



Si un forage est fait dans une structure de la roche non chargée et si on la charge ensuite, le forage va changer sa forme. Initialement orbiculaire il va devenir plus petit et en outre il va prendre une section elliptique sous l'influence de différentes pressions latérales.

Le changement du diamètre est une fonction - entre autres - des contraintes, du coefficient d'élasticité et de la constante de Poisson.

La même chose s'applique à l'inverse:

Si un forage est fait dans une structure de la roche chargée et si on la décharge ensuite, la section du forage va changer sa forme aussi, mais en direction renversée. Un déchargement complet des environs d'un forage peut être simplement atteint par un surcarottage coaxiale du forage de mesure avec une couronne de carottage. Pendant ce processus il faut faire attention que le noyau creux surcarotté soit protégé de désintégration mesurable et désagrégation de la structure de la roche et par conséquent de changements du volume inélastiques.

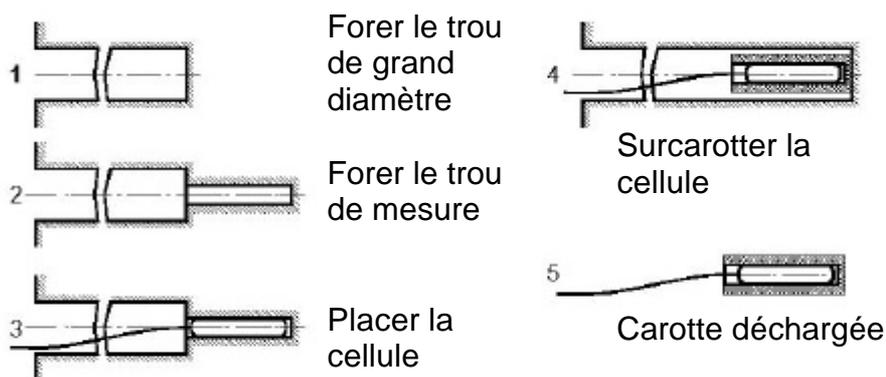


Fig 1 Principe de la méthode de décharge de surcarottage



Depuis 1972 on a développé des cellules de mesure dans plusieurs laboratoires de recherches pour mesurer l'état de contrainte à trois dimensions dans la roche d'après la méthode de décharge de surcarottage. Une de ces cellules, la "Hollow Inclusion Stress Cell" du „Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation“ (CSIRO), est incluse dans notre gamme de produits. Cette cellule triaxiale (brevet australien no. 496712) est produite sous licence de l'entreprise Environmental Systems & Services Pty Ltde, Victoria, Australia, et utilisée en Allemagne par nous.

La cellule HI se compose d'un tube plastique avec neuf jauges de déformations insérées (voir fig 2). Elle est insérée dans un forage EX (d = 39 mm, l = 600 à 700 mm env.) dans une injection plastique. Après le durcissement de l'injection la cellule est surcarottée avec une couronne de surcarottage (d = 146 mm). Les changements du diamètre de forage sont mesurés continuellement avant, pendant et après l'opération de forage.

