

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 52 (1926)
Heft: 24

Artikel: Les puits filtrants
Autor: Glapey, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-40326>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd.: D^r H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN
ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE D'HYGIÈNE ET DE TECHNIQUE URBAINES
ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Les puits filtrants*, par M. C. GLAPEY, ingénieur-conseil, à Lausanne. — *Turbines Pelton à axe vertical de Maipo*. — *Le budget d'exploitation et le compte de profits et pertes pour 1927, comparés à ce qu'ils seraient si aucune partie du réseau des Chemins de fer fédéraux n'avait été électrifiée et que toute la traction doive se faire à la vapeur*. — *Société suisse des ingénieurs et des Architectes*. — *Avis*. — *Service de placement*.

Les puits filtrants¹.

par M. C. GLAPEY, ingénieur-conseil, à Lausanne.

L'eau potable nécessaire à l'alimentation des agglomérations peut provenir de trois endroits différents : soit d'une source ordinaire, soit des lacs et rivières (eau de surface), soit d'une nappe souterraine. Le plus simple de ces trois modes d'alimentation est évidemment celui qui prévoit la distribution par la gravité, l'utilisation de la pente naturelle étant toujours le procédé le moins onéreux.

Cependant depuis quelques années, les grands progrès faits par les usines construisant des pompes, permettent à ce procédé de lutter souvent avec avantage contre le précédent, surtout lorsque la source est très éloignée de son point de consommation. Les communes rurales cependant qui ne disposent pas toujours de moyens de surveillance suffisants, préfèrent encore de beaucoup — dans le canton de Vaud surtout — une amenée par la gravité à un pompage, même si le capital d'établissement du premier système est plus considérable.

Si l'on ne dispose ni d'une eau de source naturelle, ni d'une nappe souterraine, on aura recours à de l'eau des lacs ou des rivières, mais cette eau devra être purifiée artificiellement avant d'être livrée à la consommation, d'où résulteront des complications et des frais.

Des trois provenances de sources mentionnées ci-dessus, nous nous occuperons plus particulièrement aujourd'hui de l'eau souterraine formant des nappes. La plupart des renseignements qui suivent m'ont été aimablement fournis par M. Guggenbuhl, ingénieur à Zurich, spécialiste hydrologue, que je tiens à remercier.

Une nappe souterraine est produite, comme c'est le cas pour une source ordinaire, par les précipitations météoriques telles que la pluie et la neige, qui s'écoulent en suintant dans les couches supérieures plus ou moins molles de la croûte terrestre et s'amassent sur une couche imperméable. Cette nappe souterraine se déplace continuellement et devient une source ordinaire à l'endroit où son niveau supérieur coupe la surface du terrain. Elle ne diffère donc en rien des autres sources, qui elles s'amassent toujours dans des éboulis ou des alluvions, les fentes de rocher ne servant uniquement, dans ce dernier cas, que de canaux collecteurs et de conduites d'écoulement. Pour qu'une telle nappe puisse se former, la condition essentielle

est que l'on dispose d'une épaisse couche de gravier et de sable, car ces matériaux ont la propriété de retenir en suspension une certaine quantité d'eau, évaluée par l'expérience à 200 et 250 litres par mètre cube. En outre, ils ont la propriété d'égaliser le volume d'écoulement de l'eau, de purifier cette dernière et de maintenir une température uniforme. Le gravier et le sable sont en général des dépôts amenés par les rivières. Or, comme dans les vallées on ne trouve pas ces matériaux à l'état absolument pur, mais très souvent aussi mélangés à du limon, de la terre glaise, de la tourbe, il est absolument nécessaire de reconnaître, avant tout travail, la nature du sous-sol dans lequel on pense trouver une nappe, et pour cela il faut étudier les conditions géologiques et exécuter de nombreux forages, constituant des sondages.

La conformation et la composition des couches terrestres supérieures dans nos contrées sont dues essentiellement au travail des glaciers et des cours d'eau qui en découlaient pendant les quatre époques glaciaires. Plus particulièrement dans notre pays, ces dépôts de glace ne provenaient pas uniquement d'un climat froid, mais bien plutôt d'un climat humide, accompagné de fortes pluies ainsi que de grandes chutes de neige que l'été ne parvenait pas toujours à fondre. Ce fait est prouvé surtout par l'analyse des matières végétales découvertes dans les moraines, matières végétales qui n'auraient pas pu vivre si le froid avait été très grand.

Les modifications apportées, aux temps préhistoriques, à la surface de la croûte terrestre consistèrent tout d'abord en un approfondissement et un élargissement des petites vallées existantes qui se trouvaient dans la molasse inclinée s'étendant des Alpes vers le Jura. Les produits de désagrégation des Alpes furent transportés par les glaciers jusqu'à leur pied. Lors du retrait de ces glaciers, survenant toujours pendant une période de sécheresse, ils déposèrent ces matériaux sous forme de moraines de front et de moraines latérales. Les moraines de front se trouvent en général éloignées d'une dizaine de kilomètres, on peut en déduire que le glacier s'est retiré par étapes. Des lacs se sont ainsi formés à l'amont de la moraine de front, et leurs trop-pleins constituèrent les cours d'eau. Plus tard ces lacs se remplirent complètement ou partiellement par des alluvions et les cours d'eau exhausserent les lits des vallées en y déposant des matériaux provenant de la désagrégation de leurs rives.

Les glaciers des périodes subséquentes nettoyèrent presque complètement les vallées, de sorte qu'actuellement on ne retrouve que très peu de vestiges des premières périodes glaciaires. Ces phénomènes d'avancement et de recul des glaciers se reproduisirent plusieurs fois au cours des temps qui suivirent. L'écoulement de ces lacs ne s'est pas toujours fait par les

¹ Conférence faite à l'assemblée de l'Association suisse d'hygiène et de technique urbaines, à Lausanne, le 17 septembre 1926.

