

**INGENIERIE en  
GEOTECHNIQUE et  
AUSCULTATION**

fondée en 1969  
Mécanique des sols et des roches  
Géologie - Hydrogéologie  
Mesure et Instrumentation  
Environnement

---

6, 8 avenue Eiffel  
77220 Gretz-Armainvilliers  
FRANCE  
**Tél.: 33 (0)1 64 06 47 76**  
Fax .: 33 (0)1 64 06 47 59

e-mail : [etienne.turpin@enomfra.fr](mailto:etienne.turpin@enomfra.fr)

**EN • OM • FRA**

**MECANIQUE DES ROCHES  
ESSAIS IN SITU**

**ESSAI DE SURCAROTTAGE**

**MISE EN OEUVRE DE L'ESSAI**

**(BDG-38, CSIRO,  
DOORSTOPPER Modifié)**

## ESSAI DE SURCAROTTAGE

### PRINCIPE

L'essai consiste à mesurer les microdéplacements d'un massif à la faveur de la libération des contraintes pendant une opération de carottage.

Pour ce faire, il convient d'instrumenter la zone d'essai à l'aide de capteurs (jauges de contrainte) positionnés dans un sondage préalablement carotté dans le massif, puis de **surcarotter** l'ensemble en contrôlant simultanément de façon continue l'évolution des capteurs (cellule de surcarottage).

### LES CAPTEURS

Les **cellules de surcarottage** sont principalement de deux types:

- Celles qui permettent la mesure dans un plan, dites **biaxiales**, comme la cellule **DOORSTOPPER** et la cellule **BDG** (Borehole Deformation Gage).

- Celles qui permettent la mesure dans 3 directions (cellules **Triaxiales**) comme la cellule **CSIRO Hi-Cell** (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) et la cellule **CSIR** (Council for Scientific and Industrial Research).

Parmi ces diverses cellules de mesure, seule la cellule BDG est récupérable, les autres cellules étant mises en place par collage (usage unique).

Seule la cellule **DOORSTOPPER** est collée sur le fond du carottage préalable, les autres cellules étant introduites dans un trou pilote réalisé au fond de ce carottage.

### PREPARATION DE LA ZONE D'ESSAI

Un carottage préalable est effectué dans une zone saine du massif rocheux.

Depuis une galerie, cette zone est généralement située dès l'équivalent de 1.5 à 2 fois le diamètre de la galerie.

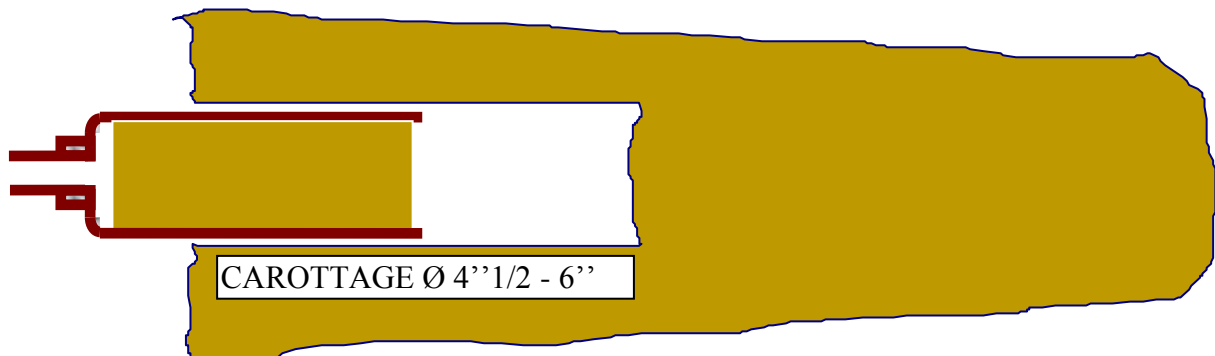
### **DIAMETRE DU CAROTTAGE**

Il n'est pas inférieur à 3 fois le diamètre du « trou pilote », soit un diamètre de 4"1/2 à 6 " (115 à 152 mm).

Foré au diamant, ce carottage doit être réalisé sans déviation. Pour ce faire, une série de centreurs est positionnée le long du train de tige (1 tous les 3 m).

Lors d'orientation subhorizontale, on veille à ce que le carottage soit légèrement montant, afin de permettre un écoulement permanent du fluide de foration et un assèchement de la zone d'essai.

## 1 CAROTTAGE PREALABLE



### LA CAROTTEUSE

Elle est de type DIAMEC 250 (Atlas Copco), à entraînement hydraulique par mandrin de serrage (BQ) et énergie électrique (36 KVA - 3 phases 1 terre).

Pour une bonne maîtrise de l'essai, la position de la carotteuse ne sera jamais modifiée pendant toute l'opération.

