

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural  |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF) |
| <b>Band:</b>        | 77 (1979)   |
| <b>Heft:</b>        | 9   |
| <b>Artikel:</b>     | Le relevé du forage des Portes des Chaux  |
| <b>Autor:</b>       | Miserez, A.   |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-229701">https://doi.org/10.5169/seals-229701</a>   |

### 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:** 23.01.2026

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

### 3. Le cas particulier de la vallée de La Brévine

Nous avons vu que les fermes des parties rurales des montagnes neuchâteloises sont alimentées par des citernes.

Le Dr André Burger, auteur de plusieurs études hydrogéologiques du canton, imagina de procéder à des forages verticaux et horizontaux pour capter l'eau accumulée dans le fond des Hautes Vallées.

Sous la quasi-totalité du canton de Neuchâtel, à une profondeur variant de 600 à 800 mètres, se trouve une couche imperméable: l'Argovien (marnes) dont l'épaisseur moyenne est de 200 m.

Ces marnes imperméables sur lesquelles reposent les calcaires karstiques du Séquanien mais surtout du Kimmeridgien forment dans les vallées du Jura et plus particulièrement dans celle de La Brévine, une sorte de cuvette (ou de chéneau) dans laquelle l'eau s'accumule.

On compte que l'eau, qui remplit les espaces libres de la masse calcaire, représente 1 à 2 litres par  $m^3$  de roche.

Dans un parallélépipède karstique théorique de 10 km de longueur, sur 1 km de largeur et 300 m d'épaisseur, on disposerait d'une masse d'eau (également théorique) de 6 millions de  $m^3$  (si on admettait une contenance de 2 litres d'eau par  $m^3$  de roche).

La tentation était donc forte, pour le géologue, d'aller chercher l'eau dans les profondeurs du sol, soit par des forages verticaux, soit par des galeries horizon-

tales partant du fond de vallées voisines. Encore faut-il, lors du forage, traverser des parties de roches, riches en cavités et en fissures.

Monsieur A. Burger eut la main heureuse. Après quelques tentatives et surtout à la suite d'observations et d'études très soigneuses de 1960-1965, il fixa deux emplacements définitifs pour les forages d'essais (qui allaient devenir plus tard des forages d'exploitation):

- un forage en bordure même du village de La Brévine (No 1 sur la carte);
- un autre aux Portes-des-Chaux (No 2 sur la carte).

*Le forage d'essai de La Brévine ( $\varnothing 70$  mm)* atteignit la profondeur de 450 mètres. Pendant de longs mois il permit l'alimentation d'une citerne communale au village même de La Brévine, à raison de 70 litres par minute.

En 1970, le puits proprement dit fut foré jusqu'à 167 m (dont 120 m de  $\varnothing 35$  cm). Une pompe immergée tout au fond permet de puiser 250 litres/minute en période d'étiage.

Le niveau d'eau de la nappe se trouve à environ 40 m sous la surface du sol.

*Le forage dit des Portes des Chaux* prit une toute autre allure.

Désireux d'en savoir plus, sur les caractéristiques des roches traversées, que par le prélèvement de simples cartes de 70 mm de  $\varnothing$  (comme cela s'était fait à La Brévine) Monsieur Burger imagina de forer un puits vertical de grand

diamètre, puisque que les circonstances et surtout les contacts avec un entrepreneur audacieux (pour ne pas dire inconscient) transformèrent en une galerie oblique.

Cette galerie fut creusée jusqu'à une profondeur de 135 m sous un angle de 60°. Elle se prolongea horizontalement sur environ 120 m de longueur avec quelques petites galeries latérales.

Il se révéla indispensable pour la mise en valeur de cette galerie oblique d'en faire un relevé très précis. La partie horizontale qui sert de réserve d'eau a également été levée.

Le présent article sert d'introduction à la présentation des travaux de levés opérés par l'Institut de Géodésie & Mensuration de l'EPFL sous la direction du professeur Alphonse Miserez que nous profitons de remercier vivement pour sa précieuse collaboration.

Precisons, avant de lui laisser la plume, que le forage en question s'est révélé être une opération dangereuse, très coûteuse, pleine d'imprévu.

Ces travaux ont été considérés comme des travaux de recherches scientifiques (d'où leur coût!) et ils ont permis la collaboration heureuse d'équipes pluridisciplinaires de plusieurs régions du pays.

