

**Zeitschrift:** Bulletin du ciment  
**Herausgeber:** Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)  
**Band:** 16-17 (1948-1949)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Le revêtement des galeries et puits sous pression  
**Autor:** Frey-Bär, Otto  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-145311>

#### **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:** 12.01.2026

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

# BULLETIN DU CIMENT

NOVEMBRE 1948

16ÈME ANNÉE

NUMÉRO 11

---

## Le revêtement des galeries et puits sous pression

Les fonctions que doit remplir le revêtement de béton dans les galeries et les puits sous pression sont de diverse nature. La fonction principale est certainement l'étanchement de la galerie, dont le but est d'empêcher les fuites d'eau dans la roche environnante. Un revêtement peut aussi être économique dans le cas de roches compactes, car il diminue la rugosité des parois de la galerie et réduit par conséquent beaucoup les pertes de charge. Lorsque la roche est peu solide ou exerce une poussée et dans les installations à pression intérieure élevée, le revêtement a en outre d'importantes fonctions statiques à remplir. Les galeries des grandes centrales hydro-électriques modernes à haute chute étant très coûteuses, il est justifié d'étudier de près le mode de travail des différents genres de revêtement qui entrent en considération. La table suivante donne une idée des dimensions des tunnels et puits forcés de quelques usines:

### Tunnels forcés

	Longeur en km	Diamètre en m	Pression intérieure hydrostatique		
Wäggital, chute supérieure	3.6	3.6	66 m colonne d'eau		
Handeck I	5.2	2.1/2.6	92 m	"	"
Dixence	11.5	2.25	90 m	"	"
Lucendro	4.8	2.4	101 m	"	"
Rossens	5.6	5.0	99 m	"	"

### Puits forcés

Handeck I	1.1	2.3-2.1	550 m	"	"
Innertkirchen	1.8	2.6-2.4	670 m	"	"
Wassen	0.6	2.4-2.2	280 m	"	"

2 Les genres de revêtement usuels, exécutés dans les installations de date récente, sont les suivants:

**Gunitage des parois de rocher.** Pour une faible pression inférieure, le revêtement de gunite permet d'obtenir une bonne étanchéité et de niveler quelque peu les inégalités des parois de la galerie. Mais, étant relativement mince et peu régulier — épaisseur de 3 à 8 cm — il ne peut guère satisfaire à des exigences statiques (fig. 1).

**Revêtement de béton.** C'est celui qui est le plus souvent exécuté. L'épaisseur théorique varie de 10 à env. 40 cm selon les conditions rencontrées dans la roche (rocher incohérent, poussée de la montagne, etc.). Une armature à larges mailles peut être noyée dans le revêtement, mais elle complique le bétonnage déjà peu aisé à cause de la place restreinte dont on dispose (fig. 2).

**Revêtement de béton avec carapace de gunite.** Lorsqu'une armature annulaire est nécessaire pour des raisons statiques, on la pose contre le revêtement de béton terminé. Le manteau de gunite exécuté ensuite a une épaisseur de 5 à 8 cm. Il assure la liaison avec le revêtement de béton et enrobe parfaitement l'armature lorsqu'il est exécuté avec soin (fig. 3).

**Revêtement cuirassé.** Comme le béton est peu apte à supporter de hautes contraintes de traction, il est nécessaire d'ajouter un revêtement en tôle d'acier dans les sections de galerie fortement sollicitées. Grâce à sa grande capacité de déformation, ce revêtement est en mesure de s'adapter mieux que le béton à la défor-