On trouvera la description détaillée de nombreuses installations de Puits Filtrants dans l'ouvrage qui vient de paraître *Sanamientos urbanos y rurales en la Republica Argentina*, T. I., par E. Artaza. — La Plata, Facultad de Ciencias fisicomatematicas puras y aplicadas. Réd.

cours d'eau ordinaires, mais souvent par une rivière latérale. Quelques-uns de ces thalwegs furent asséchés, du moins à leur partie visible, tandis que dans leur sous-sol il existe encore d'énormes fleuves souterrains. Ces phénomènes de déplacement d'eau souterraine ont été étudiés par plusieurs géologues, et notamment par M. le Dr Hug, hydrologue spécialiste à Zurich.

Quelques exemples illustreront ce qui précède, malheureusement, je suis obligé de les tirer de la Suisse allemande, ne possédant pas encore suffisamment de renseignements précis sur les nappes souterraines de nos contrées.

Il a été constaté que le Rhin traversait autrefois le village de Disenhofen en passant par Dörflingen, en dessous de l'usine à gaz de Schaffhouse, Feuerthalen, Flüringen, Neuhausen, par dessus Rheinau et « Rafzerfeld » jusqu'à Bâle et plus loin encore, en croisant fréquemment le cours du Rhin actuel.

L'Aar fut déplacée par l'extrémité de la moraine, près de Wangen a. d. Aare, de son ancien lit descendant par la région de Soleure, dans son lit actuel, en passant par Aarwangen, Aarburg jusqu'à Olten.

La Sihl qui se jetait autrefois depuis Schindellegi dans le lac de Zurich, fut détournée par la moraine latérale dans son lit actuel, ce dernier s'incrétant derrière la moraine, dans la molasse de la chaîne de l'Albis.

La Reuss se dirigeait jadis par Brunnen et le lac de Zoug, à travers le Bunzthal vers Aarau.

Dans les Alpes, les déplacements de fleuves se sont produits par suite de changements de niveaux tectoniques, et de l'influence d'affluents placés en arrière ; par exemple : l'Inn dont le cours supérieur fut coupé par la Maira et la Landquart par l'Albula.

Citons quelques nappes souterraines :

Dans la vallée de la Glatt, on trouve du côté droit, entre Uster et Baltenswil du gravier et du sable avec de l'eau souterraine utilisée pour l'alimentation des communes d'Uster, Nänikon, Zollikon, Wängen. Brütisellen et Seebach.

Du côté gauche de la vallée on trouve encore du gravier et de l'eau souterraine près de Dubendorf. Le parcours au-dessous de la moraine extrême depuis Oberglatt jusqu'à l'embouchure dans le Rhin, contient des masses de gravier et un immense courant d'eau souterraine. Les communes de Niederglatt et Bulach sont alimentées par cette dernière nappe. En dessous de la gare de Bulach se trouve une moraine d'environ quarante mètres d'épaisseur. On rencontre de forts courants souterrains non seulement près des grands cours d'eau, mais aussi dans les vallées plus petites, dans les défilés de montagnes dont le sous-sol est rempli d'alluvions. Ainsi en dessous de Berthoud, près de Tannen-Oberbürg, on trouve un vallon rempli d'alluvions glacières d'une épaisseur de vingt-cinq mètres. L'eau d'alimentation de cette dernière ville provient de cette nappe.

Le village et l'usine de Roll à Gerlafingen sont alimentés par une nappe qui se trouve à quelques kilomètres au sud, à la limite des cantons de Soleure et de Berne. Ce captage fait au moyen d'un puits filtrant est un des plus beaux exemples de ce genre de travaux. Il donne trois mille litres-minute. Tout autour du puits filtrant on a aménagé des trous, sortes de piézomètres, qui vont jusqu'au gravier et qui permettent de vérifier à n'importe quel moment le niveau de la nappe.

Dans le canton de Vaud il existe plusieurs nappes souterraines, notamment le long de l'Orbe et de la Broye, ainsi qu'à Prévondavaux, territoire de la commune de la Chaux, dont je dirai quelques mots tout à l'heure.

La connaissance générale des conditions géologiques n'est pas suffisante pour préparer un projet d'exploitation d'une nappe souterraine, en vue d'une grosse distribution d'eau. Il s'agit encore de connaître le débit dont on peut disposer et, dans ce but, il est nécessaire d'exécuter certains travaux préparatoires, consistant en plusieurs trous de sondage. Cette première opération permettra d'établir tous les éléments constituant la nappe, tels que couches imperméables isolées, couches imperméables de fond et niveau supérieur de la nappe. Sur un plan de situation de la région, on reportera les différents sondages, ainsi que les autres mesures relevées. En réunissant les différents points d'égale valeur, on arrivera à déterminer le contour de la nappe souterraine, sa direction ainsi que sa pente. Le débit de cette nappe s'établira ensuite par la formule d'écoulement

$$Q = C.i.F$$

dans laquelle F représente la surface transversale contenant le gravier, i est la pente générale de la nappe et C un coefficient dépendant de la perméabilité du gravier déterminé par la méthode dite de *Thiem*, à l'aide d'une formule de forme logarithmique dans laquelle entrent comme éléments : la distance entre les trous de sondage, la profondeur de la nappe en différents endroits, ainsi que les dénivellations de la surface supérieure de l'eau obtenues à la suite de pompages d'essais. Les résultats de ces calculs sont résumés par une courbe sur le plan de situation et cette dernière indique l'endroit où il faudra foncer le puits définitif, afin d'obtenir le maximum de rendement de débit. On trouve en général que ces points intéressants coïncident avec les endroits où la profondeur du gravier est la plus grande.

