

# Forage d'un puits filtrant

Autor(en): **Lenoir, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **67 (1941)**

Heft 3

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-51316>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

## ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 13.50 francs

Etranger : 16 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 11 francs

Etranger : 13.50 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements  
s'adresser à la librairie  
F. Rouge & C<sup>ie</sup>, à Lausanne.

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. —

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président : M. IMER, à Genève; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte; A. ROSSIER, ingénieur; *Vaud* : MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; EPITAUX, architecte; E. JOST, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. ODIER, architecte; CH. WEIBEL, architecte; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte; R. GUYE, ingénieur; A. MÉAN, ingénieur; *Valais* : M. J. DUBUIS, ingénieur; A. DE KALBERMATTEN, architecte.

RÉDACTION : D. BONNARD, ingénieur, Case postale Chauderon 475, LAUSANNE.

Publicité :  
TARIF DES ANNONCES

Le millimètre  
(larg. 47 mm.) 20 cts.  
Tarif spécial pour fractions  
de pages.

Rabais pour annonces  
répétées.



ANNONCES-SUISSES S.A.

8, Rue Centrale,  
LAUSANNE  
& Succursales.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE

A. STUCKY, ingénieur, président; M. BRIDEL; G. EPITAUX, architecte; M. IMER.

SOMMAIRE : Forage d'un puits filtrant, par P. LENOIR, ingénieur, à Genève. — LES PROBLÈMES DE L'HEURE : Accumulation en été de l'excédent d'énergie pour la production de chaleur en hiver. — Société genevoise des ingénieurs et des architectes : Rapport du président sur l'exercice 1940. — NÉCROLOGIE : Otto-Rudolph Salvisberg. — COMMUNIQUÉ. — SERVICE DE PLACEMENT. — DOCUMENTATION. INFORMATIONS DIVERSES.

## Forage d'un puits filtrant

par P. LENOIR, ingénieur, à Genève<sup>1</sup>.

Le forage d'un nouveau puits filtrant demande des travaux préparatoires d'ordre hydrologique tout d'abord, puis d'ordre constructif et mécanique. L'intervention d'un géologue est indispensable dans le choix de l'emplacement; ses connaissances fixeront la profondeur et l'épaisseur de la couche aquifère qui donneront une première orientation sur la capacité du futur puits.

S'il existe un ou plusieurs puits dans le voisinage, et dans un terrain que l'on a des raisons de croire analogue à celui du forage envisagé, quelques essais de pompages seront utilement entrepris dans ces puits pour déterminer le coefficient de perméabilité du terrain.

Ce coefficient s'exprime au moyen de la formule :

$$K = \frac{Q \log R - \log r}{\pi (H^2 - h^2)}$$

dans laquelle  $Q$  représente le débit

du pompage,  $R$  la distance d'un puits d'observation voisin de l'axe du puits de pompage,  $r$  le demi-diamètre de ce puits,  $H$  l'épaisseur verticale de la partie saturée de la couche aquifère,  $h$  l'épaisseur verticale de la partie saturée réduite par l'abaissement consécutif au pompage. Thiem (Leipzig) a établi une formule analogue pour exprimer le coefficient de perméabilité d'un terrain.

<sup>1</sup> Compte-rendu de la conférence faite à Genève devant les membres de la Section genevoise de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, le 5 décembre 1940. Les clichés des figures 2 à 11 ont été mis à notre disposition par la Société suisse de l'Industrie du gaz et des eaux dont le « Bulletin » a publié, en 1938 déjà, une description détaillée du forage dont il est fait mention ici et qui fut exécuté sous la direction de l'auteur par la Société des Eaux de l'Arve. (Réd.)

$$K = \frac{527.7 Q \log \frac{a_1}{H(S-s_1)}}{H(S-s_1)}$$

(voir fig. 1) qui a l'avantage de ne

pas faire entrer le diamètre du puits comme facteur, ce que nous croyons plus juste. A défaut de puits existants pour cette auscultation, il sera utile d'établir quelques forages de prospection que l'on disposera sur des lignes s'écartant radialement du puits de pompage et qui permettront en premier lieu de déterminer avec exactitude le sens de la pente du niveau statique de la nappe souterraine.

Ayant alors fixé provisoirement les principales caractéristiques des dimensions du nouveau forage à entreprendre, on en déduira facilement (d'après la courbe de rendement établie) l'abaissement de niveau résultant du pompage de la quantité d'eau escomptée. Cette quantité et cet abaissement probable vont guider l'entreprise dans le choix de la forme à donner au nouveau puits.

