

Fig. 3. Limbe vu de côté.

a. Lobes rotatoires.

b. Appendice du grand lobe.

Fig. 4^a. Œuf au moment de la ponte ; on y voit encore la vésicule de Purkinje.

Fig. 4^b. Œuf dont le développement est plus avancé.

a. Point oculiforme.

b. Mâchoires.

Note sur une application de la géologie à la recherche d'eaux souterraines ; par André Dumont, membre de l'Académie.

La quantité d'eau que donnent les fontaines de la ville de Liège, ayant, dans ces derniers temps, diminué d'une manière notable et étant devenue insuffisante pour les besoins de la consommation, la régence crut devoir nommer une commission pour rechercher les causes de cette diminution et les moyens d'y remédier, soit directement, soit par la découverte de nouvelles sources. La commission, à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir, m'ayant chargé d'examiner cette dernière partie du problème, au point de vue de la science, j'ai rédigé la note suivante, qui montrera à quel point la connaissance géologique d'un pays est utile pour la solution des questions relatives à la recherche des sources ou nappes d'eaux souterraines (1).

On sait que la vallée de la Meuse est creusée aux environs de Liège dans le terrain houiller et qu'elle est limitée

(1) Je compte un jour faire connaître l'étendue et la forme des divers bassins hydrographiques souterrains de la Belgique.

au nord par le plateau de la Hesbaye. On sait également que le sol de ce plateau est formé de dépôts moins anciens que le dépôt houiller et que l'on rapporte aux terrains secondaires, tertiaires et quaternaires.

Ces derniers terrains se présentent dans l'ordre suivant :

Sous la terre végétale, on trouve une couche de limon quaternaire plus ou moins argileux, souvent calcaireux, meuble ou peu cohérent, à grains très-fins, d'un jaune grisâtre, perméable à l'eau, bien connu sous le nom de *terre vierge* ou de *limon hesbayen*, dont l'épaisseur, variable d'une localité à l'autre, est en moyenne d'environ dix mètres.

Vers les bords du plateau, ce limon repose ordinairement sur une couche de cailloux de quartzite, de grès, etc., assez épaisse, appartenant également aux terrains quaternaires, mais qui, vers l'intérieur de la Hesbaye, s'amincit et finit par disparaître complètement.

Sous le limon, se trouve assez souvent une couche de sable jaune, légèrement argileux, pailleté, vers la partie inférieure duquel gît une grande quantité de rognons ou de fragments volumineux de silex jaunâtre, quelquefois noirâtres, analogues à ceux que l'on rencontre en place dans le calcaire de Maestricht, mais qui ont été remaniés pendant l'époque tertiaire. Cette couche, toujours très-perméable à l'eau, a souvent une épaisseur de huit à dix mètres et repose sur le terrain crétaé.

Le terrain crétaé est principalement composé de deux couches distinctes : la craie et l'argile.

La craie, vulgairement connue sous le nom de *maye*, est un carbonate de chaux à peu près pur ou simplement mêlé avec un peu de sable ou d'argile; elle est homogène,

terreuse, à grains fins, d'un blanc assez pur ou d'un blanc jaunâtre, souvent divisée par des fissures irrégulières, perméable à l'eau, mais beaucoup moins que les terrains qui la recouvrent. Cette craie, dont l'épaisseur moyenne est d'environ trente mètres, présente vers sa base un banc de craie grossière d'un blanc jaunâtre, renfermant des grains de glauconie d'un vert forcé et dont l'épaisseur est ordinairement d'un mètre.

L'argile sur laquelle repose la couche crayeuse est tantôt une smectique pure, d'un jaune sale passant au grisâtre, d'une nuance uniforme ou bigarré de brun, connue sous le nom de *dielle*; tantôt une smectique calcareuse ou marne d'une nuance gris-clair ou gris-jaunâtre, qui, dans les acides, fait effervescence et laisse un dépôt argileux considérable. Cette argile étant subplastique et peu perméable, retient la plus grande partie des eaux qui ont filtré à travers les couches supérieures, et les empêche de pénétrer jusqu'au terrain houiller.

La couche imperméable ou la craie qui lui est superposée, affleure en divers points sur la pente des vallons qui aboutissent à la Meuse, c'est-à-dire près de Burdinne, Marneffe, Warnant, Hozemont, Hollogne-aux-Pierres et Ans, points assez rapprochés d'une ligne menée de Burdinne vers Ans, dont la direction est de l'O. 14° S à l'E. 14° N. Et comme les points d'affleurement sont à peu près au même niveau, on en déduit que la ligne ci-dessus doit peu s'écarter de la direction générale de la couche crétacée.

