

CAPTAGE
DES
SOURCES MINÉRALES
EN TERRAIN PRIMAIRE ARDENNAIS

PAR

le D^r A. POSKIN⁽¹⁾

Médecin consultant aux Eaux de Spa.

Les sources minérales sont nombreuses en Ardenne; toutes ou presque toutes sont froides, ferrugineuses bicarbonatées et gazeuses naturelles. Beaucoup de ces *Pouhons*, — c'est le terme générique des sources de l'Ardenne, — comme des trésors ignorés, sont honteusement délaissés qui, captés même sommairement, pourraient fournir des ressources thérapeutiques et hygiéniques aux habitants de toute une région.

Il y a vingt ans que je signalais le fait ⁽²⁾ en disant que « les eaux minérales de la Belgique forment actuellement une partie improductive de la richesse nationale que nos voisins, les Français et les Allemands, n'auraient garde de négliger comme nous l'avons fait, surtout en raison de l'importance locale que les stations balnéaires, même la simple exportation, la seule vente des liquides minéralisés, ajouteraient à la prospérité des villages ».

Depuis cette époque et sous la pression de la vogue si rapide des eaux minérales, quelques sources ont été captées et de louables tentatives ont été faites pour substituer nos eaux naturelles, au moins dans notre pays, à des eaux minérales étrangères qui ne les valent pas, ou

⁽¹⁾ Mémoire présenté à la séance du 17 mars 1909.

⁽²⁾ *Les sources minérales de la Belgique.* (BULL. SOC. BELGE DE GEOL., ETC., t. II, 1888, *Mém.*, pp. 348-382.)

même à des eaux qui n'ont de *minérales* que le nom, simples liquides gazéifiés, on sait par quels procédés, ou même à des *eaux minérales économiques* étiquetées franchement *artificielles* et donnant à volonté au buveur suggestionné l'illusion qu'il boit des eaux minérales identiques aux eaux naturelles de même nom.

Pourquoi se donner tant de peines pour s'illusionner ou boire de travers des eaux étrangères, quand nous pouvons *patriotiquement* boire des eaux belges gazeuses naturelles qui ne coûtent que la peine de les recueillir aux sources nombreuses et abondantes qui jaillissent de notre sol ?

Capter une source n'est pas un travail bien difficile et bien coûteux (1). Il consiste, en résumé, à fournir à une venue d'eau minérale déterminée un chemin présentant le maximum de facilité, en isolant cette venue des eaux étrangères et sauvages. Capter en pays ardennais est facile puisque le travail se fait dans les roches dures à *peu de distance du sol*, que ce soit en terrain cambrien : Devillien, Revinien ou Salmien, ou en terrain dévonien inférieur : Gedinnien, Coblenzien ou Burnotien.

Et c'est précisément parce que le travail est facile et peu coûteux que je vous sou mets cette étude comparée des différents captages opérés en Ardenne, afin que sa lecture incite les propriétaires de sources à entreprendre ces travaux et à ne plus laisser se perdre les sources qu'ils possèdent.

Anciens captages.

Les anciens captages d'eaux minérales qu'on retrouve encore autour de sources depuis longtemps connues, sont très primitifs. On trouvait d'ailleurs l'eau minérale sortant directement du rocher, et on se bornait alors à l'isoler tant bien que mal, au moyen d'un encadrement de bois de chêne ou de fer, entouré d'une maçonnerie. On peut encore voir cet ancien mode de captage à la Sauvenière, à Spa (Pouhons de la Sauvenière et du Groesbeck). Le fond de cette vasque primitive est simplement le rocher en place, entre les fissures duquel on voit l'eau

(1) Ce n'est pas l'avis de certain conseil communal qui, dernièrement, proclamait qu'il n'y avait en Belgique aucun spécialiste capable de capter une source minérale et qu'il fallait aller outre-Rhin, ou outre-Quévrain, chercher ces spécialistes. Comme si n'importe quel ingénieur des mines belge n'aurait pu entreprendre pareil travail et le mener à bonne fin ! Nul n'est prophète en son pays...

minérale et le gaz carbonique se faire jour. On a retrouvé ce même encadrement aux Poughons de Hornay (Géronstère), de Watrooz et de Warfaaz (ancienne source du Bricolet).

Parfois, il n'y avait pas même d'encadrement, ainsi au Tonnelet avant son captage. Pour séparer l'eau minérale du terrain voisin, on avait coiffé le griffon d'un tonneau dont on avait supprimé les deux fonds. C'est même à cette particularité que le Tonnelet doit son nom.

Ces captages, même mis à l'abri par des monuments, exposaient l'eau minérale à être polluée par l'extérieur (poussières, puisement, négligence ou malveillance) et à être affaiblie par l'apport d'eaux douces qui avaient toute facilité pour s'infiltrer.

Pour Spa, on ne s'explique la négligence des autorités communales qui ont toléré jusqu'aujourd'hui ces lamentables captages, que par cette opinion bien ancrée dans l'esprit des neuf dixièmes des Spadois, que les sources minérales ne sont que les prétextes, et les jeux, les vraies sources de la prospérité de la station balnéaire. En dépit de tout ce qui rend de plus en plus aléatoire l'exploitation des jeux, qui dit le contraire est un ennemi de Spa.

Principales sources de l'Ardenne.

Comme je le disais plus haut, les sources minérales de l'Ardenne portent toutes la dénomination de *pouhon* qui, dans ce cas, devient le terme générique d'*eau minérale ferrugineuse gazeuse naturelle*, comme le terme *Spa*, dans les pays de langue anglaise, est synonyme d'*eau minérale* sans distinction d'élément caractéristique. Voici les principales sources de l'Ardenne :

SPA (12 sources captées) :

Beaucoup d'autres abandonnées ou perdues.

SART LEZ-SPA (5 sources) :

Le Pouhon Marie-Henriette, le Pouhon Duc de Wellington et le Pouhon de Warfaaz (ancien Bricolet).

LA REID (1 source) :

Le trou du Pouhon.

FERRIÈRES (2 sources) :

Le Pouhon de Wésomont;
Le Pouhon de St-Roch.

LORCÉ (2 sources) :

Les deux Pouhons de Lorcé.

ERNONHEID (2 sources) :

Le Pohon d'Ernonheid;
Le Pohon de Berleur.

HARZÉ (2 sources) :

Le Pohon d'en Haut;
Le Pohon d'en Bas (de Bernardfagne).

WERBOMONT (2 sources) :

Le Pohon de Werbomont;
Le Pohon de Bosson.

STAVELOT (5 sources) :

Les Pohon de Blanchimont (2 sources);
Le Pohon du Rivage (source Marie-Élise);
Les Pohon de Challes (2 sources).

WANNE (1 source) :

Le Pohon de Wanne.

CHEVRON (2 sources) :

Le Pohon de Petit-Bru (source de Chevron);
Un autre Pohon non dénommé.

LA GLEIZE (2 sources) :

Les Pohon de Ruy.

FOSSE-SUR-SALM (2 sources) :

Le Pohon d'Henri-Moulin;
Le Pohon de Coe (perdu).

GRAND-MENIL (2 sources) :

Le Pohon de Bergister;
Le Pohon de Bois du Pays.

HARRE (1 source) :

Le Pohon de Harre.

MORMONT (2 sources) :

Les Pohon de Laidloiseau (1 perdu).

GRAND-HALLEUX (1 source) :

Le Pohon de Hourt.

ROY (1 source) :

Le Pohon de Lignières.

MARCOUR (1 source) :

Le Pohon de Marcour ou de Grand-Bru.

La plupart de ces sources minérales sont anciennement connues. Elles sont déjà citées en 1559, dans le *Recueil des fontaines minérales des endroits de la Forêt d'Ardenne* de Lymborch.

Situation.

Un fait qui ne souffre pas d'exception en Ardenne, c'est que toutes les sources minérales sont situées le long des ruisseaux ou des rivières, au bord de ceux-ci et parfois même au milieu de leur lit. On peut s'en convaincre si l'on consulte la carte des sources minérales de l'Ardenne (1).

Cette disposition n'a rien que de très normal. En effet, les cours d'eau marquent le thalweg des vallées, c'est-à-dire pour des sources le point de moindre résistance pour arriver au jour. Lorsqu'il s'agit de vallées d'effondrement, c'est aussi le point favorable, puisque les roches ont subi une rupture jusqu'à une grande profondeur et que les griffons peuvent arriver au jour par les cassures des roches.

A titre d'exemple, je citerai les sources minérales de Spa et des environs immédiats, dont la disposition est bien caractéristique et bien connue.

Si l'on prend comme point de repère la ligne de faite Vecquée-Porallée :

A. Sur le versant Nord, en partant de l'Est, on trouve :

1° Dans la vallée du Wayai : A) une source minérale englobée dans le lac de Warfaaz ; B) le *Pouhon des Blanches Pierres*, représenté par le marécage ocreux dans la prairie située derrière le Bassin de natation ; C) le *Pouhon Prince de Condé* (deux sources) qu'un travail récent de creusement d'égout m'a fait reconnaître comme appartenant à la vallée du Wayai ; D) la *Fontaine d'or*, près de l'établissement des Bains. Cette vallée principale marque le point le plus déclive de la fracture étendue de Spa à Royompré, marquant le contact des étages salmien et revinien ;

2° Dans la vallée secondaire du Ruisseau de Soyereux, qui vient confluer dans le Wayai, sous le lac de Warfaaz, on trouve : A) en haut, les *sources naturelles d'acide carbonique* (Trous au mauvais air) ; B) le *Pouhon Duc de Wellington*, récemment capté ; C) le *Pouhon de Warfaaz* ; D) le *Pouhon Marie-Henriette* ; E) le *Pouhon du Tonnelet* qui semble dépendre de la même vallée ;

3° Dans la vallée secondaire où coule le Ruisseau d'Orléans, on trouve : A) en haut, les *Pouhons de la Sauwenière et du Groesbeck* ;

(1) *Topographie médicale du Royaume de Belgique*. 57^e Monographie. Dr A. POSKIN, 1909, Liège; Vaillant-Carmanne. Publié par la Société royale de Médecine publique de Belgique.

b) plus bas, le *Pouhon de Watrooz*, aujourd'hui remblayé et peut-être perdu ;

4° Dans la vallée secondaire de la Picherotte, on trouve : a) le *Pouhon Delcor* ; b) le *Pouhon des Vers* ou *des Artistes* ; c) au confluent de la Picherotte avec le Wayai, le *Pouhon Pierre le Grand* ;

5° Dans la vallée secondaire, où coule le Ruy du Pendu, on trouve le *Pouhon Pia* ;

6° Dans celle où coule le Ruisseau de Meyerbeer, on trouve : a) en haut, les deux *Pouhons de la Géronstère* (vieille source et Hornay) ; b) plus bas, le *Pouhon de Barisart* ; c) au milieu du ruisseau, vis-à-vis de la ferme Lelognard, un pouhon abondant sortant de la roche et non capté ;

7° Dans la vallée de l'Eau-Rouge, venant de Heure-Gilson, on trouve : a) tout en haut, *deux pouhons* non dénommés, à côté l'un de l'autre, au milieu du bois ; b) le *Pouhon de Vechterre*, dans une prairie à droite de la route qui descend de Winamplanche à Marteau ; c) en haut de la petite vallée occupée par un affluent de l'Eau-Rouge, à Fagne-Marron (Desnié), le *Trou du Pouhon*.

