

PROCÈS-VERBAUX
DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE
A
BRUXELLES

Tome VIII. - Année 1894

SÉANCE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

DU 23 JANVIER 1894.

Présidence de M. Jottrand.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Correspondance.

M. Houzeau de Lehaie fait excuser son absence.

M. C. Eg. Bertrand remercie pour sa nomination de membre honoraire.

MM. Gosselet et *D^r Jacques* remercient pour leur nomination de Vice-président.

MM. Tedesco, Lancaster et le *D^r Gilbert* remercient pour leur nomination de membre du Conseil.

M. Frédéric Belpaire nous fait savoir que notre confrère, le *D^r Poskin*, est parti en mission pour le Congo et que l'Institut aérohydrothérapique ne pourra sans doute pas être fondé à Anvers, par suite de cette circonstance.

M. Duvivier envoie sa démission de membre de la Société. (*Accepté.*)

M. C. T. Moulan annonce la présentation prochaine de son travail, avec diagrammes, sur la Gileppe, et fait connaître le résultat d'observations nouvelles sur diverses questions d'hydrologie.

M. *Renard* annonce qu'il fera prochainement des communications sur « les sciences minérales » et « sur les calcaires devoniens ».

M. *E. de Munck* fait connaître sa nouvelle adresse : 27, boulevard d'Anvers, à Bruxelles.

Enfin, M. *Walin* a envoyé une lettre signalant des observations qu'il a faites sur l'hydrologie de la vallée du Bocq et dont il fera l'objet d'une communication détaillée à une prochaine séance de la Société.

Présentation de membres.

Sont présentés en qualité de membres effectifs :

MM. L. JANET, géologue à Paris, présenté par MM. G. Dollfus et E. Van den Broeck.

Paul HANKAR, architecte, professeur à l'École de dessin de Schaerbeek, présenté par MM. E. Van den Broeck et Titz.

Clément LYON, homme de lettres, à Charleroi, présenté par MM. Van Dam et E. Van den Broeck.

E. DELHEID, membre de la Société malacologique de Belgique, présenté par MM. Storms et E. Van den Broeck.

G. COBBAERT, 18, rue de Bucharest, à Ostende, présenté par MM. A. Rutot et E. Van den Broeck.

Communications du bureau.

M. le *Secrétaire* annonce, bien que le bureau n'en ait pas encore été officiellement informé, qu'on peut considérer comme certain que, vers le mois d'avril prochain, la Société belge des Ingénieurs et des Industriels, qui nous a, depuis quelques années, accueilli dans ses locaux du Palais de la Bourse, quittera ceux-ci pour aller s'établir dans ceux de l'hôtel Ravenstein.

A partir de la même époque, la Société belge de Géologie ne pourra donc plus tenir ses séances dans les locaux de la Bourse et devra se transporter ailleurs.

En attendant la notification officielle de la Société des Ingénieurs et des Industriels, il est utile que nous cherchions une solution favorable de la question qui se pose, afin que des propositions puissent être discutées à la prochaine séance mensuelle du 30 janvier.

M. *Dupont* est d'avis que la Société doit prendre ses dispositions de manière à ne pas augmenter ses frais généraux, toutes ses ressources étant absorbées par ses publications. Il espère que notre Société

pourra recevoir l'hospitalité à l'Université de Bruxelles dans des conditions analogues à celles qu'a obtenues la Société d'Anthropologie.

M. le *Président* espère que la solution, hautement désirable, indiquée par M. Dupont pourra être réalisée.

Carte pluviométrique.

M. le *Secrétaire* présente à l'Assemblée la première épreuve de la carte pluviométrique, œuvre de notre collègue, M. Lancaster, et éditée par la Société, grâce à des subsides fournis par le Gouvernement, ainsi que par les autorités provinciales et communales.

M. le *Secrétaire* montre que la première épreuve, présentée par l'Institut cartographique militaire, ne satisfait pas entièrement à ce que l'on pouvait espérer : les teintes des zones de pluie ne se détachent pas assez dans la basse et dans la moyenne Belgique ; la typographie des noms de localités qui représentent les stations pluviométriques, gagnera à être modifiée et mise en rapport graphique avec les longueurs différentes des périodes d'observation dans les diverses localités.

Étant donné que ces modifications et quelques autres encore sont désirables pour donner à l'œuvre toute sa portée scientifique, on pourrait peut-être profiter des corrections à apporter pour introduire dans l'exécution quelques perfectionnements, tels que la différenciation de zones secondaires, actuellement confondues comme teinte, l'impression des noms de localités en différentes grandeurs suivant le nombre d'années d'observation de la pluviométrie, etc.

La majoration de prix que pourraient entraîner ces utiles modifications serait d'ailleurs très faible et les membres présents sont d'avis que le nécessaire doit être fait pour rendre l'œuvre de M. Lancaster aussi pratique que possible, en soignant tous les détails d'exécution matérielle, et qu'il ne faut rien négliger pour que l'aspect de la carte pluviométrique soit digne de sa haute valeur scientifique.

A cet effet, il est entendu que M. le *Président*, accompagné de MM. Lancaster, Van den Broeck et Rutot se rendront à bref délai, auprès de M. le Directeur de l'Institut cartographique militaire, afin de s'entendre avec lui sur toutes les mesures à prendre pour arriver au meilleur résultat possible.

Communications des membres.

M. le *Président* donne la parole à M. Putzeys pour la communication annoncée à l'ordre du jour.

LES SOURCES DES VALLÉES

DE

L'OURTHE, DU HOYOUX ET DU BOCQ (1)

ÉTUDE HYDROLOGIQUE

PAR

E. Putzeys

Ingénieur de la Ville de Bruxelles.

L'obligation dans laquelle se trouve la Ville de Bruxelles d'augmenter, dans une large mesure, le volume des eaux dont elle dispose pour assurer les services de l'agglomération tout entière, m'a fourni l'occasion d'étudier de près les sources émergeant des calcaires de la haute Belgique et notamment du Condroz, divers projets qui prévoyaient la dérivation de certaines d'entr'elles ayant été préconisés.

C'est également la question de l'alimentation en eau de l'agglomération bruxelloise qui a provoqué, à diverses reprises, des discussions intéressantes au sein de la Société de Géologie sur le point spécial, fort controversé, des *nappes aquifères continues* dans les terrains calcaires; enfin, il est probable que cette même question n'a pas été étrangère à la direction donnée à l'excursion annuelle de 1893.

Non seulement tout cela montre que la Société belge de Géologie et d'Hydrologie remplit bien son programme d'applications scientifiques, mais combien aussi les intérêts de la Ville de Bruxelles lui tiennent à cœur.

Ce sont ces bonnes dispositions que je me suis permis d'escompter lorsque j'ai demandé à pouvoir entretenir une fois encore la Société des *sources des bassins calcaires*.

(1) J'ai cru faire chose utile en répondant, dans l'exposé qui suit, à diverses objections présentées ultérieurement par M. l'Ingénieur Walin au cours de sa conférence du 6 mars 1894. Il m'a paru que la discussion ouverte au sein de la Société de Géologie se trouverait ainsi simplifiée.

A. — Différences essentielles entre les sources des terrains calcaires et les sources des terrains non cohérents.

Au cours des nombreuses excursions que j'ai faites dans les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq, j'ai eu l'occasion de relever un certain nombre de faits qui me paraissent de nature à fixer très sérieusement l'attention.

J'ai longtemps hésité sur le point de savoir si je livrerais à la publicité les conclusions que les faits que j'ai relevés me paraissent autoriser ; le moment m'ayant paru opportun, j'ai pris la décision de présenter à la Société de Géologie la première esquisse de mon travail, me réservant, si les rares loisirs dont je dispose me le permettent, de m'étendre davantage par la suite sur l'objet dont je vais avoir l'honneur de vous entretenir.

Lorsque l'on fait entrevoir au public que l'on peut lui distribuer de « l'eau de source » et que l'on a soin de souligner cette offre en disant « eau de roche », il est immédiatement séduit ; il semble qu'il y a dans ces mots une sorte de magie, un gage de sécurité absolue.

C'est là un des écueils dont les hygiénistes doivent se garer.

Que pareille opinion puisse être considérée comme généralement fondée lorsqu'il s'agit d'eaux de roche issues de terrains tels que les grès par exemple, je suis d'accord sur ce point ; mais que l'on puisse avoir une même opinion des sources issues des terrains calcaires de la haute Belgique, je ne le pense pas, et mon opinion s'appuie, non seulement sur les nombreux faits rapportés par les géologues, mais aussi sur le résultat de mes observations personnelles.

Que l'on ne se méprenne pas sur la portée de ce que je viens de dire : je ne prétends pas que les sources des terrains calcaires de la haute Belgique donnent généralement des eaux peu recommandables ; il serait puéril de ma part de nier que l'on y rencontre des sources de tout premier ordre, mais, ce que je suis en droit d'affirmer, c'est que les sources issues de ces terrains doivent être l'objet d'une étude géologique très attentive, avant qu'il puisse être question de les utiliser, et je me crois en droit d'affirmer également que plusieurs des sources qui ont été présentées pour l'alimentation de l'agglomération bruxelloise, tant à la Ville de Bruxelles qu'à la Compagnie intercommunale des Eaux, sont, malgré l'éloge prématuré qu'on a pu en faire, aujourd'hui condamnées au point de vue géologique et que leur dérivation mettrait la santé publique en péril.

Bon nombre de villes de l'étranger ont payé fort cher cet engoue-

ment irréfléchi pour les « eaux de roche », et je sais en Belgique telles localités, qui sont, selon moi, sous le coup de terribles surprises.

C'est pourquoi l'on ne peut qu'applaudir à la décision récemment prise par le Gouvernement d'ouvrir une enquête sur la question des eaux en Belgique ; je crois qu'elle mettra en lumière certains faits dont la salubrité générale est appelée à bénéficier, *si des géologues sont appelés à participer à cette importante étude.*

Avant d'éveiller, comme on l'a fait, l'enthousiasme du public en faisant miroiter à ses yeux l'excellence de telle ou telle solution du problème à résoudre pour Bruxelles, il eût été sage de consulter les géologues sur la valeur réelle des sources dont on proposait la dérivation, car les désillusions qui se sont produites quant à la quantité, se produiront également quant à la qualité.

La condamnation de certaines sources, survenant alors que l'opinion du public se trouve faite, est à méditer.

Elle prouve une fois de plus que les problèmes ayant pour objet le captage d'eaux élaborées en sous-sol sont du domaine de la géologie, tout aussi bien que s'il s'agissait de la prise de possession d'un minerai enfoui dans les profondeurs du sol.

Malheureusement un amour-propre mal placé, parfois aussi une trop haute opinion de soi-même, engage les auteurs de projets à ne pas s'adresser aux professionnels pour des questions d'ordre spécial. C'est là un tort qui serait pardonnable, si pour la mise à exécution des projets on devait puiser dans sa propre bourse ; ce procédé est injustifiable lorsque les deniers publics doivent être mis à contribution.

La science de l'ingénieur est aujourd'hui trop étendue pour que l'on puisse se flatter de la posséder tout entière, quelque effort que l'on fasse pour se l'approprier, et chacun dans sa sphère doit s'estimer fort heureux lorsqu'il peut s'y tenir au courant de l'incessant progrès, sans prétendre tout connaître du domaine de son voisin.

Si, pour l'analyse chimique, pour l'examen bactérioscopique des eaux dont on propose la dérivation, on a soin de ne pas s'en rapporter à soi-même et si l'on a recours à des personnes spécialement compétentes, pourquoi ne pas en user de même pour déchiffrer les problèmes géologiques que soulève l'inspection des terrains fournissant ces mêmes eaux, surtout lorsqu'il s'agit de sources émergeant de terrains fissurés comme les calcaires devoniens et carbonifères, où la circulation des eaux s'établit d'une tout autre façon que dans les terrains perméables ?

Pour ces derniers, le levé des nappes aquifères peut donner toutes garanties quant aux débits, et, pour ce qui touche à leurs qualités,

très souvent l'homogénéité des terrains est une garantie de composition constante.

C'est assez dire dans quelle médiocre estime on doit tenir les publications faites dans la presse quotidienne et traitant des plus graves problèmes de l'Hydrologie. Il est de toute évidence que la masse du public n'est nullement en état de juger de la valeur des arguments présentés et que de telles questions ne peuvent être utilement abordées et discutées que dans des réunions ou des revues scientifiques.

B. — Inutilité et difficultés du levé des ressources aquifères que contiennent les calcaires.

Au cours des discussions auxquelles ont donné lieu les sources de la vallée du Hoyoux, il a été dit que le régime de ces sources était mal connu, que de simples jaugeages sont insuffisants et qu'il est indispensable, pour être fixé sur leur valeur réelle, de procéder *au levé des nappes aquifères qui les alimentent*.