Adresse de l'auteur:  
A. Jeanneret, Chef du Service des améliorations foncières, Rue du Château 19,  
CH-2001 Neuchâtel

## Le relevé du forage des Portes des Chaux

A. Miserez

*Nach einer kurzen Beschreibung der Schachtbohrung der Portes des Chaux weist der Verfasser auf einige Schwierigkeiten und Besonderheiten vermessungstechnischer Aufnahmen hin, unter Zuhilfenahme des nordweisenden Kreisels für die Fassung von Grundwasser im Neuenburger Jura.*

### Introduction

En automne 1978, M. A. Jeanneret, Chef du Service des améliorations foncières et de l'aménagement du territoire du Canton de Neuchâtel, demandait à l'Institut de Géodésie et Mensuration de l'EPFL de participer au relevé du forage des Portes des Chaux. Nous devions constater, après une brève visite du chantier, que l'entreprise comportait des difficultés certaines et qu'elle n'était pas totalement dépourvue de risque. Mais le défi que présentait ce mandat par rap-

port à nos travaux habituels nous engageait à répondre favorablement à la demande qui nous était adressée.

Il s'agissait avant tout de vaincre les difficultés liées à la nature des lieux (pente, obscurité, humidité, boue), et de garantir, pour un coût raisonnable, une précision devant permettre

- d'étudier en détail l'équipement technique du forage
- de reporter correctement l'ouvrage sur le plan cadastral
- d'assurer la possibilité de forer éventuellement, en cas d'éboulement dans la galerie d'accès, un nouveau puits pour atteindre les pompes immergées qui seront installées à 130 m au-dessous de la surface du sol.

### Description du forage

La première partie du forage des Portes des Chaux est constituée par une galerie d'accès de 150 m de longueur in-

clinée à 190% en moyenne et dont la section mesure environ 1,7 m  $\times$  1,7 m. Elle est équipée d'une voie décauville et un funiculaire de chantier permet de descendre jusqu'à une profondeur de 135 m.

Sur quelque 85 m, la pente de cette galerie est assez régulière (environ 150%), son tracé presque rectiligne et la voie du funiculaire est posée à même le rocher. On rencontre ensuite une nette rupture d'inclinaison et d'alignement. Sur une dizaine de mètres, la galerie a dû être complètement bétonnée à cause d'une poche de boue. La section circulaire n'a plus que 1,2 m de diamètre et la pente est de 200%. Enfin, dans un troisième tronçon, on retrouve pratiquement les mêmes caractéristiques que celles du premier. Le radier est toutefois bétonné et la pente plus forte encore atteint 270%.

La galerie d'accès débouche dans une



Fig. 1 Le wagonnet du funiculaire et la pompe pour l'évacuation de l'eau au bas de la galerie inclinée.

chambre souterraine où l'on se tient aisément debout. Dans sa deuxième partie, le forage se poursuit horizontalement par 120 m de galeries de drainage comportant deux embranchements principaux et quelques petites excavations perpendiculaires aux tracés.

Hautes de deux mètres et larges de 1,5 mètre en moyenne, ces galeries de drainage permettent de se déplacer facilement. Elles récoltent l'eau souterraine et fournissent un débit moyen de 350 litres/minute. Une pompe provisoire assure l'évacuation de l'eau captée en la refoulant jusqu'au haut de la galerie

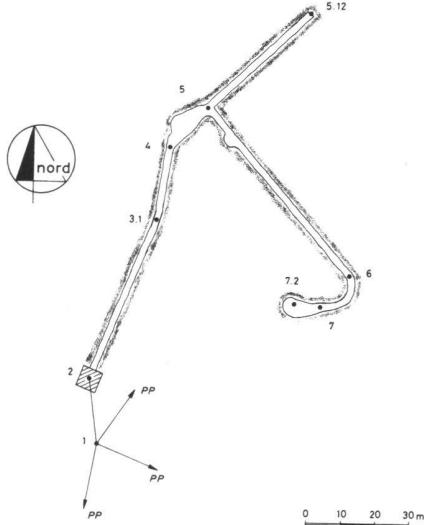


Fig. 3 Croquis de situation du forage

d'accès. On peut ainsi travailler dans le forage avec seulement les pieds noyés!

#### Le relevé

A cause des changements de pente et de direction, il était évidemment impossible de voir depuis le haut jusqu'au bas de la galerie d'accès. Comment réaliser alors le rattachement en coordonnées entre la surface du sol et le fond du forage? Construire un échafaudage au principal changement de pente et de direction, c'est-à-dire dans une partie très inclinée et la plus étroite de la galerie d'accès, était a priori trop difficile et trop coûteux. Et d'ailleurs, comment réaliser une «construction» devant permettre d'y installer un opérateur avec son théodolite et d'assurer encore le libre passage du funiculaire?