Faut-il d'emblée opter pour un grand ou un petit diamètre du cuvelage filtrant? L'opinion des praticiens

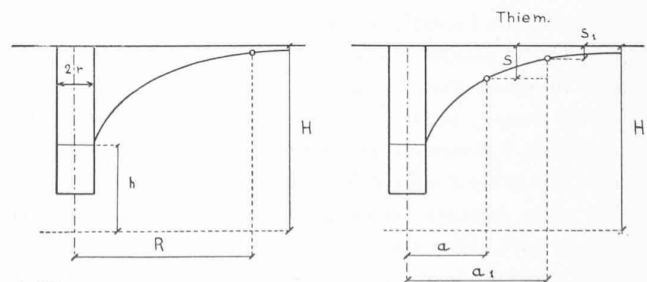


Fig. 1. — Perméabilité d'un terrain, déterminée par essai de pompage.

diverge déjà sur ce premier point. D'après nos expériences, la capacité d'extraction d'un puits dépend en toute première ligne du coefficient de perméabilité du terrain, et subsidiairement du coefficient de filtrage des parois formant ce puits. Sa capacité n'augmente pas proportionnellement au diamètre. En passant de 30 cm de diamètre à 1 mètre, la capacité n'augmente que de 13 %. Il est toutefois bien évident que la puissance spécifique d'un puits d'un large diamètre sera apparemment bien plus grande que celle du terrain avoisinant, et ceci faussera l'observation faite au début du pompage sans attendre la stabilisation de tout le régime souterrain à son état d'équilibre.

Choisissons donc un diamètre du cuvelage filtrant aussi petit que possible, mais suffisamment large, cependant, pour y introduire, par la suite, les organes mécaniques du pompage. Fonçons ce cuvelage aussi profondément que possible dans le terrain aquifère de manière à bénéficier de toute la puissance (*Mächtigkeit*) de la nappe souterraine.

Avant de faire le choix définitif des mécanismes de pompage futurs, il sera indispensable d'effectuer un essai préalable. Cet essai aura d'autant plus de valeur qu'il atteindra les quantités dont on escompte l'exploitation future. Prévoyons donc les dimensions du forage de manière à pouvoir aisément y installer les organes de ce pompage d'essai. Ce ne sont donc plus les considérations purement hydrologiques qui nous guident dans le choix de la forme à donner au futur puits filtrant, mais bien des conjonctures d'exploitation.

L'essai de pompage n'aura pas seulement une valeur quantitative sur le volume d'eau extrait, ou l'abaissement consécutif du niveau, mais aussi qualitative ; durant l'essai, de nombreux prélèvements seront chimiquement et bactériologiquement analysés en même temps que les températures relevées avec précision. De futures communications développeront l'importance de ces derniers points.

Les organes mécaniques du pompage projeté sont eux-mêmes fonctions des caractéristiques du puits. Pour le débit recherché, si l'abaissement dépasse certaines limites, ils devront pouvoir s'y adapter. Excluant l'ancienne, mais fidèle, pompe à piston, n'envisageons que la pompe moderne, centrifuge ou à hélice. Jusqu'ici, la pompe centrifuge a rendu de tels services et sa construction a été tellement améliorée par les spécialistes que l'exploitant la considère comme « normalisée » c'est-à-dire pouvant être interchangeable, réparée et révisée avec le plus de facilité, même par un personnel non spécialisé. Cette pompe normalisée s'exécute sous bien des formes diverses, axes horizontaux ou verticaux, à un ou plusieurs étages, basse ou haute pression, avec toute la gamme des vitesses de rotation requise. C'est de cette pompe que notre premier désir de simplification d'exploitation nous incitera en premier lieu à faire choix. Le plus souvent, elle nous permettra d'y accoupler un moteur « normal » aussi, que nous trouverons sans peine dans les stocks des constructeurs électriciens. Si le

refoulement de cette pompe centrifuge est pour ainsi dire illimité, il n'en est pas de même de son pouvoir d'aspiration dont la limite se fixe autour de 7 mètres. C'est là qu'est le point délicat de son adaptation à notre nouveau puits filtrant.

Si, coûte que coûte, nous voulons faire usage de cette pompe centrifuge « normale » il faudra chercher à installer sa fondation aussi près que possible du niveau de la nappe souterraine, voire même, si faire se peut, au-dessous de ce niveau. La limite de la capacité du puits sera dès lors fixée par l'abaissement du niveau dans ce puits. Au delà de 7 m d'abaissement, la pompe désamorçera. C'est dans cette circonstance que les constructeurs sont venus au secours des exploitants en établissant leurs divers types de pompes de forage immergées : d'emblée, le corps de la pompe se trouve à plusieurs mètres sous le niveau statique de l'eau. On comprendra tout de suite les avantages qui résultent de ce fait. Deux types principaux de pompes immergées sont maintenant (« normalement » aussi) construits : l'un comporte un moteur de commande au-dessus de la surface de l'eau, à l'air libre, avec liaison par arbre vertical de transmission d'une longueur pour ainsi dire illimitée, jusqu'à la pompe. L'autre immerge le moteur lui-même, qui fait corps avec la pompe.

