Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 95 (1969)
Heft: 26

Artikel: Un nouveau puits de captage profond à Troinex près de Genève
Autor: Amberger, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-70261

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: 16.07.2025

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

UN NOUVEAU PUITS DE CAPTAGE PROFOND À TROINEX PRÈS DE GENÈVE [1]

par G. AMBERGER, Dr ès sc., géologue cantonal

1. Etudes préliminaires

Depuis 1963, l'Etat de Genève a repris l'étude détaillée des eaux souterraines du canton, afin de pouvoir prendre les mesures de protection nécessaires avec la plus grande efficacité possible.

Les travaux se sont déroulés de la façon suivante :

1.1 *Cadastre des sondages*

Les données existantes, sur les forages, sondages et puits exécutés dans la région, ont été réunies pour être étudiées en détail par l'auteur. (Total actuel : 1650 protocoles classés.)

Les résultats des premières campagnes de prospection géophysique ont également été rassemblés. En nous basant encore sur des études hydrogéologiques plus anciennes, d'A. Favre (1878) et de E. Joukowky (1941), nous avons pu ainsi rédiger une première carte hydrogéologique du canton. Ce document a été utilisé pour déterminer les zones les plus favorables où de nouvelles recherches devaient être entreprises. Nous décrirons plus particulièrement ici celles exécutées dans la partie sud-est du canton où a été édifié le puits de Troinex. La même technique de prospection a été naturellement appliquée à l'ensemble du canton.

1.2 *Etude géophysique*

Dans la zone située entre l'Arve, le frontière française et la colline de Bernex, la maison Géotest S.A. a exécuté, en 1965, 80 sondages géoélectriques par la méthode Schlumberger, sur une surface de 10 km² environ (fig. 1). La longueur maximale *AB* de la ligne d'émission de courant était comprise entre 400 à 1000 m.

Ces sondages ont été exécutés en deux phases de 40 mesures, séparées par une période de trois mois durant laquelle les entreprises Stump S.A. et Swissboring S.A. ont foré des sondages mécaniques, entièrement carottés, dont les données ont servi au calage des interprétations géophysiques. Malgré le recouvrement épais du terrain aquifère variant de 40 à 100 m, nous avons ainsi obtenu une précision satisfaisante, confir-

[1] Exposé présenté à la réunion du 2 mai 1969 de la *Société suisse de mécanique des sols et de travaux de fondations.*