B. Sur le versant Sud de la Vecquée-Porallée, en venant de l'Est :

1° On trouve dans la petite vallée du Ruisseau de Beversé (Allemagne), le *Pouhon de Beversé* ;

2° Dans la vallée de l'Eau-Rouge, affluent de l'Amblève, on trouve : a) les deux *Pouhons de Blanchimont* ; b) le *Pouhon de Rivage* (source Marie-Élise) ; c) les deux *Pouhons de Challes*, au confluent de l'Amblève et de l'Eau-Rouge ;

3° Dans la vallée du Roannay, affluent de l'Amblève, on trouve les deux *Pouhons de Ruy* (La Gleize).

On pourrait répéter la même chose pour toutes les autres sources de l'Ardenne.

Nature des terrains.

Toutes les sources dont nous avons donné la nomenclature (voir plus haut) sortent du terrain primaire.

1 Pouhon émerge du Devillien.	} Cambrien.
15 Pouhons émergent du Revinien.	
44 Pouhons émergent du Salmien.	
10 Pouhons émergent du Gedinnien.	
7 Pouhons émergent du Coblencien.	
1 Pouhon émerge du Burnotien.	
1 Pouhon émerge du Couvinien.	

On trouve les sources minérales à des profondeurs à peu près constantes. Comme elles jaillissent au fond des vallées et près des cours d'eau, la couverture au-dessus de la roche en place est plus ou moins épaisse. Outre la terre végétale qui parfois manque, on trouve des épaisseurs variables d'ocre déposé par la source, de la tourbe et de l'argile plastique (1), du gravier indiquant les anciens lits ou les débordements de rivière; des argiles jaunâtres ou rougeâtres, très fortement colorées parfois par l'eau minérale, avec des blocs plus ou moins volumineux de quartzites, des roches très altérées par l'eau minérale, gardant la coloration de la roche dure (gris bleuâtre souvent) et la disposition stratigraphique de celle-ci, et enfin la roche dure en place.

Suivant la plus ou moins grande épaisseur de la couverture, on trouve la roche dure à une profondeur variant de 5 à 10 mètres; c'est cette roche dure qu'il faut atteindre pour capter la source, l'isoler efficacement et lui assurer le maximum de composition et de débit.

Presque partout, une source d'eau douce accompagne le pouhon et augmente les difficultés du captage. Cette source d'eau douce se rencontre dans les parties perméables de la couverture à des profondeurs ne dépassant guère 4 mètres. En général, ces sources superficielles donnent une eau de bonne qualité et peuvent être utilisées si, dans un certain rayon voisin, il n'y a ni prairie, ni terrain cultivé, ni maison d'habitation pouvant donner lieu à des contaminations. Ces eaux ont la même composition chimique que celles des puits, fontaines, sources et rivières des environs.

Circulation des eaux minérales.

Les eaux minérales ne forment pas de *nappes continues* faisant communiquer les sources entre elles. Les pouhons sont localisés — seuls ou en groupes — à des points d'échappement d'acide carbonique (moffettes) que l'on reconnaît, lorsqu'elles sourdent dans des prairies, à des taches roussâtres disséminées, où l'herbe ne croit plus. C'est ainsi qu'on peut rencontrer deux sources minérales à très peu de distance l'une de l'autre et dont l'indépendance hydrostatique et la composition chimique différente attestent la filiation d'une nappe différente. On a

(1) Ces deux composants vont presque toujours de pair. L'argile plastique n'est, en effet, que l'argile jaune sous-jacente, lavée par les acides humique, ulmique, crénique et apocrénique de la tourbe.

pu ainsi capter certaines sources à des distances très petites l'une de l'autre, sans troubler ni diminuer leur débit réciproque.

Les eaux minérales ont un trajet ascendant. Elles circulent entre les strates des roches redressées, mais comme les interstices entre les feuillettes des strates sont très réduits, le débit au sommet de celles-ci serait très faible et s'étalerait en une nappe d'importance négligeable qu'il serait difficile de collecter à la surface. Pour qu'une source minérale arrive à la surface du sol et révèle sa présence, il faut que le débit soit suffisant et produise un dépôt d'ocre plus ou moins important. Il faut donc que les eaux minérales circulant entre des séries de strates, puissent, à travers elles, communiquer, se réunir en une collection suffisante et monter à la surface. C'est, en effet, ce qui se passe dans la profondeur du sol et jusqu'au sommet des roches dures.

Voici ce qui se présente le plus souvent.

Dans les couches cambriennes du terrain ardennais, le soulèvement de la chaîne calédonienne affectant les roches sédimentaires, a déterminé de nombreuses cassures depuis le niveau du sol jusqu'à une profondeur inconnue; dans les couches dévonienues, c'est le plissement hercynien qui a déterminé dans les roches sédimentaires des cassures plus ou moins importantes.

Les roches disloquées peuvent d'ailleurs être restées tout à fait en place, ou bien avoir été notablement déplacées par glissement de terrain au point de constituer une faille; le résultat est le même au point de vue de la collection de l'eau minérale. Dans l'un et l'autre cas, cette collection se fait comme si l'on avait pratiqué, en profondeur, un sondage pour recouper les strates des roches et créer pour l'eau un point de moindre résistance, un véritable appel d'eau minérale, avec cette circonstance éminemment favorable qu'ici, outre le recoupage en *profondeur*, il y a recoupage en *longueur* sur une étendue plus ou moins grande.

Ces cassures ou ces failles peuvent être *ouvertes*; mais l'on constate le plus souvent que des fissures ont été remplies postérieurement par des silicates en solution qui ont ensuite cristallisé, formant ces veines de quartz qui traversent l'épaisseur des strates sur une grande profondeur. Ces quartz sont parfois compacts, parfois en aiguilles à forme géométrique plus ou moins parfaite dans des espèces de *géodes*, parfois en blocs irréguliers laissant entre eux des espaces d'étendue variable et communiquant entre eux. Ces blocs, plus ou moins cuboïdes et plus ou moins gros, sont non adhérents ou peu adhérents aux parois de la cassure. C'est surtout quand les solutions de silicates qui ont

formé le filon de quartz sont mélangées à des sels ferreux qu'on voit cette formation en blocs. Sur une profondeur parfois considérable, les strates des roches primaires sont recoupées par des coulées de quartz qui occupent une cassure, formant une espèce de canal et faisant l'office d'un forage à grande profondeur. C'est le cas pour beaucoup de sources ferrugineuses.

Origine.

Ce n'est pas le moment d'entamer aujourd'hui ni de renouveler la discussion de jadis à propos de l'origine des sources minérales de l'Ardenne. Depuis 1888, de nouveaux arguments pour les deux thèses ont été publiés et ont été acquis sans être publiés. Je me propose de les exposer à la Société dans un travail spécial, afin qu'on puisse les discuter et en tirer des conclusions plus ou moins définitives. Le moment est propice, puisque la Législature est saisie de nouveau d'un projet de périmètre de protection des sources minérales.

Captage. — Procédés.

Si l'on veut capter une source minérale, il faut, outre les notions générales que je viens d'exposer, connaître aussi quelques précautions à prendre pour que le travail marche sans accrocs et sans trop de risques.

Je me propose de les résumer à la fin de mon étude et comme conclusions de l'exposé des différents procédés employés.

Les procédés employés pour capter les pouhons sont peu variés. Cependant certains captages ont des avantages sur d'autres, et c'est pour ce motif que je me propose de vous mettre les plans sous les yeux.

1868. — Captage du Pouhon Marie-Henriette (Nivezé).

C'est le plus ancien captage scientifique opéré en Ardenne et c'est l'œuvre de M. Jules François, inspecteur du Corps des mines de France. C'est des travaux éminents et des principes de cet illustre ingénieur que se sont inspirés tous ceux qui ont capté, en France ou ailleurs, des sources minérales. De 1838 à 1863, on a capté ou enchambé en France trois cent trente-trois sources anciennes et on en a découvert et capté deux cent trente-quatre nouvelles.

L'idée fondamentale dont Jules François a été l'initiateur, idée suivant laquelle on doit procéder à tout captage d'eau minérale, est la suivante : fournir à l'eau minérale un passage pour ainsi dire forcé, en raison de la résistance minima qu'elle doit y rencontrer ; attaquer franchement la roche vive pour arriver au gisement, le saisir et lui imposer un écoulement à l'abri des causes étrangères d'altération.

Ce sont ces principes que l'éminent hydrologue appliqua au captage de la source Marie-Henriette.

Au milieu de terrains marécageux où se montraient de nombreux naissants d'eau minérale, on pratiqua une tranchée à ciel ouvert pour débayer les terrains meubles qui recouvraient la roche en place.

La roche dure fut rencontrée à 9 mètres de profondeur et ces 9 mètres enlevés par la fouille se composaient de :

	Mètres.
Terre arable. Alluvions	0.30
Tourbe herbacée avec fragments de bois fossile	0.50
Argile avec débris de phyllades, de quartzo- phyllades et de gros blocs de quartzite bleuâtre veiné de quartz blanc	8.20
TOTAL.	9.00

