Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles
Band: 113 (1990)

Artikel: Evaluation de la déformabilité de la roche et des contraintes régnant au voisinage de la galerie par la méthode du vérin plat
Autor: Mathier, Jean-François
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89310

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: 09.12.2025

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

ISRF – LABORATOIRE DE MÉCANIQUE DES ROCHES
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL EPF LAUSANNE

ÉVALUATION DE LA DÉFORMABILITÉ DE LA ROCHE ET DES CONTRAINTES RÉGNANT AU VOISINAGE DE LA GALERIE PAR LA MÉTHODE DU VÉRIN PLAT

par

JEAN-FRANÇOIS MATHIER

AVEC 2 FIGURES ET 3 TABLEAUX

1. INTRODUCTION

La méthode proposée pour l'étude du comportement du massif rocheux consiste à mesurer les déformations dues à la libération, puis au rétablissement des contraintes dans une saignée exécutée à l'aide d'un disque diamanté de 1 m de diamètre et 7 mm d'épaisseur, puis équipée d'un vérin plat de grandes dimensions (1.0 *1.3 m) de type «Large Flat Jack» du «Laboratorio Nacional de Engenheria» (LNEC), à Lisbonne, muni de quatre jauges de déformation (fig. 1).

La localisation de la saignée se situe dans les calcaires du Valanginien inférieur, à 868 m du portail est de la galerie-pilote du tunnel de la RN 5 traversant Neuchâtel. L'orientation de la saignée a été choisie de manière à connaître la contrainte agissant parallèlement au pendage de la stratification (N 180°, 34°).

2. PRINCIPE DE L'ESSAI

L'essai nécessite au préalable la mise en place de paires de boulons de référence scellés selon des gabarits bien précis et définissant des axes de mesure perpendiculaires à la future saignée (fig. 1). Les distances entre les boulons sont mesurées avant et après l'exécution de l'essai au moyen d'un déformètre mécanique Huggenberger. L'essai se déroule selon les deux étapes suivantes:

- réalisation de la saignée et mesure des déplacements induits par la libération des contraintes;
- pose du vérin plat dans la saignée, mise en pression par paliers successifs et mesure simultanée des déplacements au moyen des jauges intégrées au vérin et des bases de déformètre.