De telles déclarations ne laissent pas de causer quelque surprise à ceux qui ont fait des études sur le terrain et qui connaissent les conclusions publiées à ce sujet par les géologues.

Quand on étudie les sources des terrains perméables, il est nécessaire, pour se rendre compte de l'aménagement qui leur convient en vue d'un rendement maximum, de procéder au levé des nappes aquifères, dont les sources ne sont en réalité que le trop plein visible.

Dans un pays fort habité comme la Belgique, ce travail est relativement aisé et peu onéreux dans certaines provinces, parce que les puits domestiques, très multipliés, peuvent fournir des éléments d'appréciation que l'on complète, si besoin est, par des sondages convenablement répartis.

Ces sondages, dans les terrains meubles, se font souvent sans difficulté, lorsque la nappe aquifère n'est pas à grande profondeur.

Mais, lorsqu'on ne doit la rencontrer qu'à 30 mètres ou à 40 mètres sous la surface du sol, on comprend que souvent les trous de sonde doivent être garantis par des tubages, et que de telles opérations deviennent fort coûteuses si l'on prétend procéder à un travail sérieux.

Je note que les cours d'eau des terrains perméables sont peu encaissés, que les terrains qui les bordent se relèvent en pente douce, qu'enfin plus les pores du terrain sont serrés, plus les nappes se relèvent avec les versants.

L'ensemble de ces circonstances rend les opérations préliminaires du nivellement des nappes aquifères moins onéreuses que si l'on avait à faire semblables recherches dans les calcaires du Condroz, où les puits sont rares, les cours d'eau étroitement encaissés dans des gorges abruptes, de façon à donner immédiatement, entre leur lit et les plateaux, des dénivellations de 50 et 100 mètres et plus ; enfin, la perforation de la roche n'y est pas chose aisée.

A côté de ces premières difficultés s'en dressent d'autres.

A supposer que l'on trouve l'eau en un point, les géologues nous font savoir qu'on sera d'abord certain qu'elle ne provient pas d'une nappe, comme l'eau précédente des terrains sableux et argileux. Elle proviendra d'un cours souterrain inconnu ; enfin on pourra, *même après avoir franchi en profondeur le canal aquifère, ne rien trouver.*

Deux puits peuvent s'alimenter à des canaux différents, sans communications entre eux.

Ainsi donc, les renseignements complémentaires que l'on tenterait d'obtenir par un travail des plus coûteux pour les sources du Hoyoux, — et ce qui est dit des sources du Hoyoux est applicable aux sources du Bocq et aux sources des calcaires de l'Ourthe et de l'Amblève — n'auraient d'autre résultat que de donner des conclusions capables de fausser le jugement.

En matière scientifique, les théories ne doivent pas être acceptées comme des vérités incontestables ; souvent on a pu reconnaître que la « science officielle » comportait des erreurs.

Mais, si des hommes tels que Belgrand, à qui l'on doit les plus belles recherches qui aient jamais été faites en hydrologie, disent que dans les terrains calcaires les nappes d'eau sont discontinues, si des géologues tels que M. Dupont, le savant directeur du Musée d'histoire naturelle, qui a consacré une partie de sa vie à l'étude des régions calcaires de la Belgique, le prétendent également ; si des savants tels que M. Daubrée dans son ouvrage : « Les eaux souterraines aux époques anciennes et à l'époque actuelle », des ingénieurs tels que Otto Lueger dans son remarquable traité : « Die Wasserversorgung der Städte », Spatoro dans son « Igiene delle Abitazione », des explorateurs aussi hardis que MM. Martel et Gaupillat, dont on sait les émouvantes excursions souterraines, accumulent faits sur faits pour démontrer que les terrains compactes, par nature, mais fissurés par accidents géologiques, ne comportent que des rigoles, des corridors d'écoulement et des nappes discontinues, il conviendrait d'apporter à l'appui du système que l'on prétend y opposer, le résultat d'observations précises, nombreuses et indiscutables et non de simples dénégations.

A moins de bouleverser les lois d'écoulement des liquides, comment peut-on prétendre que dans les terrains perméables, à mailles serrées, la circulation de l'eau se fait de la même manière que dans les calcaires traversés de failles, de diaclases et de joints, hormis des cas spéciaux qui ne peuvent servir à l'établissement d'une théorie ?

Dans les terrains perméables on sait que les nappes sont continues et d'allure uniforme pour autant que la perméabilité reste sensiblement la même; toutefois, aussitôt que la nature des terrains au travers desquels l'eau chemine vient à changer — si l'on passe par exemple du sable fin au sable graveleux ou au petit gravier — il se reproduit ces brusques affaissements, ces ondulations parfois énormes, observés dans tout levé de nappe aquifère de quelque étendue.

Cette simple observation ne montre-t-elle pas — *à priori* — que dans les calcaires où le mode de circulation est d'une autre nature, où il a lieu par des canaux, des entonnoirs, des diaclases, il est *matériellement impossible*, — hormis le cas où on pourrait suivre la canalisation souterraine des sources, et même à la grotte de Han on ne peut la suivre — de chercher à relever les eaux d'un massif calcaire de la même manière que dans les terrains à nappes.

C. — Les conditions réelles du problème et le prétendu levé des nappes aquifères dans les calcaires.

Admettons que l'on pose à un ingénieur hydrologue la question que voici :

Dresser la carte avec courbes de niveau d'une canalisation existant dans un terrain mesurant plusieurs milliers d'hectares en surface, ce terrain présentant les particularités suivantes :

A une époque indéterminée, il a été établi, à des profondeurs variant de 1 mètre à 100 mètres sous la surface du sol et à des niveaux différents, un réseau de galeries dont on ne connaît que quelques débouchés.

Quoique ces quelques débouchés soient connus par le produit des eaux qu'ils déversent au dehors, on note qu'ils sont *inaccessibles*.

De plus, on ne sait pas où les prises d'eau ont lieu, si elles sont simples ou multiples, lointaines ou rapprochées.

De plus encore, le plan en est perdu.

Ce que l'on sait simplement, c'est que ces galeries forment un réseau maillé à l'infini et dont les méandres sont inextricables; ce que l'on sait aussi, c'est que nombre d'entre elles ont des contrepentes, également qu'elles s'étendent parfois sur des kilomètres de longueur;

on sait encore qu'elles communiquent entre elles par des orifices, parfois trop étroits pour dégorger sans se mettre en charge le produit de leurs ramifications et qu'en d'autres points, par contre, ces mêmes galeries atteignent des dimensions énormes. On sait enfin qu'elles sont sur leur cours en relation avec l'extérieur par des puits qui y introduisent l'eau de ruissellement.

Les choses étant telles, on demande à l'ingénieur hydrologue de faire un plan complet de la canalisation souterraine qui permette de déduire les travaux à exécuter aussi économiquement que possible pour en prendre possession.

Voilà en réalité le problème dont on réclame la solution lorsqu'on nous entretient du levé des « nappes aquifères » de la haute Belgique, avec cette difficulté en plus que les terrains non cohérents que je supposais tantôt sont ici remplacés par une roche massive, dont un outillage spécial pourra seul avoir raison.

C'est assez dire qu'à mon avis, *hormis des cas spéciaux*, et je ne pense pas que l'on en puisse citer un seul dans tout notre pays, l'étude des sources émergeant des terrains calcaires devoniens et carbonifères ne doit pas se faire, et plus exactement, ne peut se faire en procédant comme cela est de règle pour les sources issues de terrains non cohérents, par des levés hydrologiques, abstraction même faite des dépenses exagérées auxquelles conduirait la théorie qui les conseille.

Je me sépare donc sur ce terrain de mon savant collègue M. l'ingénieur Verstraeten, qui nous disait, en séance du 15 juillet 1890, au sujet des sources du Hoyoux, que « avant de conclure, il faudrait vérifier et éliminer l'hypothèse par des constatations en règle, telles par exemple qu'un nivellement hydrographique, facile à exécuter ».

Et quoiqu'il puisse paraître pénible à l'ingénieur chargé de l'étude des distributions d'eau de devoir abandonner à d'autres une partie de sa tâche, l'intérêt public lui commande de s'en remettre dans des cas spéciaux, comme celui qui nous occupe, à l'avis des géologues, généralement plus compétents que lui pour apprécier ce qui se passe dans les entrailles de la terre.

Cela ne signifie pas que nous ne devons pas avoir voix au chapitre, puisque, nous aussi, nous pouvons être bons observateurs ; mais les mêmes raisons qui nous engageraient à ne pas nous incliner devant la compétence des géologues en matière d'établissement du prix de revient de l'eau par exemple, ou encore d'exploitation du service, doivent nous engager à nous effacer devant eux lorsque nous abordons des problèmes de leur compétence.

D. — Observations générales sur les sources des terrains calcaires (1).

Les premières observations que j'ai faites sur les sources des calcaires du Condroz se rapportant aux bassins de l'Ourthe et de l'Amblève, bassins que j'ai parcourus dans toutes les directions et que je crois par conséquent bien connaître, présentent une particularité très intéressante.

Pas un des ruisseaux se jetant dans l'Ourthe, de même que pas un des ruisseaux affluents de l'Amblève, n'arrive par voie entièrement superficielle à la rivière, *lorsque sur son parcours il vient à rencontrer les calcaires* (2).

En même temps on note, au pied de ces massifs calcaires ou à leur rencontre avec la roche du soubassement, des sources généralement puissantes.

Sans avoir à entrer dans des détails à ce sujet, je signale, pour donner une idée de l'importance des afflux d'eau qui se font sous forme de

(1) J'ai exposé, au cours de ma communication, (une) carte à l'échelle de 1/40 000 des bassins sourciers de l'Ourthe, de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq.

Cette carte figurait les massifs calcaires devoniens et carbonifères, les ruisseaux, leur bassin hydrographique *superficiel*, l'emplacement des nombreuses sources jaillissant dans cette contrée, les aiguilleux, les effondrements, les rentrées d'eau. Malheureusement, si elle était de trop grande dimension pour que l'on eût pu songer à la reproduire; d'un autre côté, un tirage à petite échelle eût été trop confus pour être d'un utile enseignement.

La partie descriptive du présent travail est, par ce fait, écourtée, et je me vois obligé, pour éviter une sèche nomenclature qui ne dirait rien à l'esprit, lorsqu'on ne peut la suivre sur une carte convenable, de passer directement aux conclusions générales de mes excursions.

(2) M. l'ingénieur Walin a fait observer, non sans raison, que les principales cavernes du pays sont creusées dans le Devonien.

L'examen de la carte géologique m'avait également conduit, dans le principe, à attribuer aux calcaires devoniens, assez développés dans les vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, cette faculté d'engouffrement en masse des eaux superficielles. Mais une étude plus attentive m'a montré que les vallées du Hoyoux, du Bocq et du Crupe, son affluent, creusés en plein calcaire carbonifère, présentent des phénomènes identiques.

Si je suis tenté d'admettre avec M. l'ingénieur Walin, qu'en tout état de cause, les calcaires devoniens sont plus parsemés de couloirs que les calcaires carbonifères, je note que le danger ne réside pas seulement dans le calcaire lui-même, ainsi qu'on le verra par la suite, mais aussi dans la configuration du bassin hydrographique des sources, configuration à laquelle des faits relevés assignent un rôle prépondérant.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

sources (1), que l'ensemble des volumes jaugés dans la région considérée représentait plus de 100,000 mètres cubes journaliers en septembre 1892, c'est-à-dire après un été très sec.

Si bien des sources que j'ai reconnues ne sont que de fausses sources, comme on l'a déjà pressenti, par contre, il en est d'autres qui paraissent franches.

Quant à leur débit, les sources et fausses sources d'Esneux, de Chanxhe, de Comblain-au-Pont, de Comblain-Fairon, de Néblon-Moulin, de Pont-le-Prêtre, de Logne, d'Aywaille et de Remouchamps, l'emportent sur la plupart des sources visibles des vallées du Hoyoux et du Bocq.

Ultérieurement, ayant visité les bassins sourciers du Hoyoux et du Bocq, j'ai pu faire des observations analogues ; j'y ai vu soit des cours d'eau permanents, soit des cours d'eau temporaires provoqués par les ruissellements, à la suite de grandes pluies ou à la fonte des neiges, disparaître dans des poches des calcaires, alors qu'au pied des massifs on pouvait également constater la présence de sources.

En même temps je reconnaissais que les trois bassins considérés, Ourthe et ses affluents, Hoyoux et Bocq, présentent, sous le rapport du nombre de ces engouffrements d'eaux superficielles de grandes différences, en ce sens que c'est vers l'Ourthe qu'on les trouve les plus nombreux.

