

## SSNV158 - Essai triaxial drainé avec le modèle de Laigle

---

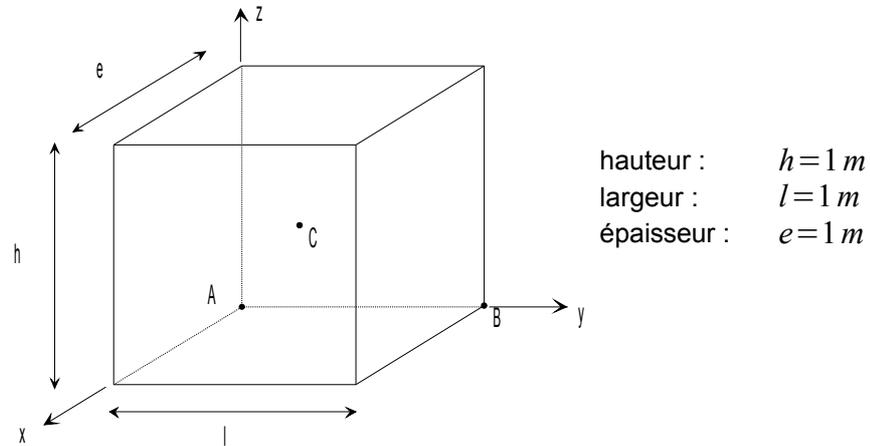
### Résumé

Ce test permet de valider le modèle de Laigle en mécanique des roches (formalisme CIH). Il s'agit d'un essai triaxial en condition drainée. Les calculs sont effectués uniquement sur la partie solide du sol sans couplage hydromécanique. On applique quatre niveaux de confinement (  $8\text{ MPa}$  -  $4\text{ MPa}$  -  $2\text{ MPa}$  -  $1\text{ MPa}$  ). Par raison de symétrie, on ne s'intéresse qu'au huitième d'un échantillon soumis à un essai triaxial. La modélisation est axisymétrique.

Il s'agit d'un test de non régression.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Coordonnées des points (en mètres) :

|   | A  | B  | C   | D  |
|---|----|----|-----|----|
| x | 0. | 0. | 0.5 | 1. |
| y | 0. | 1. | 0.5 | 1. |
| z | 0. | 0. | 0.5 | 0. |

### 1.2 Propriété de matériaux

$$E = 1500.00 \cdot 10^3 \text{ kPa}$$

$$\nu = 0.27$$

$$\gamma_{ult} = 0.132;$$

$$\gamma_e = 0.005;$$

$$m_{ult} = 2.0;$$

$$m_e = 7.0;$$

$$a_e = 0.65;$$

$$m_{pic} = 15.0;$$

$$a_{pic} = 0.5;$$

$$\eta = 0.45;$$

$$\xi = 0.25;$$

$$\gamma_{cjs} = 0.7;$$

$$\sigma_{p1} = 9.09 \cdot 10^6 \text{ Pa};$$

$$\sigma_{p2} = 23.05 \cdot 10^6 \text{ Pa};$$

## 1.3 Conditions initiales, conditions aux limites, et chargement

### Phase 1 :

On amène l'échantillon à un état homogène :  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{yy}^0 = \sigma_{zz}^0$ , en imposant la pression de confinement correspondante sur les faces avant, latérale droite et supérieure. Les déplacements sont bloqués sur les faces arrière ( $u_x=0$ ), latérale gauche ( $u_y=0$ ) et inférieure ( $u_z=0$ ).

### Phase 2 :

On maintient les déplacements bloqués sur les faces arrière ( $u_x=0$ ), latérale gauche ( $u_y=0$ ) et inférieure ( $u_z=0$ ), ainsi que la pression de confinement sur les faces avant et latérale droite. On applique un déplacement imposé sur la face supérieure :  $u_z(t)$ , de façon à obtenir une déformation  $\varepsilon_{zz} = -20\%$  (comptée à partir du début de la phase 2).