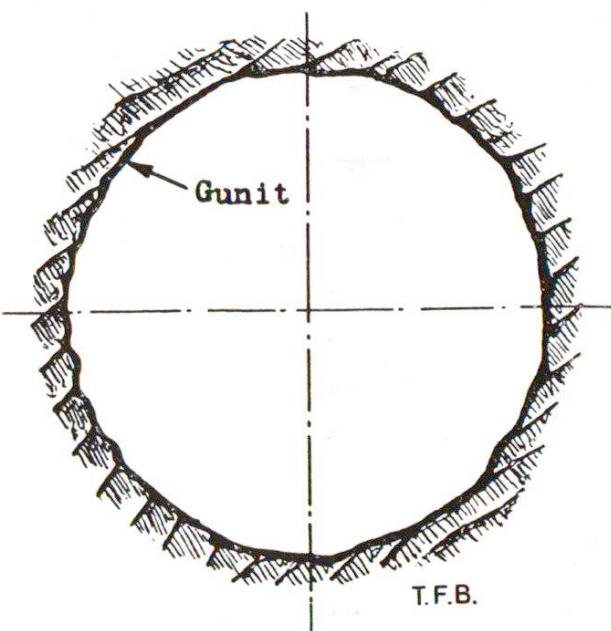


Fig. 1 Gunitage de l'enveloppe rocheuse

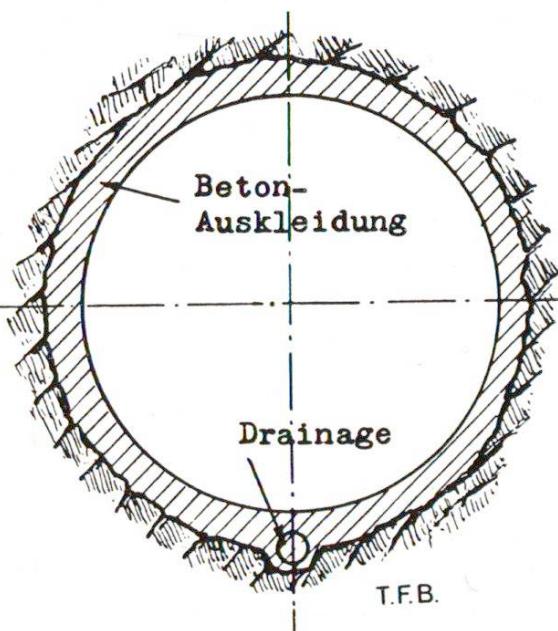


Fig. 2 Revêtement de béton

3 mation du rocher résultant des efforts provoqués par la pression intérieure. Le béton entre la cuirasse et le rocher a seulement pour fonction de transmettre radialement les efforts de compression (fig. 4).

Le choix du genre de revêtement et la détermination de la section des armatures et de l'épaisseur de la tôle pour les roches traversées seront toujours une affaire délicate pour l'ingénieur responsable. La connaissance du comportement de la roche et des propriétés du béton de revêtement est à la base de l'étude théorique. Les données indispensables ne peuvent être obtenues que par les expériences acquises et par les observations et mesures effectuées dans la galerie. Les premières mesures approfondies exécutées en Suisse eurent lieu en 1923 dans la galerie forcée de l'Usine d'Amsteg. Elles avaient pour but d'examiner le comportement du rocher et de la section composée rocher et revêtement de béton. Après une longue interruption, on a entrepris ces dernières années des essais de déformation au moyen de nouveaux appareils dans les galeries forcées des centrales de Rossens et de Lucendro. Ces essais ont permis de pénétrer davantage dans la complexité du problème (fig. 5).

Les mesures ont montré que sous les efforts provoqués par la pression d'eau dans la galerie, la roche se comporte très différemment suivant sa nature et sa structure. Un roc massif de gneiss peu schisteux donna, p. ex. un module d'élasticité relativement uniforme de plus de  $50'000 \text{ kg/cm}^2$  (fig. 6). Par contre dans le cas de roches fortement schisteuses, les modules d'élasticité présentaient de grandes différences suivant qu'on les mesurait parallèle-