De toutes ces considérations mécaniques, on a donc pu déduire quelles seraient les dimensions de diamètre du forage projeté. La profondeur, elle, sera, nous l'avons dit, aussi grande que possible ; sa limite sera soit la couche de terrain imperméable formant la base de la nappe aquifère... soit, plus prosaïquement, le prix d'établissement ! Car il faut envisager que les frais d'un forage ne croissent pas seulement en fonction de la profondeur, mais en fonction d'une puissance  $n$  de cette profondeur !

Quels sont les moyens de creuser le forage et futur puits dans un terrain aquifère ? Ce terrain se trouve être généralement un mélange de graviers et sables d'alluvions, de caractère essentiellement meuble, ce qui n'exclut pas certains horizons de dépôts argileux, compacts (poudingue), sédiments ou même de gros blocs monolithes. Il faut les traverser et en déranger le moins possible la structure, de manière à laisser au terrain toutes ses qualités filtrantes. Le simple creusage, sans étayage, au moyen d'un appareil mécanique quelconque, s'il a souvent été pratiqué avec succès à des profondeurs réduites, paraît n'offrir que peu de sécurité eu égard aux nécessités ci-dessus. La précaution la plus élémentaire commande de faire suivre immédiatement le creusage par un étayage rationnel, c'est-à-dire par un cuvelage approprié des parois du fonçage.

Ce cuvelage de fonçage peut être de conceptions diverses : en béton, en tôle de fer, en éternit, en bois. Il peut être prévu pour être utilisé comme caisson pneumatique ; on peut vouloir le faire descendre par son propre poids ou le forcer par des moyens mécaniques.

D'autre part, il peut être prévu comme étant un cuvelage provisoire, ou bien être d'emblée le cuvelage définitif.

Voici, à titre documentaire, dans quelles conditions fut établi un nouveau puits filtrant destiné à pouvoir débiter 200 l/sec.

L'emplacement désigné est une région boisée assurant une zone de protection étendue, en surface. En profondeur, l'avant-terrain de 18 m environ d'épaisseur pour atteindre la cote (connue d'avance) de la nappe phréatique, assure un parfait filtrage aux eaux de ruissellement locales.

On commença donc par creuser dès la surface du sol une fosse circulaire de 4,50 m de diamètre et d'une profondeur de 2,50 m. Dans cette fosse, à l'aide d'un coffrage métallique intérieur, et boisé sur charpente métallique à l'extérieur, fut coulé et pervibré un premier élément de cuvelage en béton armé dosé à 300 kg avec une granulométrie appropriée à l'étanchéité nécessaire à cet ouvrage. A la partie inférieure de ce cuvelage se trouve un anneau métallique tranchant faisant office de couteau pour l'enfoncement dans le terrain au fur et à mesure du creusage. Le travail de creusage à la pelle se poursuit en même temps que s'enfonce le cylindre de béton rehaussé d'un nouvel élément. Dans l'armature du cuvelage se trouve déjà inclus mais repliés les fers destinés à l'escalier hélicoïdal intérieur futur. A l'extérieur un badigeonnage de goudron assure encore l'étanchéité.

Quinze jours après le début des travaux, à 18 m de profondeur par rapport à la surface du terrain, la pioche du terrassier décelait la présence de la surface de la nappe phréatique (fig. 2). Le travail à la main se trouve ainsi terminé et les moyens mécaniques entrent en service pour le travail d'extraction des matériaux dans le terrain aquifère. L'outil principal de creusage dans l'eau est la pompe à gravier, cylindre métallique fortement protégé par une charpente de fer, portant à sa base un large clapet à deux volets s'ouvrant de bas en haut (fig. 3). Dans le cylindre un piston dont la tige représente le seul point d'attache de tout l'appareil au câble du treuil de commande. Le piston lui-même muni de clapets. Descendu dans l'eau jusqu'au fond du forage, reposant sur le gravier du sol, le piston se trouvant en bas de sa course, cette pompe est brusquement remontée par l'appel



Fig. 2. — Avant-puits terminé, premier contact avec la surface de la nappe phréatique.

