

HYDROLOGIE DES BASSINS ROCHEUX DE BELGIQUE

EXAMEN DES OPINIONS CONTRADICTOIRES ÉMISES A CE SUJET

PAR

Théod. Verstraeten

Ingénieur.

Depuis 1891, la question de la circulation des eaux dans les terrains rocheux est à l'ordre du jour de notre Société, et jusqu'ici, malgré tout le travail accompli, nous n'avons abouti qu'à l'expression d'opinions les plus divergentes, ainsi qu'en témoigne fidèlement l'excellent compte rendu de M. le capitaine du génie Willems de nos excursions dernières.

En effet, tandis que les uns déclarent indispensable le fonctionnement d'immenses emmagasineurs d'eaux souterraines dans les massifs à sources volumineuses et constantes; les autres, comme l'honorable M. Dupont dans sa récente et substantielle étude, nient jusqu'à l'existence, dans les calcaires du Condroz, si riches en eaux permanentes, de toute couche aquifère, de toute nappe liquide.

Il ne nous est pas permis de demeurer en l'état.

Pourquoi d'ailleurs n'arriverions-nous pas à voir du même œil les faits hydrologiques les plus considérables, les plus sûrement contrôlables?

Il ne s'agit pas ici d'une théorie de métaphysique sur laquelle les docteurs les plus graves peuvent disserter à l'infini sans jamais se rencontrer; non, il s'agit au contraire d'un sujet de physique proprement dite, d'un problème d'hydraulique, question très simple, *pourvu qu'on en possède les données essentielles.*

DONNÉES NÉCESSAIRES.

Tout est là. — Quelles sont donc ces données nécessaires ?

Naguère, Messieurs, vous redigeâtes un programme pour les déterminations de cette sorte.

Ce programme vous l'admîtes à l'unanimité, et vous savez qu'il reçut bon accueil à l'étranger.

Conséquemment voilà une base sérieuse d'entente; commençons par nous y grouper; et rappelons brièvement que, pour apprécier l'hydrologie d'une contrée quelconque, il faut en connaître :

Le climat ;

La topographie ;

La géologie ;

L'état physique et chimique des terrains en tous sens ;

La circulation des eaux à la surface et dans le sein de la terre ;

Les débits et qualités des rivières et des sources, en tout temps, et surtout aux périodes les plus longuement arides.

Possédons-nous toutes ces informations ?

Peu de pays sont mieux éclairés que le nôtre sur le *climat* et sur la *géologie*.

Cependant, pour devenir scientifiques, les renseignements devraient être la représentation exacte de *ce qui est* en tous points comme à toute époque, et cette rigueur mathématique étant irréalisable en fait, force nous est, même pour ces deux objets, comme pour toutes les branches d'application, de verser dans les échappatoires dites de « sécurité. »

L'*orographie* de nos zones, rendue par les belles cartes du Dépôt de la Guerre, est aussi satisfaisante qu'on peut le souhaiter pour la pratique qui nous concerne.

L'*état physique et chimique des terrains*, les éléments qui les composent sûrement, leurs degrés de perméabilité et leurs solutions de continuité à toutes profondeurs, sont des conditions de premier ordre qui ne sauraient être directement constatées partout, pour l'appréciation desquelles il nous faut procéder par déduction, et c'est ce qui nous conduit aux premières divergences.

La *circulation superficielle des eaux* dans un bassin quelconque peut paraître aisée à établir, puisque tous les points extérieurs se livrent à nos investigations; elle doit paraître telle s'il ne s'agit que de l'endroit que nous occupons et du moment où nous observons; mais la difficulté gît dans l'intégration des faits relatifs à tous les moments et à tous les endroits; d'où nouvelle occasion d'hypothèses à poser.

La connaissance de la circulation souterraine des eaux est une conséquence immédiate de tout ce qui précède. Dès lors, comment se meuvent-elles en sous-sol? Savons-nous comment elles cheminent, s'arrêtent, s'emmagasinent, se décantent, s'élaborent? Sans doute les nivellements hydrographiques avec l'aide des sources, des puits, des affleurements liquides de toutes sortes, donnent toujours des indications précieuses, capables d'éliminer beaucoup d'indéterminées; mais ils sont parfois difficiles et coûteux; pour être satisfaisants ils doivent se prolonger pendant des années consécutives et fixer les oscillations extrêmes des nappes aquifères. Toutes ces informations, quand on les recherche, ne s'obtiennent donc jamais que partiellement, et, encore une fois, nous retombons dans les supputations hypothétiques.

Quant au régime des eaux : les débits, compositions, températures, si variables des rivières et des sources, notre ignorance est grande.

Je ne reviendrai pas sur ce que j'en ai dit dans mon dernier exposé à la Société, mais il est utile pour ma thèse de rappeler à ce propos :

Que dans nos régions quartzo-schisteuses, un seul petit bassin, celui de la Gileppe, a fait l'objet d'observations sérieuses ;

Qu'il a fourni, en période exceptionnellement sèche, un rendement à l'hectare-jour réduit à un tiers de mètre cube d'eau limpide, mais non purgée de matières organiques ;

Que dans nos régions calcaires, les seuls bassins bien étudiés ont été ceux du Bocq et du Hoyoux ;

Et qu'en période extraordinairement aride, ils ont produit respectivement $4 \text{ m}^3 \frac{1}{4}$ et 5 m^3 de bonne eau connue.

Voilà, Messieurs, nos ressources d'appréciations hydrologiques; elles manquent trop comme quantité et qualité pour mériter le titre de données scientifiques; et il faudra en user avec d'autant plus de circonspection.