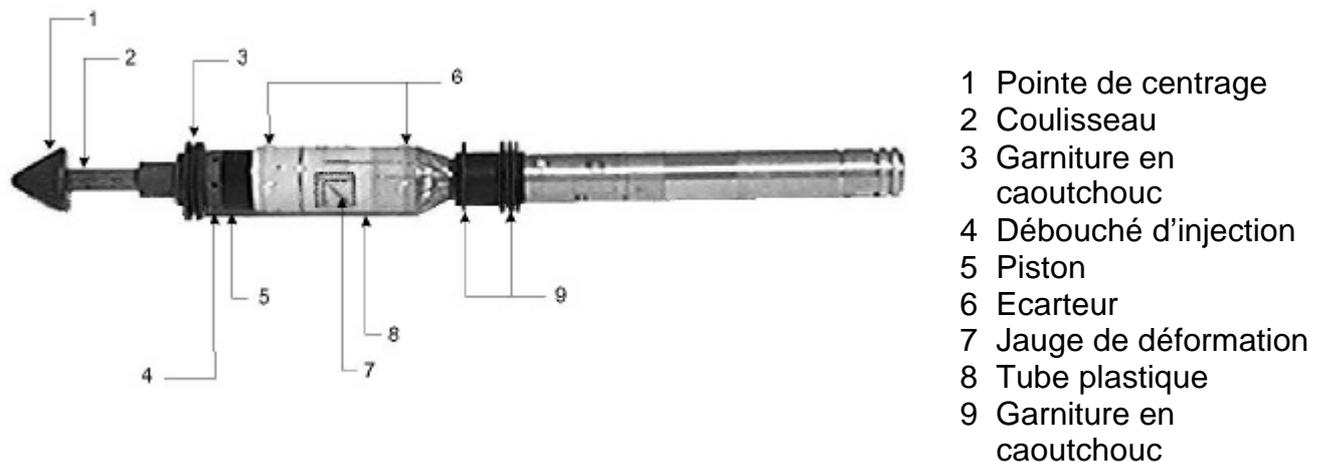


Fig 2 Cellule triaxiale HI pour mesurer les contraintes primaires d'après la méthode de décharge de surcarottage



Dans la cellule HI les trois rosettes de déformation $45^\circ/90^\circ$ sont placées exactement à 120° l'une à l'autre ainsi que trois jauges se trouvent en direction annulaire, deux en direction axiale et quatre à $\pm 45^\circ$ de l'axe de forage (voir fig 3). Chaque jauge a une longueur de 10 mm pour être relativement grande comparée à la granulation de la roche. La disposition et la taille garantissent une mesure réaliste du tenseur de contraintes complet.

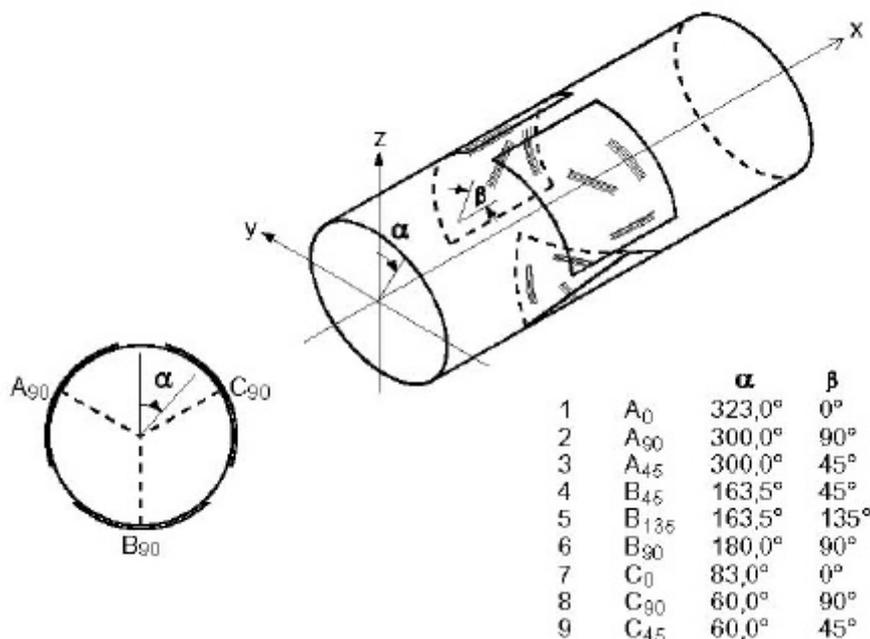


Fig 3 Disposition des rosettes de déformation dans la cellule HI

Pour injecter la cellule HI dans le forage on la remplit avec une colle à deux composants qui est pressée hors des trous à l'aide d'un coulisseau cylindrique pour remplir complètement la cavité entre la cellule et le flanc du forage. L'épaisseur du remplissage est normalement de 1,5 mm, mais le mieux est de la mesurer en ouvrant la section surcarottée par sciage, parce que cette valeur intervient par la calcul du tenseur de contraintes. Le coulisseau peut être opéré soit par déplacement de la cellule vers le fond du trou soit par un déclencheur à câble.



L'utilisation de cette méthode de mesure est limitée à une profondeur de forage de 150 m. Il est vrai qu'en principe des profondeurs plus grandes sont possibles, mais nous les déconseillons à cause de la grande difficulté à propos de l'installation et les limites données à la transmission des valeurs mesurées.

