce cas spécial?

Sous terre, je ne citerai que mes derniers essais, déjà mentionnés, du mois de mai, à Padirac : dans le premier bassin (diamètre environ

25 mètres) des grands gours (vitesse de la fluorescéine 7 mètres à l'heure), j'ai vu la matière colorante se propager *en éventail*, en branches d'arbre, avec tendance au rebroussement latéral, comme sur le Rhin; ce bassin a mis plusieurs heures à se colorer complètement, tout en ne cessant pas de se déverser vers l'aval (comme à la Tamina), ce qui ne pouvait manquer de donner une réelle avance à la marche de son écoulement sur celui de la fluorescéine. Et il en a été de même de tous les autres.

On voit quel vague et quelles difficultés subsistent dans l'étude de la question : je n'insinue tout ce qui précède qu'avec les plus formelles réserves et d'une manière tout à fait timide.

Et je conclus seulement :

1° Que les éléments constitutifs de la vitesse d'écoulement des cours d'eau, ainsi que les causes de variation de cette vitesse et l'influence des obstacles, sont encore fort mal connus;

2° Que les approfondissements et bassins semblent exercer, pour une raison à rechercher, un ralentissement plus apparent sur la fluorescéine que sur l'eau elle-même;

3° Que ce ralentissement apparent, anormal en théorie physique et chimique, s'il semble exister en application expérimentale, tient peut-être uniquement à l'insuffisance de nos organes visuels et à la dilution de l'avant-garde de la fluorescéine;

4° Que l'emploi judicieux du fluorescope établira sans doute que ce ralentissement est, en effet, illusoire et provient de ce que les premières molécules entraînées de la fluorescéine sont diluées au point d'être invisibles à l'œil nu;

5° Que des expériences nombreuses devront être faites avec et sans fluorescope pour étudier la marche, comparée à celle de l'eau, de la tête des colorations visibles de la fluorescéine dans les cours d'eau de toute espèce, grands et petits, calmes et torrentiels, souterrains et extérieurs, avant de formuler aucune conclusion;

6° Et que, en matière de nappe phréatique, lentement propagée dans les terrains meubles très perméables, les conditions du problème se présentent toutes différentes.

M. le *Secrétaire général* propose ensuite la réunion d'un groupe de quelques membres qui, dans une séance privée prochaine, auraient à examiner la question de rédiger une synthèse faisant connaître tous les points paraissant *définitivement acquis*, ainsi que ceux restant à discuter et à élucider parmi les résultats et conclusions des travaux

nombreux présentés au cours de ces dernières séances sur cette intéressante question de la fluorescéine. Cette synthèse ainsi formulée par un comité de spécialistes, éclairés par les avis de nombreux confrères, aurait l'avantage de mieux mettre en relief les points principaux qui ont été examinés et résolus et dont l'utilité a été démontrée.

MM. *Kemna, Rahir, Putzeys, Rabozée, Martel* et *Van den Broeck* sont désignés pour faire partie de cette Commission, dont le travail figurera dans le Procès-Verbal de la séance de rentrée.

M. le *Baron van Ertborn* dépose sur le bureau l'analyse ci-dessous d'un mémoire de M. *J. Lorié*.

Notre confrère et ami, le Dr J. Lorié, a publié dans les *Bulletins de la Société royale néerlandaise de Géographie* un mémoire des plus intéressants intitulé : **L'unité proposée de la période glaciaire**. Il a bien voulu m'autoriser à le traduire, il a revu cette traduction et il a complété son travail en y ajoutant un cinquième chapitre.

L'auteur fait une étude critique des deux mémoires du Dr Olof Holst et de ceux des Drs F. Geinitz et C. Gottsche sur la question; celle-ci peut être résumée ainsi d'après Geinitz : « Il est inutile de penser à » des périodes interglaciaires bien déterminées, indépendantes, et l'on » peut tout expliquer par de grandes oscillations du bord du Glacier, » pendant une seule époque glaciaire. »

Les quatre auteurs dont les œuvres ont été soumises à l'étude de notre savant confrère, sont des *Unitaristes* convaincus, tandis que le Dr Lorié, d'autre part, n'en est pas moins un *Interglaciariiste* convaincu.