## 2 Solution de référence

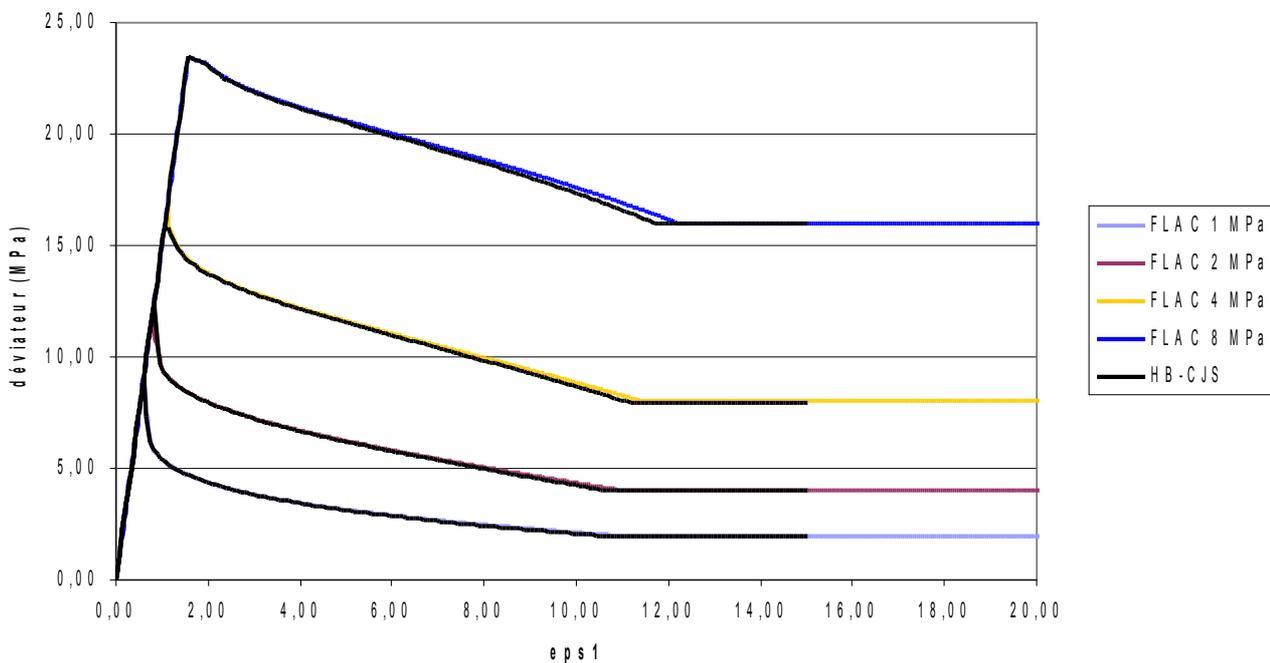
### 2.1 Résultats de référence

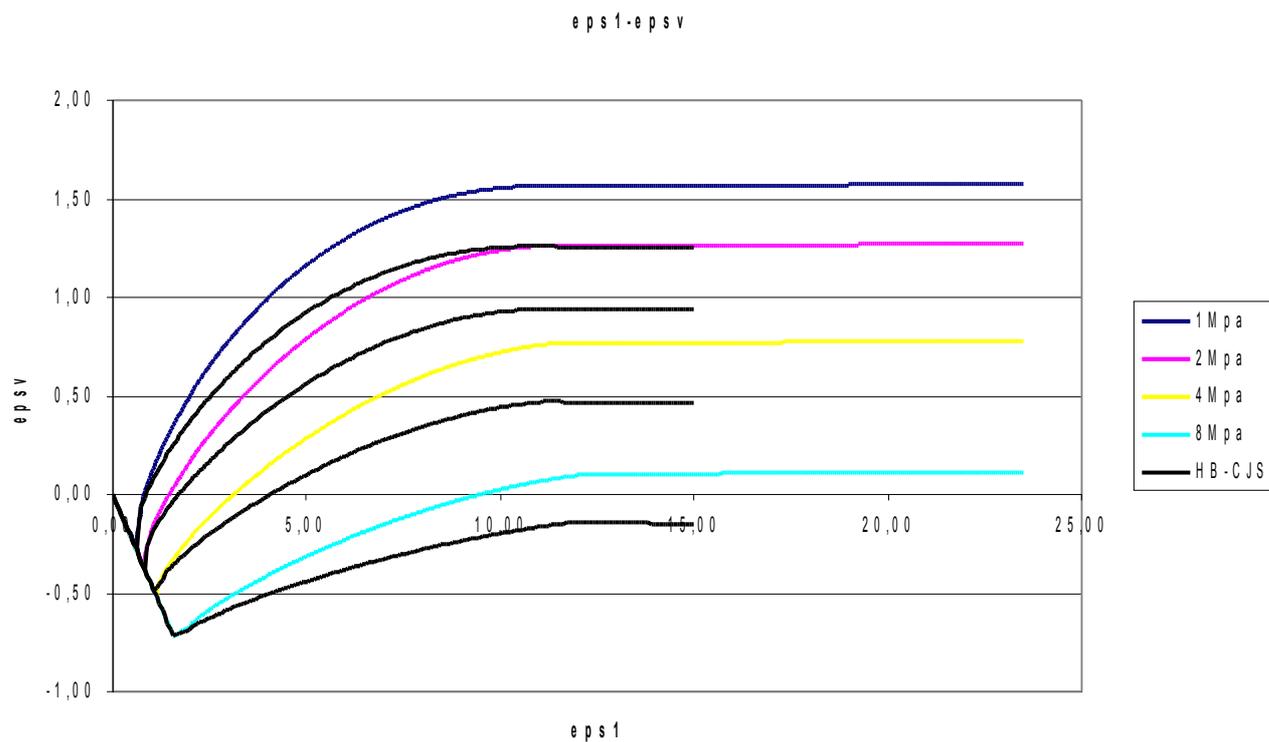
Contraintes  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$  et  $\sigma_{zz}$  au point  $D$ .