OPINIONS DIVERSES SUR L'ÉTAT DE DIVISION DES BASSINS.

Cela dit, arrivons à la confrontation de nos opinions divergentes, en commençant par celles qui se rapportent à l'état de division externe et interne des terrains.

Nous sommes évidemment d'accord pour constater l'extrême division du sol.

Nous le sommes encore pour dire que l'action météorologique délite les affleurements rocheux; mais déjà nous cessons de l'être sur le plus ou moins de profondeur du délitement.

Selon M. Dupont cet état de fractionnement de la roche subsiste

jusqu'à dix mètres dans nos schistes, et se restreint à un mètre environ dans nos calcaires résistants du Hoyoux, du Bocq et de Han-Rochefort.

Je pense que, généralisées, ces indications tombent dans l'exagération.

D'ailleurs l'important, en hydrologie, est de savoir jusqu'où va, non pas le délitement quelconque, mais celui qui demeure effectif pour la traversée des eaux.

Viennent les *joints de stratifications et les diaclases* ou cassures qui leur sont normales. Ces solutions de continuité de la matière proprement dite de la roche règnent du haut en bas des massifs ; mais, selon l'honorable M. Dupont, les parois primitivement séparées sont ressoudées dans le calcaire, tandis que dans les roches de nature schisteuse la disjonction persisterait davantage.

Encore une fois il y a là, je pense, exagération, et l'observation directe des parois à toutes profondeurs, dans les entonnoirs, les tranchées, les puits, les carrières, les travaux miniers, les charbonnages ne confirment pas semblable assertion.

Ces joints et diaclases très multipliés, tantôt libres, tantôt chargés de dépôts terreux, graveleux, rocailleux, réalisent soit de simples canaux, soit des filtres, soit des conduits bouchés d'une manière étanche. Ils présentent çà et là des *épanouissements* : *cavités, grottes, cavernes*, qui parfois atteignent des proportions énormes, et M. Dupont les estime « *innombrables* ».

Enfin ces évidements, qui se retrouvent jusqu'à plus de cent mètres en contre-bas des plateaux, lorsqu'ils prennent d'amples proportions, rompent l'équilibre dans les terrains les plus résistants, et, ainsi qu'il advient dans les régions charbonnières, des *effondrements*, qui ouvrent ou dégagent les solutions de continuité anciennes, se produisent et provoquent les cassures les plus compliquées, sillonnant en tous sens les masses les plus gigantesques pour exagérer encore leur état de division préexistant.

Alors que nous découvrons des excavations nombreuses et très importantes dans certains de nos calcaires, nous ne les retrouvons pas dans d'autres, voisins. Elles se rencontrent aussi dans les grès et dans les quartzo-schisteux résistants, mais on ne les signale point dans les schistes, ni dans les craies, ni dans les tufeaux, ni dans les terrains mixtes comme les couches bruxelliennes et paniseliennes, à cause évidemment de leur défaut de consistance permanente.

En somme nous ne demandons pas mieux, mes confrères en hydrologie et moi, que d'admettre tels quels les enseignements de géologie

générale de M. Dupont; mais nous ne comprenons plus quand il arrive au détail qui touche l'hydrologie; quand malgré les cavités qu'il annonce *innombrables* et qui supposent des joints, des diaclases, des cassures d'effondrement bien plus innombrables encore, il refuse aux roches calcaires un état de division effective moins avancé, moins profond que dans les schistes; et nous ne comprenons pas davantage quand on exprime que ces solutions de continuité, bien qu'innombrables et s'entrecroisant dans toute l'étendue de ces massifs, ne communiquent pas entre elles.

Nous sommes là en opposition complète avec l'honorable membre.

CONDUITE ET ACTION DES EAUX.

Tels sont, suivant les opinions énoncées, les dispositifs hydrologiques; suivons-y les eaux; observons leur conduite et leurs effets chimiques et physiques.

Pour cela il convient de rappeler que l'eau de pluie, relativement très pure dans les régions élevées de l'atmosphère et imprégnée de ses gaz, se souille à l'approche de nos campagnes et surtout de nos villes, au point d'accuser jusque 4°, 6, même 10° hydrotimétriques et 20 mmgr. au litre de matières organiques.

Ces teneurs s'exagèrent considérablement au contact du sol comme à la traversée de la couche superficielle d'où se dégagent, notamment, les acides carbonique et sulfhydrique; et c'est littéralement à l'état de purin que les pluies absorbées se présentent aux couches sous-jacentes, à leurs portions délitées de la manière dite.

Ces liquides descendent ainsi dans les conduits inférieurs isolés ou combinés, dont les sections et les trajets varient à l'infini.

Ils ont ou n'ont pas d'issue. Dans ce dernier cas ils se bouchent et s'annulent à la longue. Dans le premier cas un écoulement s'y produit dans des limites de vitesse très étendues.

Si la vitesse est infime et si en même temps chaque élément liquide trouve le contact intime, très prolongé, de la matière rocheuse, ce qui toujours se produira dans des canaux de l'espèce capillaire, alors l'eau doit se décanter et s'élaborer, comme dans la traversée des couches terreuses et l'on se trouve en présence de *filtrations*.

Si au contraire l'eau chemine avec rapidité dans des conduits larges, elle en désagrègera physiquement les parois, entraînera de leur substance solide et ne s'élaborera que dans des conditions défectueuses: nous aurons à faire à des *ruissellements*.

