

**SÉANCE SPÉCIALE D'HYDROLOGIE
DU 11 MAI 1897.**

Présidence de M. A. Rutot.

La séance est ouverte à 8 h. 40.

Présentation et élection de nouveaux membres :

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

En qualité de membres effectifs :

MM. le D^r ANT. FRITSCH, professeur à l'Université de Prague, 66, Wenzelplatz, à Prague.

LÉOLOLD HEUSEUX, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.

HENRI LIEKENS, ingénieur, 85, rue Gallait, Schaerbeek-Bruxelles.

LÉON SOMZÉE, ingénieur, membre de la Chambre des Représentants, 22, rue des Palais, à Schaerbeek-Bruxelles.

En qualité de membre associé regnicole :

M. O. BOULENGIER, docteur en médecine, 104, rue de la Croix-de-Fer, à Bruxelles.

Communications des membres :

A. FLAMACHE. — Quelques mots à propos de la critique de M. Van den Broeck concernant mon travail sur la formation des cavernes.

Sous ce titre, M. *Flamache* donne lecture d'une Note répondant aux critiques soulevées par M. Van den Broeck. D'après l'auteur de cette Note, la majorité des spécialistes qui se sont occupés de la question partageraient ses vues, et ses contradicteurs seraient même d'accord avec lui pour reconnaître l'inefficacité de l'eau acidule, filtrant goutte à goutte, dans la formation des cavités. Il n'aurait donc pas prolongé le débat s'il n'avait trouvé dans la réponse de M. Van den Broeck, qui, d'après lui, n'a apporté aucun élément nouveau au débat, des affirmations qui, dit-il, ont notablement altéré les faits et les opinions.

Il pense que c'est à tort que M. Van den Broeck dénie à M. Dupont le mérite qu'a cru pouvoir lui attribuer M. Flamache d'avoir innové la théorie de l'action chimique des eaux acidules, et pour appuyer cette assertion, il signale qu'en regard de l'isolement de ce facteur, seul considéré par M. Dupont, la plupart des auteurs font une part au moins égale à l'action mécanique dans le phénomène d'érosion et de creusement des cavernes. Il cite des passages des travaux de M. Dupont montrant que seul le facteur chimique ou de dissolution est invoqué par cet auteur qui, dit-il, revendique d'ailleurs nettement la découverte de cette action chimique en disant : « Tel est, d'après mes études, le fonctionnement de l'eau de pluie agissant comme eau acidule dans le remarquable appareil chimique disposé au cœur de nos roches calcaires ».

M. Flamache signale qu'en regard de ces vues personnelles du savant directeur du Musée de Bruxelles, presque tous les auteurs, y compris M. *Martel*, le plus compétent de tous en cette matière, accordent une grande importance à l'action des eaux courantes et à l'ablation qui peut en résulter. M. Flamache est donc bien près, quoi qu'en dise M. Van den Broeck, de l'opinion générale quand il dit : *L'action chimique de l'eau acidule FILTRANT LENTEMENT à travers des fissures encombrées de tampons argilo-sableux et de blocaux est incapable de produire des cavités dans les profondeurs des roches calcaires, cette action étant détruite par la dissolution du calcaire rencontré dans les deux ou trois premiers mètres de parcours.*

M. Flamache considère que ce fait capital, qu'il pense avoir été le premier à mettre hors de doute, ne pourrait être contesté par M. Van

den Broeck, qui paraît devoir surtout recourir, pour maintenir ses vues sur la persistance d'action des eaux météoriques dans les profondeurs, aux phénomènes d'engouffrement dans les aiguigeois et autres fissures béantes. M. Flamache se défend d'ailleurs d'avoir contesté cette dernière action, puisqu'il a dit implicitement (dans la note au bas de la page 358 des Procès-verbaux du tome VII) que l'action superficielle de l'EAU COURANTE sur la surface intérieure des canaux qu'elle parcourt peut s'exercer à toute profondeur.

L'action dissolvante de l'eau acidule FILTRANTE peut s'exercer à de grandes profondeurs si le terrain filtrant n'est pas calcaire, mais aussitôt entrée dans le terrain calcaire, elle perd au bout de deux à trois mètres toute faculté dissolvante.

M. Flamache ne nie pas que des eaux puissent — à part la filtration lente — s'engouffrer en masses plus ou moins considérables, mais il dit que pour s'engouffrer il faut un gouffre préexistant, et il reste à expliquer la formation de celui-ci; la question n'est donc que déplacée.

M. Van den Broeck, dit-il, affirme bien à tort que M. Flamache dénie l'efficacité des eaux acidules dans beaucoup de phénomènes géologiques, et l'orateur se réfère à son travail de la séance du 16 avril 1895 dont trois pages sur douze sont consacrées à l'exposé de la rapidité de cette action dissolvante.

Admettant comme justifiée la théorie de M. Dupont sur la dolomitisation des calcaires magnésiens par l'ablation chimique de l'excès de carbonate de chaux, il fait remarquer que le peu d'épaisseur de la partie partiellement dolomitique fournit un argument à sa thèse. La présence d'une grande épaisseur de dolomie inattaquable *hypothétiquement* par l'eau acidule n'empêche nullement l'action chimique de celle-ci dans les profondeurs.

Les critiques de M. Van den Broeck retombent non sur l'exposé de M. Flamache, mais sur une théorie qui, celui-ci ne le méconnaît nullement, n'est pas admise par tout le monde, et l'auteur signale à ce propos les travaux classiques de Guembel, Lorentz et Vogt sur les dolomies du Tyrol et sur celles de la Norvège, travaux que son honorable contradicteur ne paraît pas avoir étudiés de très près.

Dans son exposé sur la présence des phosphates au sommet de la craie, M. Van den Broeck aurait pu tenir compte de ce fait signalé par M. Flamache et qu'il paraît avoir perdu de vue, que l'eau acidule garde sa faculté dissolvante en traversant une épaisseur quelconque de terrains non calcaires. Quant au reproche que lui a fait M. Van den Broeck d'employer autrement que les géologues le mot *limé*, il s'en défend en

signalant qu'il a employé l'expression de *grands limés* pour désigner, par une expression familière aux ingénieurs, les concrétions calcaires blanches qui se déposent dans les fissures, et il ajoute que certains caractères de ces *grands limés*, tels que la présence de sables au milieu du concrétionnement, lui permettent de les considérer comme ayant été parcourus par des eaux supérieures. Quant aux *lins limés* visés par M. Van den Broeck, le processus de leur remplissage est différent et n'a rien à voir avec l'argumentation de M. Flamache.

D'après ce dernier, l'argumentation de M. Van den Broeck consisterait à prêter à son adversaire des idées que celui-ci n'a nullement exposées et ensuite à les réfuter avec une facilité toute naturelle en l'occurrence. En somme, M. Flamache croit avoir établi nettement les points suivants :

Il croit avoir mis en évidence que l'action dissolvante de l'eau acidule *filtrante* (et il laisse de côté les eaux d'engouffrement dans les calcaires) est incapable de créer des cavités dans les profondeurs d'une roche calcaire. Remarquant ensuite que toute caverne est ou a été le lit d'un cours d'eau permanent ou temporaire; remarquant que la forme des cavernes montre à l'évidence qu'elles constituent une déviation soit dans une boucle prononcée de la rivière, comme à Han, soit entre le plateau et celle-ci, comme dans les aiguigeois; observant enfin que le tracé des grottes renferme des dédoublements, des communications latérales indiquant pour tout hydraulicien l'existence d'une circulation nette de l'amont vers l'aval, M. Flamache conclut ainsi :

« Les cavernes doivent leur existence au cours d'eau qui les parcourt »
 » ou qui les a parcourues. Par suite, les cavernes sont des vallées sou-
 » terraines dont le creusement a lieu par *les mêmes causes* et suivant les
 » *mêmes lois* que celui des vallées à l'air libre. »

Cette conclusion, ajoutée l'auteur, ne préjuge *en rien* le mode d'action de l'eau *courante*, quelle qu'elle soit : mécanique, chimique, etc.

Dans la théorie défendue par M. Dupont, la caverne est préexistante à l'entrée des cours d'eau; suivant les idées de M. Flamache, le cours d'eau a creusé la caverne *peu à peu* comme il l'eût fait de toute vallée d'érosion. Tel est le point précis dont eût dû s'occuper M. Van den Broeck dans sa réponse du 26 novembre 1895, d'autant plus que M. Flamache fournissait un critérium facile en disant :

« Toute caverne doit posséder une conduite d'amenée et une con-
 » duite de départ (1). Si une exploitation de carrière amenait au jour

(1) Ce dernier peut être plus ou moins obstrué; ce qui forme les cavernes à lac intérieur.

» une caverne absolument close, n'admettant l'eau que par des fissures, » la fausseté de ma conclusion serait démontrée. »

Or, dans le nombre considérable de cavernes étudiées, aucun cas de ce genre bien constaté n'a été relevé.

En terminant sa lecture, M. Flamache exprime ses regrets de devoir constater dans la réponse du 26 novembre 1896, faite par M. Van den Broeck à sa Note du 16 avril de la même année, certains passages dont la forme lui paraît manquer de la courtoisie que réclament les polémiques scientifiques, et il croit pouvoir s'en autoriser pour relever à son tour avec une certaine vivacité le ton de la réponse fournie par son honorable contradicteur.

Réponse à M. Flamache par E. VAN DEN BROECK.