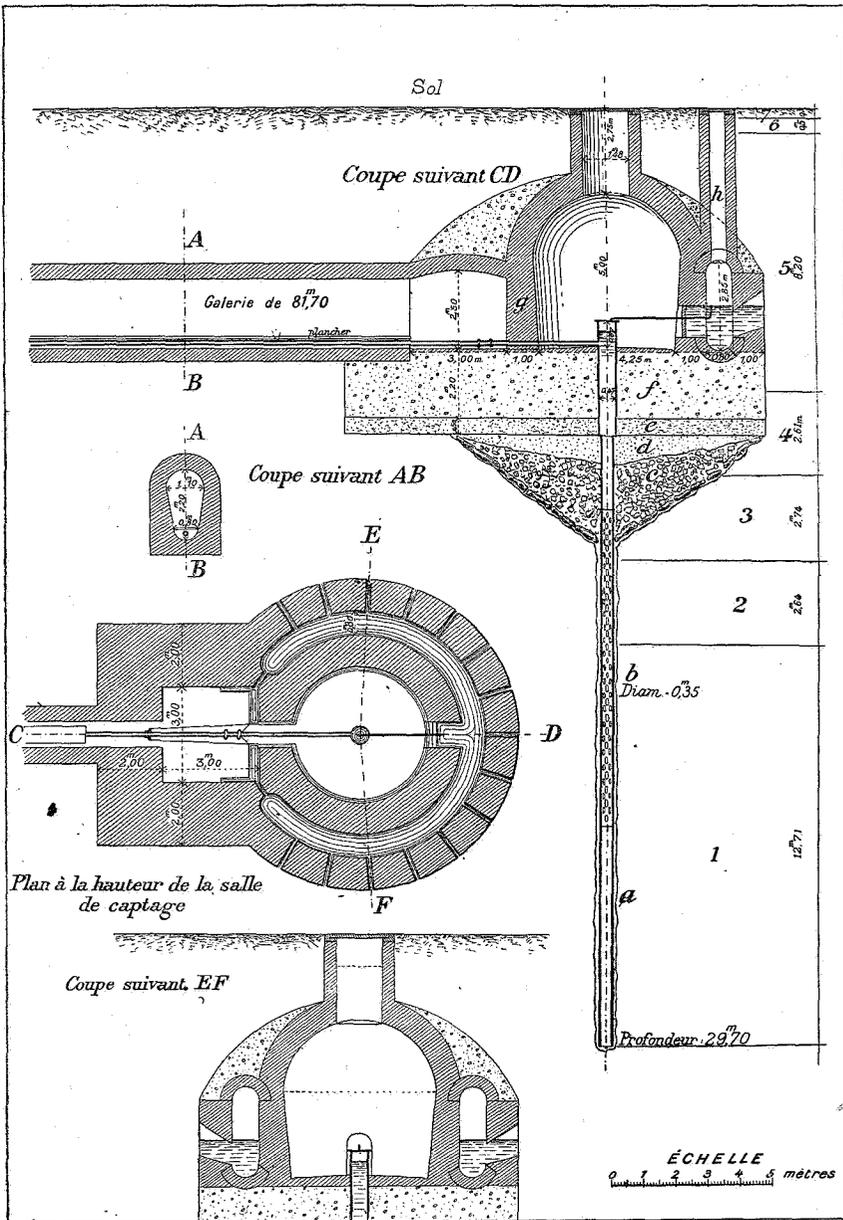
Pour provoquer la collection complète des sources, on entreprit un sondage à grande section constituant un drain vertical à travers la roche dure. Le trou de sonde a traversé :

	Mètres.
Psammite	2.61
Schiste gris	2.74
Psammite quartzeux.	2.64
Phyllade gris bleuâtre d'une dureté moyenne	12.71
TOTAL.	20.70

Toutes ces roches appartiennent à l'étage salmien (*Smf*).

La profondeur totale a été de :

	Mètres.
Fouille	9.00
Trou de sonde.	20.70
TOTAL.	29.70



Captage exécuté en 1868 sous la direction de M. J. François, inspecteur du Corps des mines de France, avec la collaboration de M. J. Van Scherpenzeel-Thym, ingénieur principal du Corps des mines de Belgique.

1. Phyllades gris bleuâtre (12^m71).
2. Psammites quartzeux (2^m64).
3. Schistes gris (2^m74).
4. Psammites (2^m61).
5. Argile d'altération avec débris de phyllades (8^m20).
6. Tourbe herbacée (0^m50).
7. Terre végétale (0^m30).

- a. Tube en tôle.
- b. Tube en fer fenêtré (diamètre : 0^m35).
- c. Rocaille.
- d. Sable.
- e. Ciment Portland.
- f. Béton.
- g. Maçonnerie.
- h. Cheminée d'aérage.

Les roches présentent une stratification régulière du Nord-Est au Sud-Ouest 270°, avec une inclinaison Sud-Est de 80 à 85°.

Le débit de l'eau (y compris la venue d'eau douce) a augmenté progressivement jusqu'à la profondeur totale de 22^m70, pour atteindre 300 mètres cubes en vingt-quatre heures.

Dans le trou de sonde, on a engagé un tube de tôle de 0^m35 de diamètre, fenestré sur une hauteur de 10 mètres correspondant à la zone aquifère.

A 10 mètres de profondeur, c'est-à-dire à 1 mètre de profondeur dans le psammite et sur 12 mètres de diamètre, on a creusé la roche autour du tube émergeant en forme de cône vers le centre et l'on y a creusé des rigoles pour relier directement les naissants d'eau mis à découvert sur la surface ainsi excavée (1) à une rigole circulaire, de 0^m50 à 0^m60 de profondeur, creusée autour du tube. On recouvrit ces rigoles de dalles de psammite et on remplit la rigole circulaire de pierrailles quartzeuses.

La roche dure a été dressée au pic autour du tube émergeant et le trou conique a été rempli d'un lit de rocailles de quartzite pour constituer une assise perméable de 0^m10 à 0^m15 de hauteur.

Une légère couche de gravier siliceux fin et bien lavé recouvre cette assise et sert d'intermédiaire entre la roche en place et la semelle de captage qui recouvre tout l'espace ainsi affouillé. Sur la fouille ainsi préparée, on coula une couche de ciment Portland de 0^m50 d'épaisseur, puis sur celle-ci une couche de béton de 2^m20 d'épaisseur. La partie du tubage engagée dans le béton n'est pas fenestrée. Elle a 0^m47 de diamètre et dépasse la semelle de captage de 0^m87.

Le niveau hydrostatique de l'eau minérale a été établi à 6 mètres sous le niveau du sol.

Autour de la chambre circulaire construite sur la semelle de béton, on a créé pour les eaux douces un drain de 0^m80 de largeur sur 2^m85 de hauteur. Les eaux douces s'y rendent de l'extérieur par des barbacanes ménagées dans la maçonnerie extérieure et, de là, elles viennent déboucher aux deux angles de la chambre carrée par des tuyaux placés un peu au-dessus du sol. Ces tuyaux sont terminés par un tube articulé qui sert à régler la hauteur de l'eau dans le drain, selon la pression hydrostatique que l'on veut exercer sur la nappe d'eau minérale. Cette pression a été déterminée expérimentalement par rapport au niveau

(1) Vingt-trois griffons ont été ainsi captés.

d'écoulement de l'eau minérale. La hauteur se lit sur l'échelle circulaire que parcourt le coursier du tube articulé et sur une échelle spéciale placée contre le montant d'une porte pratiquée dans le mur de la chambre circulaire, en face du réduit. Elle a été calculée de manière que l'eau douce ne puisse jamais pénétrer sous la semelle de béton et se mélanger à l'eau minérale.

Cette ingénieuse disposition — que remplace avantageusement le *bac de pression* du Prof^r A. Firket (voir plus loin) — n'a d'ailleurs fonctionné qu'aux premiers temps qui ont suivi le captage. Peu à peu, on a laissé se boucher les barbacanes, et le drain circulaire n'a jamais servi qu'à l'écoulement du peu d'eau douce qui filtre des terrains avoisinants et non au réglage de la pression hydrostatique sur la nappe minérale.

Celle-ci, à la longue, a attaqué la semelle de ciment et de béton dont elle a dissous la chaux; des crevasses s'y sont produites par affaissement du terrain, et l'eau minérale s'est fait jour en dehors du tube de captage à travers la semelle. On peut en voir jaillir de gros bouillons dans le drain circulaire par le trou d'homme qui y donne accès.

Ce captage a été très bien fait; mais il a l'inconvénient de coûter très cher; c'est pourquoi on aurait dû le mieux entretenir. Actuellement, on devrait procéder à une réfection importante: nettoyer le trou de sonde, renouveler le tube fenestré qui, depuis 1868, a eu le temps d'être entièrement dissous; remplacer la semelle de béton par un *damage* d'argile plastique recouvert de béton; rétablir le drain circulaire pour la circulation des eaux douces et la pression hydrostatique.

C'est un travail important qui devra se faire tôt ou tard, afin de maintenir à la source un débit suffisant pour alimenter les bains et des qualités chimiques assez marquées pour les besoins thérapeutiques.

Composition globale :

Fer, calculé en bicarbonate ferreux (1) . . .	0 ^{gr} 091
CO ²	2.1523
Température	9 ^o 7
Radioactivité (en volts) [aux bains] (2) . . .	86.9

(1) A propos du fer des eaux minérales, j'ai dit: *Fer, calculé en bicarbonate ferreux*. Il semble résulter d'expériences en cours que le fer existerait en solution dans les eaux minérales à l'état d'hydrate ferreux colloïdal. Sous l'influence de l'oxygène amené par les eaux superficielles, de l'air ou même de la lumière, il *floculerait* sous forme d'*hydrate ferrique*. D'autres expériences sur le *sel de manganèse* existant dans nos eaux minérales semblent aussi prouver qu'il est actif surtout à de très faibles doses s'il est à l'état colloïdal.

(2) Par heure, par litre.

1872. — Pouhon Pierre le Grand.

Ce pouhon a été capté suivant les mêmes principes que le Pouhon Marie-Henriette, et le trou de sonde a atteint la profondeur de 18^m45. Le captage est passible des mêmes reproches que ceux exprimés à propos de la source Marie-Henriette. Il devra être réfectionné à bref délai si l'on ne veut pas qu'il perde ses qualités chimiques et thérapeutiques.

Composition sommaire :

Fer (calculé en bicarbonate ferreux) . . .	0 ^{gr} 081
CO ²	2 552
Température	10°8
Radioactivité (en volts)	62.5

1883. — Pouhon du Tonnelet.

Le captage du Tonnelet a été exécuté sous la direction de M. J. Van Scherpenzeel-Thym, ingénieur principal à Liège. Il diffère du précédent en ce que, au fond de la fouille et au niveau de la roche compacte, sur un griffon important, un bout de tube fenestré fut engagé dans la roche à la profondeur de 8^m70. Tout autour de l'extrémité inférieure de ce tube et sur la roche dure, on établit un drain au moyen de blocs de quartzites dont la grosseur va en diminuant vers la partie supérieure. Sur ces quartzites on étala une couche épaisse de béton bien relié à la roche compacte pour isoler les griffons de l'eau douce.