Dans tous les cas quelconques, l'eau obéissant à la gravité descen-

dra jusqu'à ce qu'une barrière s'y oppose, et elle s'emmagasinera en masses plus ou moins considérables suivant l'état des choses souterraines.

Ce seront autant de couches aquifères, supérieurement limitées par des nappes, et cela se passera de la sorte dans n'importe quel système.

Toute la différence c'est que, dans le système des canaux communicants et sillonnant tout le massif, il pourra se former dans chaque cuve imperméable une couche aquifère générale, d'immense volume ; tandis que dans le système des canaux non communicants et peu profonds, il ne se créera que de petits réservoirs, plus ou moins nombreux, mais en somme de très peu d'importance relative.

Quoi qu'il en soit, les nappes liquides telles quelles ne s'élèveront pas indéfiniment, et il arrivera un moment où elles atteindront la surface, soit au fond des vallées, soit en d'autres points de leurs bassins.

En dehors de ces formations aquifères, on peut imaginer comme on l'a fait, des conduits étanches très développés, partant en aiguigeois des plateaux, traversant les délitements, les cassures d'effondrements, les joints de stratification, les diaclases, et siphonnant au besoin dans les réserves de tous systèmes, pour revenir au jour d'une façon quelconque : cela n'est pas impossible ; mais de tels phénomènes, s'ils existent, sont extrêmement rares, doivent s'accuser par leur étrangeté même ; ils n'ont pas été signalés d'ailleurs et ne représenteraient somme toute que des extensions souterraines des vallées extérieures.

Quelles que soient les roches et leur nature, leur état de division externe et interne ne reste pas immuable à travers les âges, et la simple circulation des eaux, lente, minuscule, mais éternelle, suffit à y apporter parfois des modifications hydrologiques profondes.

C'est ce que nous allons reconnaître successivement pour les grès, schistes, quartzo-schisteux et calcaires auxquels nous avons à faire dans nos régions considérées.

La roche la plus simple c'est le *grès*, qui n'est jamais pur, pas plus que les autres.

Physiquement le grès est dur, résistant, non délayable ; chimiquement, l'eau ne le dissout qu'en infime proportion.

La pluie, déjà légèrement acidule qui tombe sur les zones de cette nature, ne dépasse guère 2° dans les campagnes.

Quand elle sort du terrain elle titre rarement plus de 2 à 3° supplémentaires, et recèle de l'acide silicique à très petite dose.

De la matière siliceuse et alcalino-terreuse est donc enlevée à la roche, en mesure extrêmement réduite ; mais à chaque siècle suffisant sa peine, des évidements ont dû à la fin s'y produire, s'élargir et persister.

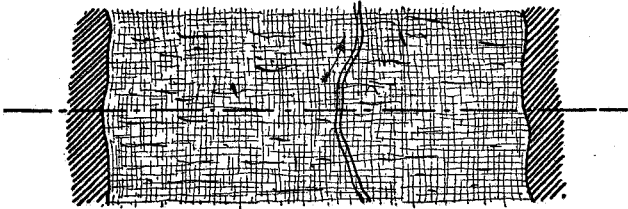
Dans la première phase, et l'eau circulant avec une extrême lenteur dans des fissures de l'espèce capillaire, c'est l'action chimique seule qui opère ; mais, à mesure que les conduits d'écoulement offrent des sections plus larges, que les vitesses et les volumes grandissent, l'action mécanique intervient, et l'eau doit agir avec une énergie croissante, battre avec plus d'efficacité les parois qui la contraignent, et ouvrir, aux endroits les moins résistants, des cavités toujours plus spacieuses jusqu'à la rupture d'équilibre et aux effondrements connus, aux chutes de matériaux dans ces excavations, à leur émiettement, à leur entraînement par les chasses vigoureuses des crues d'amont, supposant toujours et partout des sections, des pentes, des débouchés proportionnés.

Ces mouvements, susceptibles de transformer les massifs en gigantesque tamis grossiers, peuvent évidemment se modifier si les conditions d'écoulement des grandes eaux d'amont à l'aval viennent à changer ; et c'est ce qui arriverait si, en un point quelconque du canal souterrain, par exemple dans un tronçon étroit, arqué, coudé, se formait un barrage arrêtant les eaux et favorisant de la sorte le comblement de toutes les parties supérieures par les eaux d'abord et par les matières détritiques ensuite. (Fig. 1.)

Les solutions de continuité dans ces terrains sont-elles plus ou moins multipliées, profondes, communicantes ; sont-elles capables de réaliser de grandes réserves d'eaux souterraines, et de les régulariser ? C'est ce que les observations directes à la surface et au sein des roches permettent rarement d'établir ; mais si de ces terrains sortent des sources constantes de débit, de température, de composition, on aura la preuve indirecte que toutes ces conditions à la fois sont réunies.

Le *schiste* n'est pas plus attaqué, chimiquement, que le grès ; mais physiquement, il représente des caractères bien différents : moins compacte, beaucoup plus divisé naturellement, il est plus altérable, sous l'effet météorologique en général, et en particulier de l'eau dont l'action prolongée l'attendrit, l'amollit, le délaie et le retransforme en argile.