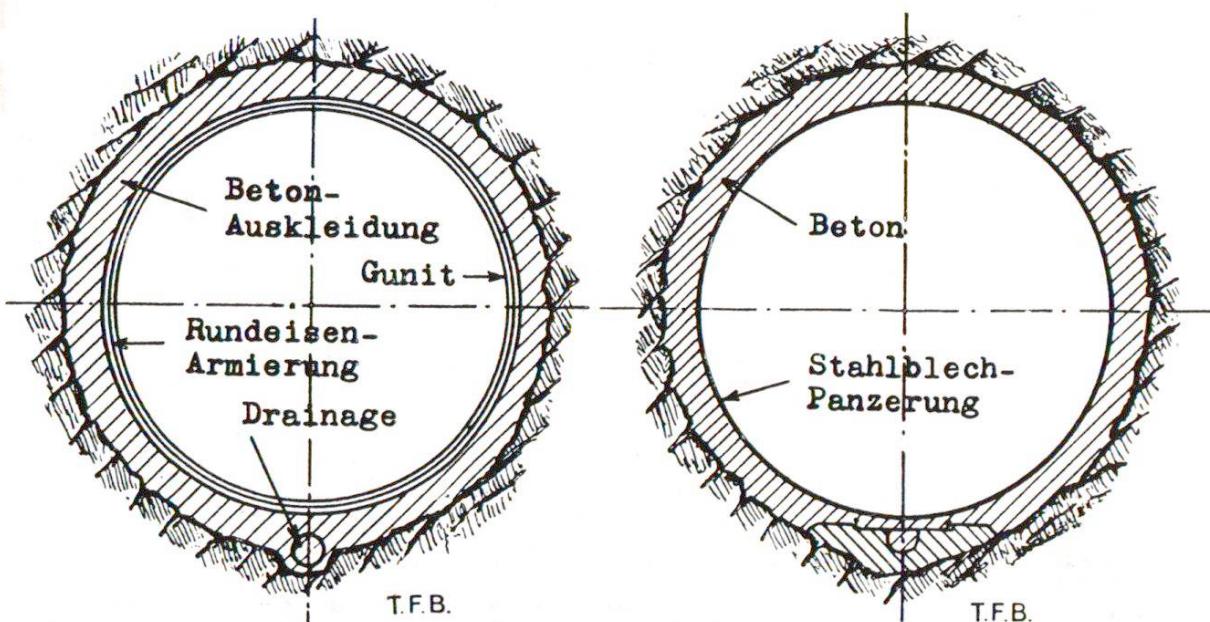
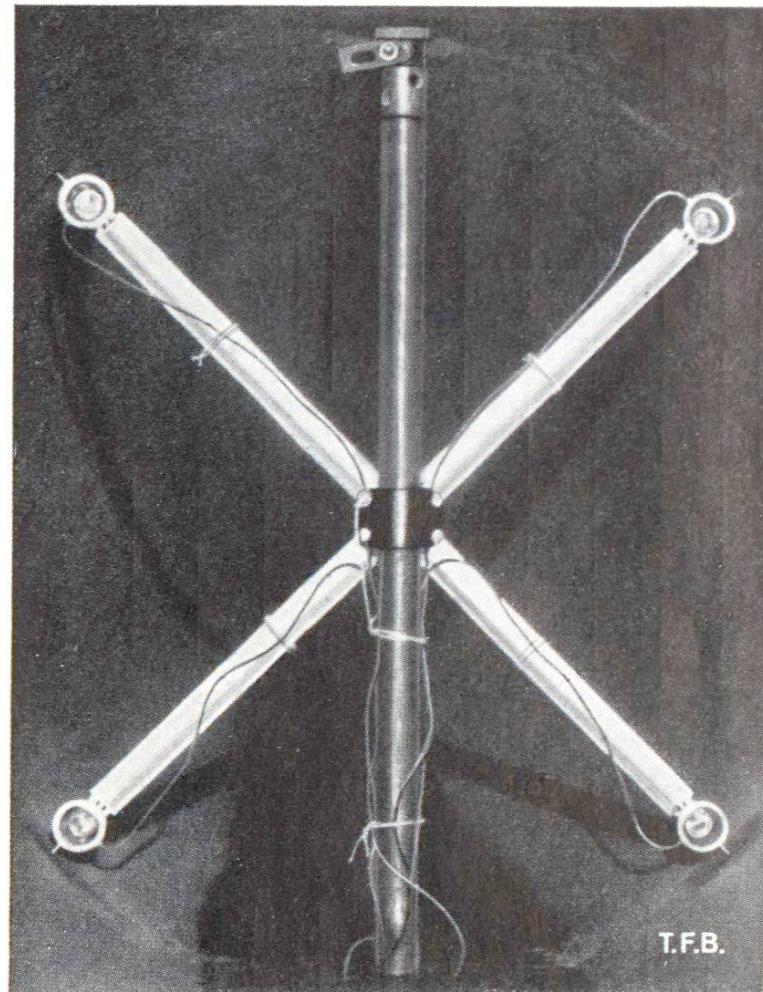