Le travail du Dr Lorié est donc du plus haut intérêt et nous avons l'honneur de le présenter de sa part à la Société.

Il est évident qu'une question de cette importance ne peut être tranchée ni en Belgique, ni en Hollande, pas même en Europe centrale, ni dans les Iles Britanniques; le nœud gordien git dans la presque île scandinave : il y a lieu toutefois de tenir compte de l'allure de la glaciation dans le massif alpin et autres grands massifs montagneux. De nos jours, la Scandinavie présente une vaste région complètement *rabotée*; les roches archaïques sont presque partout au jour et toutes les autres formations ne sont plus représentées que par quelques lambeaux de Silurien et de Devonien. Les points culminants des Monts Dofrines atteignent à peine 2 500 mètres. Des fossiles ont été dragués entre la Norwège et l'île de Jean Mayen à une profondeur de 2 500 mètres, appartenant à des espèces qui ne vivent pas à plus de

200 mètres de profondeur; on en a conclu que la Scandinavie, depuis les temps quaternaires, s'est abaissée d'au moins 1 000 mètres (1). En tenant compte du rabotage énergétique produit par le glacier, on doit admettre que le massif montagneux a atteint 4 500 à 5 000 mètres, soit au moins une altitude comparable à celle des Alpes, et bien plus étendu. Les auteurs font commencer la période quaternaire avec le Glaciaire et considèrent tous les dépôts pliocènes comme préglaciaires. Toutefois la limite du Pliocène en hauteur est encore mal définie et c'est un point important sur lequel on devrait tâcher de se mettre d'accord. Le travail du D^r Lorie est un résumé fidèle de l'état de la question à ce jour, et sa lecture nous met au courant des idées et des opinions diverses admises à présent.

Après l'audition de ce résumé, l'Assemblée décide l'impression aux *Mémoires* du travail de M. le D^r J. Lorie.

M. le *Baron van Ertborn* développe ensuite le travail qu'il avait annoncé sur la distribution d'eau de Vilvorde :

LA

DISTRIBUTION D'EAU DE VILVORDE

PAR LE

Baron O. VAN ERTBORN

La distribution d'eau de la ville de Vilvorde est basée sur l'emploi de l'eau artésienne de la craie; le puits qui la fournit était désigné jadis sous le nom de *Puits de M. Nowé*, dans la brasserie duquel il fut foré. Racheté par la ville, il alimente la distribution publique.

Le rapport fait en 1889 par nos confrères MM. Van Mierlo, Rutot et Van den Broeck donne de nombreux détails à son sujet : ils sont des plus intéressants. A cette époque, le débit au jaillissement était considérable et s'élevait à 360 litres par minute au niveau du sol. Le niveau hydrostatique se trouvait à 6^m,90 plus haut.

L'eau est de bonne qualité et ne contient que 0^{gr},400 de sels en dissolution par litre.

Nous fûmes, lors de la reprise du puits par la ville, désigné en qua-

(1) Il y eut des oscillations secondaires démontrées par des lignes de rivages dont la plus élevée se trouve à la cote + 280.

lité d'expert pour en évaluer la valeur. Son exécution laisse à désirer : le diamètre n'est que de 0^m,45 et dans les silex de la craie « il y a un étranglement qui réduit ce diamètre de moitié ».

Il suffirait d'un éboulement dans la partie du sondage non revêtue de tubage pour perdre le puits, la manœuvre d'outils devenant très difficile dans un diamètre de 80 millimètres.

Une pompe puise l'eau à 5^m,50 sous le sol et la refoule dans le château d'eau, qui a l'aspect d'un gigantesque pluviomètre.

Cette pompe est actionnée par une turbine, mue par le ruisseau la Woluwe, dont le débit, irrégulier et insuffisant, ne paraît pas donner de bons résultats.