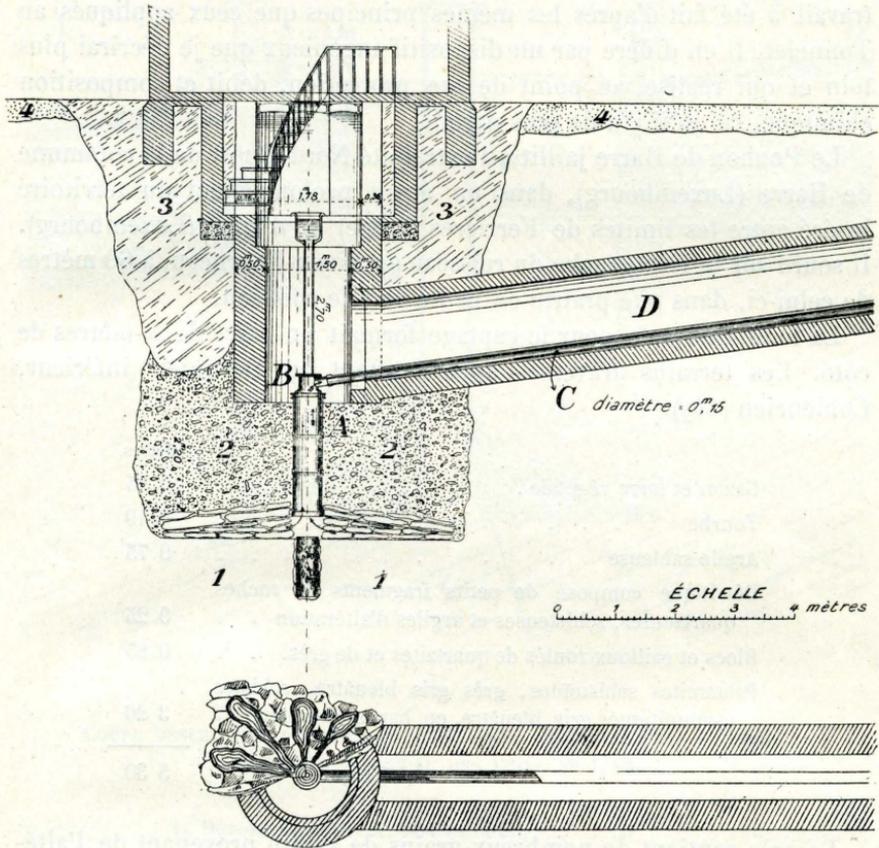
Roches salmiennes. Débit : 44 mètres cubes en 24 heures.

Composition sommaire :

Fer (calculé en bicarbonate ferreux) . . .	0 ^{gr} 069
CO ²	2.889
Température	9°8
Radioactivité (en volts)	88.8

Minéralisation faible, mais très gazeuse. Ne pas oublier que ce pouhon jaillit au voisinage immédiat de moffettes importantes de CO². M. Charles Moureu y a décelé les gaz rares : *argon*, *helium* et *neon*.

Pouhon du Tonnelet. Nouveau pavillon.



1. Roches salmiennes.
2. Béton.
3. Remblai.
4. Terre arable.
- A. Tube en grès de 0^m45 de diamètre.
- B. Chape en bronze.
- C. Conduite en grès conduisant à l'ancien pavillon.
- D. Galerie — — —

1885. — Pouhon de Harre.

Le captage du Pouhon de Harre fut exécuté en 1885 par M. Ad. Firket, ingénieur des mines, professeur à l'Université de Liège (4). Ce travail a été fait d'après les mêmes principes que ceux appliqués au Tonnelet. Il en diffère par un dispositif ingénieux que je décrirai plus loin et qui réalise, au point de vue protection, débit et composition chimique, ce qu'il y a de plus parfait.

Le Pouhon de Harre jaillit à l'extrémité Nord-Ouest de la commune de Harre (Luxembourg), dans un étroit prolongement du territoire inséré entre les limites de Ferrières (Liège) et d'Izier (Luxembourg). Il sourd sur la rive gauche du ruisseau du Vieux-Fourneau, à 60 mètres de celui-ci, dans une prairie en pente vers le ruisseau.

La fouille ouverte pour le captage formait un carré de 5 mètres de côté. Les terrains traversés appartiennent au Dévonien inférieur, Coblencien (Cb_2).

	mètres.
Gazon et terre végétale	0.15
Tourbe.	0.40
Argile sableuse	0.75
Détritique composé de petits fragments de roches quartzzeuses, schisteuses et argiles d'altération . .	0.25
Blocs et cailloux roulés de quartzites et de grès. . .	0.85
Psammites schistoïdes, grès gris bleuâtre, schistes psammitiques gris bleuâtre, en bancs alternants .	3 20
TOTAL	5 30

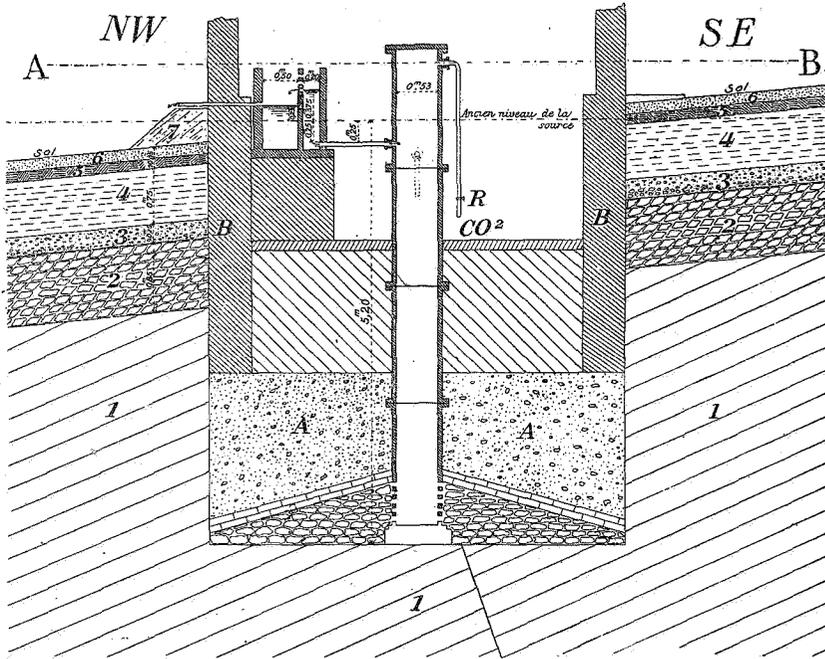
Le grès contient de nombreux grains de kaolin provenant de l'altération d'un feldspath.

À la profondeur de la roche dure, soit à 2^m10, on voit que l'eau minérale jaillit d'une fracture des roches dévoniennes avec alternance des roches ci-dessus énumérées. Cette fracture, d'après M. Firket, serait très probablement une faille à faible rejet, orientée du Sud-

(4) PROF^r AD. FIRKET, *De quelques précautions à prendre dans le captage des eaux minérales.* (Congrès d'Hydrologie. Liège, 1898. *Comptes rendus*, pp. 316 et suiv.)

PROF^r AD. FIRKET, *L'eau minérale et le captage de Harre.* (ANN. DE LA SOC. GÉOL. DE BELGIQUE. *Mém.*, t. XX, 1892-1893.)

Eau minérale de Harre (source de la Rocheblin).



COUPE DESCRIPTIVE DU CAPTAGE OPÉRÉ SOUS LES ORDRES DE M. FIRKËT,
INGÉNIEUR PRINCIPAL DES MINES DE LIÈGE.

1. Dévonien inférieur. *Cb1* et *Cb2*.
 2. Blocs et cailloux roulés de quartzite et de grès.
 3. Petits fragments de roches quartzieuses.
 4. Argile sableuse de schiste et argile d'altération.
 5. Tourbe.
 6. Gazon (racines et terre végétale).
 7. Remblai.
- A. Béton.
B. Maçonnerie étanche.
R. Robinet.

Ouest au Nord-Est. Sur la hauteur des roches de la fouille, elle est inclinée d'environ 70° vers le Sud-Est, mais cette inclinaison pourrait n'être que locale.

A l'occasion des travaux entrepris pour le captage des sources minérales et lorsque le baromètre baisse fortement et subitement, il peut se produire des dégagements importants et subits de gaz carboniques (moffettes), véritables coups de grisou qui mettent en danger la vie des ouvriers. Pour avoir négligé d'approfondir régulièrement et avec une section horizontale assez grande, en rapport avec la profondeur présumée à atteindre, un accident d'asphyxie grave arriva à un ouvrier. C'est afin d'éviter le retour de ces accidents qu'on installa un ventilateur soufflant portatif, du type en usage pour certains travaux préparatoires dans les mines de houille.

La plus grande difficulté après que le captage a été exécuté, c'est d'établir le niveau hydrostatique à donner à la source pour que le débit soit régulier et constant, que l'eau minérale ait son maximum de qualités et reste à l'abri du mélange d'eaux superficielles d'origine plus ou moins éloignée, appelées pour ainsi dire vers le captage si le niveau d'écoulement de l'eau minérale est trop surélevé et que, de ce fait, il y a un obstacle à l'émission facile et régulière de l'eau minérale. Cette surélévation du niveau d'une source non seulement en diminue le débit, mais risque de la refouler ailleurs.

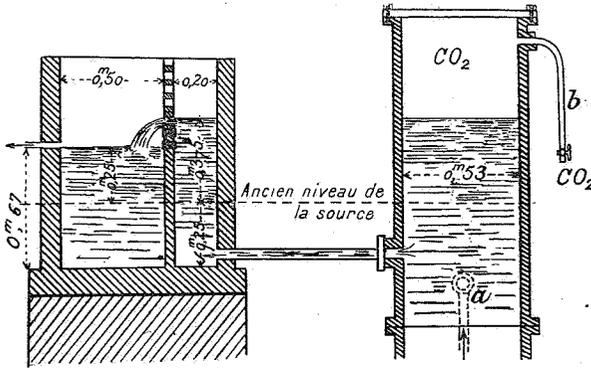
Voici comment M. Firket décrit l'ingénieux appareil qui lui permet de connaître le niveau hydrostatique le meilleur à donner à la source :

« *Bac de pression.* — Le bac de pression, que figure la coupe verticale ci-contre en même temps que la partie supérieure de la colonne ascensionnelle verticale du captage, présente deux compartiments de dimensions différentes. Le petit, de 0^m50 de long sur 0^m20 de large, reçoit à sa partie inférieure le tuyau partant de la colonne ascensionnelle, qui est en fonte galvanisée, de 0^m53 de diamètre intérieur et de 0^m035 d'épaisseur (1). Le tuyau adducteur a 0^m05 de diamètre et son

(1) « Le tronçon supérieur de la colonne ascensionnelle est fermé par une glace. Il porte quatre tubulures : celle que représente le dessin et trois tubulures non figurées, qui ont reçu des tuyaux recourbés vers le bas, munis de robinets. La première de celle-ci est à 0^m17 sous la glace de fermeture et permet de débarrasser le haut de la colonne de l'anhydride carbonique en excès qui se dégage de la source; les deux autres sont à 0^m15 au-dessus de la base de ce tronçon et servent à l'embouteillage de l'eau minérale. La longueur et le diamètre de la branche verticale des tuyaux ajustés sur ces tubulures sont tels qu'ils peuvent pénétrer jusqu'au fond des flacons. »

centre est à 0^m25 en dessous du niveau d'écoulement de la source avant son captage.

Bac de pression du professeur A. Firket.



a. Colonne ascensionnelle de 0^m53 de diamètre et 0^m035 d'épaisseur.

b. Robinet de décharge de l'anhydride carbonique.