Comme suite à cette communication, M. *Van den Broeck* commence par protester de ses intentions envers son collègue et ami M. Flamache, ainsi qu'il le nommait d'ailleurs dès la troisième ligne de son exposé du 26 novembre. Si, au cours de ce travail, assez passionnant et écrit très rapidement, il a pu, dans l'intérêt des vues qu'il croit toujours être la vérité scientifique, accuser assez vivement M. Flamache d'être dans l'erreur, c'est la résultante inévitable de la mise en présence et du choc vigoureux de thèses opposées ; mais jamais il ne lui est venu à l'esprit d'être désagréable en quoi que ce soit à M. Flamache. Si, dans sa pensée à lui, sa réponse ne devait en rien froisser M. Flamache, il reconnaît cependant qu'elle a pu, dans sa forme un peu vive, faire croire à son honorable contradicteur qu'il eût été préférable d'atténuer la vivacité de l'expression.

Ceci dit, M. Van den Broeck signale la difficulté qu'il y a à répondre séance tenante aux multiples points, très intéressants d'ailleurs, soulevés dans la Note dont M. Flamache vient de donner lecture. Il ne pourra donc, pour le Procès-verbal de la séance, où figurera sans doute un résumé de l'exposé de M. Flamache, que signaler très rapidement ce qu'il compte développer ultérieurement, s'il y a lieu, en réponse aux observations de son honorable contradicteur.

Il y aurait d'ailleurs beaucoup à dire au sujet de cet exposé, et M. Van den Broeck pense que la prolongation du débat n'offrirait qu'un intérêt modéré pour les spécialistes : géologues et hydrologues, et surtout pour ceux qui ont eu l'occasion de s'occuper des choses de la spéléologie.

Libre à M. Flamache de n'envisager comme thèse générale du processus circulatoire dans les calcaires qu'un minime élément du problème; le rôle des eaux d'infiltration descendant lentement et en petite quantité au travers du lacis superficiel des menues fissures de l'affleurement des massifs calcaires, et libre à lui d'édifier, sur des faits réels mais localisés, une thèse que ne partagent certes pas de nombreux spécialistes quand ils étudient ou exposent l'ensemble du système circulatoire des eaux météoriques et courantes au sein des massifs rocheux calcaires et les effets de celles-ci dans le creusement des grottes. Libre à lui aussi d'attribuer à M. Dupont, parce que cet auteur a cru pouvoir se cantonner exclusivement dans l'étude de certains phénomènes chimiques pour expliquer la formation des grottes, la paternité de la découverte d'un processus dont M. Van den Broeck, bien avant M. Dupont, a mis en lumière toute la portée et l'importance (1), mais dont aussi, bien d'autres avant M. Van den Broeck, avaient déjà fait connaître les multiples effets, surtout en matière de géologie chimique. Tout cela est d'ailleurs du domaine public, et il est aisé, pour ceux que le débat continuerait à intéresser, d'aller aux

(1) E. VAN DEN BROECK, *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'influence des eaux météoriques, étudiés dans leurs rapports avec la géologie stratigraphique.* (MÉM. COUR. ET MÉM. DES SAV. ÉTRANG. DE L'ACAD. ROYALE DES SCIENCES DE BELGIQUE, t. XLIV, 1880, 180 pp. in-4^e, 1 pl. et 34 fig. — Voir aussi : E. VAN DEN BROECK, *Du rôle de l'infiltration des eaux météoriques dans l'altération des dépôts superficiels.* (COMPTE RENDU STÉN. DU CONGR. INTERN. DE GÉOL. DE PARIS. août-septembre. 1878.)

Si M. Flamache n'avait pas sans doute perdu de vue une importante note du travail de M. Ed. Dupont consacré aux *Phénomènes généraux des cavernes en terrain calcaireux* et la *circulation souterraine des eaux dans la région Han-Rochefort* (BULL. SOC. BELGE DE GÉOL., t. VII. 1893), il n'aurait pas persisté à attribuer à M. Dupont le mérite de l'invention de la thèse de l'action chimique des eaux acidules filtrantes dans la formation des cavernes. Dans cette note, en effet, M. Dupont (*loc. cit.*, pp. 204-206) résumait très explicitement, et avec une parfaite loyauté, que l'origine de son évolution en ce qui concerne ses idées sur l'argile rouge des cavernes, résidu du processus chimique connexe à cette action filtrante, et sur le mode de creusement des cavernes réside dans l'exposé que M. Van den Broeck a fait de ses vues sur la question du rôle des infiltrations d'eaux météoriques.

M. Dupont fait, dans cette note, l'histoire très impartiale de la question et reconnaît avoir persisté dans ses anciennes vues jusqu'en 1880, date de la publication du *Mémoire* de M. Van den Broeck. En terminant sa note, M. Dupont dit textuellement : LES DÉCOUVERTES DE M. VAN DEN BROECK sur le rôle géologique des eaux atmosphériques m'amènèrent à rejeter l'intervention des sources minérales acidules DANS LE CREUSEMENT DE NOS CAVERNES et le dépôt des argiles subordonnées et à donner aux eaux de pluie cette action que je définis en 1885 dans l'explication de la feuille de Dinant. Ce fut également alors que j'appliquai la même donnée à l'interprétation du phénomène de la dolomitisation de nos calcaires.

sources, que la bibliographie spéléologique montre être d'une multiplicité qui ne serait que trop favorable aux nombreuses citations dont M. Van den Broeck pourrait appuyer les développements d'une nouvelle argumentation contradictoire. Mais, pour le moment, il se contente de dire qu'il ne peut absolument pas partager les vues de M. Flamache lorsque celui-ci se borne à ne considérer que l'action chimique de l'eau acidule filtrant lentement à travers des fissures encombrées de tampons argilo-sableux et de blocs, et à dire qu'elle est *incapable* de produire des cavités dans les profondeurs des roches calcaires. Il serait intéressant de savoir si M. Flamache pourrait, sur ce point capital, trouver à recruter des adhérents à ses vues parmi les spécialistes ou observateurs consciencieux ayant pu apprécier la multiplicité et la diversité du processus de descente et d'action des eaux superficielles au sein des calcaires.

M. Van den Broeck n'admet pas non plus — et il est certain, en cela aussi, d'être en compagnie de la grande majorité des spécialistes — que le creusement des cavernes aurait eu lieu par les mêmes causes et par les mêmes lois que celles régissant le creusement des vallées à l'air libre; mais il y a certainement, à côté de causes et de lois spéciales à chacun de ces deux ordres de faits, des causes et des lois qui leur sont communes.

Il y aurait long à dire sur la question de la *dolomitisation* et sur celle des *limés des calcaires*, grands ou petits, qui n'ont rien à voir, en thèse générale, avec la circulation des eaux actuelles, mais qui sont, les uns comme les autres, le résultat d'exsudats chimiques corrélatifs de phénomènes anciens de tectonique ayant plissé, fracturé et ressoudé les roches dans la profondeur et mis en circulation leur eau de carrière et des solutions anciennes n'ayant rien de commun avec les circulations d'eaux météoriques modernes. Tout cela exigerait un exposé qu'il faudrait pouvoir développer à loisir.

Pour ce qui est de considérer la majorité des cavernes et des cavités de quelque importance comme représentant ou ayant représenté le lit souterrain d'une eau courante, soit descendant de haut en bas, soit coulant obliquement ou suivant des pentes présentant les caractères torrentiels ou fluviaux de nos eaux courantes externes, M. Van den Broeck l'admet tout autant que M. Flamache, et, avec lui et bien d'autres, il se sépare complètement de M. Dupont qui persiste étonnamment à vouloir considérer les cavernes comme préexistantes aux vallées et cours d'eau. Mais cela n'a rien à voir avec le rôle des agents chimiques dans l'érosion du calcaire, et si d'une part M. Dupont n'admet qu'eux

seuls dans le processus de formation des grottes et cavernes, et si d'autre part M. Flamache n'admet que les facteurs mécaniques, M. Van den Broeck croit être, avec l'immense majorité des spécialistes, plus près de la vérité en admettant que dans les profondeurs, aussi bien qu'à la surface, les deux facteurs interviennent rarement séparément, *très généralement ensemble*, mais dans des proportions absolument *variables* suivant de *nombreux facteurs locaux et régionaux*, suivant surtout la nature et la disposition des roches, facteurs donnant lieu à une telle multiplicité de cas qu'il paraît difficile d'établir à ce sujet des lois d'application générale.

Pour terminer, M. Van den Broeck fait remarquer qu'il n'a pas été le seul à réfuter les vues de M. Flamache, puisque, sans s'être concertés le moins du monde, deux de nos collègues, M. l'ingénieur Otto Lang, en Allemagne, et M. le professeur A. Stainier, de Gembloux, ont l'un et l'autre mis en évidence, d'une manière aussi claire que convaincante, à la séance de janvier dernier, les motifs et les faits positifs qui leur font partager sur le travail et la thèse de M. Flamache les mêmes idées que celles défendues, avec d'autres arguments, par M. Van den Broeck.

M. Th. Verstraeten fait la communication suivante :

HYDROLOGIE DES ROCHES

NÉCESSITÉ DE PRÉCISER LES SITUATIONS ET LES TERMES

PAR

T. VERSTRAETEN

ancien Directeur du Service des eaux de la ville de Bruxelles.

LE SUJET. — Depuis de longues années, l'*Hydrologie de nos calcaires de l'Entre-Meuse-et-Ourthe* est à l'ordre du jour de la Société de géologie de Bruxelles.

Des études nombreuses à ce sujet ont été produites par MM. Dupont, Putzeys, Rutot, Van den Broeck, d'une part; par MM. Blanchart, Flamache, François, Rome, Willems et Verstraeten, d'autre part.