Par suite du pompage, il s'est produit une perte de charge dans le niveau aquifère de la craie et il s'ensuit que le débit du puits a diminué ; dans ce cas, il est élémentaire de descendre le corps de pompe, et l'on retrouve ainsi l'ancien débit et davantage en plaçant l'appareil élévateur au bon niveau. Un compresseur donnerait d'excellents résultats, et, si le diamètre du puits est trop petit pour placer ledit compresseur, une simple busette à air ramènerait encore beaucoup d'eau à la surface.

Pour remédier au mal, on a songé au proverbe qui dit : « aux grands maux les grands remèdes ». Au lieu de forer un nouveau puits bien conditionné, tangent à l'ancien pour tâcher de recouper la fissure remarquablement aquifère, on a fait forer deux puits distants l'un de l'autre de 45 mètres seulement. Pourquoi ne pas les mettre côte à côte ? On aurait eu des frères siamois d'un nouveau genre.

Nous avons déjà fait remarquer, et beaucoup d'autres l'ont constaté avant nous, que des puits voisins s'influencent considérablement. A Paris, l'exemple Passy-Grenelle est des plus concluants, et dernièrement encore nous constatons le même fait à Alost (1), quoique les deux grands puits artésiens de cette ville soient distants de 700 mètres.

Les deux puits jumeaux furent forés, non pas à Vilvorde, mais à 200 mètres à l'Ouest de la station de Haeren, soit à 2 600 mètres de la mère patrie.

On assurait qu'en ce point les niveaux d'eau artésiens avaient un débit *vauchusien*.

Nous nous sommes demandé comment on pouvait le savoir. Une longue pratique nous a bien appris que dans le voisinage de l'abattoir d'Anderlecht, ainsi qu'à la partie inférieure du boulevard Léopold II,

(1) *Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XVII, 1903, MÉM., pp. 145 à 153.

la craie est plus fissurée que partout ailleurs dans l'agglomération bruxelloise. Nous n'en avons jamais conclu qu'il y avait des fissures partout et que tout sondage devait forcément en rencontrer. En avançant telle chose, nous aurions fait acte de charlatanisme. A Haeren, le mystère était profond et si on savait d'avance qu'il y avait beaucoup d'eau dans la craie en ce point, on a dû recourir à la légendaire *baguette de coudrier* de nos ancêtres.

Et ce n'est pas tout : la pompe à air qui actionne le compresseur est placée, non pas à Haeren, mais bien à Vilvorde, soit à 2 600 mètres de distance de Vilvorde même. Après celle-la, tirons l'échelle et disons à ces braves Vilvordiens :

Dans les prés fleuris
Qu'arrose la Senne,
Cherchez qui vous mène... etc.

Pour en revenir au Puits Nowé, notre honorable confrère M. Rutot en a donné une bonne coupe (1); mais, comme il arrive toujours dans les cas semblables, on ne lui avait pas tout dit. En réalité, le forage aurait atteint le Primaire et aurait 184 mètres de profondeur. La puissance de la craie serait de 54 mètres. Les puits jumeaux de Haeren ne sont pas aussi profonds : ils n'ont que 105 mètres et la sonde n'a pénétré qu'à 3 centimètres dans la craie.

L'histoire des sondages devient lamentable. L'administration provinciale du Limbourg a fait forer un puits de 80 mètres, qui, à ce niveau, doit avoir sa source dans l'argile tongrienne; à coup sûr, son débit ne sera pas *vauchusien*; — enfin le Département de la Guerre vient de mettre en adjudication un puits de 51 millimètres de diamètre (2).

Ces faits sont d'autant plus regrettables qu'il s'agit d'administrations publiques qui devraient être soucieuses des deniers des contribuables. Le Gouvernement a créé le Service géologique, dont la mission est de fournir les renseignements nécessaires et qui ne s'y refuse jamais. Le Gouvernement n'y recourt pas lui-même. Et notre Société, qui a déjà rendu de grands services, paraît aussi oubliée que le Service géologique. Cet état de choses n'est-il pas des plus regrettables?

Que de travaux passent inaperçus, qui, s'ils étaient renseignés, ne seraient point perdus pour la science et fourniraient leur contingent de documents profitables à la communauté! Nous renouvellerons donc ici la protestation que nous avons faite déjà au sujet des sondages de

(1) *Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. III, p. 211, MÉM.