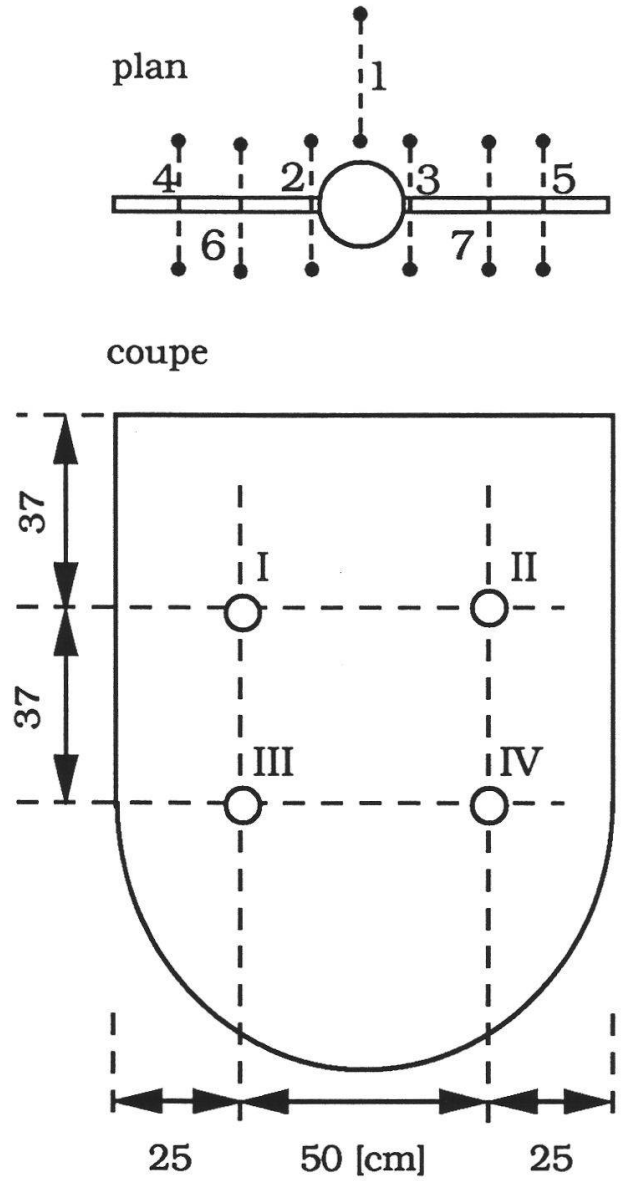

Fig. 1. Position des jauges de déformation I à IV dans le vérin plat et des bases 1 à 7 pour mesures au déformètre.

3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION DE L'ESSAI

L'interprétation des résultats des essais a nécessité une simulation numérique aux éléments finis (programme EFEMER) pour évaluer les déplacements théoriques. Les calculs se font dans le domaine élastique, ce qui permet d'appliquer le principe de superposition des contraintes et déplacements. On peut dès lors effectuer les calculs pour des charges unitaires avec un module d'élasticité fictif; moyennant un coefficient multiplicateur approprié, on obtient les valeurs réelles du problème.

3.1. *Vérin plat*

L'essai de rétablissement des contraintes réalisé au moyen du vérin plat s'est déroulé suivant plusieurs cycles de charge-décharge jusqu'à une charge ultime de 12 MN/m². Les déformations enregistrées par les quatre jauges du vérin, combinées aux calculs théoriques permettent de calculer approximativement les modules d'élasticité E à partir de la formule suivante:

$$E = \Delta\sigma \, 10^3 \frac{\delta_T}{\delta_R} \qquad (1)$$

avec

$\Delta\sigma$: différence entre paliers de contrainte (MN/m²);

δ_R: déplacement mesuré lors du rétablissement des contraintes pour $\Delta\sigma = 12$ MN/m²;

δ_T: déplacement théorique pour $\sigma/E = 10^{-3}$.

Le tableau 1 représente les valeurs du module de déformation pour les profondeurs de 0.37 m (jauges I et II) et 0.74 m (jauges III et IV), ainsi que celles du module de surface défini à partir des mesures du déformètre (bases 6 et 7).

TABLEAU 1

Modules de déformation E en fonction de la profondeur

Base de mesure	6	7	I	II	III	IV
Prof [m]	0	0	0.37	0.37	0.74	0.74
$\Delta\,\delta_L$ [mm]	1.127	1.217	-	-	-	-
$\Delta\,\delta_R$ [mm]	-	-	0.488	0.426	0.445	0.455
$\Delta\,\delta_T$ [mm]	1.400	1.400	1.548	1.548	1.548	1.548
Module E [GN/m²]	38.1	35.3	38.1	43.6	41.7	40.8
E moyen [GN/m²]	36.7		40.9		41.3	

Les modules d'élasticité de surface calculés permettent, en tenant compte du calcul théorique, d'estimer la contrainte normale à la saignée

régnant aux abords de la surface avant l'exécution de celle-ci, à partir de la formule suivante:

$$\sigma_n = \frac{E}{10^3} \frac{\delta_L}{\delta_T} \qquad (2)$$

La contrainte σn ainsi obtenue vaut 30.7 MN/m^2.

3.2. *Déformètre*

Une autre approche consiste à prendre en compte les mesures au déformètre effectuées au cours de l'essai au vérin plat. Le tableau 2 présente la synthèse des résultats obtenus avec le déformètre.