Je me suis efforcé d'établir, à diverses reprises, que ces copieuses dissertations n'avaient abouti qu'à l'expression d'opinions les plus manifestement contradictoires.

Mes considérations ayant soulevé des critiques; et, dans ces derniers temps de nouvelles objections et de nouveaux systèmes ayant été présentés, à mon sens pas plus clairs que les précédents : je me propose de les rencontrer pour mieux établir la nécessité de *préciser les situations et les termes hydrologiques*.

SOL ET SOUS-SOL. — Je commencerai par l'analyse de l'examen critique que M. Van den Broeck, en compagnie de son ami M. Rutot, a bien voulu me consacrer.

Envisageant *l'état de division des terrains*, notre Secrétaire s'est arrêté tout d'abord à la *couche délitée*, insistant sur ce point, que ce qu'il faut entendre par là, c'est la tranche supérieure rocheuse subissant l'action météorologique.

J'avais dit textuellement : « Nous sommes d'accord pour constater » l'extrême division du sol; nous le sommes encore pour dire que » l'action météorologique délite les affleurements rocheux ».

On ne pourrait donc concevoir d'harmonie plus parfaite, si nous en restions là. Mais notre collègue n'a pas contredit M. Dupont, qui déclare que le délitement pénètre jusqu'à 40 mètres et plus dans les schistes, et qu'il s'arrête à 1 mètre environ dans nos calcaires résistants du Hoyoux, du Bocq et de Han-Rochefort.

Là-dessus, j'avais, moi, exprimé nettement l'avis qu'il y avait exagération.

Nul doute que le délitement soit très inégal partout, et que, çà et là, il puisse s'enfoncer exceptionnellement. Mais, je le demande à nos confrères qui passent leur vie dans les excavations grandes et petites, naturelles et autres : est-ce que l'observation des parois rocheuses leur a donné cette impression que le délitement dans les schistes serait, *d'une manière générale*, dix fois plus profond que dans nos calcaires? Je ne le crois pas. Encore ne s'agit-il ici que de l'impression pour les yeux; et « l'important en hydrologie, — avais-je dit, — est de savoir » jusqu'où va, non pas le délitement quelconque, mais celui qui » demeure effectif pour la traversée des eaux ».

Or, la propriété des schistes de se laisser amollir par les eaux joue en l'occurrence un rôle notable. Dans les terrains de cette nature, le délitement *effectif* est extrêmement variable, d'une saison à une autre et suivant une même verticale : plus ou moins profond en période de sécheresse, il se réduit par les temps longuement humides, et va même jusqu'à son annulation complète par la transformation de la roche

schisteuse en une argile compacte; ce que tous nous avons pu constater pour des régions entières.

Je précise donc et complète de la manière suivante mes avis sur le *délicatement* :

C'est un état de subdivision par l'action météorologique; il relève en partie de la division préexistante géologique; il est donc très variable, dans un même terrain, entre des points rapprochés.

Pour les roches très résistantes à l'eau, comme les grès et les calcaires qui nous occupent, il est d'une grande constance au point de vue hydrologique.

Pour les roches très peu résistantes à l'eau, comme les schistes, il est au contraire fort inconstant.

Et quant à la puissance *moyenne* du fractionnement ainsi entendu, je ne la crois pas prépondérante chez les schistes, tout en dénonçant encore sa fâcheuse variabilité.

Au sujet des *joints de stratification et des diaclases*, M. Van den Broeck nous confirme que ces plans de division règnent du haut en bas des massifs et qu'ils sont très multipliés.

Il avait imprimé jadis : « essentiellement, infiniment fissurés ».

Il ajoute que lorsque M. Dupont avance qu'ils sont *soudés* dans les calcaires, il ne faut pas prendre ce mot dans le sens rigoureux.

Et comment donc le faudrait-il prendre? Le sens rigoureux n'est-il pas le seul qui convienne à la science? et par le terme *soudé*, M. Dupont a-t-il pu entendre : soudé au tiers, à la moitié, aux trois-quarts?

Cette argumentation de mon honorable critique me prouve qu'au fond nous devrions être d'accord pour conclure que le sous-sol calcaire des régions du Houyoux, du Bocq et de Han-Rochefort est fortement divisé; qu'il comprend de vastes réseaux de solutions de continuité plus ou moins accessibles à l'eau; et que, *s'entrecoupant*, elles sont *communiquantes*.

Je n'avais pas prétendu autre chose, et M. Stainier se trouve en fait du même avis, puisqu'il va jusqu'à reconnaître la *perméabilité* à tous les calcaires quelconques, affirmation trop absolue, je crois.

Viennent les *épanouissements* le long des joints et diaclases; les *cavités*, les *grottes*, les *cavernes*. M. Dupont ne leur donne d'autre origine que l'*action chimique* de l'eau; je n'ai pu m'empêcher d'y reconnaître aussi l'*action mécanique*.

Nos secrétaires admettent l'existence de ces creusements dans les *calcaires*; les refusent aux *grès* comme aux *quartzo-schisteux* et les

retrouvent dans les *craies*; d'autres les reconnaissent au-dessus du fond des vallées, mais pas en dessous.

Pourquoi les cavités ne se formeraient-elles pas dans les grès?

Est-ce que ces roches ne sont pas stratifiées et diaclasées comme les calcaires? Ne sont-elles pas *perméables*, comme le déclare M. le professeur de Gembloux, et dès lors fissurées en tous sens?

Est-ce que l'eau n'y pénètre pas? Est-ce qu'elle n'y circule pas? Est-ce qu'elle n'en sort pas, parfois même sous forme de belles et volumineuses sources très élaborées, témoignant par là et par sa température d'un long et lent cheminement souterrain?

M. Dupont dit que l'action *chimique* de l'eau y est *nulle*. C'est là évidemment une erreur de notre consciencieux collègue. L'action est très faible, mais non pas nulle.

Les sources émergeant du grès titrent 3°, 4°, 5° hydrotimétriques et recèlent souvent une dizaine de milligrammes au litre de matière siliceuse. C'est peu de chose; mais, les milliers de siècles aidant, cela peut faire des trous dans la pierre. D'ailleurs, je cite M. Dupont lui-même : « *On signale, dit-il, des cavités dans les grès* ». Et si les grès présentent des cavités, pourquoi les quartzo-schisteux n'en offriraient-ils point?

Toujours, dans les roches où l'eau circule, il y a tendance à formation de cavités. La cavité persiste quand le massif est résistant à l'eau; elle s'écroule quand la résistance fait défaut; elle se comble quand les résidus argileux ou autres ne sont pas entraînés.

M. Van den Broeck a vu de grosses sources s'échappant de la *craie*, et il en infère l'existence de cavernes dans le voisinage. La déduction est-elle logique? Sans doute peut-il se créer des cavités importantes et persistantes dans la craie, mais c'est à la condition qu'elle soit résistante et dure. Or, tel n'est pas chez nous le caractère habituel de cette roche. Presque toujours elle est tendre : elle cède avec facilité aux moindres efforts d'écrasement, et pas un ingénieur ne risquerait la construction d'une « caverne » avec les matériaux qu'elle fournit.

Distinguons. Je ne prétends pas qu'il y a inexistence de cavernes dans les *craies* quelles qu'elles soient; mais je repousse la déduction tirée.

Deux grandes zones crayeuses et très aquifères se développent en Belgique : l'une à l'est, l'autre à l'ouest.

La première a été largement étudiée et fouillée au *plateau du Geer*, pour les « Eaux de Liège » : M. le directeur de ce service m'affirme qu'on n'y a jamais découvert de cavernes ni de cavités proprement

dites ; que la roche est subdivisée par une infinité de fissures minces ; que les galeries qui la sillonnent ont dû être soutenues, en un très grand nombre de points, par des revêtements maçonnés.

La seconde zone a été transpercée en de multiples endroits par nos charbonnages du bassin de Mons, et des constatations du même genre y ont été faites.

Il sort aussi de grosses sources du *terrain bruxellien*, formé de bancs minces de pierres silico-calcaires, alternant avec des couches sableuses. Cependant, il ne vient à l'idée de personne d'en induire que des *cavernes sont proches*, et tout le monde sait que ces belles venues d'eau sont dues à un concours heureux de *conduits* naturels, étroits, ramifiés et développés dans une couche aquifère puissante.

En ce qui concerne le *niveau des grottes*, il est clair que ces excavations doivent se former, et surtout s'entretenir et s'amplifier, bien mieux au-dessus qu'en dessous des fonds de vallées, puisque c'est là que se rencontrent les conditions les plus favorables : solutions de continuité plus libres, des sections plus larges et une circulation des eaux plus rapide, capable de fournir des chasses plus énergiques. Mais, de là à soutenir qu'il n'existe pas de cavités sous le niveau des vallées, il y a loin ; et, de même ici, j'oppose à la négation, produite à ce propos, l'affirmation de M. Dupont, quand il signale *des creux profonds sous le radier des grottes de Han*. Et cet exemple peut ou doit se répéter souvent ; car si, d'une manière générale, les eaux, alimentant les sources, se meuvent au-dessus des *thalwegs*, elles doivent se mouvoir aussi dans le sens de la pente du support imperméable, *en dessous des thalwegs*, et agir ainsi tant par corrosion que par érosion.