On peut aussi mesurer le volume d'eau d'une nappe en établissant le profil transversal de la vallée au moyen de sondages, comme il est dit ci-dessus, et en multipliant ce chiffre par la quantité d'eau en suspension dans un mètre cube de gravier, puis par la vitesse du courant.

Comme il est dit ci-dessus, les essais ont montré que dans un mètre cube de gravier filtrant, il y a en moyenne 20 à 25% d'eau en mouvement, et 10% d'eau retenue par hygroscopie. La vitesse est déterminée, au moyen du procédé chimique suivant : On verse 100 kilos de sel de cuisine dans un puits de sondage et au bout de quelques heures on pompe l'eau de la nappe dans un second puits placé à une cinquantaine de mètres en aval du premier. On répète ces opérations de prélèvement toutes les dix minutes environ, pendant le temps que l'on suppose que l'eau salée mettra pour passer du puits amont dans le puits aval. On dosera ensuite au moyen d'une solution de nitrate d'argent tous les échantillons d'eau sortis du puits, et l'on pourra dresser une courbe dont il n'y aura ensuite qu'à prendre le centre de gravité pour obtenir la vitesse moyenne de l'eau, à l'intérieur de la nappe.

Les vitesses des nappes sont en général très minimes, elles diffèrent beaucoup de l'une à l'autre, suivant la nature des alluvions remplissant les bassins souterrains. Ainsi dans l'Emmenthal, près de Lucerne, dans une adduction d'eau destinée à cette ville, on a mesuré une vitesse de 7 m. par jour ; dans la vallée de l'Aar, près d'Aarwangen, 4 m. par jour ; dans la Thöss, en dessus de Winterthour, 100 m. par jour ; dans l'Alsace où le sous-sol est constitué par du sable fin, la vitesse est d'environ 0,1 m. par jour.

De nos jours on exige que non seulement une distribution d'eau présente un volume suffisant, mais aussi une bonne qualité ; les analyses qui permettent de déterminer la composition de l'eau ont donc une importance très grande. En général

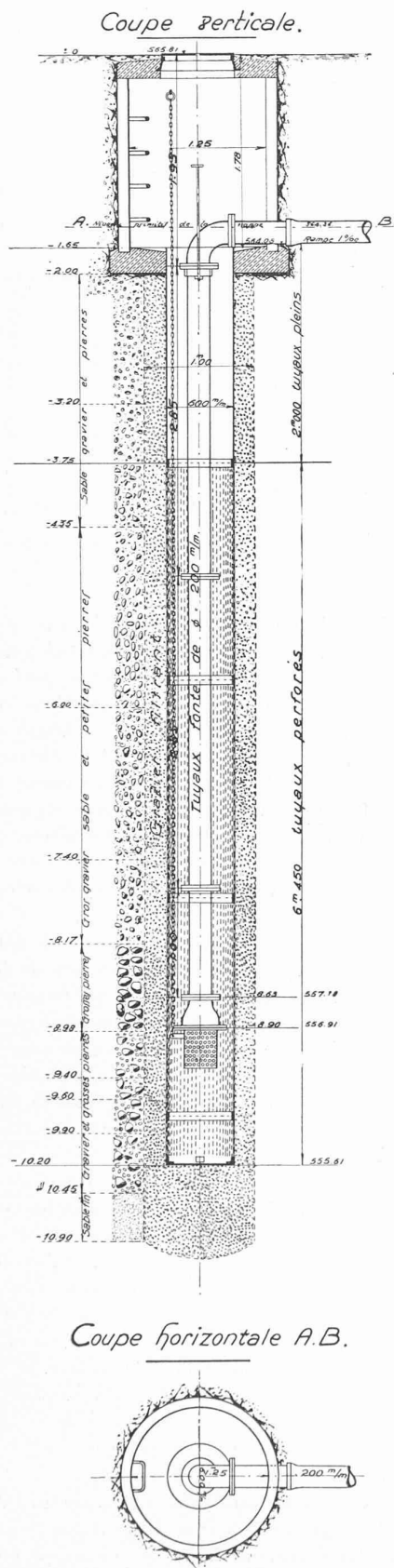


Fig. 1. — Puits filtrant.

L'eau souterraine de nos contrées est excellente comme qualité, les températures s'y égalisent, le sable la filtre de sorte qu'elle ne contient que peu de germes nocifs. Les matières