TABLEAU 2

Valeurs de la contrainte normale σn calculées à partir des mesures au déformètre

Base de mesure	1	2	3	4	5
$\Delta \delta_L$ [mm]	0.145	1.030	1.080	0.780	0.664
$\Delta \delta_R$ [mm]	0.058	0.400	0.440	0.290	0.276
$\Delta \delta_T$ [mm]	0.211	1.600	1.600	0.918	0.918
Module E [GN/m^2]	43.7	48.0	43.6	38.3	39.9
σn [MN/m^2]	30.0	30.9	29.4	32.5	28.9

δ_L : déplacement dû à la libération des contraintes;

δ_R : déplacement mesuré lors du rétablissement des contraintes pour $\Delta\sigma = 12$ MN/m^2;

δ_T : déplacement théorique pour un rapport $\sigma/E = 10^{-3}$.

On constate que la contrainte σn ainsi définie est très proche de celle déterminée au travers de l'essai au vérin plat: elle oscille entre 28.9 et 32.5 MN/m^2.

3.3. *Carottages*

L'exécution de la saignée requérant au préalable un forage central de 17 cm de diamètre pour permettre le passage de l'axe de la machine, celui-ci a été équipé sur sa périphérie de six boulons de convergence distants de 25 cm et disposés selon deux triangles opposés. L'opération de carottage a été répétée pour deux autres positions fixées à 45° et 90° du premier carottage. Les déplacements mesurés avant et après la réalisation des forages ont permis de calculer, pour un module choisi, les contraintes normales aux carottages (tabl. 3).

TABLEAU 3

Valeurs de la contrainte normale σn extraites des déplacements dus aux carottages

No du carottage	1	2	3
Angle par rapport à la stratification	90°	45°	0°
Module choisi:			
$E = 40\ GN/m^2$	23.2	14.0	2.5
$E = 50\ GN/m^2$	25.9	15.2	2.9

Les résultats du troisième carottage sont toutefois à considérer avec réserve car les déplacements mesurés ne représentaient que quelques microns, soit dans les limites de précision du déformètre.

3.4. *Contraintes naturelles*

A partir des contraintes σn régnant sur le pourtour de la cavité (schéma fig. 2), on peut remonter aux contraintes initiales naturelles par la formule suivante:

$$\sigma_n = \sigma_{pp}\left[(1+\lambda) - 2(1-\lambda)\cos 2\theta\right]$$

soit,

pour $\theta = 90°$ $\quad \sigma n = 3\,\sigma pp - \sigma pl = (3-\lambda)\,\sigma pp$;

pour $\theta = 45°$ $\quad \sigma n = \sigma pp + \sigma pl = (1+\lambda)\,\sigma pp$;

pour $\theta = 0°$ $\quad \sigma n = 3\,\sigma pl - \sigma pp = (3\lambda - 1)\,\sigma pp$.