Or il n'est pas douteux que ces disparitions « en masse » d'eaux superficielles peuvent exercer une influence considérable sur la valeur des eaux débitées par les sources ; si l'on peut estimer, dans certains cas, que le volume des eaux débitées par les sources ne varie pas à la suite des pluies torrentielles, dans d'autres circonstances au contraire on s'aperçoit d'un gonflement temporaire ; enfin il est telles sources que l'on sait, par observation directe, être le produit de la réapparition de ruisseaux, pénétrant à l'amont, dans les entrailles du sol.

Cette allure des sources émergeant des calcaires montre que les unes

(1) C'est avec intention que je dis *sous forme de sources*, alors que cependant il s'agit d'émergence d'eaux absolument cristallines pendant la majeure partie de l'année, parce que toutes celles à l'origine desquelles nous savons remonter ne représentent que la réapparition des cours d'eau superficiels. Et cependant, à en juger par la limpidité, la fraîcheur et le goût, ces eaux sont comparables aux sources les meilleures.

J'ai vu plusieurs d'entre elles, les sources d'Aywaille, de Remouchamps, se troubler après des pluies d'orage intenses, mais par contre, j'ai vu aussi la source de Logne sortir du rocher absolument limpide, alors que la Lembre qui lui donne naissance, disparaissant à 2 kilomètres en amont, débitait des eaux limoneuses.

comme les autres appellent le doute et le plus souvent la certitude qu'elles doivent être rejetées pour l'alimentation des villes.

Il était intéressant de rechercher les motifs de cette différenciation entre les sources, et, les motifs connus, de formuler la règle pratique qui permît d'apprécier si les chances de rencontrer, dans une région déterminée, des sources de bonne qualité, sont favorables ou défavorables.

Je vais tenter de démontrer que cette règle existe, qu'elle est d'une application fort aisée, et même, que dans bon nombre de cas, elle permet, après lecture de bonnes cartes géologiques, de prévoir le résultat des recherches à faire ultérieurement sur le terrain.

E. — Classification des sources des terrains calcaires.

Si, après avoir visité les vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq, si, après s'être rendu compte des particularités qui distinguent entre elles les sources issues des calcaires de cette région, on jette un coup d'œil sur une carte à assez grande échelle sur laquelle figurent les bassins calcaires, les roches d'emboîtement, les ruisseaux, les aiguigeois, les effondrements, les sources et leur bassin hydrographique apparent, on se trouve amené en confrontant tous ces éléments aux conclusions suivantes :

Les sources issues des calcaires de l'Ourthe et de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq peuvent être classées en trois catégories :

Sources fournissant probablement en toutes circonstances des eaux de bonne qualité, ou *sources de premier ordre* ;

Sources fournissant généralement des eaux de bonne qualité, ou *sources de deuxième ordre* ;

Sources fournissant parfois des eaux de bonne qualité et généralement de mauvaise qualité, ou *sources de troisième ordre*.

Soit en résumé, la classification suivante :

- 3^e Ordre = sources que l'on voit produites par des cours d'eau engouffrés.
= sources étudiées.
- 2^e Ordre = sources que l'on ne voit pas produites par des cours d'eau engouffrés, mais au voisinage desquelles on voit des aiguigeois.
= sources imparfaitement étudiées.
- 1^{er} Ordre = sources pour lesquelles on ne voit pas de cours d'eau engouffrés ni d'aiguigeois.
= sources connues seulement à leur orifice de sortie.
= sources non étudiées.

J'examinerai tout d'abord les conditions spéciales sous lesquelles se présentent les sources de troisième ordre, pour m'occuper ensuite des sources du deuxième ordre, et enfin, celles du premier ordre ; cette méthode permettra de simplifier l'exposé de la question.

Sources de troisième ordre.

Les sources de troisième ordre ne sont, ainsi que l'on a déjà pu s'en rendre compte, que le produit, augmenté ou non par des apports souterrains, de cours d'eau superficiels qui se sont engouffrés en amont, dans les orifices des canaux des calcaires.

Telles sont, par exemple : la source d'Esneux, la source d'Aywaille, la source de Dieupart, la source de Remouchamps, la source de Pont-le-Prêtre. Ici la pollution des eaux ne peut laisser de doute dans l'esprit, et si, à *certains moments* de l'année, l'eau débitée par ces sources est de bonne qualité, ce qui peut arriver dans des régions peu habitées, *d'une façon générale*, on doit la considérer comme impropre à la consommation.

L'examen d'une carte, dressée avec les détails que je disais tantôt, montre que les vallées au pied desquelles elles émergent sont, pour les sections calcaireuses, littéralement parsemées d'aiguigeois, et ce n'est qu'à de bien rares moments que le cours superficiel alimentant les sources parvient à déverser directement une portion de ses eaux dans la rivière. Il faut pour cela une brusque fonte de neige après des gelées intenses, ou encore des pluies torrentielles, et encore est-il que, même en ces circonstances, ces cours d'eau superficiels vont, à l'inverse de ce qui se passe généralement, en augmentant de débit à mesure qu'on les remonte.

On voit également, fait caractéristique, que les massifs calcaires donnant naissance à ces sources, sont constitués en véritables biseaux enclavés dans les psammites ; ces biseaux calcaires, d'une épaisseur réduite, ont été, comme tous nos terrains primaires, le siège de dislocations considérables qui expliquent ces disparitions si aisées de cours d'eau superficiels.

Enfin, le bassin hydrographique de ces sources est mixte, c'est-à-dire que la tête ou les flancs des vallées y sont formés par des terrains où l'eau pénètre autrement et souvent sur une moindre échelle que dans le calcaire, et d'une superficie considérable. Cette dernière considération a une importance prépondérante, car les pluies tombant sur cette zone annexe du bassin calcaire donneront lieu à *la formation d'une source pérenne* dont le produit, formant ruisseau, s'engouffrera dans

les fissures calcaires, s'ouvrent dès le contact, pour reparaître ultérieurement comme source basse où encore se jeter, sans avoir revu le jour, dans la rivière, par des voies inconnues.

On comprend que cet engouffrement *en massé et en un point donné* a comme corollaire une épuration fort incomplète en sous-sol, de telle façon qu'à supposer même un bassin calcaire fort étendu, capable par lui-même d'un apport bien autrement considérable que l'apport de la source supérieure, *le produit total de la source ou des sources finales est inutilisable.*

Dans ces circonstances, quels que soient les résultats donnés par l'analyse chimique et bactérioscopique, il y aurait imprudence flagrante à proposer de semblables eaux, même après un long parcours en sous-sol; pour l'alimentation, car si les circonstances ont fait que les échantillons soumis à l'examen n'ont décelé aucune impureté, il peut en être tout autrement du jour au lendemain.

Un bassin *entièrement calcaire* peut absorber, à mesure qu'elle tombe, une pluie fût-elle diluvienne, et les eaux, en pénétrant à l'état divisé dans les mille crevasses du sol, se débarrasseront aisément par oxydation des matières organiques rencontrées au contact de la pellicule terreuse recouvrant la roche. Mais on imaginera difficilement que ce même produit de pluie, recueilli dans un bassin relativement imperméable et se précipitant sous forme de ruisseau en temps normal, de torrent, en temps d'averse, jusqu'aux crevasses qui l'engouffrent en une fois, rencontre en sous-sol, dans un champ limité, le filtre assez puissant pour l'épurer.

Dé même qu'un filtre au sable est capable d'épurer sous certaines conditions de vitesse de passage, de l'eau de rivière, alors que son rôle devient nul cette vitesse étant décuplée, de même les roches calcaires où s'opèrent les phénomènes de purification que nous connaissons, pour une pluie également répartie, ne pourront en être le siège qu'en des circonstances exceptionnelles et sur lesquelles on ne peut tabler, s'il se produit des afflux locaux considérables et permanents.

Sources de deuxième ordre.

Ce qui distingue les sources de troisième ordre des sources de deuxième ordre, c'est que les premières *sont en tout temps* alimentées, en partie, parfois presque en totalité, par des cours d'eau superficiels permanents, tandis que les secondes ne reçoivent cet appoint superficiel, *en tout ou en partie qu'à des époques indéterminées.*

Je note tout d'abord que ces sources occupent généralement le pied des vallées formant la limite entre les calcaires et les roches de socle.

Les sources de troisième ordre, les plus suspectes, se rencontrant au pied des vallées où aboutissent les lentilles de calcaires, symétriquement enchâssées, il est assez naturel que cette cause de fendillement profond que l'on retrouve à tout contact, soit l'indicateur, *à priori*, d'une cause de contamination pour la source qui s'échappera dans ses environs.

En effet, abstraction faite pour un instant, de ce qui peut se passer en tête de la vallée au pied de laquelle jaillissent les sources de deuxième ordre, la zone de contact, le long de laquelle les eaux qu'elles fournissent ont trouvé un passage facile est ce que l'on pourrait nommer, à juste titre, *un lieu d'aiguigeois* : de sorte que, si dans de telles vallées, à la suite d'une brusque fonte de neige succédant à des gelées intenses il se produit un cours d'eau temporaire, la contamination des sources peut s'ensuivre, même si la vallée est entièrement creusée dans le calcaire. Si, au lieu de cela et c'est fréquemment le cas, sur la vallée principale se greffent des vallées secondaires découpées dans des terrains moins perméables que les calcaires, et parfois même imperméables, la situation est plus fâcheuse encore.

En effet, s'il faut un ensemble de circonstances assez rares pour provoquer la formation de cours d'eau superficiels dans les terrains calcaires, parce que l'absorption de l'eau s'y fait avec une facilité extraordinaire ; par contre, une simple pluie d'orage peut en provoquer la création vers les parties hautes imperméables ou moins perméables. On verra alors ces cours d'eau *temporaires* s'engouffrer dans le sous-sol dès les points de contact et provoquer à intervalles plus ou moins longs le gonflement et la pollution des sources inférieures.

Sources de premier ordre.

Ce qui précède montre que les sources de premier ordre émergent des massifs les plus considérables et à une distance assez grande des lieux de contact.

Mais ce fait seul ne suffit évidemment pas pour donner tout apaisement ; il faut en outre que ces massifs ne soient pas traversés par des vallées sèches, et qu'ils s'étalent en surface au delà des limites du bassin hydrographique superficiel.

Les motifs s'en déduisent de ce qui précède et l'on comprend aisément

ment que les bassins étant fort étendus et surtout s'étalant au delà des limites du bassin hydrographique apparent, les pluies s'infiltreront en sous-sol à mesure de leur production, *sans qu'il puisse y avoir lieu à formation de ces cours d'eau superficiels, temporaires ou permanents, dont l'existence représente une cause de contamination dont je n'ai plus à faire ressortir le danger.*

Cependant, comme les bassins hydrographiques des sources des calcaires devoniens et carbonifères sont latéralement limités par des roches peu perméables ou imperméables, il s'ensuit qu'à supposer l'existence d'un vaste bassin aquifère donnant naissance à des sources bien disposées vers son axe, c'est-à-dire au point le plus favorable, la situation pourra être considérée comme plus favorable encore, si, au débouché de chacune des vallées qui limitent le bassin à l'amont et à l'aval, on trouve une source ou le débouché d'un aiguigeois.

Ces sources du deuxième ordre dont on aura soin de ne pas s'emparer ou encore ces débouchés d'aiguigeois seront en quelque sorte les sétons qui éliminent les eaux douteuses, à mesure de leur production, en réservant pour leur source principale, de premier ordre, souvent puissante dans les massifs étendus, les eaux les mieux épurées, le mieux à l'abri des causes de contamination superficielles.

Mais, quelle que soit l'ampleur d'un bassin calcaire, il est évident également que s'il s'y trouve, grâce aux plissements qui sont la règle dans les calcaires, des promontoires souterrains de roches imperméables ou relativement imperméables, capables par leur surface de donner naissance à des cours d'eau temporaires ou permanents, dont le produit se dirige vers le bassin calcaire, la situation si favorable envisagée tantôt, pourra être irrémédiablement compromise. Ce qui sera l'indice d'une compromission, c'est la formation en plein massif calcaire d'une vallée sèche dans la direction de l'écoulement naturel des eaux provenant de la roche de soubassement logée sous forme d'éperon dans les calcaires.

J'ai entendu proposer le bétonnage des aiguigeois et des fractures du calcaire, dans les vallées sèches au pied desquelles on rencontre des sources.

Une telle proposition dénote, me paraît-il, une connaissance fort imparfaite du régime des eaux dans les calcaires ; abstraction faite de son coût ; ce serait un travail de Pénélope, sans cesse à refaire, car les entonnoirs mangent littéralement les terres ; à peine l'un fermé, un autre se reforme.

La solution proposée, en dehors de son coût, n'est donc pas pratique,

F. — Application pratique de la classification des sources des terrains calcaires.

La classification que je viens de donner des sources émergeant des calcaires devoniens et carbonifères me paraît rationnelle, et c'est en me basant sur ces données que j'ai cru pouvoir indiquer, pour d'autres bassins calcaires, rien qu'à l'examen de la carte géologique, des lieux de rentrées d'eau probables, *avant même d'avoir visité le terrain*. J'ai eu la satisfaction de constater chaque fois que mes prévisions étaient exactes.