PLAN



COUPE

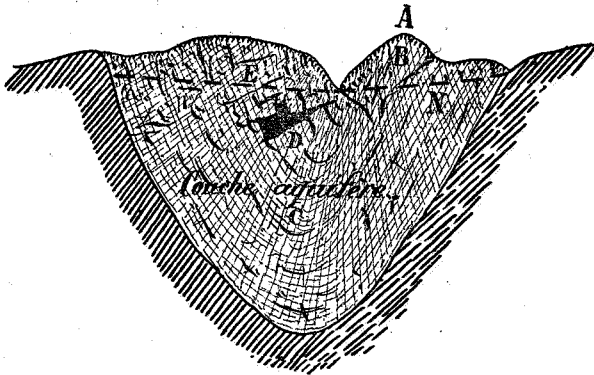


FIG. 1.

Quand donc la pluie s'engage dans la couche supérieure délitée de cette roche et ne fait qu'y passer accidentellement, la modification apportée peut n'être que légère et bientôt corrigée d'ailleurs par l'influence atmosphérique.

Mais supposons qu'il existe en contre-bas tant de fissures que l'on voudra, que se passera-t-il ?

L'eau y descendra et, au bout d'un cheminement plus ou moins long, rencontrera un obstacle, soit dans le schiste même, soit autrement.

Alors nous aurons l'action indéfiniment prolongée de cette eau sur la matière schisteuse qui, se gonflant et s'amollissant, recollera les parois de ses fissures et deviendra à cet endroit une masse effectivement étanche pour arrêter les nouvelles venues liquides.

Ces nouvelles venues produiront les mêmes effets dans la nouvelle portion où elles stagnent, et ainsi de proche en proche, de bas en haut,

outes les solutions de continuité, grandes et petites, se fermeront et la masse tout entière, hormis sa couche supérieure, sera atteinte d'imperméabilité.

Cette couche divisée est-elle — comme l'affirme M. Dupont — profonde et capable d'emmagasiner beaucoup d'eau?

Les faits y répondent nettement, ainsi que je l'ai fait savoir.

D'une part les terrains schisteux fournissant en eaux de sources et à hectare-jour, de très faibles rendements, aussi précaires que faibles, énoncent par cela même des emmagasineurs souterrains réguliers sans importance.

Et si d'autre part on observe, pendant les diverses saisons de l'année, les compositions et les températures des eaux qui se dégagent de ce terrain, on relèvera dans les résultats des variabilités excessives, des preuves nouvelles du peu de volume et du peu de profondeur de la couche aquifère.

Tout ce qui vient d'être dit à propos des propriétés aquifères des grès et des schistes s'applique aux *quartzo-schisteux*, qui ont des qualités intermédiaires et des compositions d'ailleurs fort différentes.

M. Dupont voit dans la coutume des paysans du Condroz de pratiquer leurs puits dans les bandes quartzo-schisteuses, plutôt que dans les bandes calcaires voisines, une preuve de la richesse aquifère des premières. J'ai déjà rencontré cette assertion dans mon précédent exposé et répète que si nos paysans condrusiens procèdent de cette façon, c'est parce qu'aux plateaux calcaires ils n'atteignent la nappe aquifère générale qu'à des 40, 50, 60 mètres de profondeur; tandis qu'aux plateaux schisteux ils la rencontrent près du sol ce qui, presque toujours, est une indication fâcheuse au point de vue de sa consistance.

Et en effet cette nappe est très oscillante.

Descendant en saison sèche au fond du puits, le paysan en a d'autant plus de facilité pour l'approfondir. Alors, quand reviennent les chutes pluviales, la provision d'eau augmente. Au retour de la saison sèche, si son ouvrage se tarit de nouveau, il peut commodément l'approfondir encore, et, d'approfondissement en approfondissement, il arrive à se confectionner une *citerne* qui le met mieux à l'abri des disettes.

C'est ainsi que j'ai rencontré des puits percés dans des quartzo-schisteux ayant 40 mètres de profondeur totale et en temps pluvieux 8 mètres de hauteur d'eau, preuve de l'imperméabilité de ce terrain jusqu'à 2 mètres au moins de la surface.

Quand donc M. Dupont conseille de rechercher, même dans les

schistes moins favorables que les quartzo-schisteux, les couches aquifères abondantes *et constantes*, je pense qu'il mène dans une voie d'insuccès.

Mais abordons le *calcaire*, objet majeur du débat. Cette roche a des propriétés physiques analogues à celles du grès, mais s'en distingue fortement sous le rapport chimique.

On peut admettre que, dans les campagnes, les pluies qui atteignent nos zones de cette formation titrent environ 3° hydrotimétriques.

Or, les sources qui s'en échappent mesurent de 25 à 32°.

Leur teneur alcalino-terreuse s'accroît donc aux dépens des terrains traversés, de 25° à peu près, ou dix fois plus que dans les quartzo-schisteux.

J'arrive donc, comme M. Dupont, à cette conclusion que la corrosion au sein des masses calcaires est relativement considérable; et j'ajoute qu'elle a dû être d'autant plus irrégulière que la roche l'était elle-même, comme compacité, texture, composition, etc.

Les pluies absorbées par les terrains calcaireux acquièrent rapidement, au bout de peu de mètres de circulation, les degrés de dureté qu'elles accusent en sortant de ces massifs.

C'est ce que les expériences de M. Flamache ont confirmé.

Plus loin l'élaboration de l'eau se continue sans doute, et tout porte à croire que, pour l'élimination quasi complète de la substance organique par exemple, il faut un cheminement souterrain favorable et très prolongé.