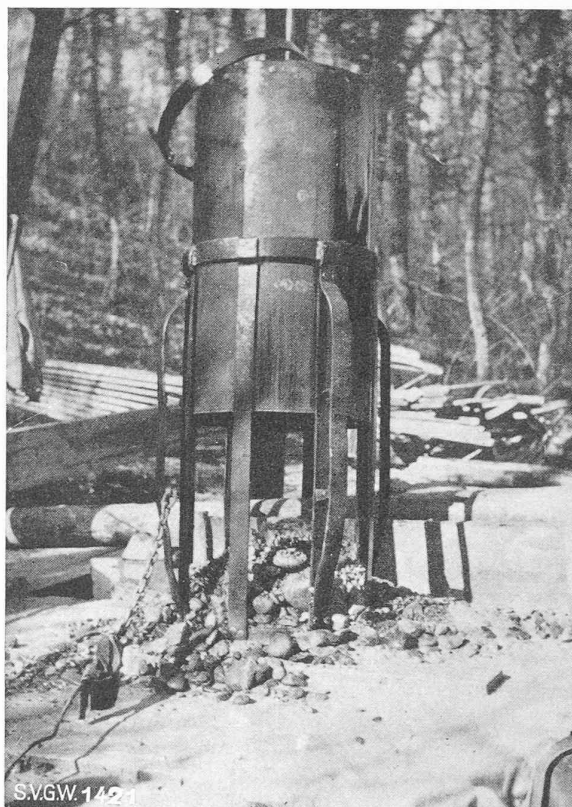


Fig. 3. — Pompe à gravier, ouverte pour l'extraction des matériaux.

du câble moteur : le piston se déplace en premier lieu, créant un vide dans lequel se précipitent au travers du clapet inférieur l'eau et les matériaux entraînés. Aussitôt amorcée, la remontée est interrompue, puis reprise, et ainsi plusieurs fois de suite. Finalement, la pompe tout entière est amenée à la surface du sol où le cylindre est dégagé de la base, livrant d'abord passage à un torrent d'eau. On dégage ensuite les matériaux solides, sables, graviers divers. Le va-et-vient de la pompe, sa descente jusqu'au fond du puits, sa vidange, nécessitant chaque fois le démontage, sont des opérations longues et répétées, aussi l'avancement du creusage varie-t-il entre 20 cm et 1 m par jour selon la nature du terrain rencontré.

Cette pompe a besoin d'un guidage dans sa descente au travers du terrain, en même temps que celui-ci demande un étayage en raison même de la nature du gravier filtrant imprégné d'eau, essentiellement meuble.

Il est donc dressé sur le sol même de l'avant-puits sept éléments de cuvelage en tôle de fer de 1500 mm de diamètre, de 2 m de hauteur chacun, représentant une hauteur totale de 14 m. Les joints de ces éléments sont particulièrement étudiés pour pouvoir assurer, indépendamment de leur solidité, des surfaces sans aucune aspérité, à l'intérieur, de manière à éviter l'accrochage de la pompe à gravier, et à l'extérieur pour ne pas entraver le libre glissement du cuvelage contre le terrain. (fig. 4.)

La pompe à gravier se met en action et, proportionnellement aux matériaux enlevés, le cuvelage s'enfonce



Fig. 4. — Mise en place des éléments du premier cuvelage de diam. 1500 mm.

petit à petit. Son propre poids y agit tout d'abord, les violents chocs aussi que l'on produit en laissant retomber la pompe à gravier sur la partie supérieure préalablement pourvue d'un plancher volant facilement manœuvrable. On l'y force finalement, au moyen de vérins hydrauliques s'appuyant sur un étau de bois épais, solidement serré. Tous ces moyens restent inefficaces, la pompe elle-même ne ramenant aucun matériau lorsque le forage cherche à traverser des couches homogènes de graviers compacts, le poudingue.

Il faut alors trépaner et émietter ce poudingue au moyen d'un outillage dont la forme, l'emploi et l'utilisation varient en fonction de la nature même de ces couches de terrain. Le trépan dont nous utilisons de préférence les services a un poids d'environ 250 kg en fers profilés, terminés à leur base d'une croix en acier doux. Ce briseur, tout en restant amarré au câble, est lâché en descente libre par un brusque et complet débrayage du treuil. Si ce trépan est insuffisant, il ne reste que la cartouche de dynamite, par exemple dans le cas de très gros blocs monolithes, voire d'un tronc d'arbre ; mais l'explosion peut devenir très préjudiciable à la structure du terrain, occasionnant par la suite des éboulements.

Le cuvelage de diamètre 1500 mm peut ainsi descendre de 10 m environ, puis on introduit par télescopage un nouveau cuvelage de 15 m et qui réussit à prolonger le forage d'environ 9 m. Il faut alors télescoper un troisième cuvelage de 1000 mm de diamètre, dont la hauteur totale est d'environ 35 m. Ce cuvelage a pu être descendu de près de 12 m donnant ainsi une hauteur totale de plus de 30 m au forage à proprement parler, c'est-à-dire dans la couche de graviers aquifères.