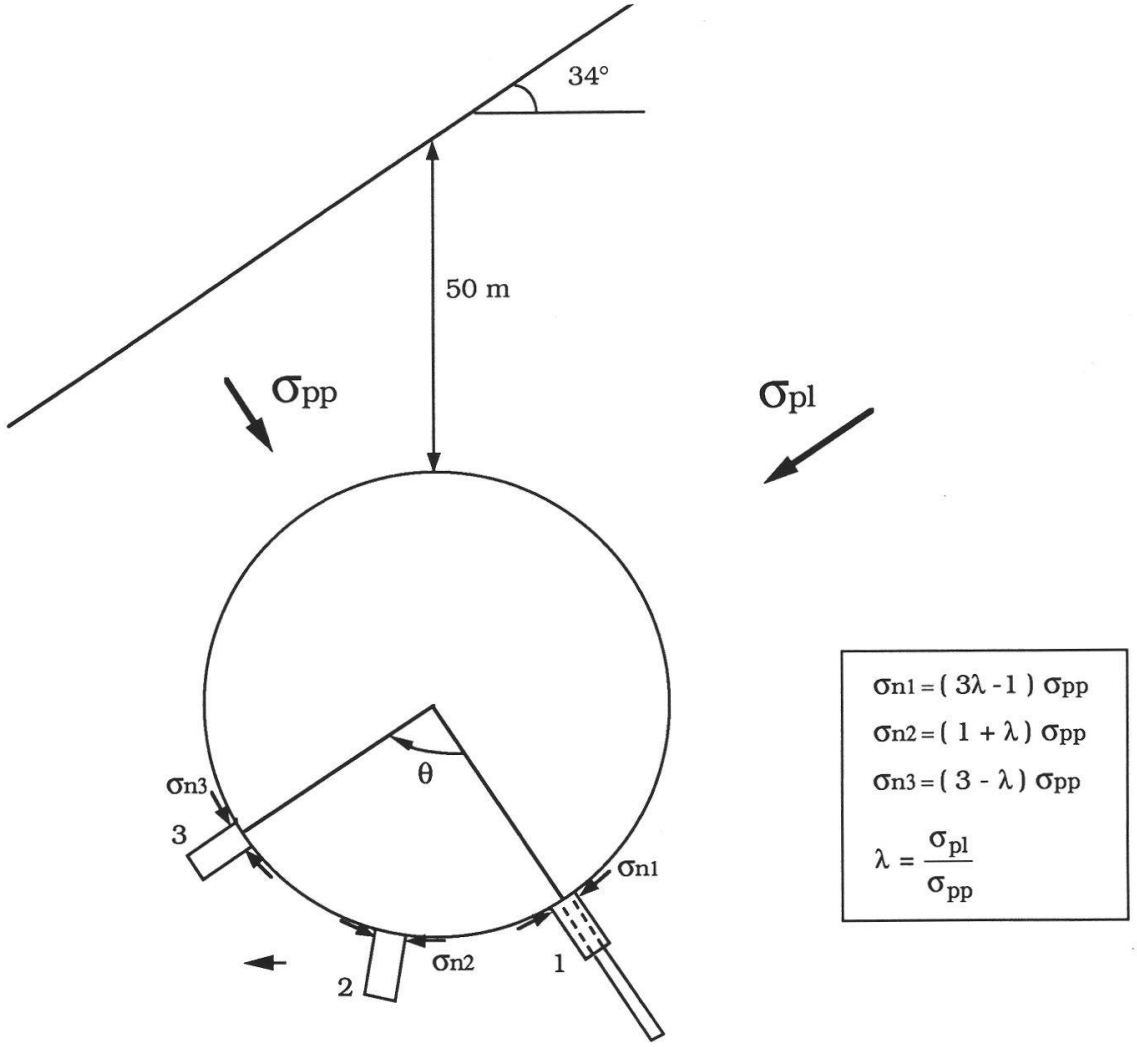

Fig. 2. Position des 3 carottages et de la saignée.

Des contraintes normales σn ci-dessus, déterminées à partir des déplacements induits par les carottages, on obtient $\lambda = 2.3$, donc $\sigma pp = 3.8$ MN/m^2 et $\sigma pl = 8.9$ MN/m^2.

En considérant les contraintes normales obtenues par l'essai au vérin plat et le deuxième carottage, on aboutit à $\lambda = 3.6$, ce qui correspond respectivement à des contraintes σpp et σpl de 3.0 et 10.8 MN/m^2.

4. CONCLUSIONS

Les mesures effectuées dans le cadre des essais décrits ci-dessus ont permis d'évaluer la déformabilité du massif rocheux.

Les modules de déformation varient peu selon les méthodes utilisées; ils oscillent autour de 40 GN/m^2.

En ce qui concerne les contraintes initiales perpendiculaire et parallèle régnant dans le massif rocheux, elles sont respectivement d'environ 3 et 11 MN/m^2. La contrainte perpendiculaire peut toutefois apparaître élevée au vu de la hauteur de couverture d'une cinquantaine de mètres surmontant le tunnel.

BIBLIOGRAPHIE

ISRM. — (1986). Suggested method for deformability determination using a large flat jack technique. *Int. J. Rock. Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* 23 (2): 131-140.