Après quelques essais, nous avons réussi à repérer deux endroits (No 2 et 4

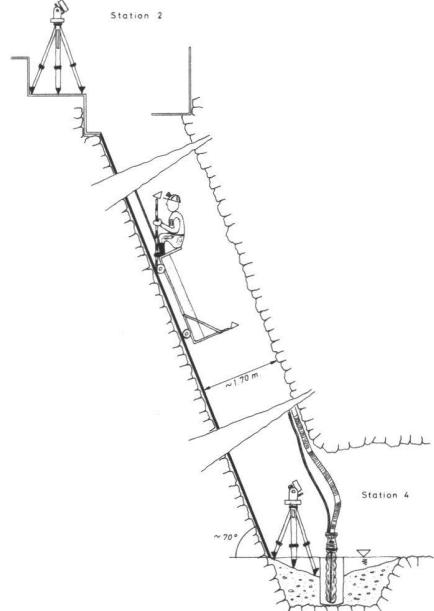


Fig. 4 Relevé des détails de la galerie inclinée

sur les figures 2 et 3) au sommet et au bas de la galerie inclinée, depuis lesquels il est possible de voir la calotte du tronçon complètement bétonné sur presque 2 mètres. Nous avons alors fixé en calotte deux prismes GDR 31 distants de 1 mètre sur leur flasque de centrage à l'aide de supports à brides, supports habituellement utilisés pour la pose de conduites électriques. Les deux prismes

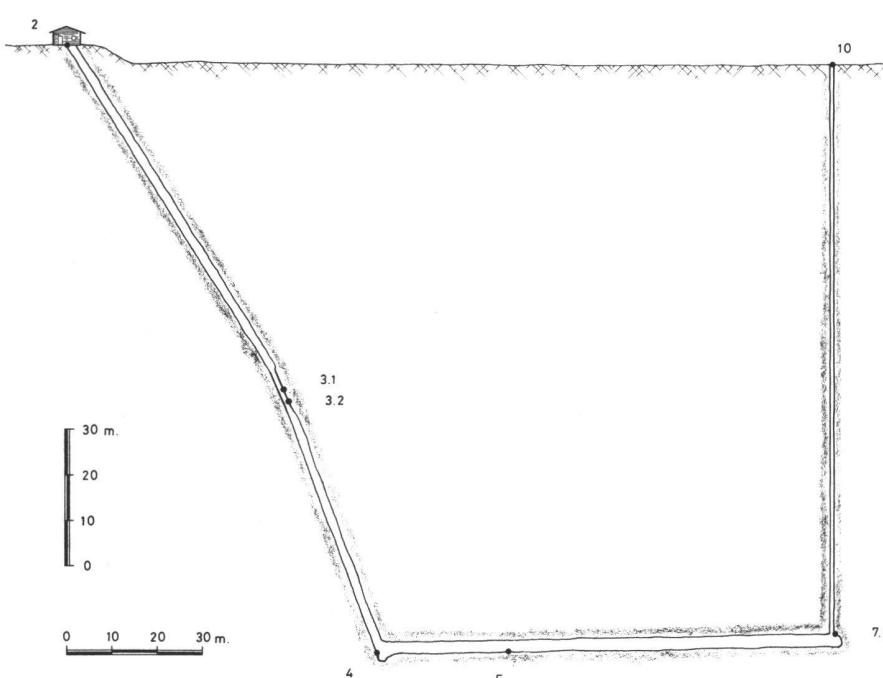


Fig. 2 Coupe verticale du forage



Fig. 5 La station 2 au sommet de la galerie inclinée



Fig. 6 A la station 4, l'opérateur en équilibre au-dessus des eaux!

étaient visibles depuis les deux stations No 2 et 4.

En visant avec un équipement WILD T2/DI3 à travers la porte du bâtiment de service construit au-dessus de l'entrée du forage, nous avons déterminé les coordonnées planes et l'altitude de la station No 2 par rapport à un point extérieur No 1 rattaché lui-même aux points de polygones du voisinage.

Depuis la station supérieure No 2, nous avons alors levé les deux prismes fixés à la calotte (Nos 3.1 et 3.2 sur la figure 2), puis quelques points du radier du tronçon supérieur de la galerie en visant avec le Distomat sur un prisme fiché sur une canne-support tenue par un aide assis à l'avant du wagonnet du funiculaire.

Les visées très inclinées par rapport à l'horizontale (la plus grande distance zénithale atteint 165 grades) passaient juste par-dessus le boîtier de commande du DI3 et elles n'ont pas présenté de difficultés majeures.

La station No 4 devait se trouver dans un espace très restreint recouvert de 20 à 50 cm d'eau entre la pompe et le radier de la galerie inclinée. Nous avons réussi à l'installer en obligeant l'opérateur à travailler dans une position assez inconfortable.