La figure 5 indique le schéma de l'ouvrage arrivé à ce point d'avancement. On y remarque que l'avant-puits en

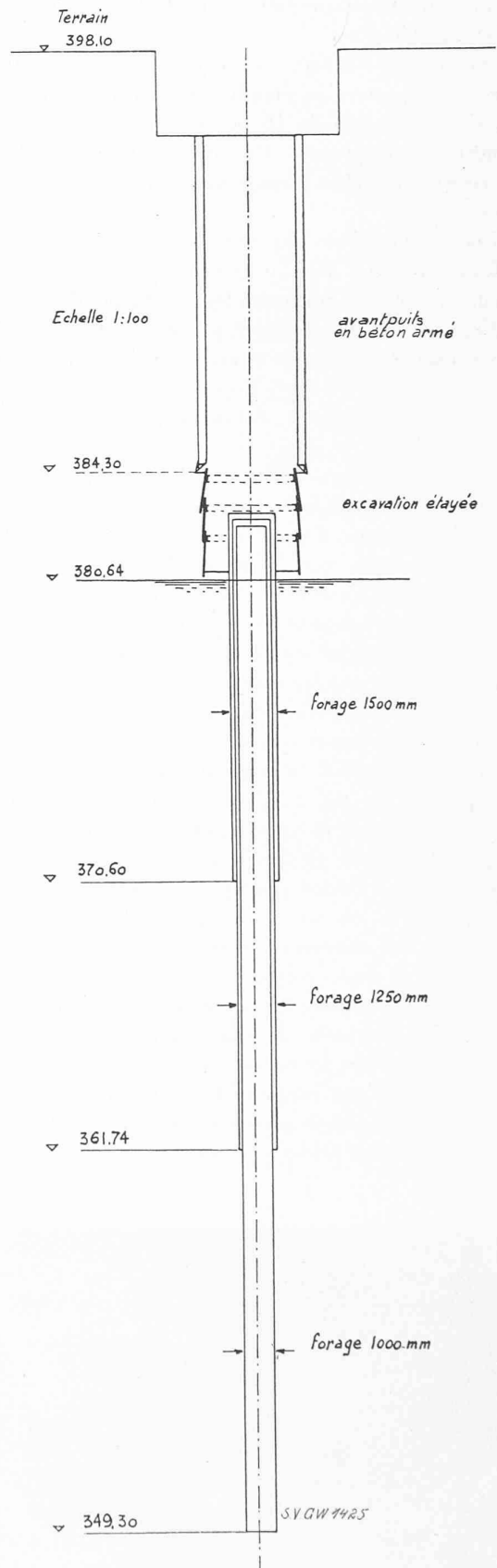


Fig. 5. — Schéma de l'ouvrage en cours d'exécution.



Fig. 6. — Cuvelage perforé, en acier inoxydable.

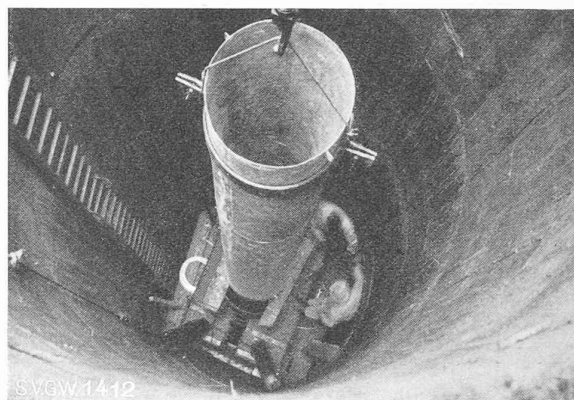


Fig. 7. — Mise en place du cuvelage définitif.

béton armé n'a pas été poussé jusqu'à la surface même de l'eau, mais qu'il a été provisoirement étayé et boisé sur les quatre derniers mètres de manière à donner la latitude d'établir éventuellement une chambre de pompage à ce niveau. Les trois tubages concentriques et télescopés sont en place et le forage proprement dit est terminé.

La traversée des 32 m de graviers aquifères nécessita un travail de 46 jours.

Le cuvelage définitif est formé de trois éléments soudés les uns aux autres : la partie basse, tout d'abord, composée d'un élément avec fond, en acier inoxydable de 4 mm d'épaisseur, perforé de nombreux mais petits orifices, sur 10 m de hauteur, et 600 mm de diamètre (fig. 6), prolongée de 4 m au même diamètre en tôle galvanisée de 5 mm d'épaisseur, non perforé. Puis un cône de raccordement de 50 cm de hauteur s'attachant vers le haut à un nouveau tube de tôle galvanisée de 5 mm d'épaisseur et de 800 mm de diamètre sur 16,80 m de hauteur.

Les éléments de ce cuvelage sont soudés les uns aux autres au fur et à mesure de leur mise en place dans le puits au moyen d'une soudure autogène au bronze, selon un brevet spécial qui a la propriété d'étamer les surfaces dont la haute température de la flamme ferait fondre la couverture zinguée (fig. 7).