D'ailleurs, ne perdons pas de vue que les eaux souterraines acquièrent des températures d'autant plus élevées qu'elles occupent des parties de terrains plus profondes ; qu'atteignant dans nos contrées 10° centigrades à 20 mètres de profondeur, elles montent de 1° par 25 mètres supplémentaires environ ; qu'au fond d'une cuve de 300 mètres — comme M. Dupont en représente fréquemment — elles atteignent donc 20°, et que de ces circonstances opposées naissent des circulations d'eau de bas en haut et de haut en bas, capables, encore une fois, dans la suite éternelle des temps, d'actions chimiques et mécaniques.

EAUX SOUTERRAINES. — Passons aux *couches et nappes aquifères locales et générales*.

Depuis longtemps, MM. Rutot et Van den Broeck avaient reconnu

que les eaux souterraines de ruissellement et de filtration ne peuvent descendre indéfiniment; qu'il fallait bien qu'elles s'arrêtassent quelque part, et qu'ainsi elles réalisaient des emmagasinevements qui — disaient-ils — étaient peut-être *locaux* au sein des massifs.

Personne n'a jamais nié qu'il pût se former dans les massifs rocheux des *emmagasinevements aquifères locaux*; mais j'ai rappelé que cela n'est point particulier aux roches; que ces phénomènes se présentent aussi dans les massifs terreux: par des lentilles d'argile, les concrétions, les agglomérats, les lits de pierres, les bancs compacts, etc.

Gardons-nous de nous laisser égarer par le détail isolé, et mettons bien dans l'esprit que nos hypothèses sur le jeu des eaux dans le sein de la terre doivent être en relation parfaite avec les résultats, avec le régime des sources émergées.

Une règle sur laquelle il conviendrait enfin de se mettre d'accord, c'est qu'aux sources volumineuses et constantes, il faut des réservoirs souterrains volumineux et constants, et il est manifeste que c'est la situation aux bassins du Houyoux et du Bocq.

MM. Van den Broeck et Rutot estiment que la régularité de ces sources peut s'expliquer par je ne sais quels *siphonnements* et par l'*empiétement d'un bassin hydrographique sur un autre*.

Je ne conteste pas que les *siphonnements* ne puissent exister, mais on n'en signale aucun. Pour les régions rocheuses en question, les seules dont je m'occupe — réservant mes appréciations pour les autres — ce sont là des suppositions gratuites, absolument inutiles pour expliquer et comprendre les résultats acquis.

Et, pour les *empiétements*, personne ne les contredit davantage; tout le monde, au contraire, observe qu'ils se produisent partout; mais je crois avoir démontré que, dans les régions visées, ces actions doivent se contre-balancer; que, dans tous les cas, elles n'ont pas la portée extraordinaire que leur attribuait M. Van den Broeck, induit en erreur par les affirmations d'une Commission dite technique.

A propos des *couches aquifères dans les schistes*, MM. les Secrétaires ont cru pouvoir avancer que j'avais exagéré la pensée que M. Dupont développe dans sa brochure sur la circulation des eaux en régions rocheuses. J'accepte d'autant moins ce reproche que j'avais lu, relu et annoté cette étude avec grand soin.

Les énonciations de M. Dupont, auxquelles mes honorables critiques font allusion, sont celles surtout relatées au chapitre: *Contrastes entre les sources en terrains calcaires et en terrains schisteux*, page 62, dont ie renrodnis les passages suivants:

« L'eau superficielle pénètre entre ces joints (des schistes) et sait y descendre à plus de 10 mètres. La roche devient ensuite compacte et ne laisse plus entrer l'eau; celle-ci séjourne dans cette partie délitée. Si l'on y creuse un puits à profondeur suffisante, *il donne généralement de l'eau en permanence. Lorsque son débit doit être augmenté*, on se borne souvent à l'approfondir en creusant au fond un trou de mine de 1 ou de 2 mètres.

» *Le phénomène des eaux est essentiellement différent dans les schistes et dans les calcaires.* Les eaux qui alimentent les schistes sont des *eaux d'infiltration*; celles qui donnent les sources dans les calcaires sont des rivières.

» *Il y a dans les schistes une sorte de couche aquifère avec son niveau d'eau*; on peut y établir des galeries drainantes, soit pour créer des sources artificielles, soit pour augmenter des sources jaillissantes; *on peut y créer des puits à production permanente.*

» *Aucune de ces circonstances ne se rencontre dans la roche adjacente si elle est calcaire : il n'y a pas, dans les calcaires, de nappe aquifère, mais des canaux soutirant les eaux de rivière : ce serait peine perdue d'y établir des galeries drainantes et des puits.* »

Par cette citation, nous voyons donc nettement que, pour M. Dupont, il existe dans les schistes, et jusqu'à plus de 10 mètres de profondeur, une accumulation d'eau où les puits trouvent une alimentation abondante et permanente.

J'ai exprimé que, dans les terrains de cette nature, la couche aquifère commence d'ordinaire près du sol et descend à peu de profondeur, *comme moyenne générale.*

Donc, en ce qui concerne la constitution de la couche aquifère dans les schistes et sauf les proportions, nous serions très près de l'accord, n'étaient nos déductions pratiques, essentiellement différentes.

De ce que cette couche aquifère se présente dans ces conditions spéciales, j'en conclus qu'elle manque de volume, d'abondance, surtout de permanence.

Sa nappe subissant de fréquentes et amples oscillations, c'est une indication supplémentaire défavorable.

L'obligation d'approfondir souvent les puits, moins pour *augmenter leurs débits* que pour prévenir la « précarité » de leurs eaux, est une autre indication dans le même sens.

Et les rendements, très variables, dans les terrains dont il s'agit, infimes à l'hectare-jour, en sont la preuve définitive.

Que l'on puisse, en certains cas exceptionnels, rencontrer, au milieu de grandes régions schisteuses, des puits convenablement alimentés, cela n'a pas d'importance hydrologique; mais qu'on infère de quelques constatations isolées des propriétés générales, c'est ce qu'il faut repousser de la façon la plus catégorique.

M. Dupont rapporte donc que, dans ces terrains, « *il y a une sorte de couche aquifère avec son niveau d'eau* ».

On peut être plus précis et prétendre carrément qu'il y a une *couche aquifère réelle* avec sa *nappe véritable*, mais le tout à l'état précaire.

L'honorable géologue conseille d'y creuser des puits et des galeries pour en tirer des *sources permanentes*.

Répétons qu'on ne trouve des sources permanentes que dans les réservoirs permanents; prémunissons les entreprises contre l'insuccès qui les attend dans les recherches d'*eaux constantes* en pareilles occasions; respectons les enseignements pratiques de nos paysans avisés qui, d'instinct, suppléent à l'insuffisante capacité aquifère des zones schisteuses, par des approfondissements de puits et au besoin par des percements de galeries au fond de ces puits, combinant ainsi le drainage du *délitement* avec la *citerne* creusée dans la partie imperméable de la roche; et, pour répondre à MM. Rutot et Van den Broeck soutenant que les conseils à ce propos de M. Dupont s'adressaient, non pas aux ingénieurs, mais aux paysans, objectons qu'il ne faut pas plus fourvoyer les paysans que les ingénieurs.

Est-il vrai que *les phénomènes des eaux sont essentiellement différents dans les schistes et dans les calcaires du Bocq et du Hoyoux?*

M'est avis que c'est là une pure illusion.

Dans ces deux natures de terrains, les eaux descendent, s'accumulent et sortent, en vertu de la même gravité qui régit à ciel ouvert les ruisseaux et les fleuves. Le contraste est dans les *proportions*. Alors qu'au sein des schistes la couche aquifère est très accessible, mais sans puissance ni constance; dans les calcaires que nous envisageons, elle est profonde, peu accessible, mais très puissante et très régulière, ce que je cherche à figurer par les figures 1 et 2 ci-dessous.

Dire qu'*il n'y a ni couche aquifère ni nappe d'eau* dans les calcaires du Hoyoux et du Bocq, c'est nier l'existence des sources volumineuses et permanentes dûment constatées, analysées et jaugées.

Et dire que *c'est peine perdue d'y creuser des puits et des galeries*, c'est risquer une inconséquence, puisque d'autre part, on affirme que ce sont des canaux qui drainent les rivières, lesquelles produisent les

sources permanentes, et qu'il est clair que des *drains artificiels*, méthodiquement dirigés, ne seraient pas moins productifs que des *drains naturels* se traçant au hasard des événements géologiques.

Terrain schisteux.

Sol très divisé en temps humide

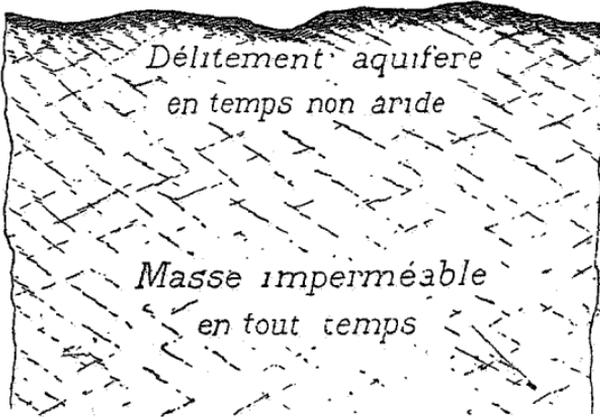


FIG. 1.

Terrain calcaire.