Quoi qu'il en soit, et la matière calcaire étant prépondérante comme quantité dans les sources des zones dont il s'agit, c'est donc par le haut que les conduits durent commencer leur élargissement. A mesure que leurs sections, supposées très étroites, s'amplifient, l'action chimique des eaux y diminue et l'action mécanique entra en ligne de compte. Dès lors la force corrosive de l'eau acidule s'économisait en haut pour s'utiliser plus bas dans la portion suivante du conduit, et c'est sans doute progressivement, à la suite d'un temps immense d'action dissolvante, que le tube tout entier en est finalement arrivé à recevoir des sections permettant des écoulements capables d'action érosive indéfiniment grandissante, et opérant les œuvres subséquentes déjà signalées.

Comment donc représenterai-je l'état de division d'une cuve remplie de roche calcaire ?

Absolument comme je l'ai fait à l'occasion du grès, mais en accentuant davantage les solutions de continuité, surtout celles produites

ar les effondrements et par la circulation des eaux au-dessus des couches aquifères,

Et pour l'hydrologie ?

Quant aux *bassins du Hoyoux et du Bocq* nous sommes relativement bien instruits.

Les longues observations qu'on y a poursuivies sur les sources aux époques les plus significatives, les manifestations enregistrées des eaux au fond des vallées, des carrières et des puits ; tout cet ensemble d'indications ne laisse pas l'ombre d'un doute sur l'existence, dans chaque bande de calcaire, d'une couche aquifère, énorme réservoir commun, comme l'a fort bien exprimé M. Van den Broeck, où s'achève l'élaboration des sources de qualités reconnues très comparables.

Je suis donc là encore d'un avis diamétralement opposé à celui de M. Dupont, qui prétend à l'inexistence de couches aquifères et de nappes dans les roches calcaires, et je maintiens qu'il est facile de les déterminer d'importance et de position dans des conditions suffisantes pour la pratique.

Pour les *zones de Han-Rochefort* nous sommes infiniment moins renseignés.

Le sol y paraît beaucoup plus parsemé d'entonnoirs ouverts ou comblés, et le sous-sol beaucoup plus sillonné de solutions de continuité moins obstruées.

On y a relevé des cavernes gigantesques parfaitement accessibles, très hautes, très larges, offrant des kilomètres de développement reconnus, qui en supposent bien d'autres.

On sait que ces creusements dont les radiers, qui reçoivent les visiteurs, règnent jusqu'à 125 mètres et plus au-dessous des plateaux, se continuent plus ou moins profondément en contre-bas, et l'on ne doute pas que beaucoup d'autres excavations doivent aussi exister.

Il est clair et d'ailleurs constaté que de tels évidements ont provoqué l'instabilité, le détraquement des massifs, parfois sur plus de cent mètres de puissance, ainsi que la création de voies nouvelles de filtration et de ruissellements ; le tout devant amener une absorption au sol plus considérable des pluies et leur descente plus rapide en sous-sol.

Mais je n'ai pu rencontrer nulle part de relevés, même sommaires, du régime des eaux, de leurs qualités, de leurs températures à travers les saisons et les années et, dans cet état d'ignorance, nous ne pouvons qu'émettre cette présomption que les eaux sortant de ces roches, ayant

circulé plus vite qu'aux bassins du Bocq et du Hoyoux, doivent avoir moins filtré, reposé, décanté; que leurs débits, compositions et températures y sont plus variables; que les rendements à l'hectare-jour y sont probablement plus élevés en moyenne, mais sensiblement plus réduits comme minimum.

Essayons de fixer graphiquement ce concours de phénomènes hydrologiques.

Comme précédemment il s'agit d'un massif calcaire emplissant une vaste cuve de quartzo-schisteux. (Fig. 2.)

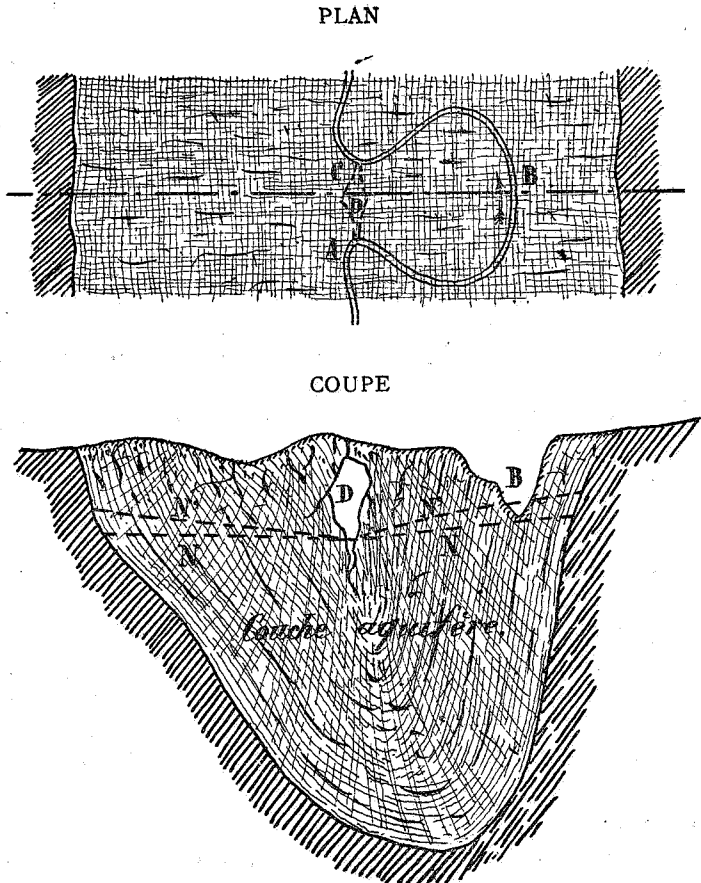


FIG. 2.