En utilisant un ordinateur de forage fixé directement au-dessus de la cellule on a réussi ces derniers temps à résoudre le problème de transmission, mais la durée de fluidité de la colle plastique est toujours une limite pour la profondeur d'installation. En outre une mesure continue des déformations pendant le surcarottage est facilement possible à l'aide de l'ordinateur de forage. Jusqu'à présent des mesures continues étaient seulement possibles par câble et en utilisant un foret à canon avec tube carottier simple. La profondeur était limitée à env. 30 m et l'entrepreneur de forage a eu beaucoup de travaux supplémentaires. Par conséquent dans la plupart des cas on n'a fait qu'une mesure de décharge après avoir enlevé la carotte. L'ordinateur de forage permet des mesures continues pendant le surcarottage jusqu'à une profondeur maximale de 150 m, où on peut travailler avec un tube carottier double et des équipements de forage standards modernes sans empêcher les travaux de forage. Fig 4 montre un exemple de mesure de la déformation en fonction du progrès de forage.

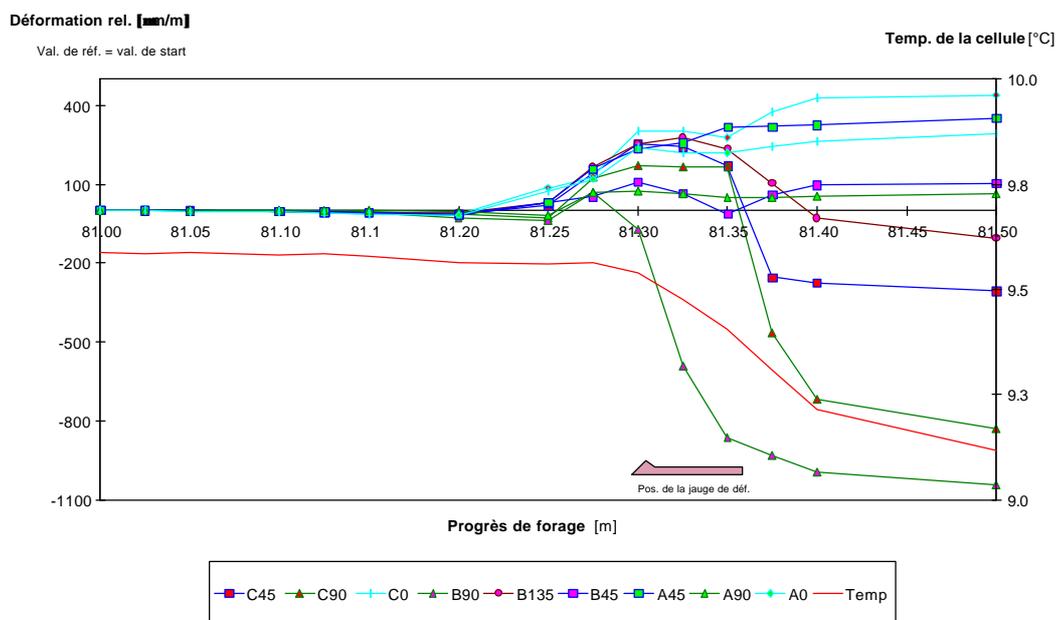


Fig 4 Signaux pendant le surcarottage



Des applications sous-marines de la cellule triaxiale sont possible car l'injection plastique utilisée peut aussi durcir en présence de l'eau. Pour recevoir des résultats satisfaisants l'espacement des joints au point de mesure doit être plus grand que 250 mm et la cellule de mesure doit être dans un bloc élémentaire plus grand.

Les paramètres élastiques de la roche doivent être connus pour calculer l'état des contraintes primaires. Ceux-ci sont convenablement déterminés directement à la section surcarottée par un test biaxe. La section surcarottée avec la cellule triaxiale collée dans la chambre biaxe est radialement chargée et les déformations qui s'y produisent sont mesurées. A l'aide d'une pompe hydraulique la pression est mise sur la carotte enveloppée de néoprène. Le protocole des déformations mesurées se fait aux étapes de 0,25 - 0,5 MPa. Dans les valeurs de mesure on peut conclure à la qualité du collage de la cellule triaxiale.