Il est bien certain qu'une telle théorie souffre des exceptions et que l'on ne serait pas fondé, à supposer que ma thèse fût même approuvée en tous points, à s'établir sur une argumentation théorique pour déclarer sans plus ample examen que telle source, surgissant dans les conditions indiquées comme étant celles où se présente une source de premier ordre est acceptable, tandis que telle autre se présentant en deuxième ou troisième ordre doit être impitoyablement éliminée.

Ce serait excessif et pas une théorie humaine ne résisterait à pareille intransigeance.

Mais ce que je suis tenté de croire, c'est que les règles fort simples que je viens d'indiquer pour la recherche des sources de calcaires devoniens et carbonifères, bien comprises et bien appliquées, donneraient à l'étude de ces sources un réel cachet de sécurité, puisqu'elles montrent les points où peut se présenter le danger et qu'il convient, par suite, de surveiller fort attentivement.

Il est des choses qu'il est bon de répéter. Pas plus que des jauges faits en année moyennement pluvieuse ne peuvent donner les assurances voulues quant au débit d'une source, pas plus quelques analyses chimiques et quelques examens bactérioscopiques ne peuvent inspirer la sécurité indispensable, quand il s'agit de sources émergeant de calcaires devoniens ou carbonifères.

Il suffit d'une pluie extraordinaire, d'une fonte brusque de neiges, pour démontrer que toutes les espérances que l'on estimait légitimes, se trouvent démenties par un fait anormal, mais rentrant dans le domaine des choses possibles, ainsi que j'aurai l'occasion de le démontrer ultérieurement.

Je n'ai pas, dans un exposé général tel que celui-ci, à indiquer les exceptions aux règles que j'ai cru pouvoir formuler ; cela m'entraînerait trop loin.

Du reste, je me propose de reprendre à loisir cette question, qui mérite un plus long commentaire.

Quoi qu'il en soit, avec les éléments d'appréciation qui viennent d'être exposés, il est possible d'établir entre les bassins de l'Ourthe et de l'Amblève, du Bocq et du Hoyoux une comparaison générale que chacun jugera sans doute intéressante. J'entends parler d'une comparaison au point de vue de la qualité probable des eaux des sources, qui se font jour dans les calcaires de ces vallées, abstraction faite de toute question de quantité.

Si l'on jette un coup d'œil sur une carte géologique donnant la configuration générale des massifs calcaires et des bassins hydrographiques apparents de l'ensemble des sources pour chacune de ces vallées, on voit immédiatement, en application des éléments qui précèdent, l'incontestable supériorité du bassin du Hoyoux sur les bassins du Bocq et de l'Ourthe, qui vient en dernière ligne au point de vue de la *qualité, étant bien entendu encore une fois, que cette classification générale, au point de vue de la qualité, est donnée abstraction faite de toute question de quantité.* Ainsi, il se peut fort bien que dans un bassin on trouve avec quelques sources puissantes et irréprochables, un volume *utilisable* supérieur à celui que l'on trouverait dans un autre bassin, en fait mieux constitué, mais où les sources les moins importantes se trouveraient être les plus pures et les sources les plus considérables, les moins pures.

Ce qu'il convient donc de faire, c'est, après ce coup d'œil d'ensemble jeté sur les régions à comparer, étudier chacune d'elles en détail et établir, avant de conclure, une sorte de balance de profits et pertes.

G. — Jaugeage des sources issues des calcaires.

Les observations auxquelles donnent lieu les sources issues des calcaires devoniens et carbonifères nous ont déjà fait pressentir que pour leur jaugeage et leur captage des précautions spéciales s'imposent.

Je dirai tout d'abord un mot des jaugeages.

A moins que l'examen géologique n'ait donné la conviction que *toutes les eaux* souterraines dont on cherche à s'emparer ont une origine qui les met à l'abri de tout soupçon, et ce cas doit se présenter fort rarement, la méthode de jaugeage *par différence* n'est qu'une indication, utile à connaître sans doute, mais qui ne peut servir de base pour l'appréciation des volumes que l'on peut jeter dans les aqueducs de dérivation.

Je rappellerai que la méthode *par différence* consiste à déduire le produit d'une rivière à sa partie amont, de son produit au point

situé immédiatement à l'aval de la région des sources. La différence obtenue entre le résultat des jaugeages d'aval et d'amont représente l'apport des eaux souterraines entre les deux points considérés.

Ce qui a été dit précédemment du mode de circulation des eaux dans les calcaires a certainement démontré que bon nombre de sources des vallées de l'Ourthe et du Bocq doivent être éliminées, à moins que l'on ne prenne la résolution d'en opérer le captage en amont des calcaires; au Hoyoux les conditions sont incontestablement meilleures *entre l'entrée du parc de Modave et le hameau de Petit-Modave*.

J'ai dit que des jaugeages « par différence » sont d'un utile enseignement et il est bon d'y procéder; mais de là à se croire autorisé à conclure que l'on peut prendre possession des volumes enregistrés en différence, il y a un abîme.

En effet, ces volumes enregistrés représentent des eaux parfaites pour l'alimentation et des eaux suspectes, ou du moins qui peuvent le devenir du jour au lendemain; enfin, et sur ce point spécial l'attention n'a pas été attirée jusqu'aujourd'hui, *le volume des eaux issues par voies inconnues* l'emporte généralement sur celui des eaux se présentant à la vue; cette observation s'adresse au Hoyoux principalement.

Rien n'est plus trompeur que l'œil en matière de jaugeage, et il se fait que la plupart des personnes ayant visité les sources de Modave, émerveillées de la quantité d'eau que l'on voit sourdre en certains points, ne s'imaginent pas que leur total ne représente seulement que la moitié ou le tiers du volume total des eaux dont la dérivation a été proposée.

Pour le Bocq, je ne sais si la proportion entre les eaux souterraines invisibles et les sources visibles est aussi considérable, mais l'inspection que j'ai faite des sources me porte à croire qu'il en est de même (1).

(1) J'ai entendu formuler la thèse suivante : Les aiguigeois représentant une surface insignifiante comparée à celle du bassin alimentant les sources, leur influence sur la valeur de celles-ci est faible.

Ainsi l'on a dit que la surface totale des bétaires reconnus est, pour les bassins calcaires du Condroz, de quelques dizaines de mètres carrés, alors que les bassins sourciers mesurent des millions de mètres carrés.

C'est là un sophisme qui peut ébranler l'opinion du public, mais qui ne peut avoir de crédit auprès des ingénieurs.

En laissant de côté cette fausse appréciation des surfaces comparées des bétaires aux surfaces des bassins hydrographiques des sources, appréciation fautive car dans les vallées sèches les bétaires succèdent aux bétaires, et représentent une valeur bien supérieure à celle qu'on a tenté de leur assigner, je note : Que ce qu'il convient de savoir, c'est si un groupe de sources débitant par exemple 30 000 mètres cubes par

Il se fait donc que les résultats d'analyse chimique et d'examen bactérioscopiques que l'on nous soumet, ne s'appliquent qu'à une faible portion des eaux dont on projette la dérivation, alors que nous savons déjà que pour plusieurs de ces sources visibles, notre savant collègue M. Rutot a dit qu'il peut s'y produire *tous les mélanges (avec les eaux de surface) depuis les plus anodins jusqu'aux plus dangereux*. Dans ces conditions, quelle sécurité s'attache à l'emploi de ce complément d'eaux que personne n'a vues, dont on ignore les points d'émergence, dont personne n'a fait l'analyse, dont enfin on n'a constaté l'existence que par des différences entre les jaugeages d'amont et les jaugeages d'aval?

Pour mieux faire ressortir l'importance qui s'attache à pareille observation au point de vue pratique, j'ajouterai que le procédé *par différence* appliqué au jaugeage de sources issues de terrains fissurés, comme sont les calcaires devoniens et carbonifères, est du reste susceptible d'erreurs par suite des rentrées d'amont vers l'aval qu'il peut provoquer lorsqu'on établit des retenues par déversoirs. Pour être exact il faudrait que les jauges d'amont et d'aval fussent établies sur les seuils de psammites dans lesquels sont enchâssés les calcaires. Mais c'est là un point spécial dont la discussion serait peu intéressante et nous éloignerait, sans grand profit, de l'objet principal.

H. — Captage des sources des terrains calcaires.

Je viens d'attirer la très sérieuse attention de la Société sur ce fait, qu'au point de vue de la qualité des eaux on ne peut estimer avoir tous ses apaisements, s'il s'agit de sources issues de calcaires, lorsque l'on ne peut analyser qu'une fraction des eaux dont la dérivation est proposée, *attendu que les accidents dont les sources visibles sont souvent le siège peuvent frapper les sources invisibles formant un appoint considérable*; c'est là une observation de logique élémentaire.

jour, se trouve en relation avec des bétoires pouvant absorber à certaines époques, par exemple dix litres par seconde, pour fixer un chiffre.

S'il existe seulement 3 de ces bétoires dans la région des sources, leur ensemble pourra fournir au bassin un appoint d'eau détestable de plus de 2500 mètres cubes par 24 heures, soit $1/12$ environ du débit total du bassin sourcier, ce qui place la question sous le véritable jour qu'elle doit occuper. Quelles que soient les voies par lesquelles ces eaux de surface se seront mélangées à l'ensemble, elles en auront compromis la valeur.

La comparaison faite des surfaces des bassins hydrographiques et des surfaces des bétoires est donc un argument de faible valeur, que je ne m'attarderai pas à réfuter plus longuement.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

Si nous pouvons constater que certaines sources visibles sont douteuses, nous n'avons pas de raison de croire qu'il n'en est pas ainsi des sources invisibles. Sur quoi nous fonderions-nous pour les déclarer de bonne qualité ?

Ces considérations m'engagent à dire quelques mots du système à suivre pour le captage des eaux issues des calcaires.

Lorsque l'on a affaire à des sources émergeant de terrains perméables, le doute n'est pas possible : il convient de les saisir à une aussi grande profondeur que faire se pourra, ce qu'indiquera d'une part le soubassement des terrains perméables qui leur donnent naissance et la cote d'arrivée en ville, que l'on s'est assignée. Si le terrain le permet — et bien rares seront ceux dont on ne puisse avoir raison après études, et avec un matériel convenable — on complètera la prise par des galeries munies de serremments, qui permettront, aux époques de sécheresse, de prélever sur les réserves accumulées en sous-sol, l'appoint nécessaire pour maintenir les débits constants. Mais, lorsqu'on s'adresse aux sources émergeant des terrains non perméables, mais fracturés en grande proportion, comme le sont les calcaires, pareils dispositifs ne sont plus applicables.

Divers motifs s'y opposent.

On sait que l'établissement d'une galerie drainante dans un terrain filtrant, saturé d'eau, donne lieu à la formation d'une véritable vallée dont les versants liquides se rabattent de plus en plus vers l'horizontale, jusqu'au moment où l'équilibre se trouve établi entre les venues et les prélèvements d'eau.

Si une telle galerie est commandée par un serrement, c'est-à-dire par une écluse en sous-sol qui permet de réduire les débits qu'elle est capable d'assurer en temps normal, on comprend que l'emmagasinement des différences entre les produits possibles et les débits effectifs permettra, à la longue, de reconstituer les réserves et que l'on pourra en un mot ne prélever que l'intérêt sans toucher au capital.

Mais, ce qui est vrai pour les galeries creusées en terrains perméables, cesse de l'être pour les terrains fissurés, car si d'une part les premiers permettent des emmagasinevements assurés, parce que leurs pores, en se comportant comme des tuyaux capillaires, s'opposent à l'épanchement des réserves, les seconds favorisent au contraire ces épanchements au dehors par leurs larges crevasses que des galeries de quelque étendue rencontreront infailliblement sur leur parcours.

Et il s'ensuit une autre conséquence, c'est que si l'on tentait, au moment des sécheresses, de prélever sur les réserves en sous-sol, comme on peut le faire lorsque les galeries sont établies en terrain per-

méable, de quoi parfaire aux manquants, les crevasses du sous-sol, qui sont la règle dans les calcaires devoniens et carbonifères, jouant un rôle opposé à celui d'évacuateurs qu'elles avaient pendant la prétendue période d'accumulation, se transformeraient en autant de bétoires qui introduiraient dans les galeries drainantes des eaux de surface au moment des pluies, ou des eaux de rivière pendant les crues, si le point d'émergence des sources ne se trouve pas suffisamment élevé au-dessus de celui des crues de la rivière qu'elles alimentent.

Ce dernier cas se présente fort souvent pour les sources du Hoyoux et du Bocq.