Une vallée, parcourant la zone, trace la boucle ABC d'environ quatre kilomètres de développement.

De l'amont à l'aval de ce méandre, il y a un kilomètre en ligne droite, mètre à peu près de différence de niveau et, entre ces points, s'est formé un canal souterrain ininterrompu, s'épanouissant çà et là en grottes, parois desquelles aboutissent en tous sens des joints, diaclases et fractures d'effondrements.

C'est *grosso-modo* le dispositif de Han, qui présente donc deux parties :

La vallée extérieure, ou boucle ABC ;

La vallée intérieure, ou galerie ADC, en contre-bas de la première quatre fois plus courte.

Quand donc la pluie tombe à la surface de ce massif célèbre, la pluie absorbée, qui doit être ici très considérable, descend par infiltration et par ruissellement, en proportion inconnue, jusqu'à la base perméable.

— Quelle est actuellement cette base ?

— C'est le calcaire rempli d'eau.

— Et jusqu'où ce calcaire est-il rempli d'eau ?

— Jusqu'à la ligne de décharge la plus basse qui, dans le cas présent, se trouve être la rivière de la grotte elle-même, et les sondages effectués de 5 à 10 mètres en contre-bas de la cavité ne confirment cette assertion.

La grotte est dès lors le drain naturel de la zone considérée ; elle reçoit, souterrainement, des eaux de toutes qualités, épurées ou non, les plus variables d'ailleurs selon les temps, et elle recueille même celles qui tombent dans la boucle, quand elle est à l'état de *chavée*.

Si une rivière courant dans la vallée d'amont arrive devant l'entrée de la grotte, elle y tombera tout entière si elle trouve l'entrée, les pentes, la sortie, la chute suffisantes pour cela. Or c'est justement ce qui a lieu à Han dans les circonstances ordinaires, et l'effet de cet flux est de hausser un peu la nappe d'eau qui, dans cet état de choses, se relève à droite et à gauche de la rivière de la grotte, mais pas assez pour atteindre le thalweg de la *chavée*.

Si nous entrons dans une période pluvieuse, alors la situation change.

Directement le plateau au-dessus de la grotte fournira des quantités énormes de ruissellements plus considérables, et la rivière gonflée à l'amont lui portera de même des flots exagérés.

Peut-être que l'entrée du souterrain pourra continuer à tout

dévoré ; mais la nappe aquifère montera brusquement, mouillera la chavée par en dessous, la percera ; et cette vallée deviendra à son tour un drain qui écoulera toutes ses eaux reçues tant par en dessous que par au-dessus.

Que si enfin la rivière monte plus violemment, et l'on sait que les crues atteignent de ce côté 7 et 8 mètres, alors les galeries, incapables de tout admettre et formant arrêt à l'entrée, rejettent le surplus dans la chavée ; les eaux s'élevant extraordinairement dans les grottes, jusque 10 mètres de hauteur, y opèrent un balayage énergique, entretiennent et accroissent les sections, s'injectent plus abondamment dans la chavée ; et ces actions se poursuivent jusqu'à ce que l'abaissement des eaux et leur retour aux écoulements habituels fassent tout rentrer dans l'ordre normal.

Ainsi, pour expliquer nettement tous les phénomènes singuliers des parages de Han-Rochefort, il suffit de respecter les enseignements géologiques généraux et la gravité des molécules liquides.

CAUSES DES OPINIONS DIVERGENTES.

Vous le voyez, Messieurs, le désaccord est décidément profond chez nous, et cela dans une question de fait : l'existence évidente pour les uns, la non-existence radicale pour les autres de couches aquifères sous des milliers et milliers d'hectares de roches ; et, chose surprenante, la divergence se maintient là même où nous sommes le mieux pourvus de données sérieuses.

Pourquoi ?

Il est possible que nos premiers engagements à ce propos nous aient un moment poussés hors des voies strictement scientifiques ; mais une cause troublante qui perdure me paraît être la façon vague, inégale, d'entendre les termes techniques dont nous nous servons, et qu'une docte compagnie comme la nôtre doit fixer avec la dernière rigueur.

C'est ainsi d'abord que nous voyons des géologues érudits affirmer que les massifs calcaires du Hoyoux et du Bocq sont *très peu divisés*, quand d'autres géologues, non moins érudits, signalent ces mêmes massifs comme étant *infiniment divisés* ou criblés de cavités *innombrables*.

— Comment donc, en *hydrologie*, faut-il entendre ces divisions intérieures des terrains ?

— Il faut entendre cela *hydrologiquement*. Par état de division des terrains nous devons nous représenter toutes solutions de continuité

quelconques susceptibles de recueillir utilement de l'eau pour en ratifier les sources.

Qu'importe pour notre sujet qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas dans les massifs rocheux des joints, des diaclases, des fissures, si le tout se trouve être soudé ou bouché hermétiquement ?

Pour la géologie l'état de division subsiste; pour l'hydrologie il ne subsiste plus.

Les cavités les plus extraordinaires au-dessus de la couche aquifère, où les filtrations et les ruissellements ne font que passer, ne sauraient avoir pour les sources que des facultés irrégularisantes.

Et les plus vastes excavations au fond des cuves quartzo-schisteuses, où l'eau stagne éternellement, sont pratiquement frappées de stérilité hydrologique.