Fig. 3 Revêtement de béton avec carapace de gunite armée

Fig. 4 Revêtement cuirassé

Fig. 5 Appareil de mesure à commande électrique à distance (Motor-Columbus S. A.)



ment ou perpendiculairement à la stratification. Ces roches peuvent en outre subir lors de la première mise en charge, en plus des déformations élastiques, des déformations permanentes très importantes qui engendrent des contraintes de traction supplémentaires dans le béton du revêtement (fig. 7). Dans les roches sédimentaires peu dures, on observe très nettement la superposition des déformations élastiques et plastiques (permanentes) à l'agrandissement du profil de la galerie; les déformations plastiques sous l'action permanente de la pression d'eau intérieure peuvent durer assez longtemps. Il semble que l'humidification de la roche joue un rôle prépondérant dans ce phénomène.

Le revêtement de béton transmet la pression intérieure de l'eau à la roche. La déformation de cette dernière engendre des contraintes de traction tangentielles dans le revêtement. Selon la qualité de la roche, ces tensions peuvent atteindre la résistance à la traction du béton. Les fers d'armature ne réduisent pas notablement les contraintes d'extension du béton, car ils ne peuvent remplir la fonction qui leur est dévolue que lorsque celui-ci est fissuré. L'armature empêche toutefois la formation de larges fissures de sorte que le revêtement remplit malgré tout très bien sa fonction principale, qui est l'étanchement de la galerie.

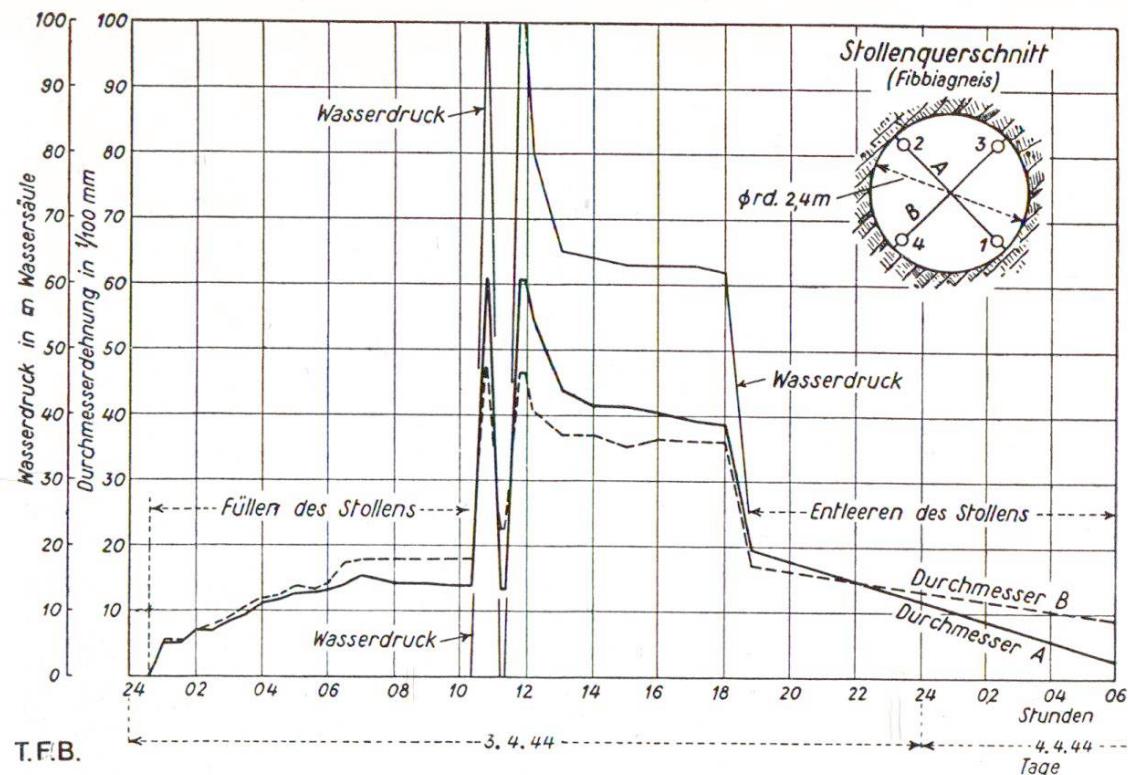
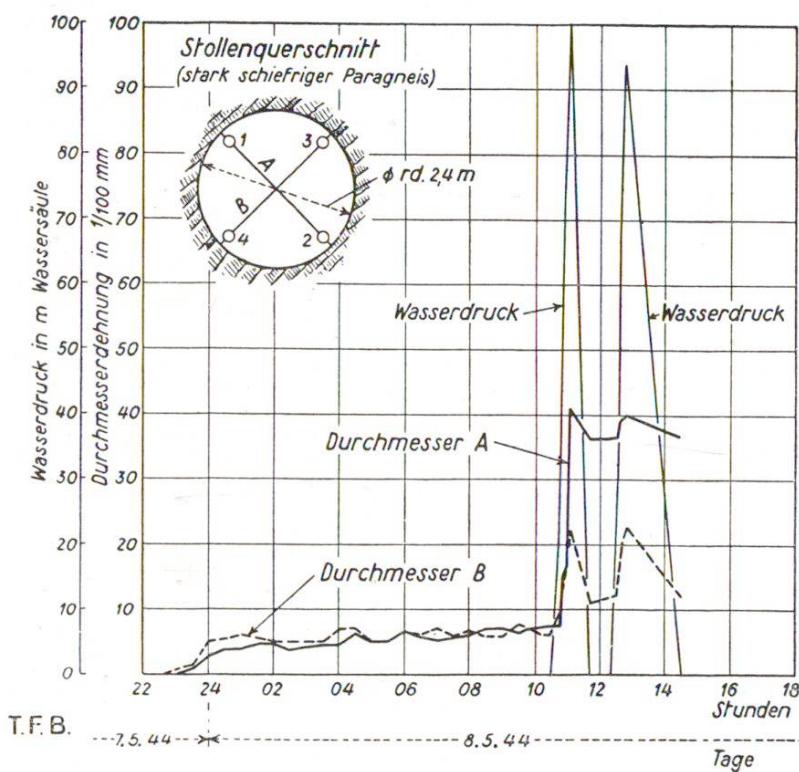