Sol très divisé en tout temps

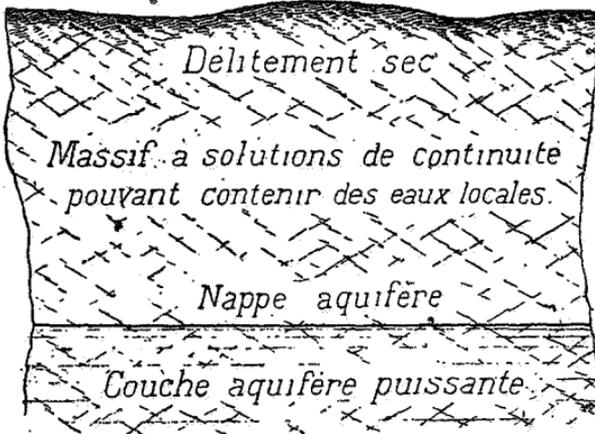


FIG. 2.

Si nous creusons un puits dans le schiste (fig. 1), nous aurons de l'eau à fleur du sol dans les saisons longuement pluvieuses; il faudra descendre davantage dans les temps secs, et souvent nous ne trouverons plus d'eau du tout au milieu des périodes exceptionnellement arides.

Si, au contraire, nous fonçons un puits dans des roches calcaires comme celles du Hoyoux et du Bocq, nous toucherons encore la nappe aquifère près du sol au fond des vallées (fig. 2), à moins de circonstance exceptionnelle; mais aux plateaux qui se redressent brusquement au-dessus des thalwegs, il faudra descendre à 30, à 50, à 60 mètres et plus (voir fig. 3). Depuis le sol jusqu'à la nappe générale, on traversera d'abord une couche délitée sèche; puis la roche moins fractionnée, mais également sèche et sillonnée par les joints de stratification, les diaclases, les cassures d'effondrement qui se continuent vers le bas. Peut-être rencontrera-t-on au passage *une eau localisée* généralement très variable et de peu d'importance relative; mais le puits étant descendu

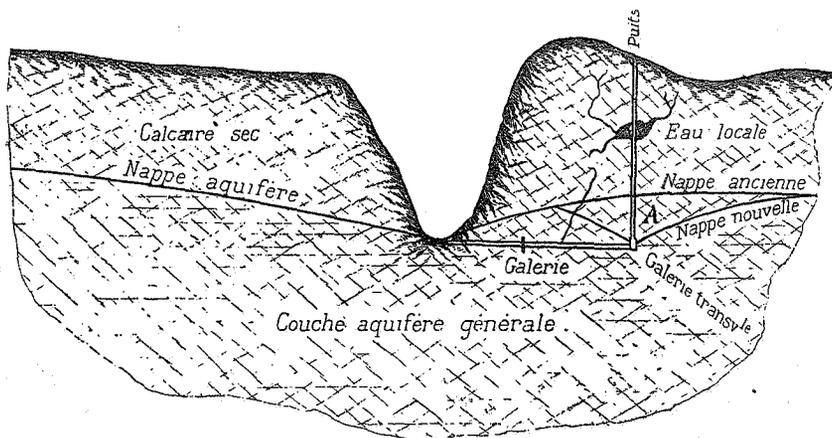


FIG. 3. — SYSTÈME HYDROLOGIQUE DES CALCAIRES DU HOYOUX ET DU BOCQ.

A. Entonnoir asséché par le puits. — Sillon asséché par la galerie transversale.

dans la couche aquifère générale, y trouvera de l'eau en abondance, d'autant plus grande et mieux élaborée que la pénétration y sera plus considérable.

Encore une fois, tout cela a été longuement expliqué et se trouve en accord parfait :

Avec le régime dûment observé des sources du Hoyoux et du Bocq;

Avec les coupes relevées sur place par MM. Walin et François;

Avec les observations et faits d'expérience rapportés par MM. Blanchart, Smeysters et autres ingénieurs des mines;

Avec l'opinion déjà citée de M. le professeur Stainier et ses représentations graphiques de couches aquifères dans les grès et les calcaires, etc.

On voit bien ce qui induit en erreur mes honorables contradicteurs, c'est, d'une part, l'accessibilité *immédiate* de la couche aquifère dans les schistes, et, d'autre part, l'inaccessibilité *apparente* de cette même couche dans les calcaires en question.

L'honorable directeur du Musée de Bruxelles a raison de parler comme il le fait, à propos des puits et galeries à percer dans les calcaires, *tant qu'il les considère au-dessus de la nappe générale*. Alors sans doute c'est peine perdue de les construire; alors aussi il pourra se faire qu'un puits creusé dans ces conditions trouve de l'eau à la rencontre d'un canal; mais cette eau, toujours précaire aux périodes arides, sera plus ou moins inconstante par tous les temps, selon qu'elle sortira d'une couche aquifère *locale* moins ou plus volumineuse.

Il est évident qu'une eau pareille, insuffisamment élaborée, ne devrait pas être admise en vue d'usages domestiques. Il est possible même que si l'on se bornait à faire pénétrer le fond de ce puits de quelques décimètres seulement dans la couche aquifère, on s'exposerait à recueillir, par les temps pluvieux surtout, des afflux impropres; mais ce serait là un ouvrage mal fait, où il n'aurait pas été tenu compte des circonstances au milieu desquelles on se trouve. Dans des cas de l'espèce, et quand il s'agit de distributions publiques, c'est, comme je l'ai maintes fois dit et écrit, à la plus grande profondeur possible, en pleine couche aquifère, qu'il importe d'effectuer le puisage.

A ce propos, je crois utile de faire remarquer que l'*élaboration des eaux* se produit le mieux, non pas dans leur descente plus ou moins verticale depuis le sol jusqu'à la couche aquifère, mais dans leur cheminement oblique depuis ce point jusqu'à l'émergence des sources; car, tandis que le premier trajet n'a que 25 mètres de hauteur moyenne environ et que le parcours en peut être rapide, le second, au contraire, s'effectue avec lenteur et sur une étendue 100 fois, 200 fois, 300 fois plus considérable.

Observons encore que ce qui assure l'existence d'une *couche aquifère générale*, dans tout terrain quelconque, c'est la relation entre elles de ses solutions de continuité, le tout au-dessus d'une base imperméable, et que, du moment où les épuisements dans les puits, les fosses, les carrières s'influencent réciproquement, en y faisant baisser le niveau des eaux qu'ils contiennent, on tient la preuve de cette relation, et par là de la présence même de la dite couche aquifère. Or, ces constatations ont été faites dans les calcaires que nous étudions.

dans la craie d'où s'échappent de grosses sources, c'est que, dans une certaine mesure, ils assimilent ces roches à nos calcaires. C'est donc l'occasion de rappeler l'exemple du bassin du Geer, qui fit l'objet, vers 1851, d'une des plus belles études hydrologiques qui soient, d'ailleurs dirigée par notre illustre géologue *André Dumont*.

Il commença par dresser la coupe très simple de la contrée (fig. 4) et reconnut :

Au sol, le limon plus ou moins sableux ;

En dessous, une couche épaisse de craie, très fissurée ;

Et comme support général la *roche anthracifère* : grès, schistes, quartzo-schisteux au nord, calcaire au sud, dont le plan supérieur, incliné au nord-ouest, est empâté d'une bonne couche étanchante d'*argile grasse*.

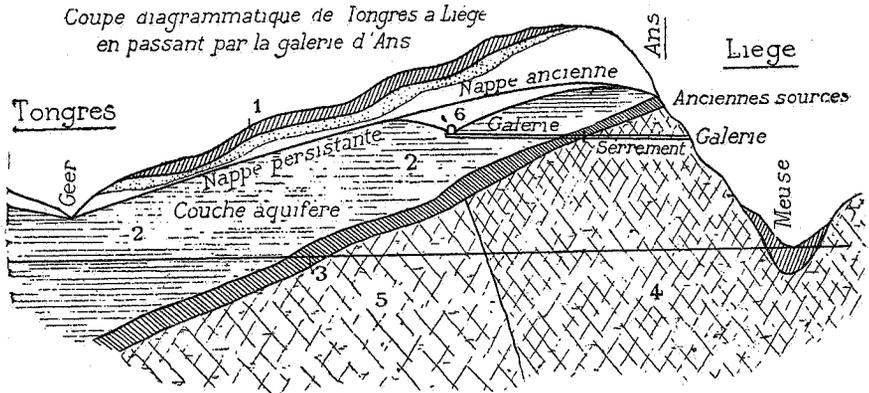


FIG. 4. — SYSTÈME HYDROLOGIQUE DE LA CRAIE DU GEER.

1. Limon et sables; ensemble perméable.
2. Gravier très perméable, puis craie très fissurée; couche aquifère générale dans la craie.
3. Argile imperméable.
4. Terrain houiller; grès, schistes, quartzo-schisteux; ensemble plus ou moins fissuré?
Couches aquifères?
5. Calcaire carbonifère, très fissuré; couche aquifère?
6. Sillon asséché par la galerie transversale.

De ces prémisses nettement posées devait résulter le *système hydrologique souterrain et supérieur*.

Dumont montra la pluie tombant sur le plateau du Geer, traversant en partie son manteau limoneux, puis le Crétacé, et venant enfin s'arrêter sur la base d'argile imperméable pour constituer une couche aquifère puissante, penchée comme elle vers le Geer.

Restait à déterminer l'*allure de la nappe aquifère*.

Dumont utilisa pour cela les puits de la contrée, fit quelques sondages supplémentaires, et constata, par nivellement, l'existence de sa surface courbe, convexe et descendant vers la rivière, drain naturel de ces *eaux souterraines* ainsi fixées de position.

Il conclut enfin, en indiquant le moyen d'en dériver une portion plus ou moins importante, et qui consistait à partir du versant de la Meuse, dans le voisinage d'Ans, à traverser en galerie le terrain houiller et l'argile, pour pénétrer dans le sein de la couche aquifère.