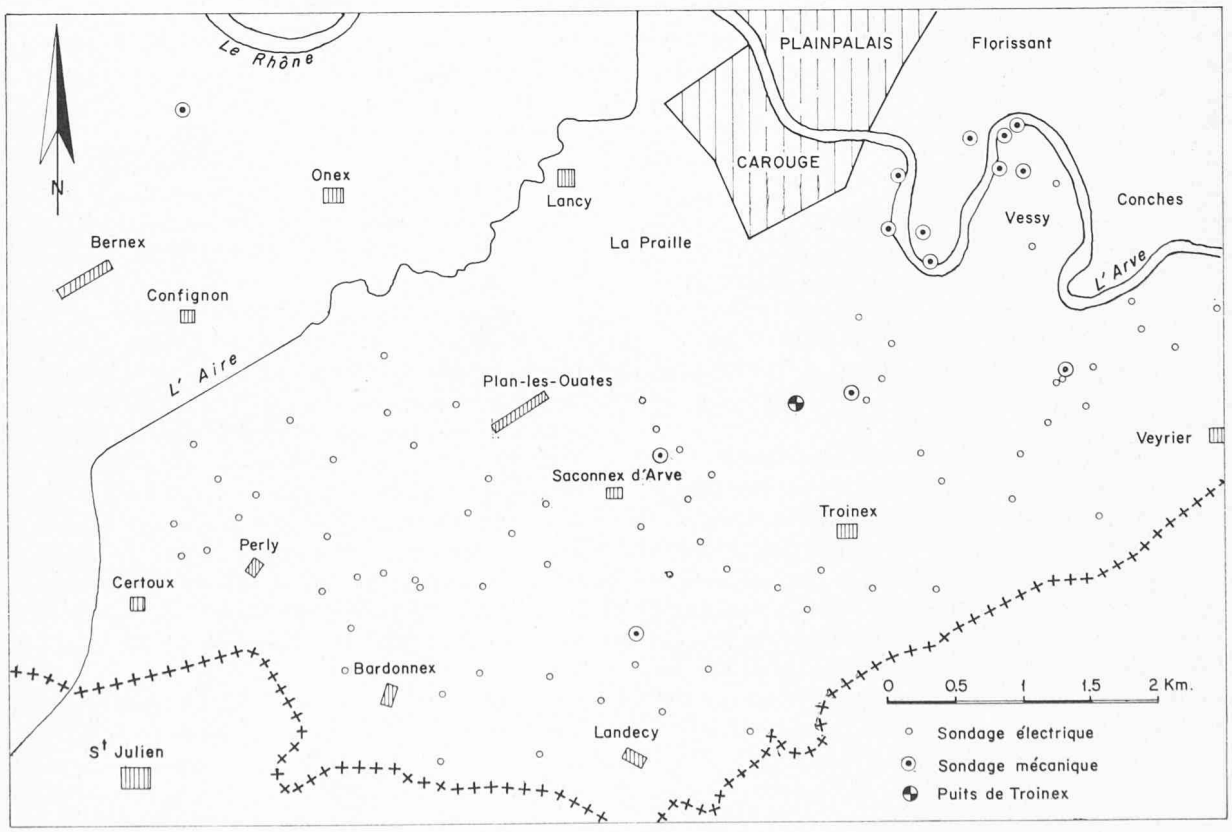

Fig. 1. — Situation des sondages électriques et mécaniques.

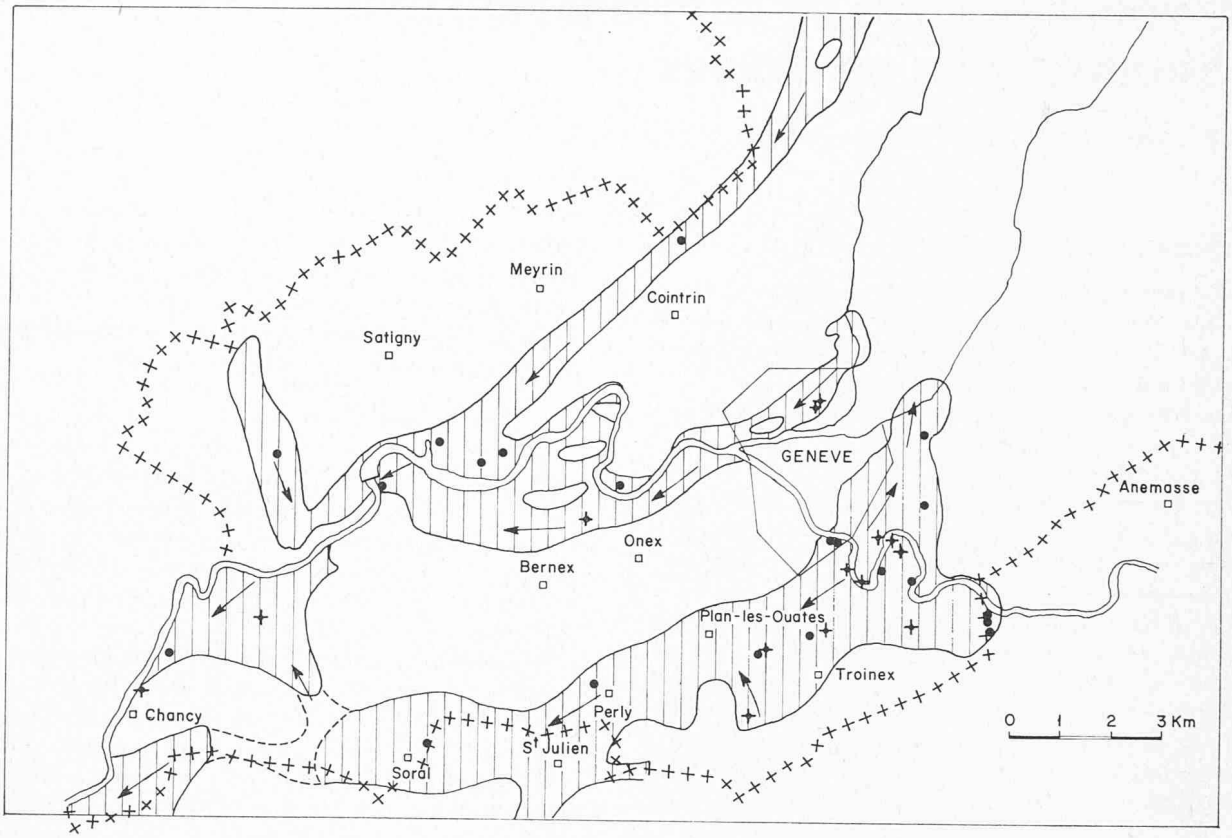

Fig. 2. — Carte schématique des nappes souterraines.

mée par l'exécution de sondages ultérieurs et du nouveau puits, sans investissements excessifs. La carte hydrogéologique actuelle du canton a pu alors être rédigée sous une forme qui ne demandera à l'avenir que des modifications locales de détail. La figure 2 en donne un aperçu très simplifié.