Le cuvelage de filtrage, mis en place, il s'agit maintenant de retirer les trois cuvelages dit de forage, opération délicate dont on redoute à l'avance les difficultés imprévues tels que des effondrements de terrains ou des ruptures d'amarrages. Le plus petit cuvelage est en premier lieu solidement amarré par l'étau en bois sur lequel travailleront les vérins hydrauliques. En outre, on fixe des palans à ce même étau. Puis, à l'aide d'un tube de petit diamètre, avec entonnoir, on verse le gravier filtrant destiné à remplir l'espace libre entre le cuvelage définitif et les cuvelages de forage. Ce gravier, de 5 à 10 mm de diamètre, est soigneusement claié, de manière qu'aucun grain ne puisse passer au travers des orifices perforés du tube filtrant. Il est entièrement lavé avant sa mise en place et nettoyé de toutes parties végétales ou étrangères qu'il peut contenir ; dans ce but, il s'est révélé pré-

férable d'avoir recours à du gravier de carrière, plutôt que de rivière.

Au fur et à mesure de ce remplissage (dont on connaît par calcul, exactement le volume) on retire le cuvelage de forage, élément par élément, en commençant, comme relaté ci-devant, par le plus petit diamètre.

Finalement, vers la fin de l'enlèvement du dernier cuvelage et à quelques mètres sous la surface de l'eau, on remplace le gravier de remplissage par une glaise compacte de manière à éviter les amenées d'eau supérieures vers le bas en longeant l'extérieur du tubage. Enfin, un lit de gravier supérieur achève provisoirement la tête du puits (fig. 8).

L'essai de pompage, dont les résultats doivent permettre de tirer les conclusions concernant le choix de la pompe future, demande l'installation provisoire au fond de l'avant-puits de l'appareillage volumineux nécessaire.



Fig. 8. — Au fond de l'avant-puits, fouçage et cuvelage terminés. Sous la surface visible, une eau limpide de 30 m. de profondeur est prête à l'exploitation.

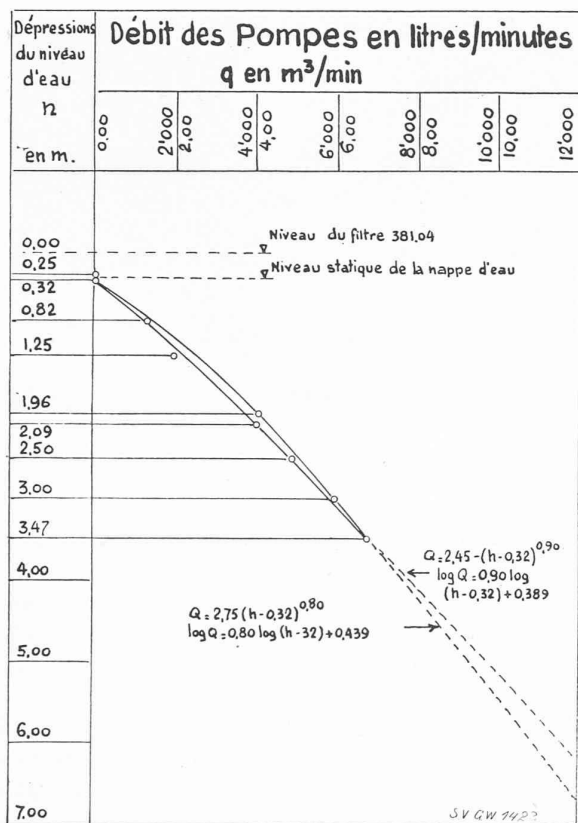


Fig. 9. — Diagramme de rendement du puits.

Deux pompes centrifuges avec moteurs, tuyaux d'aspiration et de refoulement furent aménagés dans ce but. De ces essais fut tiré la courbe de rendement représentée à la figure 9. La partie la plus intéressante de la courbe ne put malheureusement être qu'extrapolée mais ces indications sont suffisantes pour déterminer le type de pompe qui sera installée en vue de l'exploitation continue.

Cette pompe verticale, dite de forage, à hélice, est représentée par la figure 10. C'est une pompe basse pression (hauteur d'élévation manométrique, environ 20 m), par conséquent une pompe à un seul étage. La courbe caractéristique des puissances absorbées par cette hélice en fonction des débits est malheureusement une ligne à peu de chose près horizontale. Or, le débit qui sera demandé à cette pompe sera extrêmement variable; il sera, dans la journée d'une moyenne de 7000 litres-minute, tombera dans la nuit à 4000 litres-minute environ, pour atteindre en été des pointes diverses de 10 000 litres-minute. Le réglage du débit ne peut donc se faire par l'ouverture ou l'étranglement d'un vannage sans entraîner une perte considérable d'énergie. De la variation de la vitesse, par contre, on obtiendra toute la courbe des débits avec un rendement d'environ 80 %.