Des oculaires coudés ont été nécessaires pour pouvoir faire les mesures vers les deux points de liaison Nos 3.1 et 3.2, ainsi que pour le relevé des détails de la partie inférieure de la galerie inclinée. Pour ce dernier travail, nous avions fixé un prisme à l'arrière du wagonnet puis réduit les mesures pour obtenir des points du radier.

Grâce aux deux prismes fixés à la calotte, nous avions une liaison «en distance et en différence de niveau» entre le haut et le bas de la galerie d'accès, mais il manquait évidemment l'orientation.

#### L'orientation souterraine

A cause des voies décauville qui équipent la galerie d'accès et de la pompe fonctionnant au bas, il était très risqué d'avoir recours à l'orientation magnétique. Nous avons donc renoncé à utiliser un théodolite-boussole et opté pour le gyroscope.

Sur deux stations (Nos 5 et 6 sur les figures 2 et 3) aux extrémités du plus long côté de la polygonale mesurée dans les galeries horizontales de drainage, nous

avons effectué deux déterminations du gisement à l'aide du gyroscope GAK 1 en utilisant la méthode des passages. Les deux valeurs indépendantes obtenues pour le gisement du côté 5-6 ne différaient que de 0,1°.



Fig. 7 Mise en station du gyroscope dans les galeries de drainage

Pour intégrer au mieux l'orientation gyroscopique souterraine avec celle définie par les quelques points de polygone utilisés pour notre rattachement, nous avons déterminé également avec notre GAK 1 le gisement d'un côté de la polygonation de surface. Nous avons ainsi pu nous rendre indépendants des valeurs d'étalonnage de notre appareil et ajuster notre orientation souterraine avec celle du système cadastral de la région.

#### Essai de contrôle indépendant du relevé

Outre les vérifications internes du levé par répétition de toutes les mesures angulaires et de distances, nous avons essayé de procéder à un contrôle totalement indépendant de notre relevé.

A l'extrémité d'une des galeries horizontales de drainage débouche un ancien petit forage vertical de 14 cm de diamètre effectué à partir de la surface du sol. Nous avons relevé l'arrivée de ce forage dans la galerie à la cote 942 m (No 7.2 sur les figures 2 et 3) et son origine située à 1 070 m d'altitude (No 10 sur la figure 2). Entre les coordonnées planes du haut du petit forage et celles du bas, nous avons trouvé une différence de 1,56 m, gisement 292°.

Il n'est malheureusement pas possible de viser à travers le petit forage depuis la galerie de drainage vers la surface

ce du sol à cause de l'eau qui ruisselle dans la galerie. Il est même impossible d'y jeter un coup d'œil pour essayer de voir... le ciel.

Nous avons alors tenté de contrôler la verticalité du petit forage ou de mesurer son défaut de verticalité en visant avec une lunette zénith-nadir ZNL depuis la surface du sol vers le bas où nous avions placé tant bien que mal un phare de mineur. A cause de l'eau, tenir le phare à bout de bras s'est révélé très pénible et nos essais se sont soldés par un déniéchec. Depuis la surface du sol, nous n'avons pas réussi à voir la lampe. Nous avons seulement aperçu une lueur sur le côté ouest du forage, c'est-à-dire dans la même direction que celle résultant de nos relevés. Ce fait prouve au moins que le petit forage est sensiblement rectiligne et légèrement dévié vers l'ouest, mais nous n'avons pas réussi à mesurer son défaut de verticalité.

#### En guise de conclusion

Le relevé complet du forage des Portes des Chaux avec le rattachement aux points trigonométriques voisins a été effectué en une longue journée par une équipe de quatre personnes.

Le travail dans le forage lui-même (relevé des galeries de drainage et de la partie inférieure de la galerie d'accès) nous a demandé huit heures de travail, accompli d'une traite à partir de 14 heures le 18 novembre dernier. Crottés et fourbus, nous avons quitté la nuit humide du forage vers 22 heures pour retrouver la nuit étoilée des hauts plateaux jurassiens après nous être partagés debouts, en guise de repas du soir, un thermos de café et une tablette de chocolat.

Les mesures dans les galeries horizontales de drainage ne nous ont pas causé de problème et nous n'avons aucun commentaire particulier à rapporter sinon pour signaler le fonctionnement parfait de tous nos équipements dans une atmosphère particulièrement humide et hostile.

Adresse de l'auteur:

Prof. A. Miserez, Institut de Géodésie & Mensuration EPFL, Av. de Cour 33, CH-1007 Lausanne

**triacca**  
SA

GRANITSTEINBRÜCHE  
CH-6799 PERSONICO  
Tel. 092 72 24 52

**MARKSTEINE  
BORNES**