1.3 *Sondages de petits diamètres*

La forte épaisseur des terrains de couverture nous a empêchés, pour des raisons financières, de procéder à l'étude hydrogéologique directe de l'aquifère par puits de pompage et piézomètre. Il a fallu mettre au point une technique moins onéreuse, permettant le passage ultérieur direct aux puits d'exploitation. A titre d'exemple, nous décrirons le sondage 1333 exécuté près de Troinex (fig. 3).

Foré en rotation à sec, avec carottage continu, il a atteint une profondeur de 123 m. Des échantillons remaniés et intacts dans les zones argileuses ont été prélevés à intervalles réguliers et confiés pour étude à MM. P. & C. Dériaz, géotechniciens. Nous avons en effet essayé de tirer le maximum de renseignements de ces ouvrages, tant au point de vue hydrogéologique que géotechnique. Dans l'aquifère, les perméabilités ont été déterminées par deux méthodes : études granulométriques interprétées par les formules de Schlichter (fig. 4), et essais d'injection d'eau, type Lefranc, interprétés par les formules de Gilg & Gavard. L'expérience nous a montré que la première était de loin la plus satisfaisante dans notre aquifère d'origine morainique. A Troinex, par exemple, la moyenne des perméabilités sur 15 échantillons, multipliée par l'épaisseur de la nappe, donne un chiffre pour la transmissivité trois fois plus faible que celui obtenu lors des essais de pompage sur le puits définitif ($T = 3{,}2\ 10^{-1}$ m²/s). Par contre, les essais Lefranc donnent des valeurs 100 à 1000 fois trop faibles.

En fin de forage, avant l'extraction du tubage, l'ouvrage a été équipé d'un piézomètre de 68 m de longueur où les niveaux sont contrôlés deux fois par mois, de plus il a servi de point d'observation pour les essais de pompage du puits.

Le sondage 1333, donne un bon aperçu de la coupe hydrogéologique du canton de Genève. A la base, l'imperméable est formé de moraine limono-sableuse rissienne reposant sur la molasse oligocène.

L'aquifère principal se trouve dans le faciès graveleux de la base de la moraine würmienne. Dans la région, cet aquifère s'étend des Eaux-Vives à Soral sur une distance horizontale de 15 km. Sa largeur varie de 1,5 à 3,0 km. L'épaisseur moyenne de la nappe est de 20 m, atteignant un maximum de 40 m dans la partie axiale. En 1968, divers services publics suisses et français ont prélevé 12,5 millions de m³ d'eau potable dans cet aquifère.

En surface, le gravier est recouvert par des argiles et limons argileux à cailloux de la moraine würmienne, sauf en bordure de l'Arve et du Rhône où ce terrain affleure. Ces deux cours d'eau alimentent de façon principale nos nappes. Les infiltrations directes des eaux météoriques ne représentent qu'un très faible pourcentage du bilan hydrique total.