C'est dans ces conditions que le système hydrologique du Geer fut transmis à l'ingénieur Gustave Dumont, neveu du grand géologue et qui, en 1856, le compléta brillamment, dressa le projet des eaux alimentaires de Liège et l'exécuta avec pleine réussite.

Voilà donc qui est catégorique et limpide.

Tant pour l'ingénieur que pour le géologue, le système ne fait pas l'ombre d'un doute et se trouve précisé par plans, coupes et descriptions :

La *couche aquifère* est entendue comme elle l'est dans les terrains détritiques ;

Il n'est question que de *couche aquifère générale et ordinaire* ;

Il n'est question nulle part de *couches aquifères locales*, ce qui ne veut pas dire qu'elles n'existaient point, mais ce qui explique qu'elles passaient inaperçues comme presque partout dans les régions terreuses ;

Et la couche aquifère générale est supérieurement limitée par une *nappe générale*, très régulière, si régulière que dans les coupes elle est figurée sous la forme d'une surface parabolique.

Depuis lors, en 1887, cette *question des eaux de Liège* fut reprise par MM. Rutot et Van den Broeck, qui firent l'historique des études produites à ce propos, mais sans signaler le nom de leur illustre initiateur.

Voyons cependant si, après un intervalle de trente-six ans de progrès énormes en toutes choses, des clartés nouvelles ont été projetées sur le sujet.

1° Quant à la géologie, MM. les Secrétaires disent :

Du *terrain houiller* : qu'il est constitué par des alternances de schistes, de grès, de psammites, dépôt *franchement perméable* ;

Du *calcaire carbonifère* : qu'il est *perméable*, grâce à ses fentes, joints de stratification et cavités diverses, qui permettraient un écoulement *irrégulier et localisé* des eaux superficielles, *si elles pouvaient atteindre en ces régions la surface du terrain primaire* ;

De la *craie* : qu'elle est *très fissurée* et surmontée d'amas de *silex* évidemment très perméables, mais au-dessus du *sommet* de la nappe aquifère.

2° Quant au système hydrologique, ils ajoutent :

Que pour la moyenne et la basse Belgique, les couches de terrain inclinant au nord-nord-ouest, les *nappes aquifères* qu'elles emprisonnent suivent une orientation similaire;

Que sous le plateau du Geer, la *nappe*, maintenue au sein de la craie fissurée, s'écoule vers le nord;

Que le *minimum de résistance de l'écoulement* se trouve vers la surface de cette nappe;

Qu'outre le *niveau aquifère accentué à la surface de la craie*, baignée par l'épaisse *nappe* arrêtée par l'argile hervienne, il est un *autre niveau* où la venue d'eau est également fort abondante : c'est la zone sableuse qui forme la base de la craie; et ce *niveau* — d'après nos Secrétaires — fournit, à l'ouest et au nord-ouest des plateaux qui dominent Liège, la *nappe artésienne* d'un certain nombre de puits favorablement situés.

Vérifions ces assertions telles quelles. Le *terrain houiller* serait donc franchement perméable. Il est certain que c'est inexact pour une de ses parties constitutives : le *schiste*; et que son intercalation dans un dépôt compromet la perméabilité de l'ensemble.

Le *calcaire carbonifère*, lui aussi, est perméable, grâce à ses fentes, etc.; mais s'il est fissuré au point d'être considéré comme perméable, pourquoi ne permettrait-il que des écoulements irréguliers et localisés de ses eaux ?

La *craie* est très fissurée, c'est entendu ! Et je constate qu'ici il n'est point question des *cavités* précédemment admises pour cette roche.

Quant aux *cailloutis* qui la surmontent, et qui sont des *passoires* grossières, notons que le *sommet de la nappe* est une ligne de crête, à peu près parallèle au Geer; qu'il est donc interdit de dire que les amas de silex s'étalent au-dessus du *sommet* de la nappe; et ajoutons que leur rôle hydrologique dans le système en question, c'est de drainer le *limon sus-jacent* et d'augmenter sa perméabilité.

Pour le système hydrologique, il n'est pas exact que toutes les *nappes* prennent l'orientation nord-nord-ouest des couches qui les emprisonnent.

Pour nous, encore une fois, les *nappes* sont des surfaces, et toujours elles inclinent plus ou moins normalement vers leurs vallées drainantes.

L'assertion n'est pas plus légitime pour les *couches aquifères, considérées dans leurs bassins respectifs*, couches qui reposent sur des bases plus ou moins largement ondulées et qui, dans ces limites, étroites

pour un pays tout entier, mais très considérables pour les étendues à envisager par l'ingénieur, prennent toutes les directions les plus opposées.

Nous ne pouvons pas davantage admettre — quant au plateau du Geer — que la *nappe maintenue au sein de la craie fissurée s'écoule vers le nord*.

Une *nappe*, qui est une *surface*, rendue par des levés, n'a point la propriété de *s'écouler*, mais elle subit des *mouvements oscillatoires*.

Il serait tout aussi illogique de parler de la sorte à propos de la *couche aquifère*, qui est un *volume*, une *masse* perméable remplie d'eau communicante.

Le *minimum de résistance à l'écoulement* se trouve vers la *surface de cette nappe*? — On veut dire sans doute : à *proximité de la nappe*? — Mais je ne vois pas la valeur de l'observation, la prise d'eau devant s'effectuer le plus en contre-bas possible de la même nappe.

Le *niveau aquifère accentué à la surface de la craie*? — Mais à la surface de la craie gisent les cailloux, et mes critiques ont reconnu que c'est plus bas que règnent les eaux.

La *craie baignée par l'épaisse nappe*? — Mais une nappe, étant une surface, n'a point d'épaisseur et n'a pas plus la propriété de *baigner* que de *couler*.

Zone sableuse à la base de la craie où existe un niveau qui est une nappe artésienne? — Mettons qu'on a voulu dire des *eaux artésiennes*. Mais il n'y a pas d'eaux artésiennes du tout! Nos Secrétaires se font illusion. Ils auront écouté sans contrôle les paysans de l'endroit qui, voyant au fond de leurs forages jaillir brusquement les eaux, les auront qualifiées du nom d'*artésiennes*. Ces eaux de la base crayeuse font partie de la même *couche aquifère générale et ordinaire* si rigoureusement définie par les deux Dumont.

Ces circonstances se reproduisent partout : dans les massifs terreux et mi-terreux, comme dans les terrains rocheux de toutes natures. Nulle part les terrains ne sont homogènes dans le sens mathématique du mot ; et il suffit d'un amas de gravier au sein d'une couche aquifère sableuse pour provoquer des effets analogues.

En effet, reportons-nous au cas de la figure 5. A côté d'un puits D, engageons dans le sous-sol le puits P. Tant que, sous la nappe, l'ouvrage restera dans le sable, la venue d'eau y sera peu sensible ; mais arrivée au gravier, elle affluera vivement et jaillira de même jusqu'au niveau de la nappe générale. L'eau ne sera pas plus artésienne en P

qu'en D (1). C'est que l'amas graveleux est, dans l'occurrence, un draineur de grande surface.

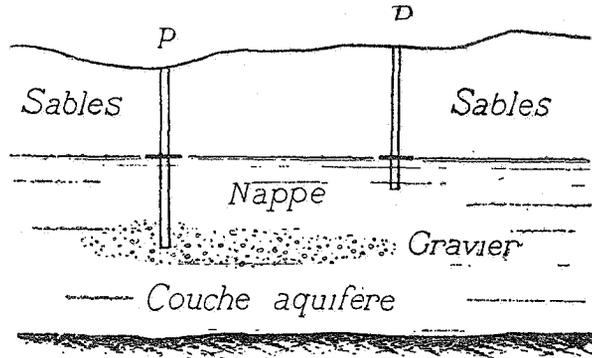


FIG. 5 (1).

Pour avoir l'illusion « d'eaux artésiennes », pas n'est besoin au plateau du Geer de descendre à la base de la craie; et nos Secrétaires le prouvent eux-mêmes quand ils disent : « Le creusement des galeries » alimentaires, comme celui de bien des puits creusés dans la *craie*, a » souvent montré des *jets impétueux*, difficiles à refréner pendant les » travaux et atteignant parfois le diamètre d'une *cuisse humaine* (?), » suivant la pittoresque expression des ouvriers. »

Or, quand une galerie ou un puits tombe sur un tel jet, c'est que l'ouvrage vient de *recouper* un drain naturel et exceptionnel se ramifiant au loin dans la couche aquifère. L'eau qui surgit n'a rien d'artésien; elle appartient, comme les moindres filets, comme les moindres suintements, obtenus avant et après, à la *couche aquifère générale et ordinaire*.

HYDROLOGIE DES CALCAIRES. — Rencontrons de même les conceptions hydrologiques nouvelles des calcaires de l'Entre-Meuse-et-Ourthe et de Tournai.

Le compte rendu de l'excursion de 1893 nous fournit, à ce sujet, l'indication suivante :

« M. Rutot — y est-il dit — émet l'avis que, si l'hypothèse de niveaux, » plus ou moins continus, peut être admise pour certains calcaires à » allure horizontale et régulière, comme ceux de Tournai, par exemple, » il n'en est plus de même pour les calcaires redressés, analogues à » ceux de la région de Rochefort, et qui forment le cas le plus général.

(1) La lettre P' que devait comporter cette figure a été manquée dans la reproduction et se trouve, de fait, changée en D.

» En tous cas, notre confrère est d'avis que ces niveaux d'eau ne
 » peuvent être assimilés aux nappes aquifères des terrains *perméables*.
 » Ils sont uniquement dus à la *présence de l'eau dans certains joints plus*
 » *corrodés ou remplis de matières terreuses.* »

Un *niveau d'eau* — ou de n'importe quoi — est un point, une ligne, un plan de hauteur relative.