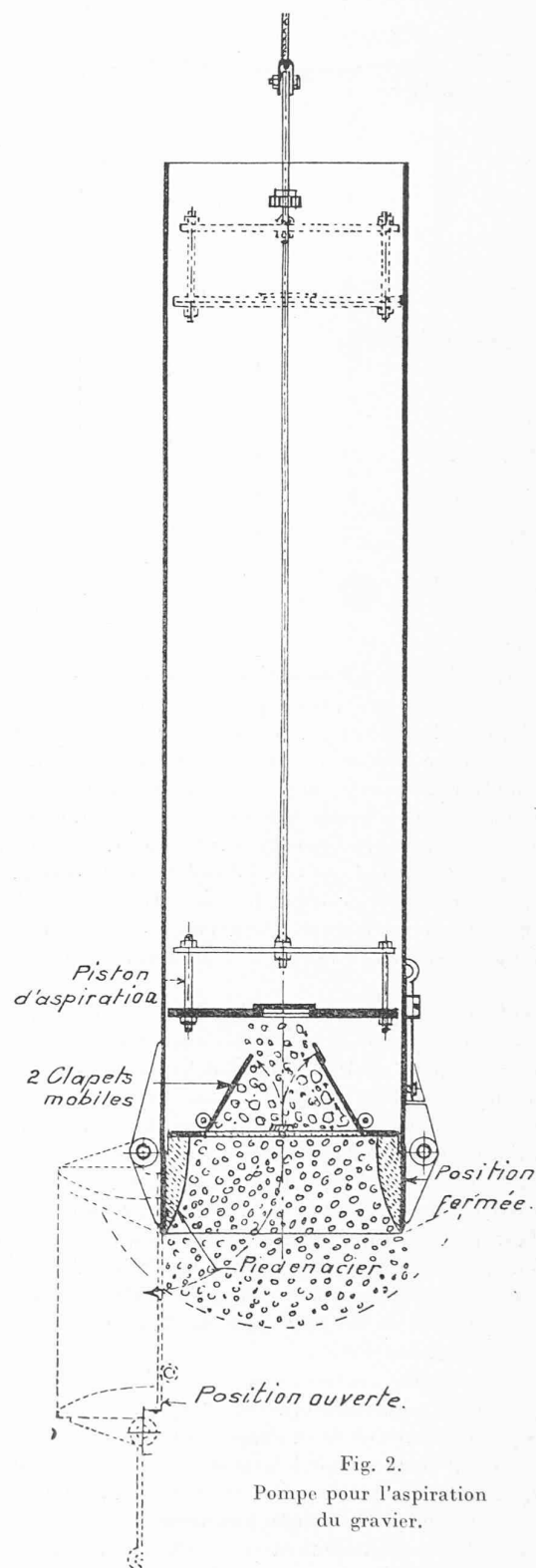


Fig. 2.
Pompe pour l'aspiration
du gravier.

nuisibles tels que le fer et le manganèse qui donnent tant à faire aux distributions d'eau des plaines de l'Allemagne du Nord ne se trouvent que rarement chez nous, notre sous-sol étant essentiellement constitué par des roches provenant des Alpes, tandis que dans l'Allemagne du Nord, ces alluvions viennent de la Scandinavie et renferment des minéraux ferrugineux. La qualité généralement bonne de nos eaux provient probablement du fait que les vitesses relativement grandes de nos nappes souterraines empêchent la décomposition des

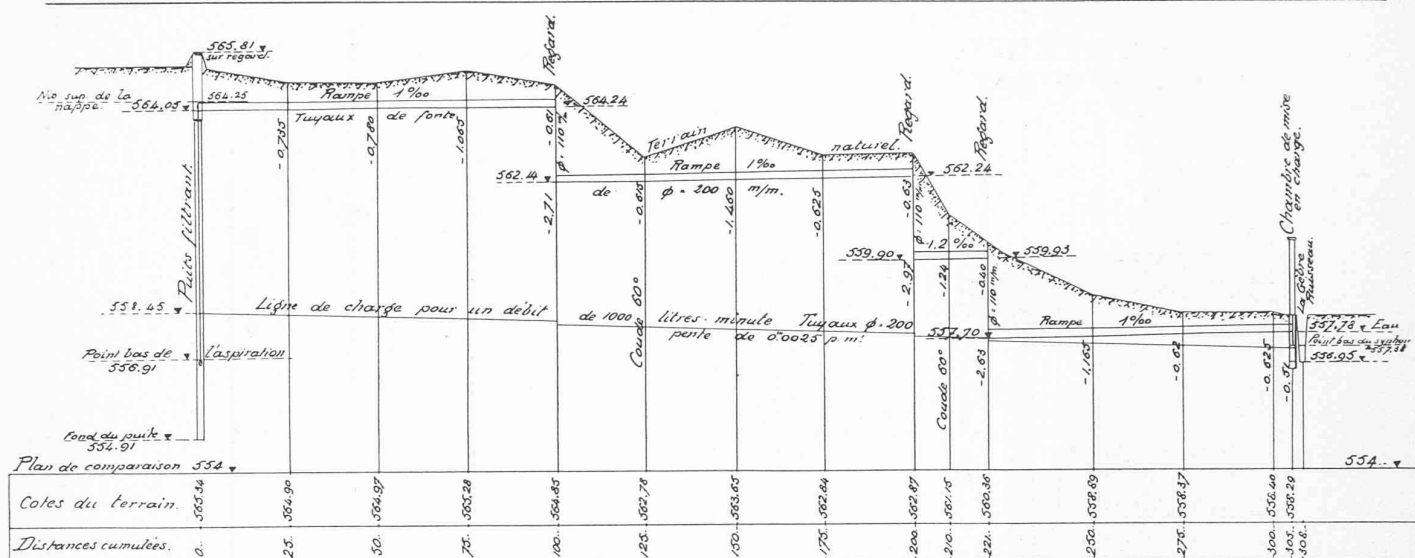


Fig. 3. — Profil en long du siphon.

Echelles { longueurs 1 : 2000
 { hauteurs 1 : 200.

roches. L'analyse chimique indique la quantité de chaux et d'acide carbonique qui varie parfois passablement dans une même nappe. Comme cela a été fait pour l'étude des débits, on reporte sur un plan de situation les résultats de ces analyses faites en plusieurs points, on les relie par une courbe et on est renseigné ainsi sur la composition du courant souterrain, sur l'origine de l'eau et spécialement sur les infiltrations d'eau de rivière. Ces infiltrations ont lieu à l'endroit où le niveau de la nappe souterraine coupe celui du cours d'eau. Si ce dernier est en période de crue il se déversera dans la nappe souterraine, tandis que ce sera le contraire qui se produira lorsque le fleuve sera à son étiage.