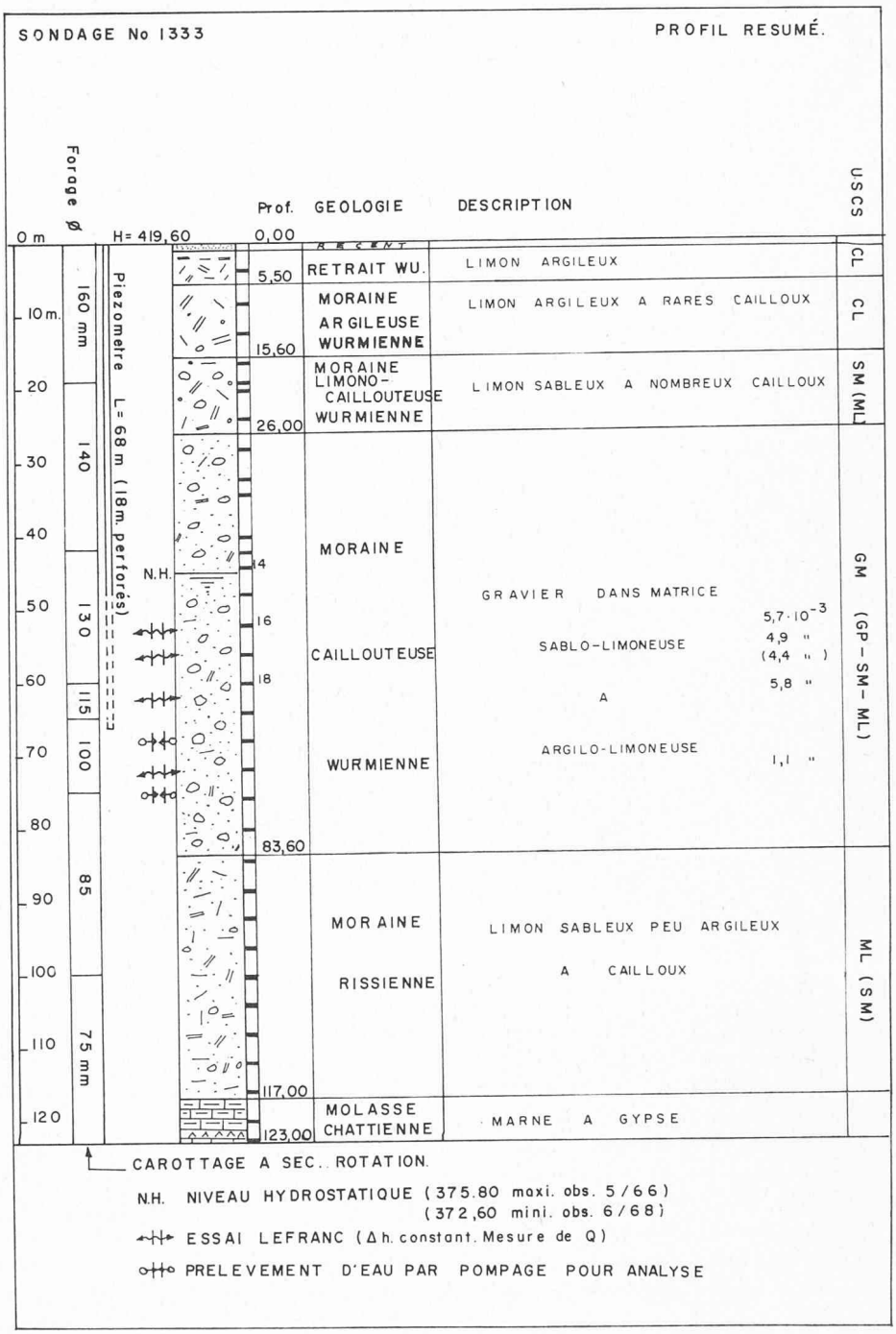

Fig. 3. — Sondage de Troinex. Profil résumé.

2. Fonçage de l'ouvrage, essais et constatations

2.1 *Fonçage*

Sur la base de la carte hydrogéologique du canton, la direction du Service des eaux des Services industriels de Genève a décidé, en 1967, de foncer un nouveau puits près de Troinex, en bordure de la route cantonale, au lieu dit *Bellavista*. Les travaux ont été confiés à l'entreprise Gardiol S.A. de Genève, et exécutés durant l'hiver 1967-68. A l'aide d'une benne preneuse à commande électrohydraulique Cella, dont la vitesse d'avancement dans nos terrains glaciaires est nettement plus favorable que celle des bennes mécaniques (type hammer-grab), des tuyaux de pousse-tubes en ciment, d'un diamètre intérieur de 1500 mm, ont été havés jusqu'à 43 m de profondeur, niveau de la nappe à cette époque. Sous nappe, l'entreprise Gardiol a employé une technique nouvelle pour le canton de Genève dans le domaine du captage. La benne a travaillé sous bentonite, sans cuvelage provisoire pour retenir le gravier aquifère. L'imperméable rissien a ainsi été atteint à 80,30 m, conformément aux prévisions et le fonçage terminé à 80,50 m (fig. 5). Sous bentonite toujours, le cuvelage définitif en acier revêtu de « rilsan », perforé de 67,0 à 79,5 m, d'un diamètre de 800 mm a été mis en place.

L'espace annulaire 800-1450 mm a reçu un garnissage de gravier rond, lavé (20-30 mm).

Entre le premier et le second essai de pompage, dont nous reparlerons plus bas, une déformation en forme d'étoile à quatre branches a été constatée dans le cuvelage en acier, par un scaphandrier autonome, puis par une caméra de télévision, à 72 m de profondeur.