L'entraînement de la pompe se fait donc au moyen d'un moteur triphasé shunt à collecteur dont le décalage des balais fait varier la vitesse entre 900 et 1500 t/m. L'enroulement primaire est logé dans le rotor; trois bagues le raccordent au réseau. Dans les mêmes enco-

ches, au-dessus de l'enroulement à bagues, se trouve un enroulement à collecteur. Sur le collecteur, deux ponts de balais mobiles l'un par rapport à l'autre, prennent la tension de réglage qu'ils transmettent à l'enroulement statorique. Pour faire varier la vitesse, on déplace simultanément les deux ponts de balais en sens contraire.

Le nouveau puits est destiné à alimenter un puisard pour les pompes haute pression refoulant l'eau dans le réseau de distribution. La consommation du réseau étant extrêmement variable, l'alimentation du puisard doit suivre ces constantes variations.

Un dispositif de réglage automatique comporte un flotteur dans le puisard. Les mouvements de ce flotteur sont transmis par un émetteur à basse tension à l'appareil récepteur commandant le servo-moteur de décalage des balais. Toute variation de 5 cm du niveau du puisard donne immédiatement lieu à un nouveau décalage des balais du moteur, donc à une vitesse nouvelle de la pompe à laquelle correspond le débit exigé pour l'équilibre du nouveau puisard.

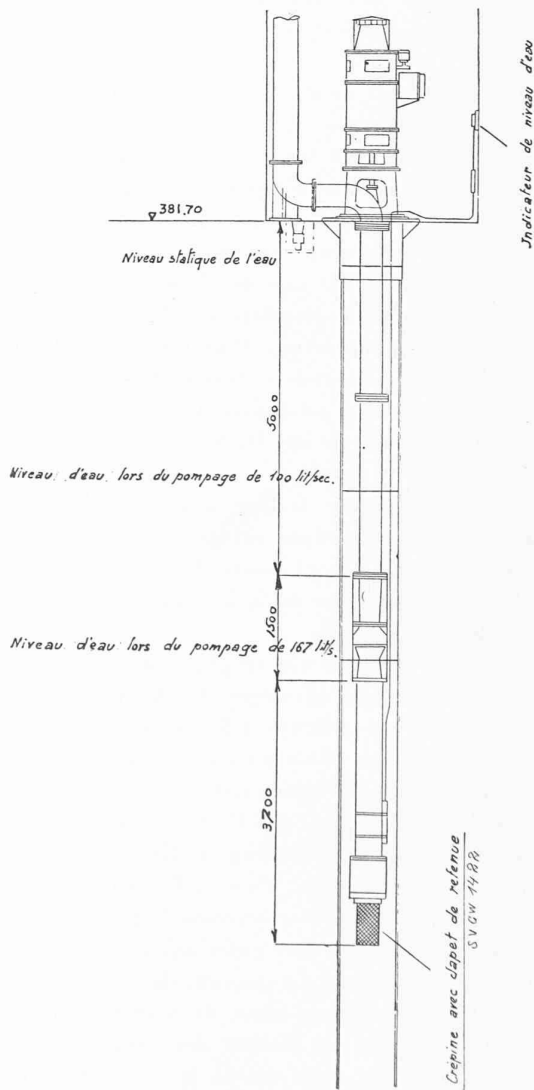


Fig. 10. — Pompe et moteur d'entraînement, au fond de l'avant-puits.

LES PROBLÈMES DE L'HEURE

# Accumulation en été de l'excédent d'énergie pour la production de chaleur en hiver.

M. A. Spørli, *publie sous ce titre dans le Bulletin de l'Association suisse des electriciens, une note que nous jugeons opportun de reproduire partiellement ici. L'auteur ne partage pas le point de vue de M. Seehaus, tel qu'il a été exposé dans le Bulletin précité et dans nos colonnes (« Chauffage hivernal à l'aide d'énergie estivale », Bulletin technique 1940, p. 263) ; il en explique les raisons et préconise d'autres mesures, principalement une utilisation plus généralisée des chaudières électriques en été dans l'industrie. (Red.)*