Il y a plus : les terrains meubles les plus divisés, *physiquement*, sont justement ceux qui, en général, sont les plus retentifs. C'est qu'à mesure que leurs éléments solides se réduisent comme volume et conséquemment augmentent comme nombre, les interstices se multiplient de même en réduisant leurs sections; c'est qu'alors l'attraction moléculaire intervient, que la force capillaire se manifeste pour combattre la gravité, que l'eau ou plutôt la moiteur qui imprègne le terrain ainsi conditionné a une tendance non plus à descendre mais à monter.

Chacun sait, en effet, que les argiles compactes offrent plus de 60 % d'interstices; les gros sables 30 % environ, les cailloutis 20 %, et les roches presque toujours moins.

Chacun sait que, cependant, les argiles retiennent toute l'eau reçue et que les cailloutis l'abandonnent avec une facilité telle que l'effet régulateur en est compromis.

Tout le monde convient que nos meilleurs bassins terreux qui, à la fin des périodes les plus longues et les plus arides, produisent jusque 4 m³ de bonnes sources par hectare-jour, recèlent une grande somme d'*interstices utiles*. Mais alors pourquoi ne pas convenir que le bassin du Hoyoux par exemple qui, dans les mêmes circonstances, fournit encore 5 m³, doit à son tour et pour cette raison seule, receler une somme plus grande de *solutions de continuité utiles* ?

Ce que d'abord il faut hydrologiquement envisager dans l'état de *division* d'une roche, c'est l'eau qui entre, l'eau qui sort, et le rendement *moyen* de cette dernière à l'unité de surface.

Ce qu'il faut envisager ensuite c'est l'*effet utile* que procure cet état de division et qui se caractérise par les *hauts rendements aux périodes d'aridité*.

M. Dupont appelle *eaux de ruissellement* celles qui s'engouffrent dans les aiguigeois ; *eaux d'infiltration* celles qui pénètrent dans la couche délitée.

Je pense que les eaux de ruissellement sont celles qui ruissent, les eaux de filtration celles qui filtrent, peu importe les endroits et la manière.

Hydrologiquement, l'opposition à faire entre ces deux eaux, c'est que les premières, coulant avec vitesse appréciable, entraînent plutôt qu'elles déposent, se troublent plutôt qu'elles se clarifient ; tandis que les autres infiniment divisées, opérant longuement et en quelque sorte particule liquide contre particule solide, subissent physiquement et chimiquement les transformations les plus profondes.

Les premiers ruissellements s'observent à la surface, de là ils peuvent tomber dans des aiguigeois libres et continuer à se souiller, pour passer ensuite dans des canaux remplis de matières meubles ou dans des fissures quasi capillaires, pour s'y clarifier et s'élaborer complètement.

Mais je ne crois pas que l'eau qui traverse la couche supérieure simplement délitée filtre, et suis convaincu que, recueillie au bas de cette couche, elle présenterait encore tous les caractères de l'eau de ruissellement.

Il est à remarquer que l'on confond souvent : *couche aquifère* et *nappe aquifère* ou *nappe liquide*.

Une nappe suppose une surface ; une couche suppose une épaisseur et une masse.

Prenez une cuve imperméable, comblez-la de sable, de gravier, de blocaux et emplissez-la d'eau jusqu'à une certaine hauteur.

La couche aquifère c'est le terrain perméable gorgé d'eau.

La nappe liquide c'est la surface qui, supérieurement, termine cette couche, et c'est elle aussi qu'il faudrait appeler *niveau*.

Il est évident que la couche aquifère et sa nappe ne sont point continues comme dans un lac par exemple, et il est entendu que tous les éléments solides qui y gisent : grains de sable, cailloux, blocaux compactes sont autant d'interrupteurs au liquide.

Enfin je répète que ce qu'il faut entendre par *niveau de la nappe*, ce n'est pas le point où un sondage ou un puits rencontre l'eau, c'est celui où l'eau finit par s'établir à l'état statique dans le forage, ou dans le puits.

Pour appuyer l'opinion que les massifs calcaires fournissent peu d'eau de filtration, M. Dupont observe que souvent des plafonds des grottes il ne tombe que de rares gouttelettes.

Cela n'a rien d'extraordinaire.

En effet nous savons que les bassins du Hoyoux et du Bocq produisent en période sèche environ 5 m³ par hectare-jour, cela fait un demi litre au mètre carré par 24 heures, et un tiers de millilitre à la minute.

Pareil égouttement doit paraître infinitésimal pour quiconque attend, et l'évaporation seule suffit pour enlever ces venues minuscules.

Mais les bassins à cavernes sont, toutes choses égales, bien plus irréguliers que les autres, et si en temps humides ils déchargent beaucoup plus d'eau, c'est une raison pour affirmer qu'en temps habituel, et surtout aux périodes d'aridité, ils en rejettent beaucoup moins.

D'ailleurs suivez ce qui se passe dans les galeries de mine en exécution : (Fig. 3.)

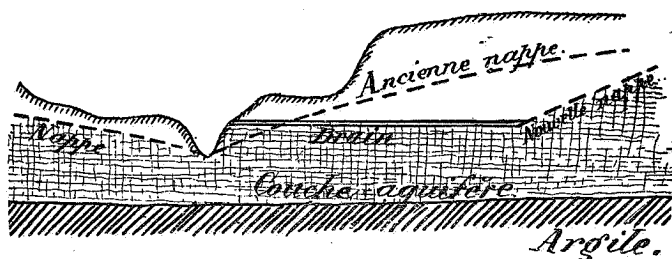


FIG. 3.