Ces affluents d'eau souterraine fournissent à tous les fleuves qui ne sont pas alimentés par des lacs ou des glaciers la principale partie de leurs eaux et dans tous les cas le débit total de l'étiage. Il arrive donc que l'eau d'une nappe souterraine se souille par les infiltrations provenant des fleuves voisins. Ces infiltrations sont cependant beaucoup atténuées et même supprimées par la filtration au travers du sable. Les bactéries, causes d'épidémies, périssent dans l'eau souterraine, par suite du défaut de nourriture, lorsqu'elles s'y trouvent plus de six à sept jours. Une fois que l'on connaît la vitesse d'écoulement de la nappe, on peut aisément calculer à quelle distance de la source d'infection on ne court plus de danger de rencontrer des microbes pathogènes.

L'eau souterraine contient souvent du fer dans les cas où il y a présence d'acide sulfurique ou nitrique ainsi que d'humus, ou lorsque les alluvions de la nappe sont elles-mêmes ferrugineuses, comme par exemple le granit, le mica contenant 40% de fer. L'acide dissout le mica et rend l'eau ferrugineuse. Comme ces décompositions chimiques demandent passablement de temps, elles se produisent rarement chez nous, par suite de la vitesse de l'eau. Donc nos eaux ne sont ferrugineuses que lorsqu'elles contiennent des roches ferrugineuses ou lorsqu'elles sont situées sous des tourbières. En principe on évitera de capter de telles eaux, ou, si l'on y est obligé par les circonstances, il faudra, avant leur emploi, prévoir des installations permettant l'élimination du fer.

Les captages d'eau souterraine s'effectuent en général au moyen d'un puits. Le système ancien de puits ordinaire à grand diamètre n'est presque plus utilisé de nos jours, pour

les installations d'eau ; dans la plupart des cas on construira des puits filtrants. Ces derniers sont constitués par un tuyau métallique de 600 à 800 mm. de diamètre, perforé dans sa partie trempant dans la nappe, et entouré d'une couche concentrique de sable filtrant, d'un diamètre variant entre un et deux mètres, suivant le débit que l'on désire obtenir. Le sable filtrant est composé de matériaux absolument propres et choisis d'une façon minutieuse. Le diamètre des grains variera de l'intérieur vers l'extérieur, les petits diamètres, un peu plus gros que les trous du filtre étant appliqués contre ce dernier, les plus gros grains étant de la dimension de ceux contenus dans la nappe.

Le filtre est constitué par des tuyaux en tôle galvanisée de 6 à 8 mm. d'épaisseur, formés par des tronçons de deux mètres environ de longueur. La partie du filtre qui trempe dans l'eau est munie d'une quantité de trous allongés ayant quelques millimètres de diamètre, tandis que la partie supérieure n'est pas perforée. Elle est de plus entourée de terre glaise de façon à empêcher l'eau de surface de pénétrer dans la nappe depuis dessus et à l'obliger ainsi de pénétrer par le bas, tout en s'épurant. (Fig. 1).

Pour confectionner le puits filtrant on commence par creuser le terrain à la pioche, jusqu'au niveau de la première couche aquifère. Dans cette excavation on pose ensuite un tube de sondage du diamètre du puits filtrant. Ce tube est constitué par un tuyau métallique à brides, ces dernières tournées contre l'intérieur. Puis on charge ce tuyau au moyen de très gros poids, douze tonnes de fonte par exemple au puits de Prévondavaux (Renens). En même temps on enlève le sable et le gravier qui se trouvent au milieu du puits tubulaire, ce travail se fait soit au moyen d'un perçet muni de poches, soit et surtout au moyen de pompes à gravier d'un genre spécial (voir fig. 2).

Ces pompes à gravier sont constituées par un tube en acier de 1 m. 50 de longueur et de 0 m. 40 de diamètre, avec piston à l'intérieur. La partie inférieure de l'engin est mobile grâce à une charnière et de plus est munie d'une soupape d'aspiration qui s'ouvre lorsque le piston monte. Ce dernier organe porte lui-même une seconde soupape qui se fermera pendant l'aspiration et s'ouvrira au moment de la descente. La tige du piston se termine à sa partie supérieure par un anneau de suspension permettant l'attache d'une corde qui elle-même