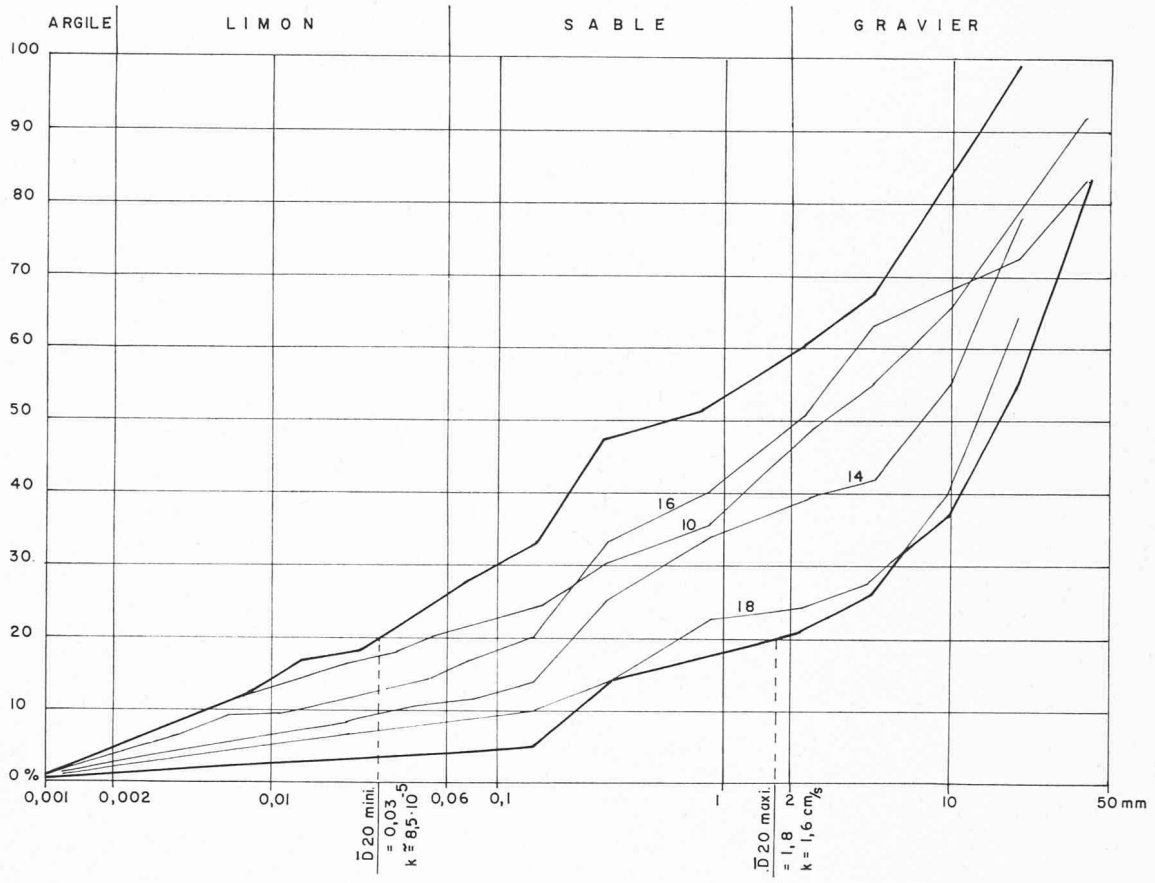

Fig. 4. — Sondage de Troinex. Analyses granulométriques.

MM. P. & C. Dériaz ont analysé par calcul les diverses poussées des terres naturelles (gravier aquifère) ou artificielles (gravier de garnissage « lubrifié » par bentonite) pour chercher à expliquer ces déformations. Les résultats sont nettement inférieurs aux contraintes admissibles sur le cuvelage et l'origine exacte du phénomène observé n'a pas été élucidée. L'ouvrage a été renforcé par un tubage de 790 mm dans la partie aveugle, et de 400 mm dans la partie perforée, le nouvel espace annulaire ainsi créé étant garni de gravier grossier 60-100 mm.

2.2 *Essais de pompage*

A partir du 28 mai 1968, le puits a été mis une première fois en production avec une pompe immergée Pleuger, d'un débit maximum de 120 l/s pour un refoulement de 60 m environ. Les mesures de niveau avec enregistrement continu étaient assurées par un appareil électronique Helios dans le puits. Les débits étaient contrôlés par un diaphragme avec également enregistrement continu des données.

