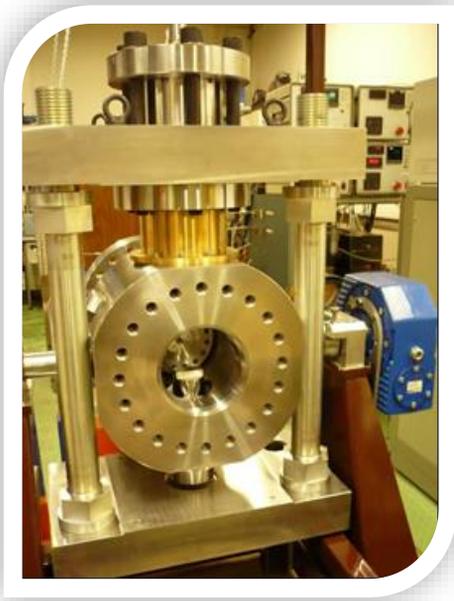


# TriTri Roche

Appareil triaxial vrai pour roches avec dispositif de visualisation sous chargement



Responsable : Pierre BÉSUELLE  
[pierre.besuelle@3sr-grenoble.fr](mailto:pierre.besuelle@3sr-grenoble.fr)



## Descriptif

L'installation expérimentale permet d'appliquer n'importe quel état de contrainte à des échantillons prismatiques de roche par un contrôle indépendant des trois directions (fixes) de chargement. Son originalité la plus forte tient au dispositif de visualisation d'une des faces de l'échantillon tout au long du chargement, permettant de réaliser des mesures de champs cinématiques. Une évolution récente offre la possibilité de solliciter des échantillons prismatiques creux, avec un contrôle indépendant de la pression dans le trou central.

## Objectifs

Etudier le phénomène de localisation de la déformation dans les roches et le mettre en lien avec leur réponse mécanique et la nature des sollicitations appliquées.

## Originalités et spécificités techniques

Le dispositif de visualisation permet d'observer une des faces de l'échantillon (face orthogonale à la direction principale intermédiaire) sous chargement mécanique à travers un hublot (Fig. 1). Les photographies (haute résolution) de l'échantillon prises lors du processus de déformation sont analysées par corrélation d'image numérique, afin d'extraire le champ du vecteur déplacement et le champ du tenseur de déformation (Fig. 2).

Les contraintes applicables sont :

- contrainte mineure : 100 MPa
- contrainte intermédiaire : 530 MPa
- contrainte majeure : 670 MPa

L'application de la contrainte mineure se fait par un fluide de confinement (isolé par une membrane souple). Le contrôle du chargement des contraintes intermédiaire et majeure, à l'aide de deux vérins hydrauliques (contact direct), peut se faire en force ou en déplacement. Par exemple, il est possible de réaliser des essais de compression en déformation plane (Fig. 3). De même, des essais à invariants de contrainte constants tels que contrainte moyenne et angle de Lode imposés sont possibles.

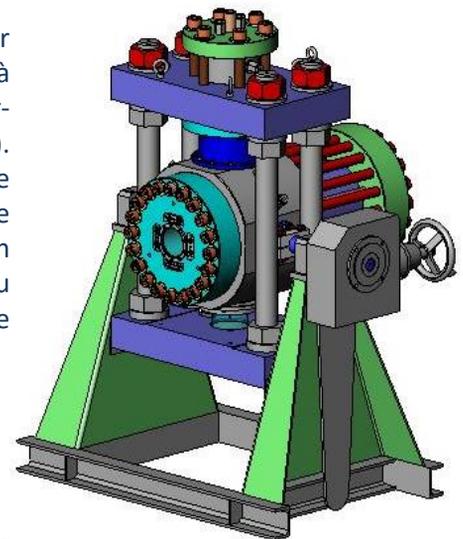


Fig. 1 : Schéma de principe de la cellule (vraiment) triaxiale, permettant un contrôle indépendant du chargement dans les trois directions de l'espace. L'échantillon est visible à travers un hublot (saphir) par l'ouverture représentée sur la gauche de la figure, pour des prises d'image avec un appareil photographique haute résolution (éclairage par fibres optiques).