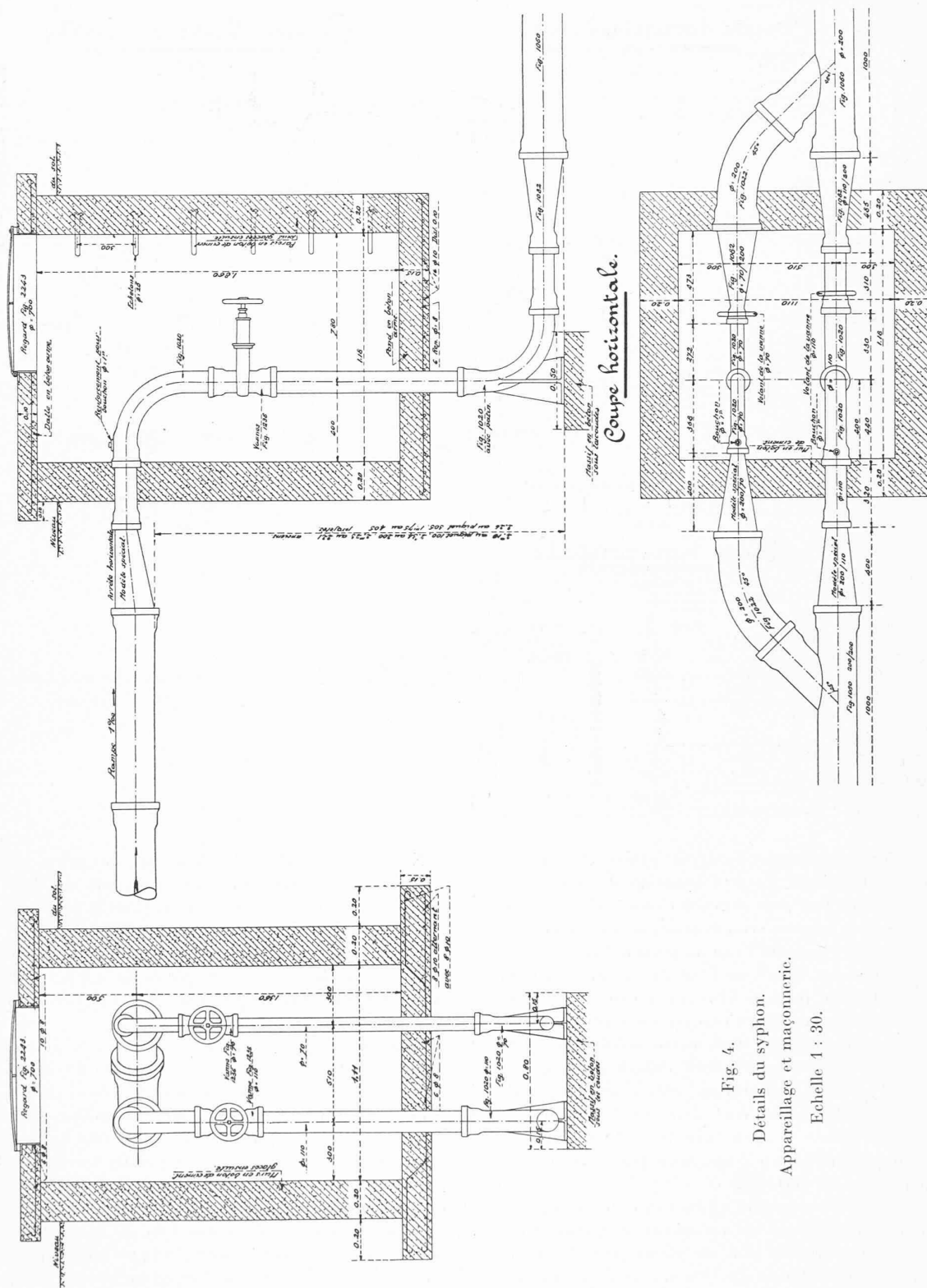


Fig. 4.

Détails du siphon.

Appareillage et maçonnerie.

Echelle 1 : 30.

passer sur une poulie suspendue à une chèvre à trois pieds. La pompe est descendue dans le puits au moyen d'une corde, et une fois que l'appareil repose sur le fond, le piston est retiré rapidement, soit à bras d'hommes, pour la confection de petits puits, soit au moyen d'un moteur pour les installations importantes. Sous l'action de cette aspiration, les matériaux montent dans la partie inférieure de la pompe, et l'eau pénètre dans le corps supérieur, au travers de la soupape du piston, lors de son mouvement descendant. L'opération est répétée

une dizaine de fois, puis la pompe est ramenée au niveau du sol, pour être vidée par sa partie inférieure mobile autour d'une charnière, comme nous l'avons dit ci-dessus. Pour l'exploitation d'autres matériaux que le gravier, c'est-à-dire pour le sable fin, le limon, la glaise et les blocs de rocher, on utilise des appareils semblables à celui-ci, mais légèrement modifiés dans certains détails de façon à les adapter à chacun des cas rencontrés.