D'un autre côté, on remarque en suivant le cours de la Meuse de Liège vers Maestricht, que la craie s'abaisse de plus en plus dans ce sens, et finit par s'enfoncer tout à fait sous les calcaires de la montagne Saint-Pierre. Or, le cours

de la Meuse entre Herstal et Maestricht, faisant un angle d'environ 115° avec la direction dont nous venons de parler, on doit en conclure que la couche crétacée est sensiblement inclinée vers le nord, comme je l'avais déjà constaté en 1850 (1).

La composition et l'allure des terrains étant connues, on se rend aisément compte de l'origine des sources qui environnent Liège et des principaux accidents qu'elles présentent. Les eaux pluviales qui s'infiltrent à travers le limon et le sable sont arrêtées en partie par la craie et presque en totalité par la couche argileuse qui se trouve en dessous ; elles descendent sur cette couche suivant la ligne de plus grande pente, c'est-à-dire vers le nord, mais ne trouvant pas de ce côté d'ouvertures suffisantes pour leur écoulement complet, elles s'élèvent, en imbibant les terrains supérieurs jusqu'au bord méridional de la couche argileuse, pour se répandre dans les vallons qui aboutissent à la Meuse.

Telle est l'origine des sources de Vieux-Waleffe, de Vaux, de Hollogne-aux-Pierres, de la Légia, de Coq-Fontaine, etc., qui ne sont, pour ainsi dire, que le trop-plein d'un immense bassin, dont le fond est situé vers la Hesbaye. Les terrains qui remplissent ce bassin sont en effet tellement aquifères, qu'il suffit, vers Alleur ou Voroux-lez-Liers, d'enfoncer un puits jusqu'aux premières couches crayeuses pour y trouver une masse d'eau pour ainsi dire inépuisable.

Ce qui précède étant admis, nous avons pensé que le meilleur moyen de procurer à la ville une quantité suffi-

(1) *Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liège.*

sante d'eau potable, est de percer ce réservoir en un point assez bas et assez éloigné des bords, pour n'avoir jamais à redouter la baisse de niveau, qui a lieu pendant l'époque des grandes sécheresses et qui occasionne souvent le tarissement ou au moins la diminution des sources ordinaires, et nous avons proposé d'ouvrir, dans la vallée d'Ans, une galerie horizontale ou faiblement inclinée, à travers le terrain houiller, dans une direction perpendiculaire à celle de la couche crétacée, qui atteint, à une distance de 2500 à 4000 mètres, le toit de la couche imperméable, et de creuser ensuite dans la craie, des galeries destinées à recueillir l'eau nécessaire.

La direction et l'élévation à donner à la première galerie, pour satisfaire aux conditions ci-dessus, dépendant de la direction et de l'inclinaison de la couche imperméable, nous avons cru devoir déterminer rigoureusement ces derniers éléments. A cet effet, on a fait, avec l'autorisation de la régence, exécuter quatre sondages sur des points assez éloignés les uns des autres et dont on a déterminé soigneusement le niveau relatif. Ces sondages, qui ont été poussés jusqu'à la couche argileuse, ont donné les résultats suivants :

Le premier, A, construit à environ 550 mètres à l'ouest de la bascule du faubourg Sainte-Walburge, dans un puits appartenant à la société Roland et dont l'orifice est à 185^m,157 au-dessus de la mer, a rencontré la couche argileuse en A' à 44^m,22 de profondeur, c'est-à-dire à 140^m,937 au-dessus de la mer.

Les terrains supérieurs en ce point étaient de haut en bas :

Limon.	m. 6,00
Sable jaunâtre.	5,15
Silex.	4,65
Craie.	28,42
Total.	<u>44,22</u>

Le deuxième, B, exécuté dans la commune d'Alleur, (à environ 400 mètres au nord de l'église), près de la bifurcation des chemins d'Alleur vers le château de Waroux et vers Xhendremael et dont la hauteur, par rapport au niveau de la mer, est de 161^m,056, a traversé :

Terre végétale et limon hesbayen.	m. 7,80
Silex.	5,55
Craie.	27,85
Total.	<u>41,00</u>

et a, par conséquent, atteint la couche argileuse en B', à 120^m,056 de hauteur absolue.

Le troisième, C, au lieu dit *Thiernelle*, dans la commune d'Alleur, à environ 1650 mètres au nord-ouest du clocher et à une hauteur de 160^m,465, a rencontré les terrains suivants :

Terre végétale et limon hesbayen.	m. 12,40
Silex.	9,40
Craie.	31,50
Total.	<u>53,30</u>

et, par conséquent, l'argile en C' à 107^m,165 (1).

Le quatrième, D, situé dans la commune de Voroux-lez-Liers, près du chemin de Fexhe, dans un terrain appartenant

(1) Le niveau de l'eau était à 25^m,70 de la surface, c'est-à-dire à 1^m,90 de profondeur dans la craie et, par conséquent, à 156^m,765 de hauteur absolue. Ce niveau, comparé avec celui de l'argile, à Hologne-aux-Pierres, n'en diffère que de 10^m,595.

nant au sieur Roskam, à 160^m,728 de hauteur, a traversé

Terre végétale et limon hesbayen.	m. 8,35
Silex.	9,75
Craie.	51,90
Total.	<u>50,00</u>

et a rencontré la couche argileuse en *D'* à 110^m,728 de hauteur absolue (1).