## Accumulation de l'excédent d'énergie sous forme de chaleur dans les réservoirs.

L'accumulation de chaleur dans de grands réservoirs isolés au liège est possible avec un rendement acceptable pour l'accumulation. Les pertes par refroidissement sont relativement d'autant plus faibles que le réservoir est grand. Le calcul d'une telle installation montre que la quantité de matériel nécessaire et la dépense sont prohibitives. Par exemple, admettons que des 400 millions de kWh non utilisés pendant l'été 1939 nous ayons voulu en accumuler 350 millions. Il faudrait construire dans les différents centres de consommation (régions à forte densité de population) des réservoirs d'une capacité totale de 3,7 millions de m<sup>3</sup>. En tenant compte de la forme la plus propice pour de tels réservoirs et que chacun d'eux ait une capacité de 3000 m<sup>3</sup> (selon les besoins de chaleur, plusieurs réservoirs pourraient être groupés), il faudrait 157 000 t de tôle. Si l'on admet un prix de 650 fr. par tonne brute et 1000 fr. par tonne de tôle travaillée (montage y compris) cela représente une dépense de 157 millions de francs. Dans ce total ne sont pas compris les frais d'isolement thermique des réservoirs, des fondations, d'achat du terrain, de l'installation du chauffage électrique. Estimons que ces différents postes augmentent la dépense de 20 à 25 %. Les frais seraient encore plus élevés si l'on construisait les réservoirs en béton. Si l'on tient compte du rendement de l'accumulation et du transport de l'énergie (le premier étant de 80 % d'après Seehaus) on dispose sur place de 200 × 10<sup>9</sup> kcal, ce qui correspond à une économie de 39 000 t de charbon par année, soit un peu plus de 1 % de notre importation annuelle.

Etant donné les frais élevés d'installation, ce projet paraît irréalisable au point de vue économique.

## Accumulation sous forme de combustible économisé.

Si l'accumulation directe sous forme de chaleur n'est pas possible, il existe toutefois un autre moyen d'utiliser tout l'excédent d'énergie d'été des centrales suisses, même un multiple de sa valeur actuelle, et de disposer de son équivalent en charbon pour le chauffage en hiver. Ce moyen consiste à transformer l'énergie en chaleur et, au lieu d'accumuler cette dernière, de l'utiliser tout de suite dans des usines qui emploient en été de grandes quantités de charbon pour produire la chaleur dont elles ont besoin. Mettre cette idée en pratique de façon que tout l'excédent d'énergie électrique dont nous disposerons en 1941 soit déjà utilisé est une néces-

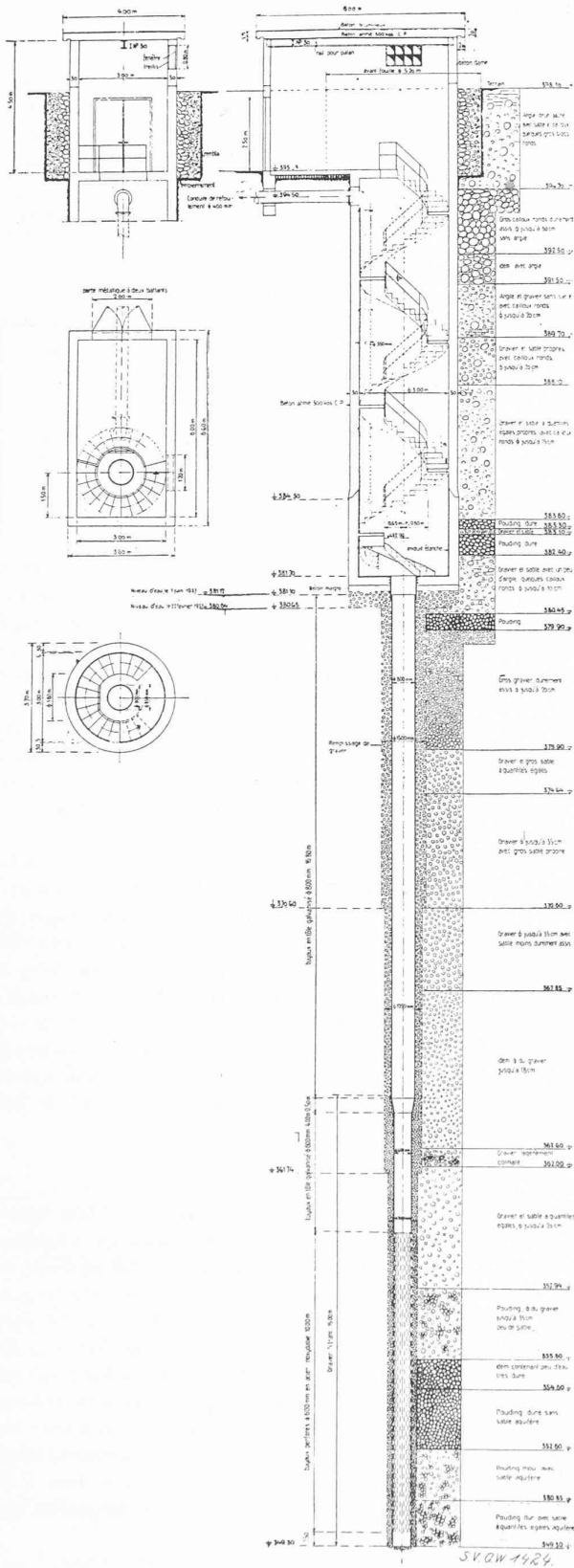


Fig. 11. — Coupe et vue d'ensemble.