La confection du puits avance d'environ un mètre par jour,

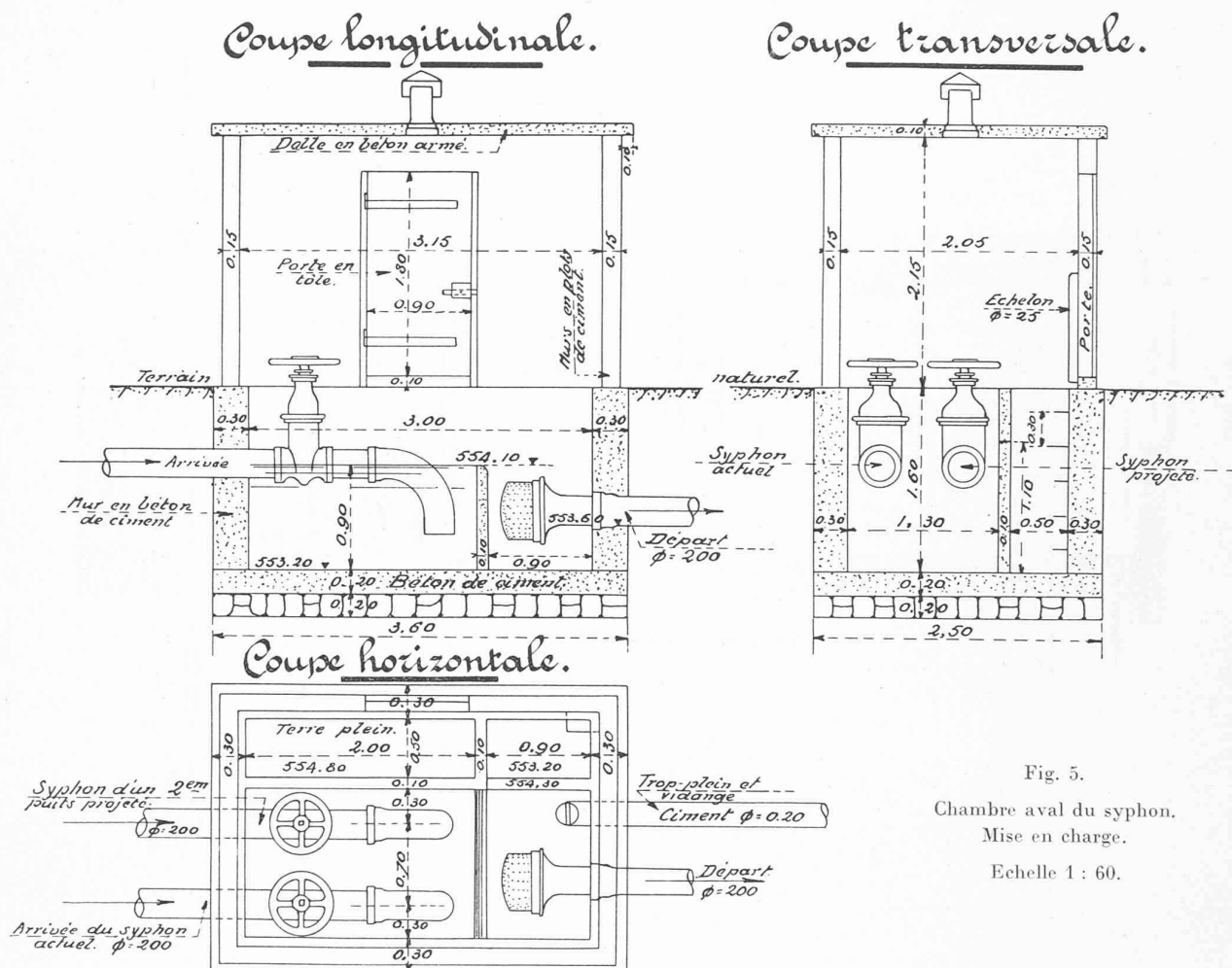


Fig. 5.
Chambre aval du syphon.
Mise en charge.
Echelle 1 : 60.

et l'on peut, si les circonstances l'exigent, atteindre une profondeur de quarante mètres. Le gros avantage de ce système réside dans le fait que l'on peut travailler dans l'eau, tout en conservant toujours le même niveau de la nappe, autrement dit, il n'est pas nécessaire d'évacuer l'eau au moyen d'une pompe.

Après que le tube est arrivé au fond de la nappe, sur la couche imperméable, on place le filtre au milieu, et on commence à le garnir extérieurement au moyen du gravier filtrant. Lorsqu'on a atteint une hauteur d'un mètre environ, on retire le tube de sondage à l'aide d'un treuil, et ainsi de suite, au fur et à mesure que l'on monte, on dévisse ces éléments de tubes de sondage, dont les longueurs sont d'un mètre. Dès que le gravier filtrant est en place et que le tube de sondage est retiré, l'eau souterraine pénètre dans le puits par le bas, puisqu'il n'y a que cette partie qui est perforée.

Suivant que l'eau sera remontée au moyen d'une pompe ou par un syphon hydrostatique on recouvrira la partie supérieure du puits par un regard plus ou moins gros. Avant la mise en service de l'installation on vide encore l'intérieur du puits afin de le nettoyer et de le débarrasser du sable qui s'est infiltré pendant l'exécution des travaux. Pour procéder à ce nettoyage il suffit de pomper une ou deux fois le volume d'eau contenu dans le puits.

Ces puits filtrants ont la propriété d'avoir une très grande surface d'entrée, de sorte que la vitesse de l'eau sera très faible et que le sable en suspension ne sera pas entraîné. Par conséquent ces puits ne s'ensablent pas, même si on soutire un gros volume d'eau de trois mille litres-minute comme c'est le cas par exemple à Gerlafingen.

Nous avons indiqué plus haut que suivant le genre de captage exécuté, l'eau sera sortie du puits de deux manières différentes : soit au moyen d'un syphon hydrostatique, soit au moyen de la pompe.

Le syphon hydrostatique est utilisé lorsqu'on tient à maintenir intacte la cuvette autour de la nappe souterraine, de façon à l'empêcher de se vider. On syphonne donc l'eau par dessus le bord imperméable. La branche ascendante du syphon trempe dans le puits filtrant, sa longueur ne devra pas atteindre dix mètres. Le haut de cette branche ascendante sera coudé à angle droit, mais au lieu de redescendre directement comme c'est le cas d'un syphon ordinaire, la canalisation continuera à monter avec une rampe très faible de un pour mille. A un certain moment les tuyaux sortiront de terre, ou plus exactement arriveront à une profondeur de moins de 0 m. 50 empêchant toute culture. Cet endroit constitue le point haut du syphon, c'est là que l'air en suspension dans l'eau devrait nécessairement s'accumuler et obstruer le libre écoulement. Pour empêcher la formation de ce bouchon, on imprime à l'eau une vitesse suffisante dictée dans chaque cas par l'expérience, vitesse qui a pour effet d'entraîner l'air en suspension et qui, sans cela s'arrêterait en ce point. (Fig. 3).

Afin de réaliser matériellement cette condition, la canalisation qui va sortir de terre est coudée verticalement et ce tronçon qui a environ trois mètres de hauteur, est constitué par des tuyaux d'un diamètre inférieur, calculé de façon à imprimer à l'eau la vitesse plus grande dont il est parlé ci-dessus. Cette partie de l'appareillage constitue le point le plus délicat de l'installation, car il faut s'assurer, par l'emploi judicieux de

pièces spéciales, que le point haut est bien à l'endroit fixé. On ne peut donc pas utiliser les réductions courantes, formant des cônes réguliers, fournies par les fonderies, il faut des pièces spéciales coniques, biaises, avec arrête supérieure horizontale. Le coude à 90° qui forme le point haut de cette partie du tronçon est muni d'un robinet hermétiquement fermé, qui servira à remplir ce tronçon de canalisation, lors d'un nouvel amorçage si un arrêt se produisait pendant que la nappe est basse. Au moyen de deux ou trois chutes, ménagées d'une façon identique, on arrive au point bas du syphon. Ce dernier se termine par un coude à 90°, placé verticalement et trempant dans un bassin rempli d'eau, de façon à éviter la rentrée de l'air. Ce bassin est complété par une chambre de jauge, de trop-plein et de départ, et de là l'eau peut être distribuée par gravité ou par pompage si le réservoir d'alimentation est plus haut. (Fig. 4 et 5).