Petit compartiment = 0^m50 × 0^m20.

Grand compartiment = 1^m00 × 0^m50.

» Le grand compartiment, qui mesure horizontalement 1 mètre sur 0^m50, est séparé de l'autre par une cloison percée d'orifices, que l'on peut obturer au moyen de bouchons. L'orifice inférieur, ainsi que le tuyau de décharge du grand compartiment, sont à 0^m25 au-dessus de l'ancien niveau de la source; l'orifice supérieur se trouve à 0^m67 au-dessus de cet ancien niveau. Le bac de pression permet donc de faire varier entre ces deux limites le niveau d'écoulement de la source captée et, par suite, celui de l'eau minérale dans la colonne ascensionnelle du captage.

Pour une colonne d'eau de 0^m53 de diamètre, à la hauteur du niveau ancien, soit 5^m20 du fond de la fouille, le débit est de 32 litres par minute.

A 0^m375 au-dessus du niveau ancien, soit à la hauteur totale de 5^m575, le débit est de 16 —

A 0^m55 au-dessus du niveau ancien, soit à la hauteur totale de 5^m75, le débit est de 8,6 —

Débit en 24 heures : 21.840 litres.

Température. 9°8

Composition sommaire :

Fer, calculé comme FeH²(CO³)² 0^g063353

CO² 2.280753

» Après l'achèvement du captage proprement dit, mais avant l'installation du bac de pression, l'écoulement de la source s'est fait momentanément à 0^m25 en dessous de son ancien niveau. Un jaugeage par empotement, opéré dans ces conditions, a constaté un débit de 52 litres par minute; mais alors l'eau minérale donnait assez rapidement un dépôt floconneux d'hydrate ferrique après sa mise en flacons.

» Le bac de pression placé, j'ai procédé expérimentalement, le 5 mai 1886, à la détermination du niveau d'écoulement le plus convenable pour assurer la bonne conservation de l'eau embouteillée, sans trop nuire à l'importance du débit de la source. En fixant ce niveau à 0^m375 au-dessus de l'ancien, j'ai obtenu un débit de 16 litres par minute, et l'eau recueillie dans ces conditions a été conservée pendant plus d'une année dans deux grandes éprouvettes en verre incolore de 5 litres chacune, fermées par des bouchons à l'émeri enduits de vaseline, sans que le plus léger trouble s'y manifestât.

» Cette expérience décisive a fait arrêter définitivement à ce niveau celui de l'écoulement normal de la source.

» En relevant le niveau d'écoulement à 0^m55 au-dessus du niveau ancien, le débit était réduit à 8^l6 par minute, en même temps que la surpression, dépassant le but, à atteindre, refoulait à l'extérieur du captage une partie de l'eau minérale que l'on voyait très distinctement suinter à la surface, à proximité du captage. »

1903. — Pouhon de Bru (Chevron).

Capté par le colonel Tecqmenne, du Corps du génie, suivant les principes appliqués au captage des Pouhons du Tonnelet et de Harre, le Pouhon de Bru (Chevron) jaillit du Gedinnien, sur la rive droite du *Ri du Pouhon*, dans la Heid du Pouhon, à quelque distance au Nord-Ouest de Chevron et de Bru (section de Chevron). Altitude : 370 mètres.

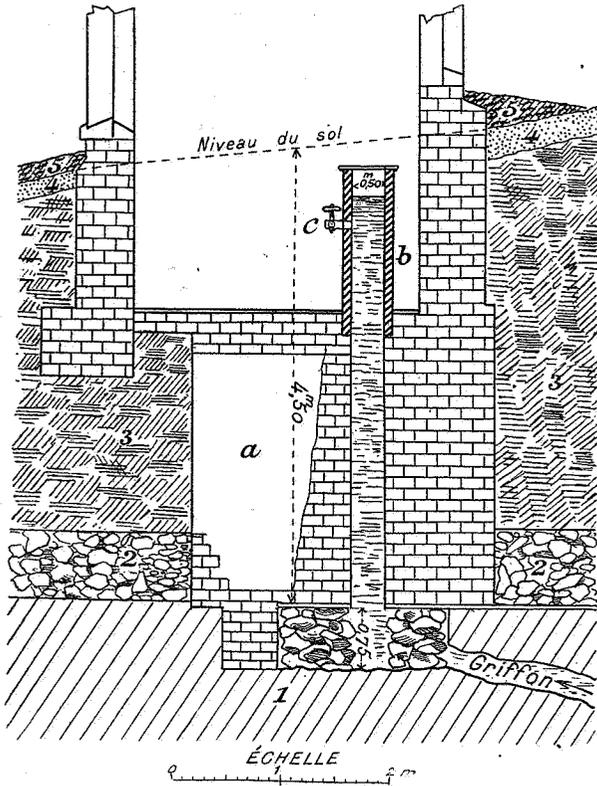
Extrait du rapport de M. le colonel Tecqmenne.

« La fouille, convenablement dirigée, a été descendue jusqu'à la roche dure à travers laquelle se fait l'émission de l'eau minérale; cette roche a ensuite été creusée de manière à obtenir une cuve ayant environ 4 mètres de longueur, 3 mètres de largeur et 0^m75 de profondeur, dont le fond se trouve à 0^m55 en contre-bas du griffon; cette cuve est destinée à recueillir toute l'eau minérale.

» Trois des parois de la cuve qui ne donnaient aucune émission

d'eau minérale, ont été revêtues au moyen d'une maçonnerie faite en liaison avec la roche solide. L'intérieur de la cuve a été garni de trois lits de moellons plats, posés sans mortier et laissant entre eux des vides

Pouhon de Bru (Chevron).



1. Phyllades gedinniens (Gd).
2. Pierres.
3. Argile d'altération ?
4. Terre végétale.
5. Remblai.
- a. Bloc de maçonnerie.
- b. Colonne de ciment armé.
- c. Embouteillage.

aussi grands que possible, permettant à l'eau minérale de circuler facilement. On a ensuite élevé sur le tout, et en empiétant des quatre côtés sur la roche vive, un bloc de maçonnerie dans lequel se trouve ménagé

un puits circulaire ayant 0^m50 de diamètre, pour livrer passage à l'eau de la source.

» Une colonne en ciment armé, formant le prolongement du puits, s'élève au-dessus du pavement du local qui a été construit pour abriter la source. »

La roche dure a été rencontrée à 4^m50 du niveau du sol. Si on ajoute la profondeur de la cuve, soit 0^m75, la profondeur totale de la fouille est de 5^m25.

Température de l'eau : 9°5.

Débit : 30,000 litres à l'heure, soit 720 mètres cubes en 24 heures.

(Sous réserves.)

Composition sommaire :

Fer (calculé en bicarbonate ferreux)	0g.0912
CO ²	2.6439
Radioactivité (en volts).	64 4

1904. — Pouhon de Rivage (Stavelot).

Nommé par son propriétaire *Pouhon de Cheneux, Source Marie-Élise*, c'est bien du Pouhon de Rivage, un pouhon très anciennement connu, qu'il s'agit.

« Capté aussi par le propriétaire, M. Saucy, conducteur principal des Ponts et Chaussées, à Liège, il jaillit dans une prairie à 30 mètres de la rive droite de l'Eau-Rouge, à trois quarts d'heure au Nord-Nord-Est de Stavelot, à côté de la route de Francorchamps à Stavelot par le bas.

Mêmes procédés de captage que pour les Pouhons du Tonnelet, Harre et Bru (Chevron).

La fouille ouverte dans le terrain revinien a rencontré l'eau minérale à 5 mètres de profondeur, après avoir traversé :

- 1° Une couche végétale peu importante;
- 2° Une couche de tourbe;
- 3° Un détritique composé d'argile sableuse avec de très gros blocs de quartzites;
- 4° Enfin la roche revinienne d'où sort l'eau minérale.

A sa naissance, la source est emprisonnée dans une enveloppe de béton du centre de laquelle s'élève un tube fenestré par le bas, où l'eau monte jusqu'à 0^m70 au-dessus du pavement. Ce tube est fermé à sa partie supérieure par une dalle en verre qui permet de voir le bouillonnement de l'eau et dont le but est de protéger celle-ci du contact de

l'air extérieur et de toute contamination. Des robinets sont placés sur cette colonne centrale pour l'embouteillage.

Débit : 45 litres à la minute ou 21,600 litres en 24 heures.

Composition sommaire :

CO² non dosé.

Fer (0.021) calculé en bicarbonate ferreux : 0^{gr}0615.

D'après les renseignements fournis par M. E. Saucy, le débit de 45 litres à la minute « reste le même quelle que soit la saison, par les plus grandes sécheresses comme par les temps pluvieux, alors que la rivière sort de son lit ».

Les méthodes de captage que je viens de décrire ont toutes certains défauts : elles n'assurent pas suffisamment ni définitivement la séparation de l'eau minérale et de l'eau douce ; elles ne permettent pas de recueillir tous les bons griffons, afin d'assurer à la source son maximum de débit, et d'écarter ceux où l'eau est peu minéralisée, afin d'avoir une eau à composition de teneur moyenne et jouissant de qualités véritablement thérapeutiques. Les captages de Marie-Henriette (Spa) et de Harre (Luxembourg) sont ceux qui sont le mieux exécutés, ce dernier surtout, à cause de l'ingénieuse disposition du bac de pression.

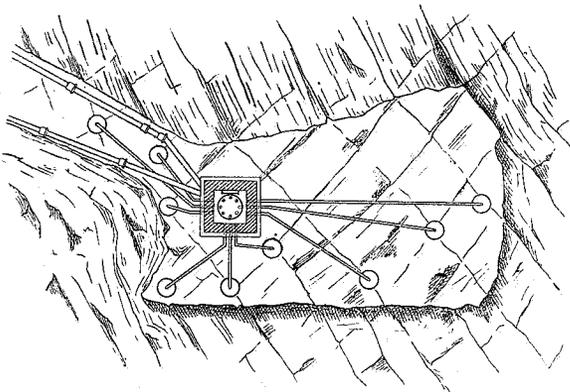
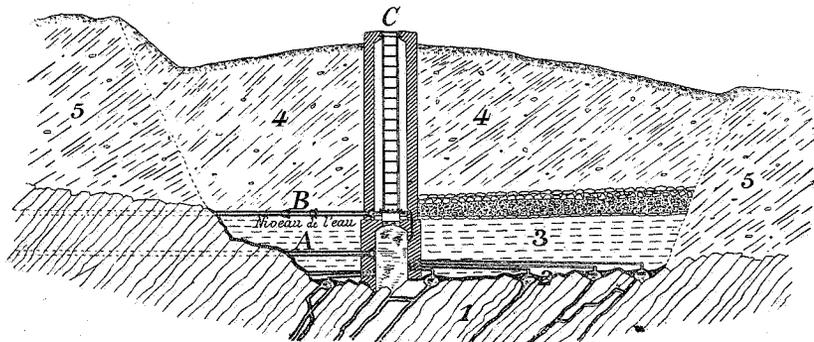
C'est en raison de mes notions acquises sur la circulation des eaux minérales dans les roches primaires, c'est en reprenant les idées anciennes sur les captages d'eau minérale en roches dures à peu de distance du sol et en m'inspirant des captages des sources de Schwalbach et d'Ems par l'ingénieur Scherer, que j'ai entrepris de capter une nouvelle source à Nivezé, pour le compte de M. d'Artet-Godin, de Liège. (Voir plus loin.)