Au piézomètre existant, distant de 330 m, les mesures se faisaient de point en point avec une sonde à contact électrique, la synchronisation temps, importante pour l'interprétation ultérieure par la méthode de Theis, étant assurée par liaison radio.

Les premières constatations furent assez étonnantes. Les abaissements dynamiques dans le puits étant beaucoup plus élevés que ne les prévoyaient nos calculs basés sur les données de perméabilité du sondage de reconnaissance et celles du puits de Saconnex-d'Arve où un essai de pompage avait pu être suivi de façon détaillée par notre Service l'année précédente. Les interprétations, par la méthode d'approximation semi-logarithmique de Jacob, des abaissements en fonction du temps, dans le puits ou dans le piézomètre, donnaient des valeurs totalement différentes pour la transmissivité.

Après deux mois de travail, avec divers débits, ainsi que des mises en service soit par paliers soit directement au maximum de la pompe, les essais devaient être interrompus. Nous nous sommes alors trouvés devant le problème de déterminer si ces abaissements trop élevés dans le puits étaient dus à une variation brusque et locale de la perméabilité naturelle, ou si l'accès de l'eau dans l'ouvrage était réduit par des restes de bentonite.

Afin de trancher la question, et après les opérations de renforcement décrites plus haut, une deuxième série d'essais de pompage a eu lieu de janvier à mars 1969. Une pompe Pleuger immergée, de 300 CV, pouvant atteindre un débit de 320 l/s, a été utilisée.

D'autre part, des piézomètres ont été battus dans le gravier de garnissage afin de pouvoir déterminer les niveaux dynamiques à l'intérieur et à l'extérieur du cuvelage. Nous avons ainsi pu constater que, pour un débit de 180 l/s et une durée de pompage de une heure, les abaissements ne dépassaient pas 1,8 m à l'extérieur du cuvelage tout en pouvant atteindre 15,0 m à l'inté-