(2) *Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol.*, t. XV, 1901, PROC.-VERB., p. 382.

Malines, d'Eelen et de Lanaeken (1); soutenue par des confrères, elle a déjà porté ses fruits : formulons l'espoir que bientôt plus aucun fait n'échappera aux investigations scientifiques.

Puisqu'il est question ici de puits artésiens, nous rappellerons que de temps en temps les journaux quotidiens appellent l'attention sur ce mode d'alimentation d'eau pour les villes du littoral. Nous croyons la question définitivement résolue par la dernière expérience faite au *Royal Palace Hôtel* d'Ostende (2). On nous répondra peut-être que ce puits a sa source dans l'étage sparnacien et que l'on pourrait rencontrer, soit dans les fissures de la craie, soit dans celles des roches primaires, des eaux de meilleure qualité.

Nous ne le croyons pas : les dépôts saumâtres d'âge sparnacien sont discontinus; il n'y a donc aucun manteau protecteur qui recouvre la craie. Les eaux chargées de sels en dissolution pénètrent dans les fissures du Crétacique et dans celles des roches primaires.

Le grand puits de la ville d'Ostende, foré il y a une quarantaine d'années, nous en fournit une preuve des plus concluantes. Profond de 300 mètres, il a sa source à la partie supérieure des formations primaires. Ses eaux renferment 5^{gr},4 de sels en dissolution. Les capter à 100 ou 200 mètres plus bas conduirait au même résultat. On agirait absolument comme celui qui, trouvant les eaux de l'Océan trop salées à la surface, les puiserait à un millier de mètres de profondeur, croyant les trouver potables à ce niveau. On ne saurait assez attirer l'attention des habitants de la plaine maritime sur ces faits.

Une question qui n'a pas encore été posée et qui nous semble intéresser les établissements industriels, c'est celle du *débit maximum* d'un puits artésien dans l'agglomération bruxelloise. Il nous semble que le mètre cube par minute est un maximum, rarement atteint même. Nous avons sous les yeux un magnifique diagramme du puits artésien de l'Usine à gaz de la ville de Bruxelles. Son orifice est à la cote 15, sa profondeur de 125 mètres. Il a sa source dans les fissures de la craie et des roches primaires.

Le bas niveau de cet orifice est cause qu'on se trouve dans les conditions les plus favorables pour puiser beaucoup d'eau.

(1) *Soc. belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrolog.*, t. XV, 1901, PROC.-VER., p. 381.

(2) *Ibid.*, p. 178-189.

Le même diagramme nous apprend que l'augmentation métrique de son débit est de 11¹/₈. Le tuyautage d'un compresseur à air placé au fond du puits, soit à 125 mètres, peut puiser l'eau à mi-hauteur d'une manière pratique, soit donc à 62.50, ce qui nous donne un débit de 737 litres par minute comme maximum. Ce qui est déjà fort joli. Il faudrait des chances exceptionnellement favorables pour dépasser le mètre cube, et lorsque nous voyons promettre des quantités de 3 à 5 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, nous nous permettons de ne pas y croire.

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. *Rutot, Putzeys, baron van Ertborn et Van den Broeck* au sujet de l'influence que peuvent avoir les puits rapprochés l'un de l'autre et de l'imprudence qu'il y a à creuser, au hasard, des puits à proximité d'autres en activité, sans s'inquiéter de la *direction du courant souterrain*. Les inconvénients des fâcheuses dispositions de l'espèce ont été constatés à Vilvorde et à Haeren.

Quant au puits Nowé, de Vilvorde, M. *Rutot*, malgré l'affirmation de M. le *baron van Ertborn* qui, d'après M. *François*, rapporte que l'on aurait atteint le Primaire, doute qu'il en soit ainsi; le puits fait en concurrence a certainement touché le Primaire, mais non le puits Nowé, qui est resté dans la craie, *mais à petite distance de sa base, comme l'ont signalé naguère MM. Rutot et Van den Broeck.*

La séance est levée à 10 h. 40.