En reprenant les idées des anciens sur les captages, dis-je ; en effet, M. Laurans, ingénieur au Corps des mines de France, qui s'est occupé de cette question, en 1896, au Congrès d'Hydrologie de Clermont-Ferrand, disait dans son rapport (1) : « Lorsque l'eau minérale émerge des terrains consistants, au voisinage de la surface du sol, on se trouve dans les conditions que présentent un grand nombre de sources utilisées par les anciens. Le procédé employé se réduit à coiffer de cloches

(1) A. LAURANS, *Sur le captage des eaux minérales*. (CONGRÈS INTERN. D'HYDROLOGIE, Clermont-Ferrand, 1896. Paris, O. Doin, pp. 174 et suiv.)

les griffons principaux, en les isolant ainsi des venues d'eau sauvage : il suffit alors de réunir les débits des différents griffons dans un réservoir destiné au puisement. Avec un réservoir fermé, cette méthode s'applique avec succès aux eaux gazeuses que l'on peut ainsi tirer sous pression, en évitant la déperdition de gaz tels que l'acide carbonique. »

Captage de l'Adelheidbrunnen, à Langenschwalbach,
PAR M. L'INGÉNIEUR SCHERER.



1. Schistes taunusiens.
2. Ciment.
3. Argile.
4. Terre rapportée avec couche de gravier à la base.
5. Terrain détritique.
- A. Tuyau d'évacuation de l'eau minérale.
- B. Tuyau d'évacuation des eaux de surface.

Si l'on veut jeter un coup d'œil sur le captage de l'Adelheidbrunnen de Schwalbach, on verra que le procédé de M. Scherer n'est que la réalisation pratique de ces idées anciennes ci-dessus énoncées.

La seule modification consiste dans la substitution de l'argile au béton pour isoler les griffons des venues d'eau douce. Comme je l'ai dit plus haut, l'eau minérale attaque le ciment et le béton dont elle dissout la chaux, et y détermine à la longue des fissures qui vont s'élargissant et finissent par lui livrer passage à l'extérieur [voir captage du Pouhon Marie-Henriette (Nivezé)], d'où perte de débit et risque de mélange des eaux douces avec l'eau minérale. L'ingénieur allemand, après avoir recouvert la roche dure d'où sortent les griffons d'une couche de ciment, entasse dans la fouille de l'argile bien damée qui reste toujours imperméable si même le ciment cède en quelque point.

L'ingénieur Scherer recommande aussi, pour éviter la trop grande décompression de l'eau minérale dans un tube de trop grand diamètre, de donner à celui-ci une forme conique à sommet tronqué supérieur correspondant à la vasque. Par cette disposition, il empêche l'acide carbonique de se dégager à grosses bulles, et même celui-ci, ramené vers le centre du tube, aide à l'ascension de l'eau.

La disposition du Prof^r Firket, le bac de pression, permet de négliger cette indication de M. Scherer, puisque le gaz qui s'échappe de l'eau s'accumule au-dessus de l'eau minérale et y forme une pression à volonté, à l'abri de tout contact de l'air extérieur.

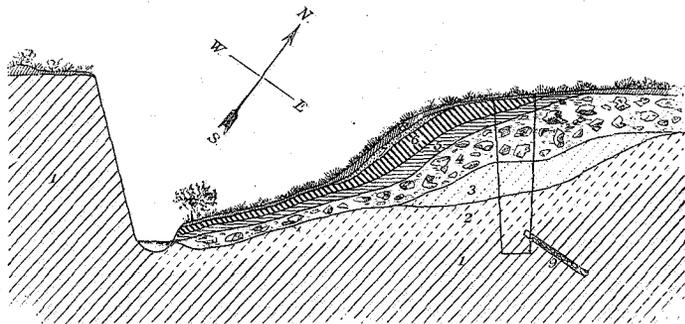
1907. — Pouhon Duc de Wellington.

Ce nouveau venu parmi les pouhons de Spa a été capté d'après mes conseils et sous ma direction, pour le compte de M. d'Artet-Godin, de Liège.

Cette source minérale jaillit sur la rive droite et à environ 25 mètres du ruisseau de Soyereux, qui descend de la Fagne, en formant la limite des communes de Spa et de Sart, et vient confluer dans le Wayai immédiatement sous le lac de Warfaaz. Elle est située dans une vallée d'effondrement dont l'un des versants est redressé presque perpendiculairement et taillé à même dans les roches salmiennes, et dont l'autre, en pente douce, boisé en grande partie, forme un site très pittoresque. Une ligne droite allant du Pouhon du Tonnelet au Pouhon Marie-Henriette, c'est-à-dire à direction Sud-Sud-Ouest-Nord-Nord-Est, passe par le Pouhon Duc de Wellington, également éloigné de l'un et de l'autre (250 mètres environ). Dans la prairie marécageuse, ocreuse par places, on remarquait de grandes taches brunes où l'herbe faisait défaut et qui étaient des points de dégagement d'acide carbonique (moffettes). C'est d'ailleurs une des régions de

Nivezé où se remarquent le plus de « Trous au mauvais air ». D'après l'épaisseur du dépôt d'ocre, la source minérale devait être d'un grand débit. Tout à côté jaillissait une source d'eau douce assez importante. Une tranchée à ciel ouvert et de grande dimension fut pratiquée et, dans

Pouhon Duc de Wellington.



1. Roches salmiennes dures en place.
2. — — — très altérées bleuâtres.
3. — — — rouge-ocre.
4. Détritique avec blocs de quartzites.
5. Argile plastique blanche.
6. Tourbe.
7. Ocre.
8. Terre végétale.
9. Filon de quartz.

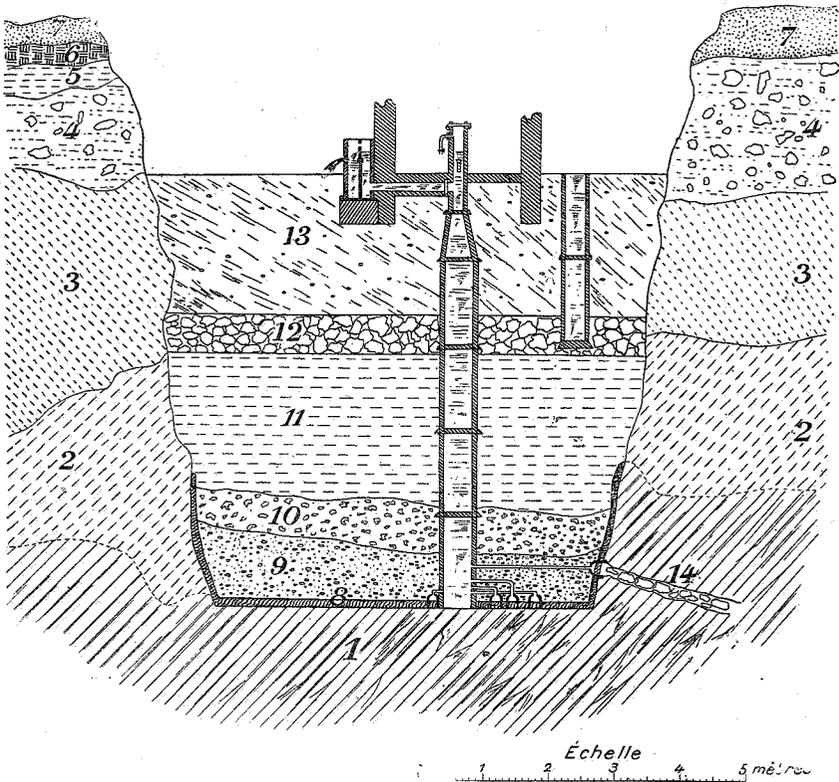
le but de se débarrasser de la venue des eaux (minérales et douces) et de n'user que le plus tard possible de la pompe, un fossé profond fut ouvert, à pente vers le ruisseau et à direction vers le point le plus déclive de la prairie, communiquant avec la grande tranchée et approfondi en même temps qu'elle.

La fouille a traversé successivement :

	Mètres.
Terre végétale, ocre, tourbe et argile plastique . . .	1.00
Argile jaune avec blocs de quartzites.	2.30
Détritique de roches salmiennes gardant par place sa disposition en strates et fortement coloré en rouge par l'eau minérale.	2.50
Roches salmiennes bleuâtres très fortement altérées .	2.00
Roches salmiennes dures	1.00
TOTAL	8.80

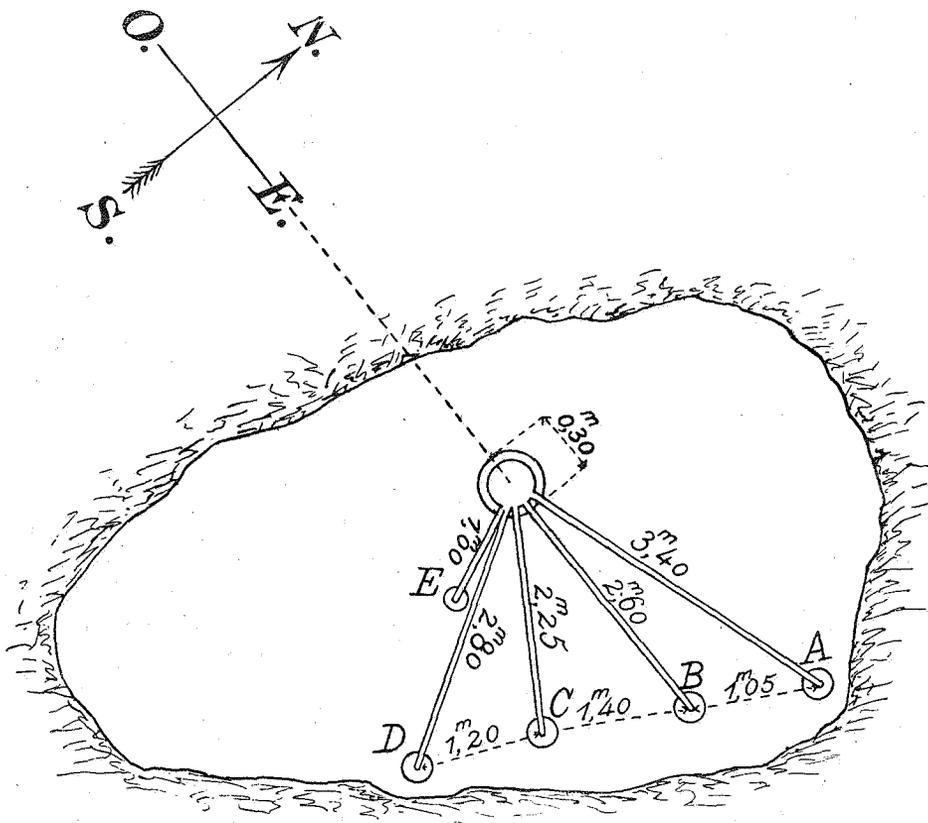
Stratification des roches Nord-Est au Sud-Ouest, 220°.
Inclinaison Sud-Est de 26°.