I. — Rôle éventuel des serremments dans les terrains calcaires aquifères.

En admettant donc que l'on croie devoir en établir, les serremments dans les calcaires devoniens et carbonifères auraient à jouer un rôle bien différent de celui qu'on leur attribue généralement (1)

J'ai exposé précédemment qu'il a été reconnu que le débit des sources se faisant jour le long des rives du Hoyoux entre l'entrée du Parc de M. Braconier et le hameau de Petit-Modave, le long du Bocq et l'aval de Spontin (déversoir Robyns) et Sovet, est considérablement inférieur à la différence des débits observés par chacune des deux rivières entre les deux points considérés.

On a cru pouvoir en déduire qu'il était possible de prendre possession des volumes ainsi enregistrés par différence, par l'établissement de galeries drainantes et par captage direct des sources.

A supposer qu'une telle opération puisse donner un résultat pratique, elle ne pourrait être conseillée qu'à la condition d'établir les galeries sous le niveau des rivières et de façon à les maintenir constamment sous charge, en vue d'éviter le mélange des eaux de rivière et des eaux de drainage.

C'est dans cette hypothèse qu'a été étudié, par les services de la ville de Bruxelles, le projet de dérivation des eaux du Hoyoux.

Mais il faut l'avouer, pareille solution ne satisfait pas l'esprit.

En effet : si sur le cours de l'Amblève, par exemple, entre la station de Rivage et Remouchamps, on procédait à un jaugeage par différence; et si sur cette étendue, qui comporte un massif de calcaire

(1) Voir à ce sujet le rapport fait au nom du Collège par M. l'échevin Janssen, sur l'extension de la distribution des eaux de la ville de Bruxelles. — Bruxelles 1893.

carbonifère assez important, on venait à noter un excédent de débit de n litres par seconde, par exemple, on n'estimerait certainement pas, en l'absence de sources visibles, que des travaux de captage, à supposer même qu'ils fussent bien conduits, seraient capables d'assurer le débit calculé de n litres par seconde en eaux de sources. Et il n'est peut-être pas un ingénieur hydrologue qui oserait assumer la responsabilité de semblables travaux, alors que, au contraire, s'il s'agissait de terrains perméables et qu'une même différence de débit fût constatée, il aurait la plus complète assurance dans le résultat de ses travaux ; et cela, tout simplement encore une fois parce que le mécanisme de circulation des eaux souterraines y est absolument différent.

Je ne puis admettre pour ma part que l'existence d'un certain nombre de sources visibles puisse modifier cette opinion de la non réussite de travaux dans une vallée où des sources ne se montrent pas. Et, bien au contraire, l'existence de sources, généralement puissantes émergeant des terrains calcaires, me paraît être une confirmation nouvelle de l'inégale répartition des eaux dans ces terrains, inégale répartition qui me porte à estimer que l'on irait au devant d'un échec si l'on prétendait établir dans de semblables terrains des galeries drainantes.

En réalité, ce sont les terrains calcaires et carbonifères desquels *on voit* jaillir le moins de sources qui seraient appelés à donner les meilleurs résultats si la théorie des partisans de galeries drainantes était fondée, et cependant ce sont ceux-ci précisément qui donnent le plus d'appréhensions quant aux résultats à atteindre.

L'étude très intéressante, faite par notre savant collègue, M. Van den Broeck, du projet de drainage des calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse me dispense d'un plus long commentaire (1).

A l'opposé des procédés qui doivent être la règle générale pour la prise de possession des sources émergeant des terrains perméables, le captage des sources issues des calcaires devoniens et carbonifères doit se faire à l'émergence. Encore une fois je ne m'occupe pas des exceptions à cette règle, les théories ne sont pas faites pour les exceptions.

Et lorsque je dis « *captage à l'émergence* » je n'entends pas parler, en toutes circonstances, du fait brutal de surmonter une source d'un pavillon de prise la mettant à l'abri des causes de contamination superficielles, la soustrayant aux influences des chaleurs de l'été, aux gelées de l'hiver, formant en un mot tête de l'aqueduc de dérivation

(1) Etude géologique et hydrologique du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse, par E. Van den Broeck. Bruxelles, 1889. (Voir *Bull. Soc. belge de Géol.* etc. t. III, 1889. Pr.-Verb. pp. 77-106 et pl. V, 2° partie, pp. 255-272.)

J'entends dire qu'il faut mettre la source à nu, débarrasser ses environs des éboulis, des alluvions, des sables, des graviers et des limons qui enveloppent parfois son débouché et tenter de retrouver par des travaux d'appropriation, parfois assez importants, le couloir souterrain d'où elle afflue, de façon à saisir en une fois la source principale et les sourdons que l'on rencontre fort souvent autour d'elle à son émergence.

J'entends enfin formuler, par ces mots « captage à l'émergence », la distinction capitale qui doit être établie *dans la généralité des cas*, entre les principes de prise de possession des eaux issues de terrains perméables ou incohérents et des eaux issues de terrains largement fracturés et imperméables par eux-mêmes.

La distinction si nette qui s'établit forcément dans l'esprit entre les modes de circulation et d'apparition des sources des terrains perméables et celles des terrains fissurés où se font de vrais afflux en des points d'élection, serait déjà, en l'absence d'autres arguments, de nature à démontrer que le système qui convient aux premières, ne doit pas, en bonne logique, être applicable aux secondes.

J. — Captage sans serrements, des sources issues des terrains calcaires.

Il est du reste encore d'autres motifs pour lesquels il convient de capter, telles qu'elles se présentent, les sources des calcaires, sans tenter d'abaisser leur point d'émergence, *lorsqu'elles apparaissent à un niveau fort peu supérieur à celui des rivières où elles se déversent*, comme c'est le cas pour un bon nombre de sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq.

Tout d'abord, ce que l'on sait des fractures du calcaire devonien et carbonifère me paraît suffisant pour démontrer que l'établissement de serrements de prise ne pourrait donner de bons résultats; de telle sorte que le seul objectif que l'on pourrait avoir en vue en saisissant la source à plus grande profondeur serait de ramener dans le canal de prise les filons d'eau qui s'échappent latéralement à la source principale, et parfois à une distance assez grande.

Je laisse de côté les aléas d'une telle opération, qui a toute chance de ne pas réussir, auquel cas on aura, sans profit aucun, exécuté un travail plus coûteux que la prise de possession pure et simple que je crois devoir conseiller.

A supposer que cette opération réussisse, ne doit-on pas craindre que les issues qui étaient offertes primitivement à l'eau pour l'épan-

chement des filons latéraux ainsi recueillis ne deviennent autant de rentrées créées pour l'eau de rivière, lorsque celle-ci sera en crue ?

On pourra donc avoir compromis la pureté originelle de la source.

Il est presque inutile de dire que la situation ne serait pas la même pour des sources émergeant fort au-dessus du plan des plus fortes crues des rivières dans lesquelles elles se jettent ; encore une fois j'entends parler de la grande majorité des sources sortant des calcaires du Condroz. Et, cette observation que je fais, qu'il y aurait imprudence à abaisser leur point d'émergence, pour les capter, lorsqu'elles se présentent presque au niveau de la rivière, s'applique, *à fortiori*, aux sources que l'on rencontre au pied de certaines vallées sèches ; je ne pense pas avoir à me répéter à cet sujet.

K. — Exemples divers de captage à l'émergence. — Périmètre de protection.

Je vais tenter par quelques exemples de montrer comment, à mon avis, les travaux doivent être compris dans le cas qui nous occupe, c'est-à-dire dans l'hypothèse de calcaires devoniens et carbonifères.

Premier exemple : La jolie source de Chanxhe émerge au pied d'un rocher à pic, sur la rive droite de l'Ourthe entre Esneux et l'embouchure de l'Amblève. Les venues se présentent par le fond d'une sorte de bassin naturel, assez profond, creusé dans le roc, et sans que l'on s'aperçoive de l'afflux souterrain autrement que par un épanchement constant dans le canal d'alimentation de la roue hydraulique actionnant l'importante scierie de pierres de Chanxhe.

Cette source débitait, d'après M. l'ingénieur E. Beaulieu, 63 litres par seconde en octobre 1892 (1).

En dehors de ce fait qu'elle est commandée *latéralement* par la vallée sèche qui conduit à Sprimont et que, par ce motif, les analyses chimiques et bactérioscopiques devraient être faites d'une façon incessante, la source de Chanxhe se présente dans des conditions très belles pour un captage direct à l'émergence.

A l'exception d'un mince filet qui s'échappe de la cuve d'émergence, toutes les eaux qui en proviennent sont actuellement dirigées vers le bief du moulin de la scierie et l'on ne trouve pas dans les environs de *source secondaire* dont on pourrait espérer ajouter le débit à la source principale par l'abaissement de son plan d'eau.

(1) *Avant-projet de distribution d'eau destinée à alimenter un certain nombre de communes des environs de Liège et éventuellement la ville de Liège.* Mémoires de M. l'ingénieur BEAULIEU du 30 janvier et de juin 1893.

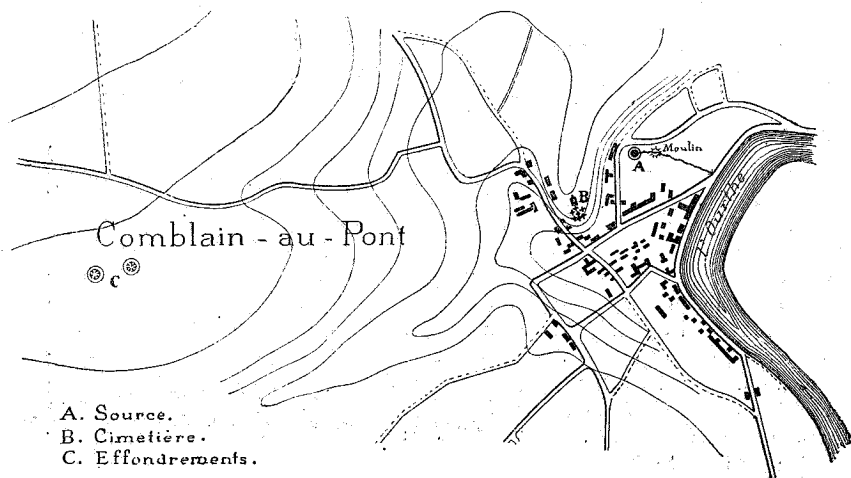
Ici donc le captage direct à l'émergence semble s'imposer ; la seule expérience qui pourrait être faite serait un abaissement temporaire du plan d'émergence par la création fort aisée d'un canal aboutissant directement à l'Ourthe en vue de s'assurer si une augmentation de débit, peu probable du reste, s'ensuivrait par suite de la réunion, à la source principale, de filons se rendant à l'Ourthe par voie souterraine inconnue.

Et encore est-il que cet abaissement serait peut-être une imprudence que l'on regretterait. La source de Chanxhe, de même que la source d'Embirire, que lui fait face sur la rive gauche de l'Ourthe, sont, au fait, des exemples typiques de sources à capter directement à l'émergence (1).

Deuxième exemple : A deux kilomètres en amont des sources de Chanxhe et d'Embirire, on trouve à Comblain-au-Pont, sur la rive gauche de l'Ourthe, une source très puissante qui se présente, à la sorte des roches calcaires redressées, avec un volume suffisant pour actionner un moulin à farine assez important.

Cette source débitait, d'après M. l'ingénieur E. Beaulieu, en octobre 1892, 129 litres par seconde, soit un peu plus de 11.000 mètres cubes par jour.

Le croquis n° 1 donne le plan de la situation de cette source pour laquelle le captage à l'émergence se trouve encore tout indiqué, sous les réserves suivantes :



(1) La source d'Embirire débite 24 litres à la seconde.

En disant captage direct à l'émergence, je fais abstraction de la route sous laquelle elle passe en aqueduc à sa sortie de la roche.

Le plan montre qu'au-dessus de la source en question A, est littéralement suspendu *le cimetière* B, de Comblain-au-Pont. Je pense donc que, malgré les résultats donnés par l'analyse chimique et microbiologique des eaux, il y aurait imprudence à capter la source dès sa sortie et qu'il conviendrait de la saisir au delà du contrefort au pied duquel elle arrive au jour, à l'aide d'un aqueduc étanche qui ~~suivrait la galerie~~ naturelle creusée dans le roc par les eaux, galerie que des fouilles bien conduites mettraient sans doute aisément à jour.

Du reste, dans cet ordre d'idées, je signale que l'on rencontre sur le plateau qui s'étend au delà, des effondrements C, bien accentués, qui me paraissent être les témoins du cours souterrain de la source.

Pour l'étude de ce point spécial, l'intervention des géologues se trouverait tout indiquée.

L'exemple qui précède m'engage à signaler l'importance du *périmètre de protection* à réserver aux sources (1).