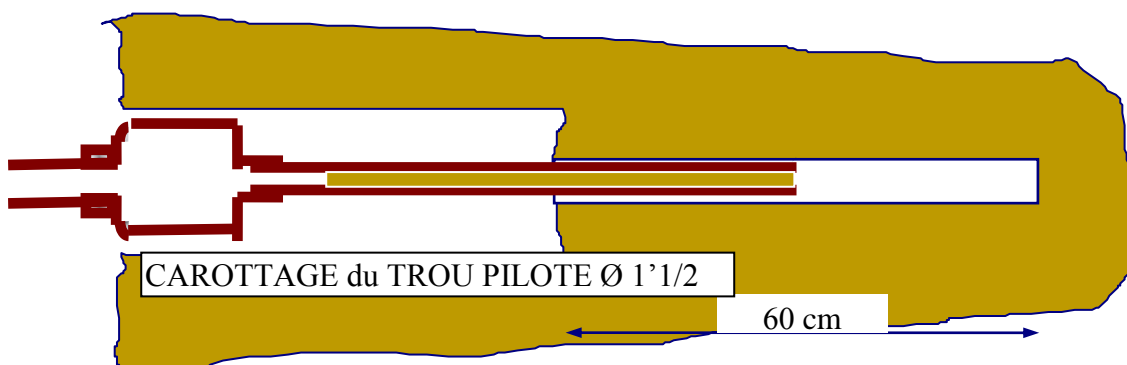
### FORAGE DU TROU PILOTE

Cette opération est nécessaire pour la mise en place des cellules type BDG, CSIRO et CSIR.

Le fond du carottage préalable est poli à l'aide d'une couronne pleine.

Une amorce du trou pilote est réalisée à l'aide d'un carottier court de diamètre Ø 1''1/2 (38 mm) puis on effectue le carottage du trou pilote jusqu'à 60 cm de profondeur.

## 2 CAROTTAGE DU TROU PILOTE



L'examen de la carotte du trou pilote permet de contrôler l'homogénéité du massif, la présence ou non de diaclases et de valider la position future de la cellule de mesure.

Si la zone est jugée imparfaite pour l'essai, le carottage préalable (gros diamètre) sera poursuivi au-delà et la préparation du trou pilote sera renouvelée.

## MISE EN PLACE DE LA CELLULE DE MESURE

### **BDG-38 (Borehole Deformation Gage - Fabr. Roctest) Type U.S.B.M. (U.S. Bureau of Mines)**

Le BDG-38 est constitué d'un corps cylindrique en acier inoxydable de diamètre 1"1/2 (38 mm). Son extrémité comporte six pistons-palpeurs répartis à 60° sur la circonférence. Liés 2 à 2, ces palpeurs sont solidaires de lames instrumentées (jauges de contraintes) contenues dans la sonde et mesurent les variations de 3 diamètres à 120°.

## LA CELLULE CSIRO HI-CELL 12 JAUGES

A la différence de la cellule BDG-38, cette cellule est mise en place par collage dans le trou pilote (à usage unique). La cellule CSIRO 12 jauges est composée des éléments suivants:

## LA CELLULE DOORSTOPPER modifiée équipée du M.A.I.

**Développée par Université Polytechnique Montreal, Prof.R. Corthésy)**

Cette cellule biaxiale, à la différence des deux précédentes, ne nécessite pas la réalisation du « trou pilote ».  
La cellule DOORSTOPPER est collée directement sur le fond du carottage principal.

La face collée de la cellule est instrumentée de 4 jauges de contrainte positionnées en rosette à 45° l'une de l'autre.

## CONCLUSIONS

Chacune de ces techniques présente avantages et inconvénients :

- les cellules biaxiales nécessitent la réalisation de plusieurs forages pour la détermination du tenseur de contraintes.
- les cellules collées sont perdues après essai.
- la cellule doorstopper équipée de son acquisition autonome (M.A.I.) évite la difficulté liée au passage du câble de connexion dans le linéaire de foration .
- la réalisation dans un « trou pilote » nécessite que le massif soit particulièrement cohérent et sain afin d'éviter les ruptures prématurées lors du surcarottage.
- le collage requiert un temps de séchage parfois très long ne permettant pas la réalisation de plus d'un essai par jour (CSIRO).

Les points communs à ces techniques de surcarottage (avec la technique du CSIR non traitée ici) sont :

- La mise en oeuvre d'un **matériel adapté** en carottage, outil de pose et de préparation du fond de trou.
- La **lecture en continu** des jauges de contrainte pendant le surcarottage.
- Le **soin particulier** apporté à chacune des étapes de préparation dans un milieu souvent hostile.

Dans le tableau suivant, sont récapitulées les principales caractéristiques des cellules de surcarottage. (d'après P.Choquet ,Roctest, Colloque Nancy 1994)

Type de cellule	Domaine d'utilisation	Jauges de contrainte	Trou pilote	Diamètre de surcarottage	Meulage et polissage	Temps de collage	Nombre de forages requis (pour 1 tenseur)	Nombre de mesures par jour
<b>Doorstopper modifié</b>	Massif cristallin ou sédimentaire fracturé ou sain. Trou long ou court. Trou asséché	1 rosette de 4 jauges collées en fond de trou	non	76-101 mm	Meulage et polissage	0.5 à 1 h	3	2 à 3
<b>BDG-38</b>	Rocher sain trou court. Trou asséché ou noyé	3 paires de palpeurs diamétrale ment opposés	oui	114-152 mm	Meulage	non collé	3	2 à 3
<b>CSIR</b>	Rocher sain Trou court Trou asséché	3 rosettes de 4 jauges collées sur la paroi du trou pilote	oui	114-152 mm	Meulage	1 à 2 h	1	2
<b>CSIRO</b>	Rocher sain Trou court Trou asséché	3 rosettes de 3 jauges + 3 jauges collées sur la paroi du trou pilote	oui	114-152 mm	Meulage	12 à 16 h	1	1