Ce que M. Rutot entend ici par *niveaux*, c'est apparemment l'eau contenue dans « certains joints ». Mais alors pourquoi parler d'assimilation de cette matière avec des *nappes* qui sont des *surfaces*?

Notre collègue admet l'*hypothèse de niveaux plus ou moins continus dans les calcaires horizontaux de Tournai*. Mais il ne s'agit pas là d'*hypothèse*, il s'agit d'un *fait* : l'existence d'une *couche aquifère générale* dans cette roche, constatée, relevée, avec sa nappe déterminée de position. (Voir fig. 6.)

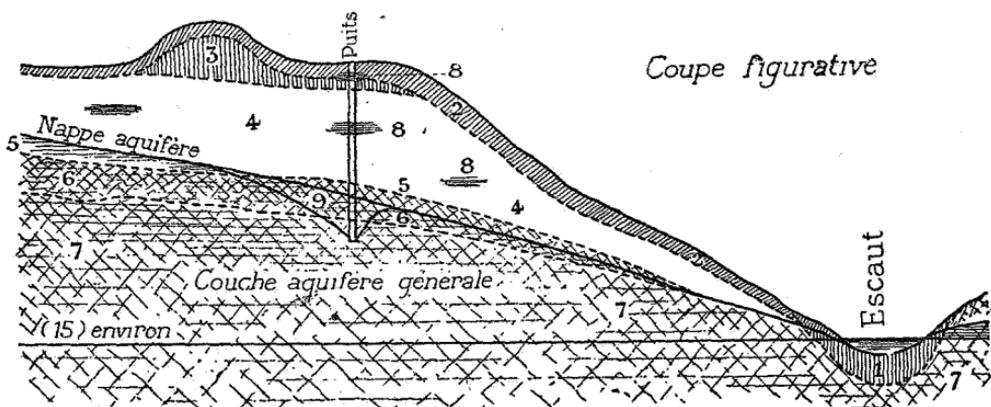


FIG. 6. — SYSTÈME HYDROLOGIQUE DU VERSANT GAUCHE DE L'ESCAUT, A TOURNAI.

1. Alluvions limoneuses et sableuses, perméables, pénétrant dans couche aquifère générale.
 2. Limon quaternaire, perméable; eaux locales.
 3. Argiles ypresiennes, imperméables; eaux locales.
 4. Sables landeniens, très perméables, concrétions, eaux locales.
 5. Cailloutis, très perméables.
 6. Crétacé, très fissuré.
 7. Calcaire, fissuré.
 8. Eaux locales.
 9. Entonnoir asséché par un puits.
- } Couche aquifère générale s'élevant jusque dans les sables sus-jacents.

Et puis, qu'est-ce que des « niveaux plus ou moins continus » ?

Je croyais avoir clairement constaté que toujours les *eaux*, dans les *couches aquifères*, étaient plus ou moins discontinues; qu'elles étaient nécessairement interrompues par les grains de sable, les graviers, les

cailloux, les galets, les blocs, les massifs; qu'il n'y avait de *continuité effective* que dans les lacs, les rivières, les pièces d'eau, sans matière interromptrice...

Je croyais avoir nettement indiqué, en réponse à MM. Putzeys et Dupont, qu'il ne fallait pas confondre : *eaux, niveaux, nappes aquifères, nappes liquides, couches aquifères, couches liquides*, et que cette confusion ne devrait pas se produire dans une docte compagnie comme la nôtre.

M. Rutot *paraît* admettre une couche aquifère générale dans les calcaires de Tournai, parce qu'ils sont *horizontaux et réguliers*, et il la refuse aux calcaires de l'Entre-Meuse-et-Ourthe, parce qu'ils ont été secoués, ondulés, plissés, brisés, renversés, bouleversés!

Mais c'est la déduction diamétralement contraire qu'il fallait en tirer, car il est clair que plus violemment une roche a été traitée par la nature, plus elle est divisée, plus elle comprend de solutions de continuité communicantes, plus abondante en eau doit être la couche aquifère qu'elle recèle.

CONCEPTION HYDROLOGIQUE NOUVELLE. — Une autre appréciation, un peu moins vague, peut-être, mais plus complexe, la voici :

Dans la séance du 12 novembre 1895, et après citations diverses d'auteurs de renom, MM. Van den Broeck et Rutot traduisirent leur pensée comme suit :

« Qui donc, après avoir pris connaissance de ces *données si positives*,
 » *si concordantes*, oserait encore soutenir que, du moins dans la *partie*
 » *descendante et courante de leur parcours souterrain*, les eaux des *cal-*
 » *caires* puissent être assimilées aux eaux et aux *nappes d'imprégnation*
 » *générale* des dépôts meubles et perméables? Une pareille assimilation
 » ne devient admissible que dans les bas niveaux des massifs calcaires,
 » situés en dessous des *thalwegs* des vallées et sous les niveaux des
 » sources. Celles-ci sont plutôt en rapport, dans les massifs calcaires,
 » *avec les eaux supérieures du régime circulatoire localisé* qu'avec celles
 » inférieures, quand elles existent, du *régime statique sous-jacent*. *Bien*
 » *entendu, le trop-plein de ce niveau statique inférieur peut cependant*
 » *alimenter des sources dans le fond des vallées.* »

Chacune de ces lignes montre la nécessité pour nous de préciser le sens des termes techniques que nous employons couramment.

Ainsi, qu'est-ce que la *partie descendante et courante des eaux souterraines*?

Qu'est-ce que des *eaux assimilables à des nappes*?

Comment arrive-t-on à comparer des volumes à des surfaces?

Comment des *nappes*, qui sont des *surfaces*, peuvent-elles être d'*imprégnation générale*?

Mais, si elles sont d'*imprégnation générale* dans les dépôts meubles et perméables, pourquoi ne le seraient-elles point dans les dépôts rocheux, également perméables?

Pourquoi l'assimilation étant admissible *au-dessous des thalwegs*, ne le serait-elle plus *jusqu'aux thalwegs et au-dessus*?

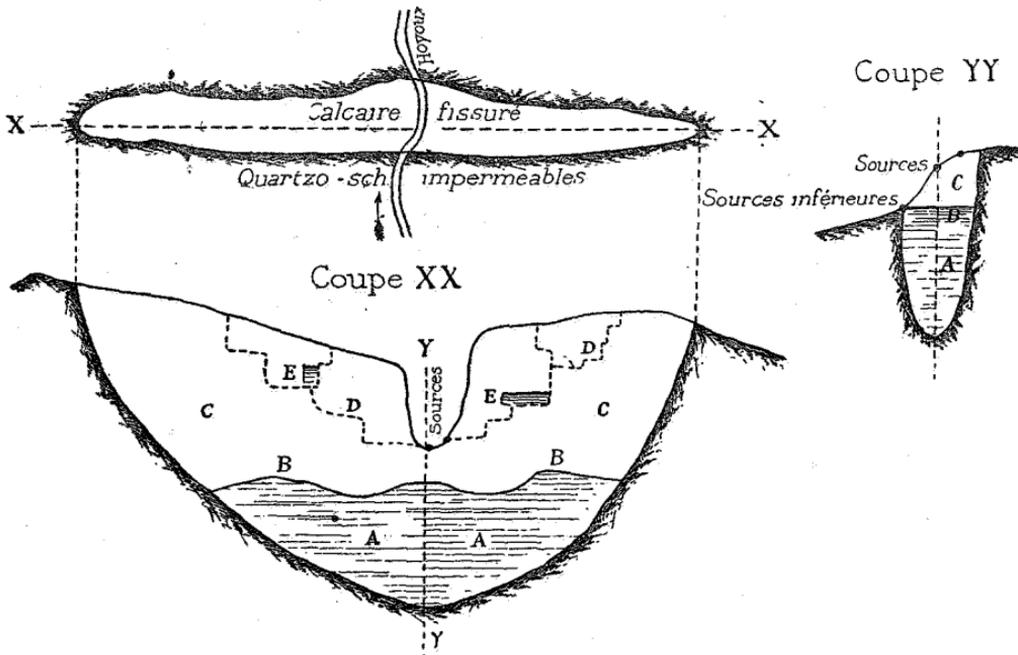


FIG. 7. — ESSAI DE REPRÉSENTATION HYDROLOGIQUE DES CALCAIRES selon l'argumentation de MM. Van den Broeck et Rutot.

AA. Régime statique sous-jacent? — BB. Nappe? — CC. Massif du régime circulatoire localisé? — DD. Solutions de continuité. — EE. Eaux localisées.

Mais qu'entend-on par *en dessous des thalwegs*, jusqu'où cela va-t-il et comment cela se délimite-t-il?

Pourquoi les sources des massifs calcaires sont-elles plutôt en rapport avec les *eaux supérieures du régime circulatoire localisé*?

Où sont les *données positives et concordantes* pour émettre ces affirmations?

Comment accorde-t-on leur *régime circulatoire localisé supérieur*, alimentaire des sources de ces bassins, avec la constance de ces eaux et l'analogie frappante de leurs qualités?

Pourquoi n'explique-t-on plus ces propriétés que nous retrouvons dans nos meilleurs bassins terreux, par le *grand emmagasinement liquide souterrain, réservoir commun d'où sortent les sources visées*, ainsi qu'on le prétendait jadis?

Mais qu'est-ce que leur *régime statique sous-jacent*?