Il tombe sous le sens que pour les sources issues de terrains fissurés comme les calcaires devonien et carbonifère, cette zone de protection doit être bien plus étendue et étudiée de bien plus près que pour les sources issues de terrains perméables; pour celles-ci une épaisseur de quelques mètres constitue en général une garantie suffisante contre les pollutions superficielles; pour celles-là, au contraire, une crevasse en communication avec le canal souterrain d'amenée peut provoquer les plus graves accidents à des distances énormes (2).

(1) Entre Ciney et Dinant, dit M. Dupont, à Jauvelant, existent de grands amas d'argile au contact des calcaires et des psammites. Un étang naturel qui se trouve en cet endroit, n'est dû qu'à la présence sous-jacente du filon d'argile. Il y a quelques années on se mit à exploiter le minerai de fer subordonné à ce filon et à le laver dans l'étang. Peu de temps après, une fontaine, d'un débit assez abondant, qui alimente un quartier de Dinant, et dont la limpidité n'avait jusqu'alors laissé rien à désirer, commença à donner de l'eau trouble, *quoiqu'elle fût éloignée de sept kilomètres de Jauvelant.* (V. explication de la feuille de *Dinant*, Bruxelles 1885.)

(2) A l'inverse de ce qui est aujourd'hui, je suppose un instant que l'on ait utilisé, en vue de l'alimentation d'une agglomération quelconque, la source émergeant des calcaires à Comblain-au-Pont, ou encore les sources du Gros Bouillon et de la Maison, à Petit-Modave ou enfin les sources du Moulin, à Spontin. Je suppose qu'au moment où le captage en aurait été entrepris on n'ait pas trouvé, surplombant le canal souterrain de la source, ici un cimetière et de nombreuses maisons, là des habitations avec leurs fosses à fumier, leurs étables et leurs trous à porc; les ingénieurs dirigeant le service établi, toléreraient-ils qu'on leur impose ultérieurement semblable voisinage?

Évidemment non.

Et cela sans doute parce qu'ils admettraient difficilement que des sources ainsi commandées vers leur débouché puissent échapper toujours aux causes de contamination

Et si l'on se rappelle que, dans nos campagnes, les fosses à fumier, à purin, les puits perdus sont de règle, on peut se rendre compte du travail minutieux de recherches à faire pour arriver à une sécurité réelle. L'on ne doit pas perdre de vue que les travaux de dérivation des eaux de source sont faits, non pas pour un avenir de quelques années, mais pour de longues périodes au bout desquelles les villages auront pu se transformer; ainsi, pour ne citer qu'un exemple, il suffirait de jeter un coup d'œil sur les plans de la dérivation des eaux du Hain en 1854 et en 1894 pour voir combien la situation s'est peu à peu transformée et est devenue difficile après quarante années d'exploitation.

Au-dessus des canaux naturels conduisant les eaux des sources des calcaires peuvent s'établir des maisons, des étables, une simple crevasse peut donner lieu à des accidents d'autant plus redoutables que l'on se trouvera dans l'impossibilité d'y porter remède.

Il suffit d'ouvrir le beau travail de Daubrée : *Les eaux souterraines*, ainsi que l'*Igiene delle Abitazioni* de Spataro, pour établir une conviction absolue sur l'opportunité des observations qui précèdent.

On objectera sans doute que si l'examen chimique et bactérioscopique des eaux a donné d'excellents résultats, rien n'est à craindre.

A cela j'oppose ce que j'ai dit précédemment, c'est que les sources issues des calcaires devoniens et carbonifères réclament des analyses sans cesse répétées et que, du jour au lendemain, l'établissement d'une ferme, avec puits perdu, d'une carrière, d'une extraction minière quelconque, en mettant à découvert une galerie en communication avec les conduits d'une source peut, à des distances énormes, en provoquer la contamination irrémédiable, fait qui ne se présentera que fort exceptionnellement pour les sources issues des terrains meubles ou incohérents.

J'ajoute cependant que Spataro déclare (1) : « Ce qui est certain » c'est que, composition chimique à part, les sources des montagnes, » dues à la perméabilité en grand de la roche, sont des plus pures.

» *C'est un fait*, dit-il, *que nous devons attribuer à leur topographie*
 » *et au défaut de toutes eaux de contamination, conséquence des*
 » *agglomérations humaines dans leur bassin d'alimentation et à*
 » *l'absence des cultures intensives.*

dont elles seraient entourées? S'il en est ainsi, je me dis, non sans raison, que les craintes dont on se sentirait envahi *a posteriori* doivent nous atteindre *a priori*, quels que soient les résultats actuels donnés par les analyses.

(1) Spataro : *Igiene della Abitazioni*. Parte II. *L'Igiene della acque Milano*, 1891, p. 512.

» Quoiqu'on ne puisse préciser l'altitude à laquelle on ne fait plus
 » les fumures des terres, puisqu'on a des exemples qu'elle est pratiquée
 » à 1800 mètres au-dessus du niveau de la mer, le fait qu'elle peut être
 » circonscrite, et que par suite il y a une limite à l'usage du fumier
 » animal, nous offre le moyen d'éviter le danger. »

Ce moyen est, on le voit, de ne prendre possession dans les terrains crevassés que des sources dont le bassin d'alimentation n'est pas couvert de cultures.

La question suivante vient immédiatement aux lèvres :

Où peut-on espérer trouver en Belgique un bassin calcaire considérable réunissant ces conditions ?

Il n'est pas inutile d'ajouter que l'ingénieur Spataro, auquel je viens de faire cet emprunt, est partisan, pour l'alimentation des villes, des eaux de source ; son opinion en ce qui touche aux sources des calcaires fissurés est, par ce fait même, d'un poids plus considérable, en faveur de ma manière de voir.

Troisième exemple. Je prendrai, maintenant, un troisième exemple dans la vallée du Hoyoux.

Sur le croquis n° 2 (voir p. 36) le groupe, assez important, des sources dites de la Maison, de la Prairie.

Il semble très probable, après étude attentive des lieux, que toutes les eaux débitées par les sources ont une origine commune dans le massif calcaire figuré en A.

C'est pourquoi il ne convient pas de les capter séparément et *il y aurait lieu au contraire de tenter de trouver leur exutoire général* en débayant la pointe du contrefort Pailhe-Hoyoux du détritique qui obstrue son débouché.

Point n'est besoin de faire ressortir longuement combien en ces circonstances l'avis d'un géologue serait nécessaire pour dire où est le point d'*élection* probable de ce cours souterrain, que des résistances extérieures ont obligé de s'épanouir comme il l'a fait.

L'opération que je crois pouvoir conseiller si l'on avait à s'emparer des sources en question aurait le double avantage, si elle venait à réussir, et tout me porte à le croire, de réduire les frais du captage à un minimum et de supprimer toute relation entre les sources et les eaux de la rivière, relation qui existe à l'heure présente, ainsi que j'ai pu l'observer, en certaines circonstances.

On sait, et les membres de la Société qui ont fait partie de l'excursion géologique de septembre dernier ont pu s'en rendre compte par eux-mêmes, que le calcaire carbonifère, fortement crevassé en surface, l'est très peu en profondeur.

La circulation des eaux se fait donc, *vers la surface*, par crévasses qui se soudent à de petits canaux, lesquels se réunissent, après un parcours parfois fort étendu, à d'autres qui deviennent branches principales, se réunissant à leur tour en un tronc unique, constituant le cours de la source proprement dite, dans les entrailles de la terre.

En d'autres termes, il se produit dans les sols calcaires un système d'écoulement, en tout semblable à celui que l'on observe à la surface du sol où l'on voit les égouttements former les ruisseaux, les ruisseaux les rivières, les rivières se perdre dans les fleuves, avec cette seule différence que les résistances rencontrées par l'eau dans son parcours souterrain sont bien autrement considérables.

Si nous suivons le tronc auquel se sont soudées toutes ces ramifications dont je vous entretenais tantôt, on voit qu'avant d'atteindre la vallée qui va servir d'exutoire général, il rencontrera de nouveau ce même terrain fortement fissuré qui avait facilité l'entrée de l'eau de pluie, origine de la source; il se fait donc que celle-ci trouve pour s'échapper du sol un certain nombre de passages entre lesquels elle n'a qu'à choisir, après avoir été obligée de se creuser dans les parties les plus solubles des profondeurs, un passage souterrain unique, si toutefois elle n'a pas rencontré de faille ou de dislocation profonde qui lui ait tracé tout naturellement sa voie.

Tels sont les motifs qui m'engagent à croire que si l'on suivait l'une des sources du groupe que j'analysais tantôt, on trouverait à une distance probablement égale à la profondeur à laquelle se soudent les bancs, l'exutoire général des diverses sources à capter.

Les exemples qui viennent d'être donnés sont suffisants pour faire saisir ma pensée lorsque je dis *captage à l'émergence* pour les sources issues des calcaires carbonifères, en opposition avec le *captage profond* qui doit être la règle lorsqu'il s'agit de sources sortant de terrains meubles et incohérents.

L. — Dangers des galeries drainantes dans les terrains calcaires.

Si, contrairement à l'opinion que je viens d'émettre, qu'il convient de procéder à la prise de possession des sources des terrains calcaires de l'Ourthe, du Bocq et du Hoyoux, par un captage à l'émergence, l'on élève au contraire la prétention de s'en emparer par galeries, dans le but de recouper tous les griffons qui çà et là arrivent à ces rivières par des chemins inconnus, il n'est pas douteux que ces galeries recevront, à certains moments, des eaux de ruissellement, le produit

d'aiguigeois et même, si les galeries sont au bord des rivières, en cas de crue, ses eaux pourront y pénétrer.

J'ai exposé par des exemples précis que les aiguigeois sont en communication avec bon nombre de sources ; vouloir établir une galerie mesurant plusieurs kilomètres de longueur, à travers bancs, n'est-ce pas courir de gaîté de cœur au devant du danger, *et comment prétendre sérieusement qu'une telle galerie recoupera tous les filons d'eaux pures, en évitant toutes les fractures en communication avec des aiguigeois ?*

Lorsque nous voyons, par l'ouverture de tranchées, pour l'établissement de routes, pour le creusement de tunnels, pour l'établissement de chemins de fer, mettre à découvert des débouchés de grottes, d'aiguigeois, de canaux souterrains, dont certains donnent des eaux boueuses au moment des grandes pluies, comment pouvons-nous espérer que *ce qui est la règle dans les travaux courants deviendra exceptionnel dans les travaux de distribution d'eau ?*

La logique la plus élémentaire nous dit clairement qu'il ne peut en être ainsi...

Les eaux que l'on pourra rencontrer en cours de travail seront, les unes bonnes, les autres douteuses ou mauvaises ; procédera-t-on à l'analyse en toute saison de chaque griffon recueilli ?

Les plus ardents partisans des eaux de sources issues des calcaires, après l'avoir formellement nié, confessent aujourd'hui que certaines d'entre elles sont mauvaises et doivent être rejetées ; je ne désespère pas de les voir admettre, par une étude plus attentive, que ce qui est vrai pour les sources visibles doit être vrai pour les sources invisibles. Or, si la contamination des sources visibles ne devient flagrante qu'en certaines circonstances assez rares et qu'il faut littéralement « saisir au vol », il en est de même pour les sources invisibles.

De telle sorte que si, par des travaux souterrains on les a captées avec d'autres, peut-être excellentes, auxquelles les voici dès à présent mélangées, comment fera-t-on, le jour où les circonstances les démontreront mauvaises, pour les distinguer dans la masse charriée par les drains, et pour s'affranchir de leur appoint compromettant ?

Détournera-t-on les aiguigeois ?

Analysera-t-on, comme je le disais tantôt, à mesure de l'avancement, chaque griffon recueilli ?

Ce sont là des impossibilités au point de vue pratique...

Si, malgré ces considérations, de nature à mettre en lumière le peu de sécurité offerte par les eaux annoncées par le système aléatoire du jaugeage par différence, on se croit autorisé à espérer de bons résultats de l'établissement de galeries drainantes, il y aura lieu de les remplacer

(pour réduire le danger à un *minimum*) par des aqueducs étanches, sur de grandes longueurs, chaque fois que l'on traversera les zones de contact entre les calcaires et les roches d'emboîtement.

Ces points sont à éviter tout spécialement, car la roche calcaire y est fendillée jusqu'à une assez grande profondeur ; là, on trouve les érosions les mieux caractérisées, les lieux de bétoires, les amas de sables, d'argiles, **de minerais** — ces derniers résidus indirects de la dissolution des calcaires — qui peuvent rendre les eaux mauvaises, et parfois dangereuses.

— Je crois assez inutile de discuter l'établissement degaleries drainantes en plein dans les massifs calcaires.

On pourrait y trouver de l'eau en divers points, mais aucune donnée positive ne pourrait guider semblables recherches.