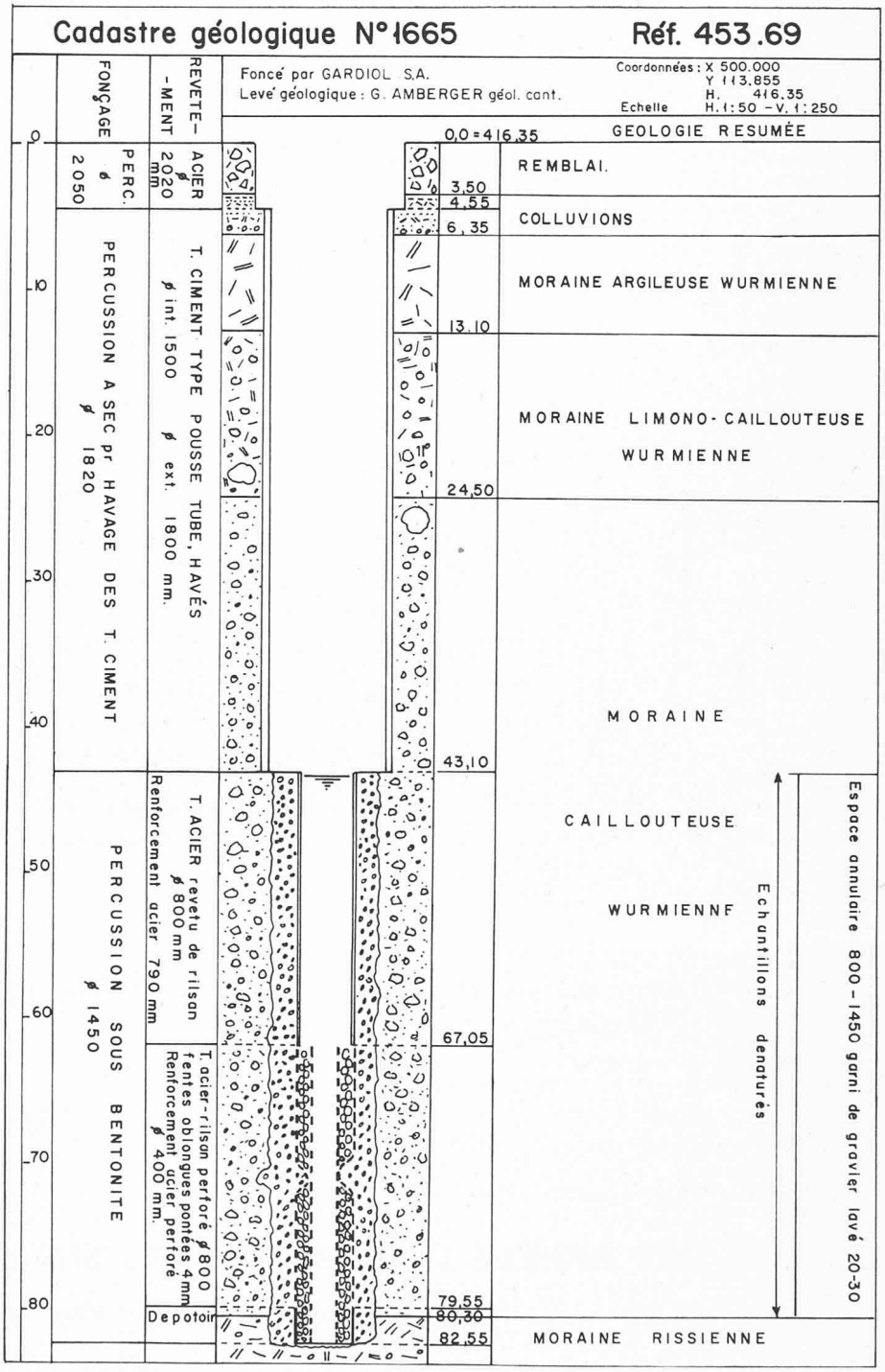

Fig. 5. — Puits de Troinex. Equipement et résumé géologique.

rieur. Nous étions donc bien en face de pertes de charge anormales dans la zone annulaire du puits et la bonne transmissivité du terrain naturel se trouvait confirmée.

Ces phénomènes de colmatation du filtre devinrent de plus en plus graves. Les courbes d'abaissement en fonction du temps des 16 et 17 janvier (fig. 6) le montrent particulièrement bien. Le second essai a dû être interrompu pour permettre à l'entreprise de battre plus profondément les tubes piézométriques dans le gravier de garnissage. Trois tubes parvinrent ainsi respectivement à 25, 31 et 39 m sous le sommet du cuvelage métallique. Les pompages ont ensuite été exécutés avec insufflation d'air comprimé dans les tubes, le plus profond étant de plus maintenu en vibration par un marteau pneumatique fixé à son sommet. La turbidité de l'eau pompée nous a montré alors l'efficacité de ce procédé. Le puits a repris après ce traitement des caractéristiques proches de la normale comme le montre la courbe d'abaissement du 25 février. Il a enfin été possible de travailler en marche continue durant une quinzaine de jours, sans que les phénomènes de colmatation ne réapparaissent.

Le puits de Troinex-*Bellavista* pourra donc recevoir un équipement définitif d'un débit maximal de 200 l/s.