Dans notre installation de Prévondavaux, les chutes verticales sont simples, mais en réalité, si on veut diminuer considérablement le débit, on ne pourra pas se contenter d'un seul diamètre de canalisation, car ce diamètre est calculé pour laisser passer un seul débit. On dédoublera ainsi les chutes, en prévoyant deux diamètres différents, calculés en général l'un pour écouler le tiers du débit normal nécessaire, l'autre les deux tiers. Lorsqu'on voudra le débit complet, on ouvrira les deux canalisations. Ces chutes verticales sont munies chacune d'une vanne qui permet de régler ces débits.

Le gros avantage de ce système de syphon hydrostatique réside dans le fait que la nappe formant réservoir naturel, on peut soutirer à un certain moment, par exemple en été, plus d'eau que l'apport ordinaire, quitte à restreindre ce débit, pendant les époques où la consommation est moins forte, en hiver par exemple. Ce réglage se fait au moyen de la vanne qui se trouve dans la chambre de mise en charge et qu'il n'y a qu'à fermer plus ou moins.

D'après les expériences faites à Prévondavaux, où l'installation est en service depuis deux ans et demi, nous avons pu constater que le débit du puits unique est de mille litres-minute environ, mais lorsque la nappe est haute et que la pente d'écoulement est par conséquent assez forte, nous avons pu soutirer 2800 litres-minute.

Si les dispositions du captage ou de l'installation ne permettent pas l'emploi d'un syphon, il suffira alors de prévoir au fond du puits ou directement au-dessus de la nappe, un système de pompage qui refoulera l'eau jusque dans le réservoir d'alimentation.

Je ne m'attarderai pas plus longtemps sur ce système puisque vous allez entendre tout à l'heure la voix autorisée d'un représentant d'une maison qui s'est spécialisée dans la construction des pompes.

Note de la Rédaction. — L'auteur fait ici allusion à la conférence de M. Lavanchy, ingénieur, que nous reproduirons.

Turbines Pelton à axe vertical de Maipo.

Tandis que la disposition des turbines Pelton à axe horizontal — et c'est la plus courante — ne se prête pas, pratiquement, à l'alimentation par plus de deux injecteurs, d'où l'obligation fréquente de recourir à des roues multiples, la disposition à axe vertical a l'avantage d'ad-

mettre fort bien quatre jets et de nécessiter un encombrement notablement moindre.

Un exemple intéressant de turbine Pelton à axe vertical est offert par l'installation de Maipo, au Chili, construite pour le compte de la Whitehall Securities Co, Ltd, à Londres, par la maison *Escher, Wyss et C^{ie}*. Cette installation comprendra trois unités développant chacune 17 500 ch sous une chute de 204 m. et à la vitesse de 250 t : min.

Le constructeur de ces machines, au lieu de disposer, selon la pratique suivie naguère, le plan de la conduite d'amenée au-dessus ou au-dessous du plan de la roue, afin de pourvoir au démontage des pointeaux, a fait coïncider ces deux plans et les tiges des pointeaux traversent la conduite d'amenée (fig. 1).

Cette conduite, en forme de spirale, jouant le rôle de support de l'alternateur, la salle des machines n'a plus qu'un seul plancher, disposition qui facilite l'accès et la surveillance des machines et a, en outre, l'avantage de réduire la hauteur de la salle au point qu'on peut se contenter de deux paliers sans risquer d'outrepasser la distance-limite entre ces organes.

Le stator repose sur la conduite spirale par l'intermédiaire d'une chaise dont les évidements donnent accès au palier inférieur de guidage, à la commande du régulateur et au mécanisme de réglage des déflecteurs. Le palier de guidage est aussi proche que possible de la roue et une pompe logée dans le réservoir à huile, et facilement démontable par le haut, pourvoit au graissage des deux paliers. La conduite spirale est munie d'écrans déflecteurs en fonte (voir fig. 1) dont le profil est calculé pour assurer l'évacuation vers le bas de l'eau s'échappant de la moitié supérieure de la roue, la réalisation d'une évacuation sans frottement étant une condition indispensable pour l'obtention d'un rendement élevé. Eu égard à la grande quantité de sable que charrient les eaux des Andes, des mesures spéciales durent être prises pour pourvoir au remplacement rapide des déflecteurs de jets usés et à l'étanchement des joints.

Les quatre pointeaux sont commandés par un servomoteur à huile situé au même niveau qu'eux, tandis que le servo-moteur commandant les déflecteurs est sur un podium où se trouvent aussi les appareils de commande du régulateur et de la vanne sphérique, la pompe à huile et le réservoir d'air comprimé. Cette disposition est nécessitée par le fait que la commande de la pompe à huile et du tachymètre doit être logée au-dessus du palier, mais elle a l'avantage de concentrer le service et la visibilité y gagne à cause de la position surélevée de ces appareils.

La roue motrice, démontable par le bas, à travers une ouverture pratiquée dans le sol de la salle des machines est emmanchée sur l'arbre au moyen d'un cône et pourvue de vingt aubes en acier moulé fixées sur le disque par des boulons coniques. Une colonne implantée dans le puits de la turbine supporte le poids de l'ensemble des organes en rotation.

Déflecteurs, pointeaux et tuyères sont revêtus de