Je ne m'arrête donc à ce système que pour signaler que nombre de sources pourraient fort bien ne pas se trouver influencées par les travaux en sous-sol, alors que le contraire pourrait avoir lieu pour certaines d'entre elles ; en somme, obscurité complète sur les résultats d'une telle entreprise, qui nécessiterait de grandes dépenses sans donner les assurances d'un bon résultat.

M. — Exemple du danger des galeries à flanc de coteau.

Quant aux galeries à flanc de coteau, établies dans la **nappe aquifère** (?) et dont le radier se trouve au **niveau du plan d'eau de la rivière**, le régime torrentiel, en certaines circonstances, de l'Ourthe, du Bocq et du Hoyoux, s'oppose, même en dehors des dangers signalés précédemment, à pareille solution.

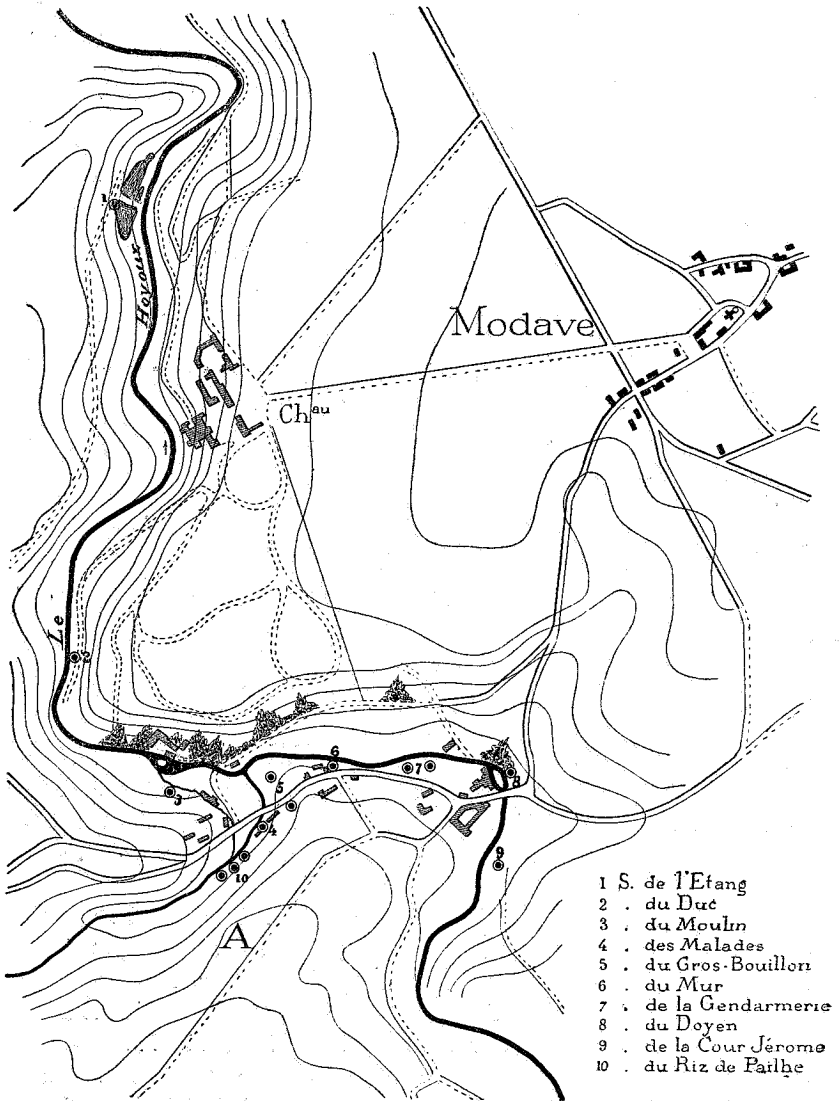
Je vais en donner un exemple absolument probant, en exposant dans quelles déplorables conditions se fussent trouvés les travaux de prise d'eau préconisés par M. Van Hoegaerden dans son projet des sources de Modave, pour l'alimentation de l'agglomération bruxelloise, s'ils avaient été mis à exécution.

Le projet présenté par M. Van Hoegaerden consiste essentiellement, en ce qui touche aux prises, dans les données suivantes, dont il est facile de se rendre compte à l'aide du croquis ci-dessous :

1° A saisir directement à *l'émergence* les sources dites : de l'Étang, du Duc, du Moulin, de la Maison, du Gros Bouillon, de la Gendarmerie et du Doyen, et à les amener, par une conduite étanche, jusqu'au réservoir régulateur formant la tête de l'aqueduc général de dérivation.

2° A recueillir au moyen de tranchées-aqueducs voûtées (tantôt perméables, tantôt imperméables, suivant les terrains traversés), établies

à une certaine distance du fond de la vallée et contre ses flancs, les eaux de la nappe souterraine qui affluent en filets nombreux à la rivière.



Le radier des galeries captantes est prévu au niveau du plan d'eau de la rivière, et il est établi entre cette dernière et la galerie captante

un mur imperméable descendant au niveau de la rivière : ce mur représenterait la paroi de la galerie vers le Hoyoux.

Tel est, largement esquissé, le projet en ce qui touche à la prise d'eau.

En proposant la prise des sources à l'émergence et l'établissement de galeries captantes dont le radier serait mis au niveau du *plan d'eau de la rivière*, M. Van Hoegaerden avait en vue, ainsi qu'il le déclare du reste dans ses diverses brochures, *de supprimer tout rapport* entre l'eau des sources et les eaux superficielles, qu'elles puissent provenir d'infiltrations supérieures ou de la rivière.

Par *plan d'eau de la rivière*, en un point déterminé, M. Van Hoegaerden entendait le niveau maximum observé en ce point, **il le fixait dans sa note insérée au procès-verbal de la séance de la Commission gouvernementale du 5 août 1889 à 8 centimètres au-dessus du niveau moyen** (1).

La Commission gouvernementale chargée de l'examen du projet, n'ayant pu se rendre compte des fluctuations éprouvées par le niveau du Hoyoux pendant un temps assez long, admit comme un maximum une variation de niveau de 8 centimètres, variation que des observations ultérieures faites par les services de la ville de Bruxelles devaient porter en certains points à un chiffre *vingt-trois fois plus élevé*, démontrant *en l'absence même d'autres raisons* l'inanité des précautions proposées en vue d'éviter le mélange des eaux de la rivière avec les eaux fournies et par les sources et par les galeries drainantes.

L'année 1889 au cours de laquelle la Commission gouvernementale lia le projet de dérivation des sources du Hoyoux ne fut signalée aucun phénomène météorologique qui infirmât les données fournies par M. Van Hoegaerden. La Commission ne pouvait donc se baser sur cette donnée, et il n'est pas douteux que si elle avait connu la donnée exacte, son avis eût pu être tout autre quant aux résultats à attendre des travaux projetés (2).

« 3 ans, » dit-il, « nous n'avons pas constaté une hausse supérieure à 8 centimètres au-dessus du niveau moyen; ces crues n'auront donc aucune influence sur le niveau des galeries captantes qui seront toujours à un niveau supérieur à celui de la rivière. » — Note insérée au procès-verbal de la séance du 5 août 1889.

(2) Dans une note récemment parue, M. Van Hoegaerden s'étonne de ce que le devis relatif aux travaux de captation des eaux, soit porté à un million et demi, alors que le devis de la dérivation des eaux de Modave, alors que le devis de la Compagnie intercommunale ne porte de ce chef que 460.000 francs.

M. Van Hoegaerden avait d'abord prévu 250.000 francs.

M. Van Hoegaerden ajoute « que lui ni les ingénieurs de la Compagnie Intercommunale n'ont voulu innover; ils se sont inspirés des travaux entrepris par

Par contre, les services de la Ville de Bruxelles furent admirablement servis dans leurs études par les particularités que présentèrent l'été très sec de 1892 succédant à l'hiver très sec également de 1891-92, d'où réduction du débit des sources, et le début de l'année 1893 qui vit se produire pour tous les cours d'eau de la Belgique des crues fort importantes.

On va voir les sérieux mécomptes qui attendaient l'agglomération bruxelloise si, s'en tenant aux affirmations de l'auteur du projet, acceptant les chiffres de débits annoncés, estimant exact le fait de variations insensibles du plan d'eau du Hoyoux et jugeant convenables, par cela même, les moyens de s'emparer des eaux que conseillait M. Van Hoegaerden, la Ville de Bruxelles avait mis à exécution un projet que l'on pouvait croire, tant il a été prôné, exécutable du jour au lendemain.

Pour bien saisir la portée de ce qui va suivre, il est nécessaire de se rappeler tout d'abord les circonstances dans lesquelles se présentèrent les crues qui marquèrent la fin de janvier 1893.

La crue du 21 janvier 1893, la plus importante de celles qui se succédèrent pendant plusieurs jours, fut précédée de gelées intenses qui sévirent sans interruption pendant plus d'un mois; de plus, contrairement à ce qui se présente généralement, la neige ne fit son apparition qu'après que le sol eut été gelé déjà sur une assez grande profondeur.

» Belgrand et ses savants collaborateurs (captage des sources de la Vanne, Coche-pice, Vigne et Verneuil. »

Les méthodes à suivre pour prendre possession des sources doivent varier, je l'ai déjà dit, suivant les terrains d'où elles émergent. C'est une erreur de croire que si les moyens mis en œuvre par les Ingénieurs de la ville de Paris pour le captage des sources de la Vanne ou de la Vigne ont donné de bons résultats, il s'ensuit qu'ils seraient de bonne application pour s'emparer des sources des calcaires du Condroz...

Mettre à profit l'expérience de nos devanciers est parfait, cependant, sans que cela diminue en rien l'admiration que j'éprouve pour les travaux de Belgrand, je dois déclarer que, ne pas vouloir innover et s'inspirer des travaux de ce savant ingénieur pour projeter le captage des sources du Condroz, est une erreur.

La science et l'expérience de l'ingénieur seraient tenues en médiocre estime, on en conviendra, si elles ne devraient avoir comme conséquence que l'esprit d'imitation.

Je n'ai pas à me plier à l'argumentation de M. Van Hoegaerden, argumentation qui, s'il veut bien y réfléchir, tend à jeter le doute sur la portée de mes évaluations.

Je maintiens le chiffre de mon devis; la différence du coût des travaux s'explique aisément par ce fait d'un **changement radical du système de galeries — changement imposé par des fluctuations observées de 1^m.20 à 1^m.87 du plan d'eau de la rivière, alors que le système admis jusqu'ici reposait erronément sur l'hypothèse d'une fluctuation insensible de 8 centimètres!**

Et encore est-il que je fais toutes mes réserves sur la qualité des eaux recueillies par galeries.

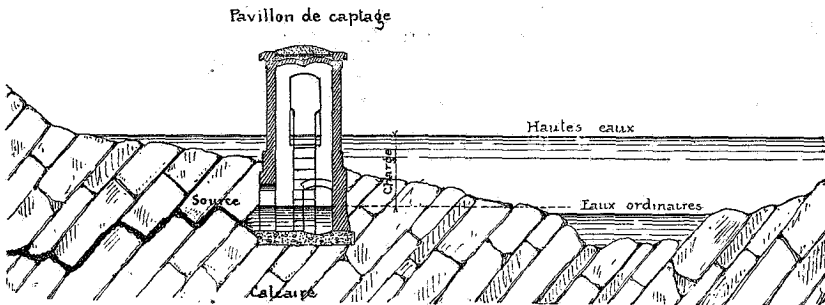
Ces circonstances expliquent que, sous l'influence d'un brusque relèvement de température et de pluies sans importance, l'ensemble des eaux de pluie et de fonte de neige se précipitant immédiatement vers les bas-fonds, s'échappa par ruissellement, la part réservée aux infiltrations étant pour ainsi dire nulle à cause de l'imperméabilité, provoquée par les gelées antérieures, de la couche de limon et de sable qui recouvre les dépôts rocheux du Hoyoux.

Dans la prévision d'une crue dont il était intéressant de savoir la portée, et que des reconnaissances faites vers cette époque, dans le bassin du Hoyoux, démontraient inévitable, si le dégel se faisait brusquement, le personnel avait reçu les instructions nécessaires en vue de repérer exactement les niveaux atteints par la rivière. Il fut ainsi le témoin d'une inondation considérable dans toute la région des sources et put apprécier la situation qu'elles eussent occupées, ainsi que les drains, les travaux proposés étant mis à exécution.

Les levés topographiques qui furent faits séance tenante ont permis d'apprécier les résultats déplorables auxquels eût conduit l'adoption des dispositifs proposés par M. Van Hoegarden.

C'est ainsi que, pendant la crue du 22 janvier 1893, **les sources du Moulin, de la Maison et du Doyen**, dont on proposait le captage à l'émergence immédiate, se sont trouvées noyées respectivement de $0^m.93$, de $0^m.74$ et de $1^m.42$!