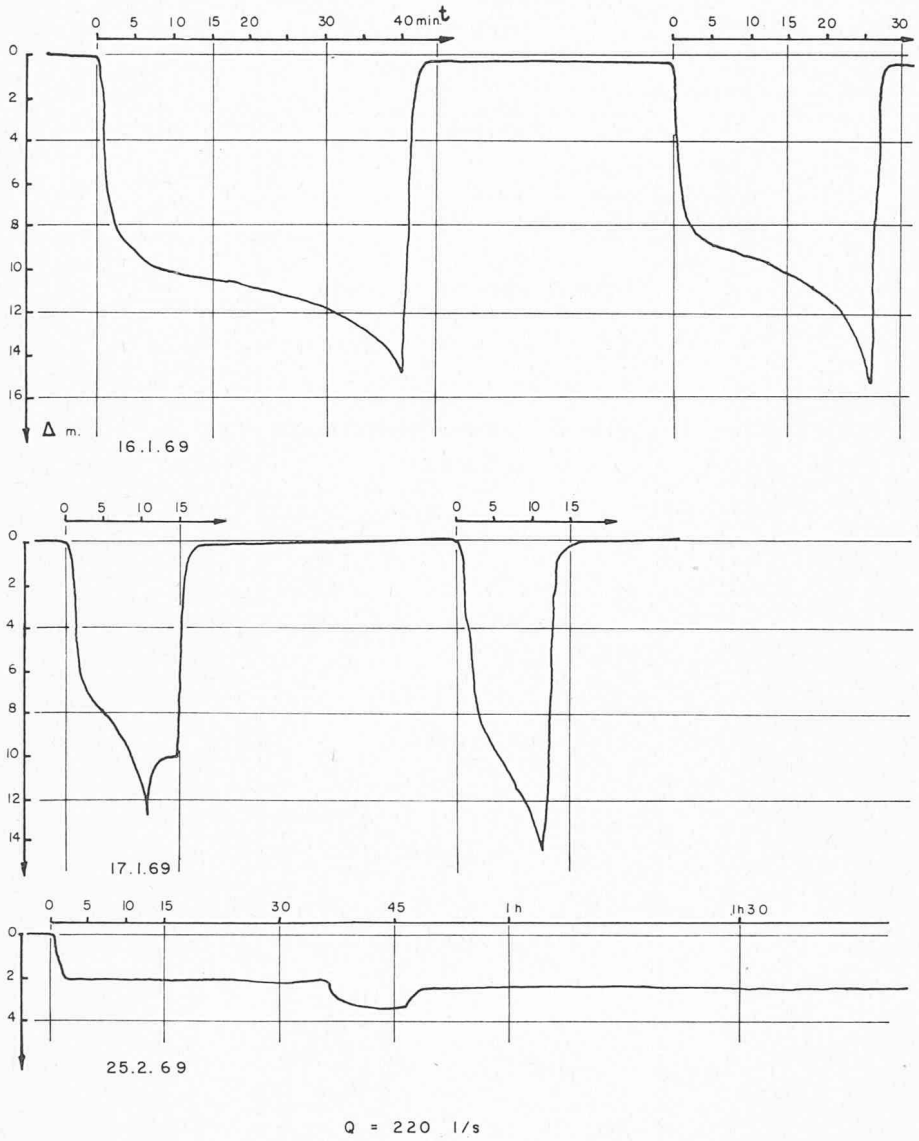

Fig. 6. — Essais de pompage. Courbes $Q = f(t)$.

3. Conclusions

Le cas précis qui vient d'être exposé, permet de tirer des conclusions sur un plan plus général. L'évolution actuelle de la technique montre que même dans le domaine des eaux souterraines les problèmes ne sont plus du ressort d'un seul spécialiste. Il faudra de plus en plus faire appel à des groupes de travail comportant par exemple, pour les eaux souterraines, des hydrogéologues, hydrauliciens, géophysiciens, géotechniciens, chimistes et bientôt également électroniciens pour l'utilisation des simulateurs analogiques.

Pour terminer, je me permettrai de remercier ici MM. les conseillers d'Etat F. Peyrot et G. Duboule, grâce à la compréhension desquels l'étude des eaux souterraines du canton de Genève a pu parvenir à son stade de développement actuel. J'exprimerai également ma reconnaissance à M. E. Debonneville, directeur du Service des eaux, qui nous a réservé le meilleur accueil dans ses ouvrages et chantiers de captage ou d'étude des eaux souterraines.

Adresse de l'auteur :

G. Amberger, Service géologique du Cadastre,

Case postale 36, 1211 Genève 8.

LES PROCÉDURES DES APPELS D'OFFRES EN SUISSE [1]

par WALTER KNOBEL, ingénieur dipl. EPFL, adjoint I au Service fédéral des routes et des digues, Berne

Trois partenaires bien distincts ont généralement à collaborer pour la réalisation d'une construction : le maître de l'ouvrage en sa qualité de mandant (client), l'ingénieur ou l'architecte responsable de l'étude du projet, enfin l'entrepreneur chargé de son exécution. Cette disposition permet un partage clair des rôles et responsabilités réciproques, dans le cadre des contrats respectifs passés entre les parties.

Le Code fédéral des obligations fait la distinction entre deux types de contrats : le mandat, liant le maître de l'ouvrage et le bureau d'ingénieurs ou d'architectes d'une part, et le contrat d'entreprise, qui confie les travaux à l'entrepreneur, d'autre part. Complétant en quelque sorte les règles du droit privé, les normes de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) fixent la doctrine générale ou servent de modèle, contribuant ainsi à éviter une trop grande diversité des conventions particulières. Rappelons que les normes des associations professionnelles n'ont pas force de loi ; elles ne sont donc applicables entre les parties que s'il en a été convenu ainsi dans le contrat.

Par procédures d'appels d'offres, on entend les formes de mise en soumission et d'adjudication aboutissant au contrat d'entreprise, c'est-à-dire à la remise des travaux de construction à l'entrepreneur. Avant de procéder à cette mise en soumission, le maître de l'ouvrage aura donc à préparer un dossier complet appelé bases de soumission ou dossier d'appel d'offres, dont la précision et la qualité sont importantes pour une bonne marche des travaux.

[1] Cet article a également paru dans le nº 3/1969 de la *Revue économique franco-suisse*, éditée par la Chambre de commerce suisse en France.