Captage de la source Duc de Wellington, à Nivezé.



1. Sm1. Phyllades salmiens dures.
2. Sm1. Roches salmiennes altérées par l'eau minérale.
3. Terrain détritique coloré par l'ocre déposé par l'eau minérale.
4. Argile et blocs de quartz.
5. Argile plastique blanche.
6. Tourbe.
7. Terre végétale.
8. Couche de ciment Portland.
9. Béton de gravier.
10. Béton de rocaille.
11. Argile plastique.
12. Couche de quartzites drainant les eaux douces.
13. Remblais.
14. Filon de quartz.

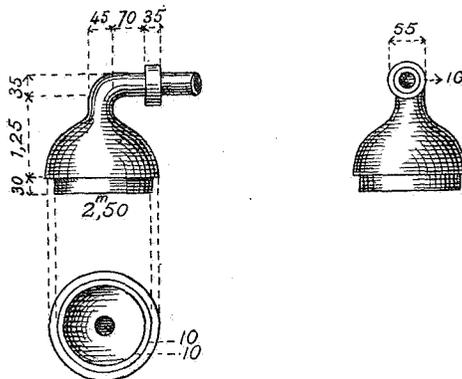
Dans la roche dure à l'angle Est-Sud-Est de la tranchée et dans la paroi de celle-ci, un gros filon de quartz en blocs plus ou moins gros traverse l'épaisseur des strates presque perpendiculairement à leur inclinaison. La cassure de la roche que remplit ce filon donne issue à une forte venue d'eau minérale qui sort en bouillonnant et avec bruit.



DISPOSITION DES GRIFFONS.

A partir de 4 mètres de profondeur, il fallut installer une pompe à moteur travaillant nuit et jour pour évacuer l'eau douce et l'eau minérale qui venaient en grande abondance. La tranchée fut souvent envahie par de gros dégagements subits d'acide carbonique qui forçaient les ouvriers à remonter au plus vite et, en l'absence d'un ventilateur assez puissant, à interrompre le travail pendant plusieurs jours.

A 7^m50, les griffons d'eau minérale se localisèrent et, à 8 mètres, on put examiner chacun d'eux au point de vue de la teneur en fer et écarter ceux qui ne présentaient pas une teneur moyenne. On en retint ainsi sept d'importance inégale, dont deux au centre même de la fouille et les autres dans la direction Est-Sud-Est de la tranchée. Parmi ces derniers et à 0^m65 au-dessus du fond de la tranchée, dans la paroi même de celle-ci, figure le griffon énorme qui sort du filon de quartz cellulaire contenu dans la cassure de la roche.



DÉTAILS DES CLOCHES.

La roche dure fut entamée sur 1 mètre de profondeur environ, puis on procéda au captage des différents griffons. La roche fut entaillée en rigole circulaire autour des griffons et ceux-ci coiffés d'une cloche d'étain de 0^m25 de diamètre intérieur, communiquant à sa partie supérieure avec un tube d'étain de 0^m025 de section, servant à conduire l'eau minérale dans le tube central. Les tubes d'étain furent placés dans des tuyaux en grès pour les protéger, jusqu'à leur abouchement au tube central. Les cloches ont été ensuite noyées dans le ciment Portland et le béton. La roche dure, sur tout le fond de la tranchée et sur les parois, fut recouverte d'une semelle de béton de 1^m25 d'épaisseur.

Le tube central — 0^m30 de diamètre et d'une hauteur totale de 5 mètres — fut installé au centre de la fouille sur deux griffons, au milieu d'un cailloutis de quartzites bien lavés, et sa base noyée dans le ciment et le béton.

La tranchée a été ensuite comblée avec de l'argile plastique bien damée jusqu'au niveau de la venue d'eau douce, c'est-à-dire jusqu'à 4 mètres de l'orifice de la tranchée. Sur cette argile blanche, on plaça

de gros blocs de quartzites pour former drain et collecter l'eau douce. Un tube de 0^m20 de diamètre fut placé sur ce drain pour servir en cas d'utilisation de l'eau douce.

Enfin, la tranchée fut comblée jusqu'au niveau hydrostatique de la source, c'est-à-dire à 5 mètres environ du niveau du sol.

Le débit calculé après le captage, par empotement et au niveau le plus bas, est de 129 mètres cubes en vingt-quatre heures; mais, après expérience avec le bac de pression, ce débit fut ramené à 48 litres par minute, soit 69^m5120 en vingt-quatre heures, ce qui est encore considérable.

Avec 129 mètres cubes de débit, la teneur en fer	
calculé en bicarbonate ferreux était de . . .	0 ^{er} 071
Avec 69 ^m 5120, cette teneur monte à	0.092

ce qui est la composition du Pohon Marie-Henriette.

Température.	9°6
CO ²	2 ^{er} 976

L'eau minérale du Pohon Duc de Wellington possède toutes les propriétés de celles de Spa, avec cette différence que, le niveau hydrostatique de la source ayant été minutieusement établi, l'eau embouteillée se conserve avec toutes ses qualités chimiques sans laisser déposer de flocons, même après un an d'embouteillage.

J'ai la conviction que si l'on appliquait aux sources de Spa le bac de pression pour en déterminer le niveau hydrostatique utile, l'eau des pohns de la ville ne subirait plus de floculation et pourrait être exportée sans perdre aucune de ses qualités chimiques.

1909. — Pohon de Barisart (en cours d'exécution).

L'administration communale de Spa fait procéder en ce moment au captage du Pohon de Barisart, qui était insuffisamment protégé contre les infiltrations d'eau sauvage et dont les qualités chimiques avaient subi, en ces derniers temps, une diminution considérable. Pour les travaux de recherche et de captage des griffons de la source, la ville a fait appel aux lumières de notre collègue M. Max Lohest, professeur de Géologie à l'Université de Liège. Les procédés employés, tout en s'inspirant de ceux de l'ingénieur Scherer, s'en écartent en quelques points. Il est actuellement impossible de juger de l'influence qu'ils auront sur le régime de la source.

Je résume les détails du captage de Barisart d'après l'exposé verbal qui en a été fait à la Commission médicale locale.

La fouille ouverte dans le terrain salmien a traversé les couches suivantes :

	Mètres.
Terre végétale, gravier et argile.	2 ^m 50
Détritique d'argile bleuâtre et de blocs de quartzites.	3 00
Schistes salmiens très altérés par l'eau minérale.	0.80
Schistes plus compacts	2 00
Schistes durs	1.70
TOTAL	10.00

Dans l'angle Nord-Est de la fouille et traversant les strates des roches, on trouve un filon de quartz alvéolé avec de petits cristaux de quartz, d'un diamètre de 0^m35 environ, à travers lequel s'échappe un fort griffon d'eau minérale, d'un débit de 5 litres par minute et titrant 0^{gr}080 de bicarbonate ferreux par litre.

C'est ce griffon, ainsi qu'un autre petit dont le titre ferreux est de 0^{gr}04, qui vont être captés. La roche dure au niveau du gros griffon sera creusée en cuve d'un diamètre d'environ 4 mètre pour bien réunir tout le naissant d'eau minérale. Cette cuve sera remplie de blocs de quartzites bien lavés pour former drain à l'eau minérale, puis recouverte de dalles solides sur lesquelles on damera de l'argile plastique d'Andenne, puis de béton, de façon à former une espèce de grande cloche avec ouverture au sommet pour le passage du tube d'amenée de l'eau à la surface. Ce tube d'amenée en cuivre étamé, encastré par sa partie inférieure dans le sommet de la cloche, sera composé de plusieurs tubes réunis l'un à l'autre, ayant une forme conique tronquée, à base inférieure. Le tube inférieur aura 0^m20 de diamètre à la base et 0^m16 au sommet ; le second aura 0^m16 à la base et 0^m12 au sommet. Le dernier, immédiatement sous la vasque, aura seulement 0^m08 au sommet. Il est impossible, avant de connaître le niveau à donner à la source, de savoir quelle hauteur de tube il faudra pour amener l'eau à la vasque.

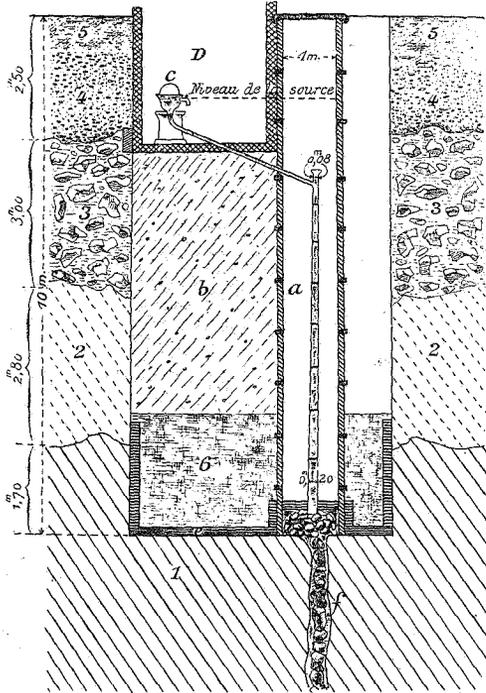
Le second griffon sera coiffé d'une cloche en cuivre étamé et réuni au tube central.

Pour faciliter la surveillance du tube et du captage, un puits de visite en béton du poids de 5,000 kilogrammes (dix tubes de 1 mètre de hauteur et du poids de 500 kilogrammes) et de 1 mètre de diamètre intérieur, reposant sur la roche dure, s'élèvera jusqu'au niveau du

sol. Entre les parois de ce tube et les terrains environnants de la fouille, on tassera de la terre plastique d'Andenne afin d'empêcher toute infiltration d'eau douce ou peu minéralisée.

La question de la vasque est réservée.

Captage du Pouhon de Barisart.



1. Phyllades du Salmien inférieur *Smt*.
2. Salmien altéré.
3. Argile bleuâtre avec blocs de quartz.
4. Gravier.
5. Terre rapportée.
6. Argile plastique d'Andenne.
- a. Puits de visite.
- b. Remblai.
- c. Vasque.
- d. Hall.
- e. Béton.
- f. Veine de quartz.