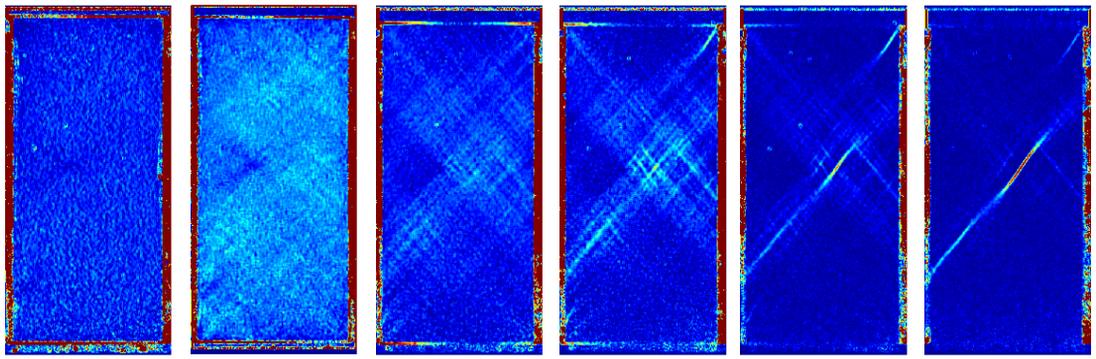


Fig. 2 : Evolution du champ incrémental de déformation (cisaillement) lors d'un essai de compression en déformation plane sur une roche argileuse, la dernière image correspond au début de perte de résistance de l'échantillon.

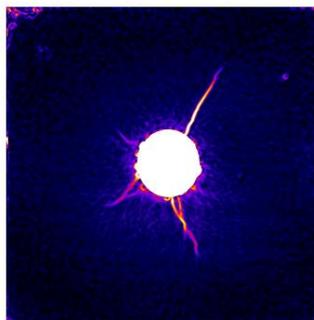
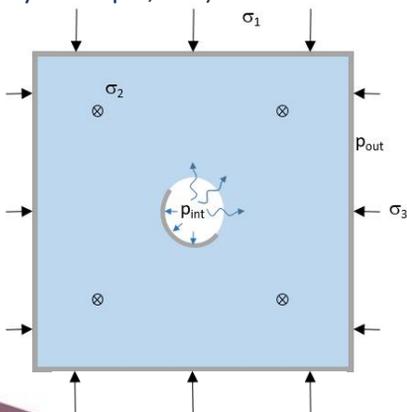
Le dispositif permet également l'écoulement d'un fluide interstitiel à travers l'échantillon, pour réaliser des mesures de perméabilité.

### Mode de déformation localisée précoce

Des résultats obtenus sur deux types de roche, un grès et une roche argileuse, montrent des similitudes sur le mode de déformation avant le pic de contrainte. Un mode de déformation localisé diffus (très nombreuses bandes parallèles et conjuguées) se manifeste très précocement. Progressivement, certaines de ces bandes se désactivent, pour ne laisser la place qu'à un nombre très restreint de bandes actives au moment du pic de contrainte. La perte de résistance est associée à un mode de déformation fortement localisé.

### Chargement avec trou central

Une évolution récente offre la possibilité d'inclure un trou central dans l'échantillon (parallèle à la direction de contrainte principale intermédiaire) et de contrôler indépendamment la pression interne, jusqu'à 100 MPa (Fig. 4). Le trou peut être revêtu d'une membrane imperméable ou être sans protection (pénétration du fluide dans la porosité de l'échantillon, fracturation hydraulique, etc.).



### Dimensions des échantillons :

- Hauteur : 50 mm
- Largeur : 25 mm ou 50 mm
- Profondeur : 30 mm
- Diamètre du trou (option) : 10 mm

### Equipements :

- 3 pompes ST VPSSSV 300 – 100 MPa
- 2 pompes ST Stigma 300 – 100 MPa
- pilotage par logiciel ST Falcon®

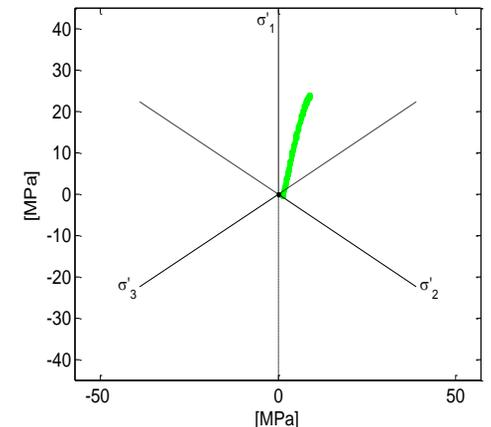


Fig. 3 : Chemin de chargement (plan déviatorique) d'une compression en déformation plane.

Fig. 4 : (à gauche) schéma du contrôle indépendant des contraintes appliquées dans la configuration avec trou central (avec ou sans membrane interne); (à droite) champ de déformation mesuré lors de la propagation de fissures suite à la pressurisation interne du trou (avec membrane).

### Production scientifique :

Bésuelle, P., Lanatà, P. (2016). A new true triaxial cell for field measurements on rock specimens and its use in the characterization of strain localization on a Vosges sandstone during a plane strain compression test, *Geotechnical Testing Journal*, vol. 39, n° 5, pp. 879-890, doi.org/ 10.1520/GTJ20150227.

Couture, C., Bésuelle, P. (2022). A true triaxial experimental study on porous Vosges sandstone: from strain localization precursors to failure using full-field measurements, *Int. J. Rock Mech. Mining Sci.*, vol. 153, pp. 105031, doi: 10.1016/j.ijrmms.2021.105031.