Les paramètres d'entrée suivants doivent être connus pour calculer le tenseur de contraintes complet dans les résultats de mesure de la cellule CSIRO:

- Magnitudes de déformation de la cellule par suite de la décharge de la roche
- Orientation à trois dimensions de la cellule
- Propriétés élastiques de la roche

Les jauges de déformation de la cellule CSIRO sont séparées de la paroi du forage EX par un interstice d'env. 1,5 mm rempli d'araldite. Par conséquent les déformations mesurées en direction annulaire et en directions 45 ° et 135 ° se distinguent des valeurs actuelles. A cause de cela WOROTNICKI et WALTON (1976) ont déterminé quatre coefficients de correction qui peut être utilisés pour calculer les déformations qui se produisent à la paroi du forage dans les valeurs mesurées. Ces coefficients de correction sont considérés dans le programme d'évaluation. Des formules convenables à calculer l'état de contrainte en raison des déformations de la paroi du forage mesurées par suite de surcarottage ont été publiées par LEEMANN (1971). En général six mesures de déformation mutuellement indépendantes sont nécessaires pour déterminer le tenseur de contraintes complet. La cellule CSIRO toutefois donne neuf valeurs de déformation en huit différentes directions. Avec cette redondance des valeurs mesurées il est possible de sélectionner les résultats à l'aide d'une calcul de régression d'après le principe des carrés les plus petits. Dans le premier pas la valeur de déformation en saillie du profil total est déterminée et éliminée. Un autre pas d'itération peut être fait avec les huit



valeurs mesurées restantes. Au maximum trois itérations sont possibles, parce qu'au minimum six valeurs de déformations doivent être évaluées. En outre il est possible d'assurer la qualité d'un article au moyen des valeurs caractéristiques statistiques qui sont calculées du programme d'ordinateur.

Mais on devrait considérer que la calculation multiple de régression contient certaines supposition - en ce qui concerne les données - et qu'elle donne une solution strictement optimisée au point de vue statistique. Par conséquent on devrait continuer à faire un jugement définitif de l'importance de valeurs mesurées individuelles à partir de valeurs empiriques. A côté des valeurs caractéristiques statistiques les facteurs résultant des conditions individuelles pendant le test jouent un rôle important.

L'état de contrainte dans la roche est calculé à l'aide du programme STRESS 91, un programme qui a été développé par MILLER (1983) en Australie et qui utilise la méthode d'itération décrite ci-dessus. Dans chaque pas d'itération la valeur de déformation avec la déviation la plus grande est éliminée pour obtenir la solution du carré le plus petit. L'opérateur peut aussi extraire des valeurs mesurées individuelles si elles semblent être inutilisables pour n'importe quelle raison.

Le programme a besoin des données d'entrée suivantes:

- Informations générales pour identifier le test
- Orientation du forage
- Coefficient d'élasticité et constante de Poisson de la roche
- Valeurs de déformation et position spatiale des jauges de déformation

La sortie du programme (voir exemple d'évaluation suivant) se compose:

- de trois directions principales et magnitudes de contrainte
- de trois composants orthogonaux et trois composants de cisaillement relatifs au système de référence
- de valeurs caractéristiques statistiques pour évaluer la fiabilité des résultats de mesure

**Informations Commerciales**

- 13.1.1 Cellule triaxiale CSIRO HI (modèle modifié système GIF) avec 9 points de mesure et thermistance intégrée pour mesurer la température
- 13.1.2 Epoxy-résine pour sceller la cellule triaxiale CSIRO HI, quantité adaptée à une cellule, pour gammes de température de la roche de + 4 à+ 10°C, + 10 à+ 18°C, + 18 à+ 25°C, + 25 à+ 32°C, + 32 à+ 45°C, + 45 à+ 60°C (indiquez s.v.p.)
- 13.1.3 Dispositif de placement et de centrage pour forages de test d'un diamètre de 146 mm et de forages pilotes d'un diamètre de 39 mm (version horizontale ou verticale)
- 13.1.4 Tige de placement en aluminium avec des dispositifs d'accouplement rigides à la torsion en acier inoxydable, longueur 2 m
- 13.1.5 Ordinateur de forage pour enregistrer les déformations pendant le surcarottage (wireless-version) avec sonde de boussole et inclinomètre pour déterminer la direction d'installation de la cellule triaxiale
- 13.1.6 Chambre biaxe pour déterminer les valeurs caractéristiques des matières à la section surcarottée avec pompe manuelle et manomètre de précision pour un diamètre de la carotte de 101 ± 2 mm (autres diamètres sur demande)
- 13.1.7 Manuel d'installation CSIRO
- 13.1.8 Programme d'évaluation STRESS 91