Fig. 6 Mesures de déformation dans du Fibbiagneiss

Fig. 7  
Mesures de déformation  
dans du paragneiss

Dans le cas de très hautes pressions, comme dans les puits forcés, il est nécessaire de cuirasser le profil. L'épaisseur de la cuirasse en tôle peut être calculée lorsque l'on connaît les modules d'élasticité du rocher et du béton compris entre le rocher et la cuirasse. Comme pour l'acier, les tensions sont proportionnelles aux allongements, la cuirasse ne peut participer à l'absorption des contraintes d'extension tangentielles que dans la mesure où l'entourage lui permet de se déformer. Dans le cas d'un bon rocher il ne faut donc qu'une cuirasse relativement mince, mais on doit

**6** tenir compte du danger de voilement de la tôle sous l'action de la pression extérieure de l'eau de la roche lors d'une vidange rapide de la galerie. Par conséquent des injections de ciment sont nécessaires pour boucher les vides du rocher (fentes, cavités, etc.) et il faut vouer un soin particulier à la qualité du béton de remplissage entre le rocher et la cuirasse.

Otto Frey-Bär, ing. dipl.

#### Bibliographie:

- J. Büchli: Schweiz. Bauzeitung 1921  
L. Mühlhofer: Zeitschrift des österr. Ing.- und Architekten-Vereins, numéros 15, 24/25 et 26/27  
L. Mühlhofer: «Der Bauingenieur», 1923, No. 8  
L. Mühlhofer: «Die Wasserwirtschaft», 1923, No. 17  
A. Schrafl: Schweiz. Bauzeitung, 1924  
Walch: «Der Bauingenieur», 1925, No. 4  
O. Frey-Bär: Schweiz. Bauzeitung, 1944, No. 14 et 1947, No. 41  
W. Müller: «Techn. Rundschau Sulzer», 1947, No. 3/4  
A. Hutter & A. Sulser: «Wasser- und Energiewirtschaft» 1947, No. 11/12.