On déterminera le niveau à donner à la source par un procédé analogue à celui employé par le Prof^r Firket à Harre (voir plus haut).

Les venues d'eau douce seront captées ou écartées suivant le résultat des expériences à la fluorescéine versée dans l'étang voisin. Ces expériences, négatives jusqu'à présent à cause de la nature du terrain, gelé à une forte profondeur, pourraient devenir positives après le dégel.

Quoi qu'il en soit, si l'isolement du griffon d'eau minérale est bien fait et surtout si le niveau à donner à la source a été bien déterminé, il n'y a aucun danger à laisser s'imprégner d'eau les terrains voisins de la source. Cette eau formera pression hydrostatique qui ne pourra avoir d'autre influence que d'aider à l'ascension du pouhon et peut-être à relever son niveau. Voilà pourquoi le bac de pression du Prof^r Firket, installé comme vasque, aurait été utile à Barisart, puisque si cette éventualité se produit, — relèvement de niveau, — on pourrait facilement y remédier sans diminuer ni le débit ni la qualité de l'eau minérale.

Il eût été peut-être utile aussi de rechercher d'autres griffons ; car ce débit de 5 litres à la minute au fond de la fouille, soit 7,200 litres en vingt-quatre heures, diminuera encore quand on aura amené la source à son niveau hydrostatique et qu'on lui aura donné son maximum de qualités (fer, gaz et conservation).

Principes de captage. — Résumé.

Un captage bien fait doit donner comme résultat une eau minérale bien gazeuse et minéralisée. Les principes suivant lesquels les captages doivent être opérés en terrain primaire, à peu de distance du sol, se résumant comme suit :

1° Ouvrir largement et régulièrement la tranchée, afin d'avoir le plus de chances de rencontrer tous les griffons de la source ; et, pour éviter les accidents résultant d'un dégagement brusque et abondant d'acide carbonique, installer un ventilateur au fond de la fouille.

2° Bien repérer le niveau naturel de la source et établir, dès le début du travail, la galerie suivant laquelle sera conduit le trop-plein de la source. Cette précaution a pour but de retarder le moment où l'on devra employer, nuit et jour, une pompe d'épuisement et de ne pas subir d'interruption de travail. L'eau douce se tient à un niveau de 4 mètres environ de la surface.

3° Creuser jusqu'à la roche dure en place, en suivant la direction des filons d'eau minérale. Isoler sur cette roche les différents griffons. Presque toujours les venues d'eau minérale sortent d'une faille ou d'un filon de quartz recoupant perpendiculairement la direction des strates.

4° Appliquer sur chacun des griffons une cloche d'étain d'une dimension suffisante pour recueillir toute l'eau minérale et la conduire par un tuyau d'étain communiquant par le sommet avec la cloche et protégé par un tuyau de grès, jusqu'au tubage central avec lequel on l'abouche. Noyer les cloches et les tuyaux d'aménée dans le ciment Portland à prise rapide.

5° Dresser au milieu de la fouille le tube central à la base duquel sont abouchés tous les tubes d'étain amenant l'eau minérale des cloches. Donner à ce tube une forme conique à sommet tronqué pour empêcher la décompression du gaz carbonique de l'eau minérale et faciliter l'ascension de celle-ci. Calculer la section de ce tube d'après les débits réunis de tous les griffons et leur vitesse d'écoulement au niveau hydrostatique utile. Si le tube central est trop petit, l'eau chargée d'acide carbonique se précipite à l'extérieur en bouillonnant et en perdant beaucoup de son gaz. Noyer la base de ce tube central dans le ciment.

6° Étendre au fond de la fouille et sur les parois de la roche dure du ciment de bonne qualité; puis remplir la tranchée avec de l'argile plastique de bonne qualité et bien damée jusqu'à l'affleurement de la roche dure; recouvrir cette argile de béton épais.

7° Au besoin, capter l'eau douce ou bien lui laisser reprendre son ancien niveau dans les terrains de la fouille, où elle formera pression hydrostatique (1) capable de faire monter le niveau de l'eau minérale.

8° Calculer exactement, au moyen du bac de pression, le niveau *utile* à donner à la source minérale. Celui-ci ne doit pas être trop élevé, parce que le poids de la colonne ascensionnelle pourrait mettre obstacle à l'émission de l'eau minérale; le débit serait diminué et on pourrait même refouler la source ailleurs.

Le niveau ne doit pas être trop bas, parce que, en augmentant le débit de l'eau minérale, on diminue ses qualités. Il ne doit pas être trop inférieur à l'ancien niveau de la source, parce que la *moindre résistance* à l'écoulement résultant du captage peut provoquer dans celui-ci l'arrivée d'eaux superficielles ou d'eaux minérales non captées et altérées du voisinage. (A. Firket.) Ce n'est que par tâtonnement qu'on peut arriver à un résultat parfait. On fait varier le niveau d'écoulement jusqu'à ce que les eaux minérales, placées dans des flacons bien fermés, ne laissent plus déposer de flocons d'hydrate ferrique après un temps

(1) A cause de la différence de densité, l'eau minérale et l'eau douce n'ont aucune tendance à se mélanger, si aucun obstacle n'est apporté à l'émission de l'eau minérale.

assez long (au moins un an), et se conservent avec toutes leurs qualités physiques et chimiques. Quand ce résultat est atteint, on fixe le niveau d'écoulement définitif. Au bout d'un certain temps, il faudra faire de nouvelles expériences et modifier, s'il y a lieu, le niveau d'écoulement.

9° Ne pas oublier que l'oxygène est l'ennemi des eaux ferrugineuses. Ce gaz peut être apporté par l'air atmosphérique ou par les eaux superficielles qui s'y seraient mélangées à cause d'un défaut de captage. Remarquer que, dans le sol avant le captage, les roches ne sont colorées par l'ocre déposé par l'eau minérale ascendante qu'au contact du détritique qui contient l'eau douce, ou des roches qui ont reçu des infiltrations d'eau superficielle contenant de l'oxygène.

Le bac de pression imaginé par M. A. Firket me paraît aussi la meilleure vasque à adopter pour terminer le captage. Outre ses avantages au point de vue de la fixation du niveau utile à donner à la source, il présente encore ceux-ci : a) l'eau minérale est complètement mise à l'abri de l'air extérieur et de toute cause de contamination venant du dehors ; b) l'eau minérale, à son niveau supérieur, est en rapport avec un matelas d'acide carbonique dont on peut faire varier la pression en ouvrant plus ou moins le robinet qui le met en communication avec l'extérieur ou avec un gazomètre destiné à recueillir le gaz pour être utilisé industriellement ; c) les robinets de prise d'eau pour la boisson ou l'embouteillage sont placés en pleine colonne ascendante et donnent l'eau minérale avec son maximum de qualités. Ce sont des avantages très appréciables pour faire préférer ce système.

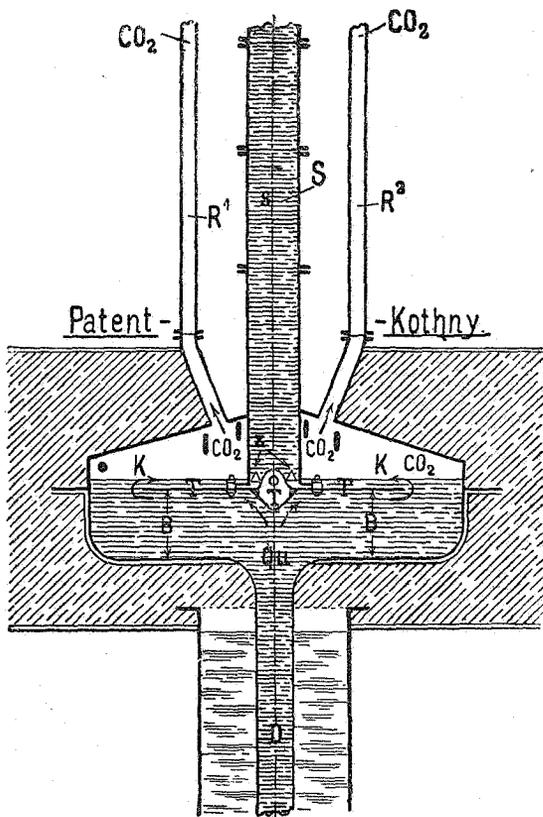
Systeme Kothny.

Pour les sources moins gazeuses, il existe aussi un système destiné à augmenter la teneur des sources en gaz naturel sans saturation artificielle. C'est le système imaginé par Kothny, un spécialiste connu déjà par un procédé (procédé cristal) pour la conservation des eaux minérales.

Je vais l'exposer brièvement, en m'excusant de ne pouvoir le faire complètement ; ce procédé (breveté S. G. D. G.) comporte certain dispositif secret. J'emprunte cette description en partie au *Monde thermal* du 14 juillet 1907.

L'invention de Kothny est basée sur le principe que l'excédent du gaz de la source est recueilli séparément au-dessus du niveau de l'eau à l'aide de tuyaux de dégagement, tandis que l'eau minérale

monte sans secousses dans le tube central de dimensions spéciales et ne perd, par conséquent, rien de son gaz. Le dessin ci-dessous permet de se rendre compte du principe.



L'eau monte par le tuyau *Qu* et butte contre la plaque *TT*, qui la force à faire le détour indiqué par la flèche *KK*. L'eau recouvre ensuite la plaque, arrive aux orifices *Z* pour pénétrer tranquillement dans le tuyau d'écoulement *S*. L'acide carbonique, qui se dégage souvent avec violence, s'accumule dans la cloche *KK* et monte ensuite dans les tubes de dégagement *R¹*, *R²*. L'acide carbonique se trouve donc sous la pression de la colonne d'eau *S*. Des soupapes dont sont munis les tuyaux *R¹* et *R²* permettent de régler le débit d'acide carbonique.

Dans certains cas, le dégagement d'acide carbonique se fait avec une telle véhémence (explosion) que les tubes *R¹* et *R²* ne suffiraient pas à recevoir le gaz. Pour parer à cette éventualité, un dispositif spécial

(tenu secret par l'inventeur), adapté à la partie inférieure du tube S, empêche que ce dernier se remplisse entièrement de gaz et que le niveau d'eau soit ainsi soumis à des variations trop brusques. L'inventeur a déterminé par des expériences pratiques, poursuivies pendant plusieurs années à diverses sources, les dimensions exactes à observer pour les constructions en question : lorsque les dimensions respectives des diverses parties du système de captage ne correspondent pas strictement aux données spéciales à chaque source, le résultat reste complètement illusoire.

A noter que le dessin ci-contre est purement schématique et ne figure ici que pour faciliter la compréhension du système.

Outre l'avantage d'augmenter la teneur en gaz naturel des sources, ce système a encore celui de pouvoir être appliqué sans transformations fondamentales aux travaux déjà existants, ainsi que de pouvoir s'adapter aux puits à large diamètre.