Quand le mineur perce un tel ouvrage dans un massif perméable et au-dessus de sa couche aquifère, même très alimentée, l'eau ne tombe pas du ciel de ce conduit, et tout ce qu'il y perçoit c'est une certaine moiteur au toucher.

La galerie venant à pénétrer dans cette couche, l'humectation du terrain apparaît au radier d'abord, puis monte aux flancs et finalement envahit le ciel.

Mais bientôt le drainage se poursuivant détermine ses effets d'assèchement dans l'ordre inverse, du haut vers le bas, et après un certain temps de cette action, l'eau ne sort que du radier et des bas-côtés de la galerie.

C'est ce qui doit se passer dans nos cavernes explorées de Han-Rochefort, qui sont d'immenses cavités drainantes d'ancienneté prodigieuse; et quand M. Dupont a vu de rares gouttelettes tomber des voûtes de ces œuvres de la nature, il est presque certain que ce n'était pas même de l'eau d'infiltration *constante*.

Mais enfin puisque les pluies tombent *très irrégulièrement*, puisque, dans ces terrains fendillés, le sol les absorbe en proportion plus ou

moins grande, et puisque les massifs qui les comprennent ne les rendent pas avec la même irrégularité qu'ils les ont reçues, c'est que dans leur sein existent des réservoirs plus ou moins régulateurs, c'est-à-dire des couches aquifères.

Quand donc les schistes ne produisent en sécheresse que de maigres sources mal épurées, c'est que leurs couches aquifères sont précaires et se vident aisément.

Si les quartzo-schisteux et les grès ont des rendements plus favorables, c'est que leurs solutions de continuité effectives se maintiennent mieux pour constituer des réserves plus importantes.

Et si les calcaires, comme ceux du Hoyoux et du Bocq, procurent des sources très élaborées et des débits *quinze fois plus forts que dans les schistes, plus notables même que dans les bassins terreux les mieux doués*, si ces rendements exceptionnels sont atteints, c'est que leurs couches aquifères sont colossales, et que leurs solutions de continuité sont très multipliées, communicantes et profondes.

L'honorable M. Dupont énonce quantités d'affirmations qui me paraissent donner lieu à des interprétations diverses :

Il dit par exemple que, *dans les calcaires, les eaux d'infiltration ne contribuent pas à la formation des sources !* — Ma conviction est au contraire que, dans les calcaires, comme dans les autres roches, comme dans les couches terreuses, les vraies sources, celles qui persistent dans les temps arides et qui émergent brillantes et pures, n'ont pas d'autres origines.

— *Les sources dans les calcaires proviennent d'engouffrements !* — Mais elles proviennent de toutes les pénétrations quelconques d'eau en sous-sol, sous n'importe quelle forme ; l'engouffrement salit l'eau ; et si elle atteint ensuite le degré d'élaboration d'une bonne source c'est qu'elle a subi une très longue filtration.

— *Toute source en pays calcaire est le produit d'un canal souterrain, prolongement d'un canal à ciel ouvert !* — Mais au bout du canal à ciel ouvert, c'est uniquement de l'eau de ruissellement qu'on recueille ; et si de là elle tombe dans un canal souterrain au sens ordinaire du mot, elle conservera ses souillures et ne s'élèvera pas à l'état de source.

— *Les cavernes servent d'aqueducs, d'où la constance des débits qui en sortent !* — Et depuis quand les aqueducs créent-ils de la constance dans les eaux ? Ces conduits écoulent les afflux qu'ils reçoivent et c'est tout. Ce qui crée de la constance, c'est le réservoir où le niveau monte et descend.

— Il existe des *cavernes à cours permanents* ! — Mais c'est qu'alors elles sont alimentées par des réserves aquifères à grands volumes disponibles.

Comment peut-on rejeter la couche aquifère dans les calcaires et lui reconnaître en même temps des *sources permanentes* ?

C'est — dit-on — que les sources permanentes, dans ces formations, sont alimentées par des *rivières souterraines*.

Mais dès lors ces rivières sont elles-mêmes permanentes et sortent de réserves, de magasins, de couches aquifères en fonctionnement permanent.

Les aiguigeois — dit-on encore — *donnent des sources*.. Mais s'il en est ainsi c'est que ces conduits naturels sont des drains plongeant dans des réservoirs souterrains de sources.

On ajoute que *des grottes les plus développées sortent parfois des eaux troubles*. — Mais si des grottes déversent parfois des eaux troubles, c'est qu'aux eaux d'infiltration permanentes et claires qu'elles recueillent se mêlent par intervalles des ruissellements malpropres, ainsi qu'il advient aux vallées à ciel ouvert les mieux réputées du monde.

Messieurs, je termine. Je crois qu'en tout ceci la question de mots joue un grand rôle, et c'est pourquoi je me suis permis d'appuyer sur la signification de certains termes technologiques, que vous allez, j'espère, tirer au clair.

Comme je le disais en commençant, nous sommes loin de posséder toutes les données essentielles nécessaires à la fixation parfaite de l'hydrologie dans toutes nos roches quelconques ; mais, grâce aux informations précieuses dont les géologues et les ingénieurs nous ont déjà gratifiés, nous finirons bien par les coordonner sagement pour éviter des conclusions hasardées, contradictoires, en opposition formelle avec les résultats acquis.

En attendant je rends hommage à l'étude aussi intéressante que laborieuse de l'honorable M. Dupont, que je viens plus spécialement d'examiner ici ; et le remercie, ainsi que M. le capitaine Willems, pour les nombreux et utiles matériaux mis par eux à la disposition de tous.