Comment accouple-t-on *régime*, qui suppose le mouvement, avec *statique*, qui implique l'absence de mouvement?

Qu'est-ce que le *trop-plein* d'un *niveau* et surtout d'un *niveau statique*?

Et comment, l'accordant aux sources inférieures d'un bassin quelconque, le rejette-t-on pour les sources moyennes et supérieures?

Pour y voir plus clairement, figurons graphiquement une des cuves du bassin du Bocq ou du Hoyoux (fig. 7).

A la surface, le calcaire apparaît comme une longue lentille disposée en travers de la rivière : c'est l'affleurement d'un massif très fissuré en tous sens, qui descend à plusieurs centaines de mètres de profondeur, enveloppé de toutes parts de psammites imperméables dans leur ensemble, soit par nature, soit par l'eau absorbée.

MM. les Secrétaires se refusent à assimiler les eaux du calcaire représenté, *aux eaux et aux nappes d'imprégnation générale des dépôts meubles et perméables, au moins dans la partie descendante et courante de leur parcours souterrain*; ils admettent cette assimilation *sous les thalwegs, sous le niveau des sources*.

Pourquoi là et pas ailleurs?

Mais admettons avec eux cette assimilation partielle, et figurons en A. A. la couche aquifère concédée et que limiterait une nappe irrégulière B. B.

Cette nappe peut-elle affecter une allure quelconque, ainsi qu'ils le supposent? C'est impossible; il lui faut une forme d'équilibre : sans écoulement, elle sera partout un plan horizontal; dans le cas contraire, elle s'infléchira vers les points d'évacuation, c'est-à-dire de l'amont vers l'aval, dans le sens de la rivière.

Voilà donc un premier point rectifié.

Reprenons la coupe transversale. Il nous faudra maintenant y figurer la nappe suivant une *ligne* complètement horizontale, ou tout au plus légèrement infléchie sous le thalweg.

Mais la couche aquifère ainsi fixée représente hydrologiquement une *base absolument imperméable* pour toutes venues subséquentes.

Et d'où arriveront ces eaux subséquentes?

Du haut, comme les eaux antécédentes de la couche aquifère concédée.

Ou bien les sources inférieures absorberont, à mesure de leur apparition, toutes ces venues supplémentaires, ou bien elles ne les absorberont pas.

Dans le premier cas, les dites sources en témoigneront par une extrême irrégularité; dans le second, la couche aquifère concédée s'amplifiera, sa nappe s'élèvera.

A mesure que cette nappe s'élèvera, elle s'accusera au fond de la vallée sur des développements grandissants; les points d'évacuation des eaux de sa couche se multiplieront en même temps que les eaux emmagasinées fourniront aux sources inférieures préexistantes des charges de plus en plus notables.

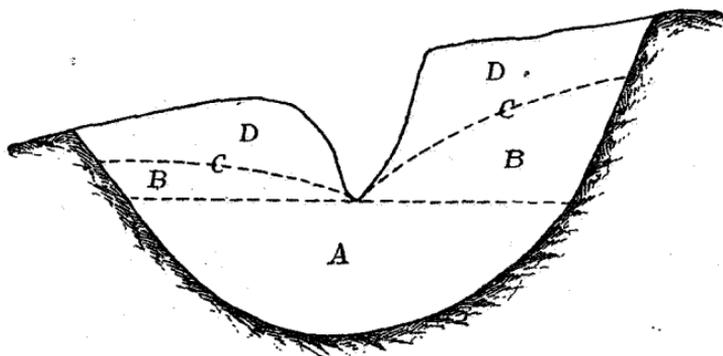


FIG. 8.

Mais tant que la nappe n'aura point partout atteint le thalweg, il y aura toujours, dans le système de MM. Van den Broeck et Rutot, deux genres de sources très distinctes sous tous les rapports : débits, compositions, température : 1° les sources inférieures qu'alimente la couche aquifère concédée ; 2° les sources supérieures qui ne bénéficient pas de cette alimentation.

Les longues et nombreuses constatations faites tant au Hoyoux qu'au Bocq permettent-elles de soupçonner un tel état de choses?

Non! Aucune constatation ne l'autorise, toutes les observations l'infirmement; toutes démontrent au contraire :

Que partout la couche aquifère atteint le fond de la vallée des sources;

Que partout les deux versants de la nappe s'élèvent d'autant plus au-dessus du thalweg que ses points s'en éloignent davantage :

Que le système hydrologique souterrain, dans les cas déterminés qui nous occupent, sont donc à représenter, ainsi que nous l'avons toujours fait par le croquis ci-dessus (fig. 8);

Que les sources, tant supérieures qu'inférieures, attestent la même origine, la même élaboration, la même influence régulatrice;

Que bien loin de trouver dans les sources supérieures moins de débit et plus d'inconstance, c'est tout juste le contraire que les ingénieurs et les chimistes ont constaté;

Et que la même constatation avait été faite, depuis longtemps, pour les bassins terreux à couches aquifères dites « classiques », notamment pour l'Entre-Senne-Dyle-et-Geetes, ce qui s'explique très bien par le développement plus considérable que prennent en amont de ces sources les couches aquifères qui les alimentent.

J'ajoute, relativement au croquis précité :

Que la portion A de la couche aquifère générale et qui s'élève jusqu'au thalweg est nulle pour la source de l'endroit;

Que cette portion peut avoir de l'effet utile pour les sources émergeant en aval, mais d'autant moins que la résistance à l'écoulement des éléments liquides dans les solutions de continuité sera plus considérable;

Que les portions utiles, pour la source de la coupe considérée, sont celles B B, situées au-dessus du thalweg;

Et que la puissance de ces nouvelles portions peut être accrue par les apports de l'amont, comme elle peut être réduite par leurs pertes vers l'aval.

Tout cela n'empêche pas qu'il puisse exister de-ci de-là, *au-dessus des nappes générales*, des eaux localisées qui s'augmentent en périodes humides, qui se déchargent en périodes sèches, au profit de la *couche aquifère générale*, ainsi qu'il arrive dans les terrains arénacés.

Terminons là notre dissertation. J'espère avoir montré une fois de plus le besoin où nous sommes d'arrêter le sens des mots pour arriver à l'expression nette des idées, et de traduire ces idées par des représentations graphiques qui nous forcent à la précision et empêchent chez les autres l'imagination d'errer.

RÉPONSE DE M. E. VAN DEN BROECK.

M. E. Van den Broeck a fait suivre la présentation orale du travail de M. Verstraeten, qu'on vient de lire, d'une courte réponse, qu'il se proposait de compléter et de rédiger aussitôt qu'il aurait eu sous

les yeux le texte écrit de la communication de M. Verstraeten, destinée au *Bulletin*.

Mais comme le mémoire de son honorable contradicteur n'a été fourni au Secrétariat qu'en décembre 1900, soit au moment même où l'on commençait à procéder aux impressions des présents procès-verbaux de l'année 1897, les intentions de M. Van den Broeck n'ont pu pratiquement se réaliser.

Bien entendu, il ne songe nullement à reprocher à l'auteur dont le texte précède, ce retard prolongé, vu les circonstances toutes spéciales, et indépendantes de toutes bonnes volontés, qui ont également empêché jusqu'ici la publication des Procès-Verbaux de 1897. Mais la conséquence de cet état de choses est qu'en vue d'éviter de nouveaux délais, la réponse détaillée de M. Van den Broeck, qui se trouve avoir été élaborée et rédigée au tout dernier moment, n'a pu cependant, malgré cette précipitation forcée, et regrettable peut-être pour la forme littéraire de cet exposé, se trouver prête en temps pour pouvoir être englobée dans les impressions des Procès-Verbaux de 1897, déjà toutes en épreuves dans la première quinzaine de janvier 1901.

Dans ces conditions, il a bien fallu s'incliner devant le cas de force majeure causé par le dépôt si tardif du manuscrit de M. Verstraeten, et faire passer le texte de la réponse de M. Van den Broeck dans les *Mémoires*, où d'ailleurs se trouvent réunis les travaux dépassant la longueur usuelle des communications destinées au Procès-Verbaux des séances.

Profitant de la publication par divers auteurs, depuis mai 1897, de données, d'appréciations et de faits appelés à éclairer utilement le débat ouvert sur l'*hydrologie des terrains calcaires*, M. Van den Broeck ne se fera aucun scrupule, dans sa réponse, d'utiliser des arguments qu'il n'aurait pu opposer naguère à un texte qui lui eût été soumis, lors de sa présentation, en 1897. Il lui a paru que lorsque la *vérité scientifique* est en vue il ne faut négliger aucune lumière, aucun concours pour l'éclairer, au plus grand profit de tous.

Un débat personnel ne peut guère intéresser les lecteurs qu'en raison du dicton bien connu : « du choc des idées jaillit la lumière », et si l'exposé du plus grand nombre possible de *faits et d'arguments précis* constitue la meilleure réponse à fournir en cas de vues divergentes, il constitue en même temps un mode d'enseignement et de diffusion précieux pour ceux des non-spécialistes qui trouveront quelque intérêt à se mettre au courant de la *mise au point actuelle* de la question en

litige. Et qui doutera que cette mise au point ne soit bien plus précise en 1901 qu'en 1897?

C'est enfin parce qu'il a, dans sa réponse, partagé les vues de M. Verstraeten sur « la nécessité de préciser les situations et les termes », que M. Van den Broeck a cru pouvoir, dans les *Mémoires*, où l'on trouvera le détail de sa réponse et de ses annexes, intituler cet exposé : *Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires. Réponse à la Note de M. Th. Verstraeten.*