Quant aux galeries de drainage, il suffit de se reporter au croquis n° 3 ci-dessous, pour se rendre compte des mélanges compromettants qui se seraient infailliblement produits entre les eaux de drainage et les eaux limoneuses de la rivière.



C'était cette crainte d'une contamination des eaux recueillies en sous-sol, par les eaux de surface, qui inspirait à juste titre la Commission gouvernementale lorsqu'elle disait dans son rapport (1) :

« Votre Sous-Commission s'est préoccupée des moyens de soustraire » l'extrême pureté des eaux de source de Modave à la moindre souillure » provenant de quelque contact, même souterrain, avec les eaux extérieures. »

» Dans sa séance du 5 août dernier elle a entendu et discuté les » propositions de l'auteur sur ce sujet, elle s'est ralliée au principe du » système mixte indiqué en troisième lieu, dans une note de M. Van » Hoegaerden en date du 25 juillet dernier.

» Les galeries destinées à la captation proprement dite ne seront » autres que des tranchées dans la roche aquifère et protégées par des » voûtes imperméables contre les infiltrations superficielles.

» *Le radier ne descendra pas en dessous du niveau du plan d'eau » de la rivière.* Un mur étanche, se prolongeant sous la côte inférieure » du thalweg, séparera absolument les eaux captées d'avec celles » s'écoulant dans le Hoyoux. Les premières seront recueillies à l'aide » de tuyaux en béton ou en fonte jusqu'à l'origine de la conduite » d'amenée. »

On vient de voir combien tant de précautions eussent été illusoires.

A supposer les travaux faits, tels qu'ils étaient prévus, la distribution d'eau de Bruxelles, *irréremédiablement compromise*, devenait un objet d'inquiétude constante, **puisque l'inondation du 22 janvier 1893 démontrait la complète inexactitude de l'hypothèse sur laquelle était échafaudé tout le système.**

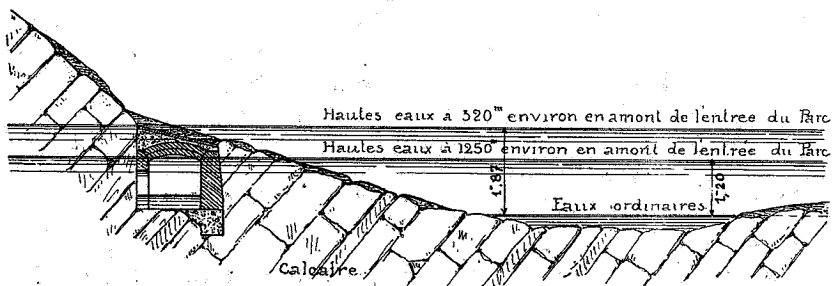
Arriver à isoler des galeries drainantes à flanc de coteau dans des terrains *crevassés*, de façon à éviter le mélange des eaux de rivière en temps de crue avec les eaux recueillies par drainage, est une impossibilité, à moins que l'on ne se résolve à placer les galeries sous le niveau de lit du cours d'eau et qu'on les y maintienne sous charge. C'est ce dispositif que j'ai conseillé, pour le Hoyoux, à supposer que l'on se croie autorisé à considérer comme sans valeur les objections que soulève, d'après moi, l'emploi des galeries drainantes dans les calcaires.

Je n'ai plus à revenir sur ce point, développé précédemment.

(1) Rapport de la Commission chargée d'étudier les divers projets de distribution d'eau, pour fournir aux communes de l'agglomération bruxelloise de l'eau potable en abondance.

Pour les sources, leur captage à l'émergence *directe* constituerait, lorsque ces sources peuvent être noyées à l'époque des grandes crues, une imprudence, et je ne puis trop vivement conseiller de les saisir en dehors du champ d'inondation.

S'il est exact que le mélange des eaux de rivière et des eaux de source à leur débouché ne se fait pas aisément et que l'on peut même parvenir, ainsi que Belgrand l'a montré, à s'emparer d'une source en pleine rivière, il ne faut pas perdre de vue que les eaux superficielles peuvent de leur côté se déverser en temps de crue dans le canal souterrain d'amenée de la source par les crevasses du sol, et la contaminer. (Voir le croquis 4 ci-dessous.)



Il importe donc au plus haut point de saisir les sources émergeant des calcaires en dehors de la zone d'inondation des rivières dans lesquelles elles se jettent.

On objectera peut-être que des crues aussi considérables que celle dont je viens de parler sont extrêmement rares.

Je le concède volontiers, tout en n'admettant pas — et je me fonde pour cela sur mes observations personnelles — le peu d'amplitude des variations du Hoyoux dont il a été fait état pour fonder tout un projet, mais je persiste à croire que l'exception dont il m'a été donné de voir les effets est de nature à faire rejeter le système proposé pour le captage des eaux de Hoyoux.

CONCLUSIONS

Il me reste à prendre des conclusions générales. Les voici :

I. — Les sources issues des bassins calcaires de la haute Belgique, ayant un mécanisme de formation complètement différent de celui des sources des terrains perméables et non cohérents, ne doivent être

acceptées pour l'alimentation qu'après que des explorations géologiques, systématiquement faites, auront démontré que les eaux qu'elles fournissent ne peuvent être, à aucune époque, en rapport avec les eaux de ruissellement.

Il y a lieu de conclure à l'insuffisance, pour baser un projet de dérivation d'eaux issues des calcaires devoniens et carbonifères, d'analyses chimiques et bactériologiques faites à de longs intervalles. Ces analyses ne peuvent donner pour les eaux visibles qu'une fausse sécurité, puisqu'elles n'embrassent pas la succession des événements dont les sources peuvent être le siège, de par la nature même du sol qui les fournit. Point capital, si l'on croit pouvoir établir des galeries drainantes, pour ajouter aux sources visibles le produit des sources invisibles, on doit noter que les analyses laissent dans l'oubli ces dernières eaux que l'on ne peut apprécier et dont les jaugeages par différence ont accusé en diverses circonstances la proportion considérable.

II. — La prise de possession des sources des calcaires devoniens et carbonifères de la haute Belgique doit se faire à l'émergence, le captage à l'émergence étant compris comme il a été dit précédemment.

III. — La zone de protection des sources doit être l'objet d'une étude très attentive.

IV. — On ne peut fonder un projet en tout ou en partie, sur la prise de possession d'eaux issues par voies inconnues, des calcaires devoniens et carbonifères, attendu que les résultats à espérer de l'établissement de galeries drainantes sont, hormis des cas spéciaux, absolument aléatoires, tant au point de vue de la qualité des eaux à recueillir que de la quantité, *alors même que des jaugeages par différence auraient renseigné des afflux importants dans la région considérée.*

Il s'ensuit que *le jaugeage direct des sources est la seule base d'appréciation vraiment acceptable pour l'établissement du prix de revient*, que le jaugeage par différence est un élément secondaire, fort intéressant sans doute, mais qu'il serait imprudent de faire entrer en ligne de compte, si ce n'est dans une proportion réduite.

M. le *Président* remercie M. Putzeys de sa communication; il estime ce travail comme présentant une grande valeur et fait remarquer que la discussion ne pourrait en être abordée avec fruit avant son impression, qui ne tardera guère si l'auteur remet le plus tôt possible son manuscrit au Secrétaire. Toutefois, M. le *Président* ajoute que si des membres présents croient devoir prendre part à la discussion du travail de M. Putzeys, ils peuvent se faire inscrire dès à présent, ces

inscriptions permettant de dresser un ordre du jour de la prochaine séance d'applications.

MM. *François, Walin, Verstraeten, Moulan*, se font inscrire pour la discussion; MM. *Dupont* et le D^r *Rome* se proposent d'y intervenir s'ils le jugent nécessaire. M. *Putzeys* défendra sa thèse.

M. le *Président* prie les membres inscrits de bien vouloir rédiger à l'avance les communications qu'ils se proposent de faire, de manière à baser la discussion sur des arguments précis, avec chiffres à l'appui et non à la laisser livrée aux hasards de l'improvisation.

2^o M. le *Président* donne la parole à M. *Rutot* pour la lecture du compte rendu de l'excursion faite le 21 janvier dans la vallée du Bocq.

COMPTE RENDU

DE LA

COURSE FAITE LE 21 JANVIER

DANS LA VALLÉE DU BOCQ

PAR

A. Rutot.

Le 21 janvier, MM. *Gobert, Deblon, Trullemans* et *Rutot* se sont rendus, sous la direction de MM. *Walin* et *Putzeys*, dans la vallée du Bocq, afin d'y étudier des phénomènes qui, à cause de la sécheresse, n'avaient pu être observés lors de l'excursion de la Société en août 1893.

Il s'agissait principalement d'observer ce que deviennent les eaux de ruissellement des périodes de grande humidité dans certaines vallées sèches qui descendent vers le Bocq aux environs de Spontin, et à l'extrémité aval desquelles jaillissent des sources importantes.

Partis d'Yvoir, nous nous sommes d'abord rendus, par *Purnode* et *Dorinne*, jusqu'à la ferme de *Salazinne*, située à l'extrémité amont d'une vallée sèche débouchant dans le Bocq, à *Senenne*.

En août 1893, vers l'extrémité aval de cette vallée, plusieurs entonniers offrant tous les caractères extérieurs des aiguigeois avaient été constatés à peu de distance les uns des autres, et il était important de constater leur véritable rôle en temps de ruissellement abondant.

Malheureusement, les ruissellements qui nous avaient été signalés et

qui avaient motivé notre voyage avaient cessé avec la pluie, de sorte qu'aucune constatation utile n'a pu être faite dans la vallée de Senenne.

Nous avons alors traversé le Bocq et nous avons cheminé le long d'un ruisseau se jetant dans la rivière, sur la rive droite.

A la rencontre de ce ruisseau avec la route de Spontin à Natoye, endroit qui correspond au contact du calcaire et du psammite, nous avons vu les eaux s'écoulant en abondance des psammites, se perdre en un point bien connu des habitants du pays, mais ne se faisant remarquer par aucun signe extérieur bien apparent.

Nous nous sommes rendus ensuite le long de la vallée sèche du Ry-d'Août, où des ruissellements abondants nous avaient également été signalés.

Là, le ruissellement existait encore d'une manière très satisfaisante et nous avons pu constater, sur la longueur explorée, un courant d'eau dont le volume ne nous a pas semblé éprouver, en aucun point, de variation sensible.

L'eau coulait rapidement sur un lit de gazon et deux déversoirs installés par les soins de M. Walin, à 300 mètres l'un de l'autre, et dont le premier se trouve à 200 mètres du bas de la vallée, marquaient, le premier en aval 27 millimètres; le second en amont 23 millimètres de lame d'eau.

Il résulte de cette constatation que, dans le Ry-d'Août, le volume d'eau passant au premier déversoir est un peu supérieur au volume passant au second.

Enfin, nous nous sommes rendus à proximité du pont de Reuleaux, où M. Walin avait fait exécuter des travaux afin d'étudier le mode de sortie de l'une des sources voisines jaillissant en ce point.

Les sources sourdent à une distance de quelques mètres du versant de la vallée, dans une bande d'alluvions du Bocq.

Pour pouvoir examiner la sortie de l'eau, M. Walin a fait exécuter une tranchée perpendiculaire au versant. Cette tranchée est d'abord entrée dans d'épais éboulis rocheux, puis a entamé le roc vif. Mais l'eau ne suivait pas le même chemin. A peu de distance de la source, elle semblait venir d'une direction oblique à la tranchée.

M. Walin a fait faire alors une tranchée parallèle à la première et peu distante de celle-ci, de manière à recouper le filet d'eau, mais celui-ci n'apparut pas.

Il était à supposer que l'eau reprenait une direction moins oblique et qu'elle sortait du roc entre les deux tranchées; en ce cas, il semblait qu'une tranchée réunissant les extrémités des deux précédentes, le long du versant, devait forcément recouper la venue d'eau.

Or, il n'en n'est rien; actuellement la source paraît sortir du bloc d'éboulis isolé par les tranchées. Ce fait montre l'allure capricieuse des conduits, tant au travers de la roche en place que dans les éboulis.

Il serait intéressant que M. Walin voulût bien continuer les fouilles en dégagant l'orifice de sortie dans la roche en place.

Après cette observation, nous avons repris le train à Natoye.

L'excursion du 21 janvier n'a donc pas entièrement rempli son but. L'une des constatations les plus instructives n'a pu être opérée. Nous croyons qu'il y a lieu de combler cette lacune à la prochaine occasion favorable et de nouvelles convocations seront lancées dans ce sens en temps opportun.

A la suite de ce compte rendu, un court échange d'observations a lieu entre MM. *Walin*, *Dupont* et *François*, au sujet des tranchées de recherche effectuées par M. Walin à Reuleaux.

La séance est levée à 10 heures cinquante.