Enfin, on a déterminé au moyen d'un nivellement, la hauteur du point *E'* de séparation de l'argile et de la craie qu'on observe dans un ravin à environ 500 mètres au nord du château de Hologne-aux-Pierres. Cette hauteur a été trouvée = 147^m,558 (2).

Si la couche imperméable est plane, les divers plans que l'on peut concevoir par trois quelconques des points *A'*, *B'*, *C'*, *D'*, *E'* dont nous venons de faire connaître la hauteur absolue, se confondront en un seul, dont la direction et l'inclinaison seront celles de la couche même; mais si cette couche n'est pas plane, les divers plans dont nous venons de parler ne se confondront plus, la direction et l'inclinaison de chacun d'eux différeront plus ou moins, et il faudra, pour avoir la direction et l'inclinaison générale

(1) Le niveau de l'eau était à 21^m,90 de la surface, à 5^m,80 dans la craie, par conséquent, à 158^m,828 de hauteur absolue. La différence entre ce niveau et l'affleurement de l'argile à Hologne n'est que de 8^m,550.

(2) Les couches crétacées du ravin de Hologne-aux-Pierres sont de haut en bas :

Craie blanche;

Craie grossière, glauconifère, d'un blanc-jaunâtre pointillé de vert;

Marne gris-jaunâtre, à peine glauconifère, désagrégée dans l'eau, faisant effervescence dans les acides et y laissant un dépôt argileux considérable.

de la couche imperméable, prendre une moyenne entre les directions et inclinaisons particulières à chaque plan.

On s'est borné toutefois à chercher la direction et l'inclinaison des plans auxquels appartiennent les triangles $A'B'E'$, $A'C'E'$, $A'C'D'$.

La direction a été déterminée graphiquement sur un plan cadastral en cherchant, par une moyenne proportionnelle, sur un des côtés du triangle, un point ayant même altitude que l'angle opposé et en calculant ensuite l'angle compris entre la droite menée par ces deux points et le méridien terrestre.

L'inclinaison a été calculée au moyen de la formule ci-dessous :

$$\text{tang } y = \frac{\sqrt{b^2 (q-q')^2 + c^2 (q-q'')^2 - 2bc (q-q') (q-q'') \cos. A}}{bc \sin. A}$$

formule dans laquelle :

A, B, C , étant les projections horizontales de trois des points A', B', C', D', E' ;

q, q', q'' , sont les profondeurs de ces points par rapport au plan de projection situé à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer;

a, b, c , les côtés respectivement opposés aux angles A, B, C , du triangle horizontal ABC ;

y , l'angle d'inclinaison cherché.

Les calculs ont donné les résultats suivants :

L'angle compris entre la direction et le méridien terrestre est :

1° dans le triangle $A'B'E'$ = 108° 8' 57''

2° dans le triangle $A'C'E'$ = 105° 16' 50''

5° dans le triangle $A'C'D'$ = 100° 54' 9''

La moyenne est . . . 104° 46' 59''

Angle qui ne diffère pas de 1 degré de celui que forme avec le méridien la ligne menée de Burdinne vers Ans. On peut donc admettre que la direction générale de la couche imperméable est de l'O. $14^{\circ} 46' 59''$ S. à l'E. $14^{\circ} 46' 59''$ N.

L'inclinaison est :

1° dans le triangle A'B'E' = $52' 4''$

2° dans le triangle A'C'E' = $55' 46''$

3° dans le triangle A'C'D' = $36' 57''$

La moyenne est de . . . $34', 49''$

Donc la couche argileuse incline, au N. $14^{\circ} 46' 59'$ O. = $34' 49''$. Par conséquent, la direction la plus avantageuse à donner à la galerie principale est du S. $14^{\circ} 46' 59''$ E. au N. $14^{\circ} 46' 59''$ O.

Quant à la hauteur du point où elle doit être ouverte pour atteindre, à une longueur donnée, la tête de la couche imperméable, il sera facile de la déterminer, la pente de cette couche étant connue.

L'exécution d'une telle galerie, qui me paraît devoir être de 2500 mètres au moins, si l'on veut obtenir un résultat satisfaisant, exigera sans doute un temps considérable; mais on pourra immédiatement mettre en usage les eaux que fourniront les puits d'aérage, qui devront être établis de distance en distance et qui traverseront la couche crayeuse. La quantité d'eau qu'ils verseront dans la galerie sera déjà notable, et pourra être indéfiniment augmentée au moyen de galeries ouvertes, dans chaque puits, au-dessus du niveau de la couche imperméable.