Déplacements  $\varepsilon_{xx}$ ,  $\varepsilon_{yy}$  au point  $D$ .

Références fournies par le logiciel FLAC-2D :

courbes Q-eps1

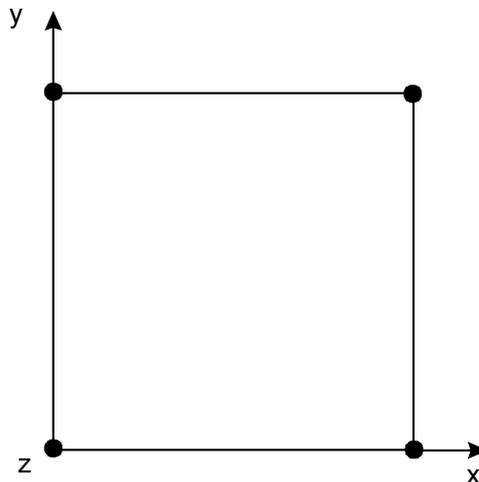




## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristique de la modélisation

2D :



Découpage : 1 en hauteur, 1 en largeur.

Chargement de la phase 1 :

Pression de confinement :  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -8 \text{ MPa}$

### 3.2 Caractéristique du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4 et 4 SEG2

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Pour  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -8 \text{ MPa}$

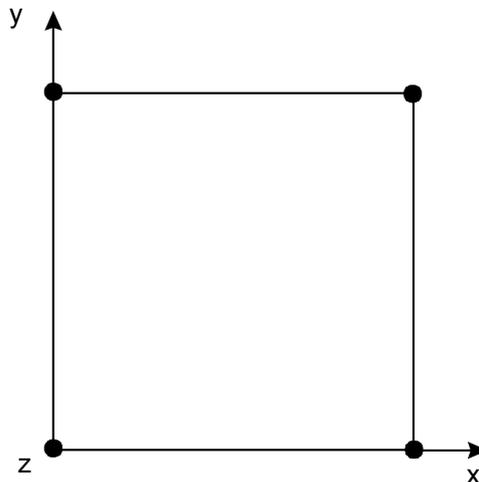
| Localisation   | Numéro d'ordre | Contrainte<br>( MPa ) | Aster     |
|----------------|----------------|-----------------------|-----------|
| Point <i>D</i> | 5              | $\sigma_{xx}$         | - 8.000   |
|                | 49             | $\sigma_{xx}$         | - 8.000   |
|                | 5              | $\sigma_{zz}$         | - 8.000   |
|                | 49             | $\sigma_{zz}$         | - 8.000   |
|                | 5              | $\sigma_{yy}$         | - 31.5966 |
|                | 10             | $\sigma_{yy}$         | - 31.1055 |
|                | 16             | $\sigma_{yy}$         | - 29.9622 |
|                | 25             | $\sigma_{yy}$         | - 26.3670 |
|                | 30             | $\sigma_{yy}$         | - 24.3922 |
|                | 40             | $\sigma_{yy}$         | - 24.0000 |
|                | 49             | $\sigma_{yy}$         | - 24.0000 |

| Localisation   | Numéro d'ordre | Déformation     | Aster<br>* E-02 |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Point <i>D</i> | 1              | $\epsilon_{xx}$ | 0.324           |
|                | 10             | $\epsilon_{xx}$ | 0.692805        |
|                | 40             | $\epsilon_{xx}$ | 7.140           |
|                | 1              | $\epsilon_{yy}$ | - 1.200         |
|                | 5              | $\epsilon_{yy}$ | - 1.580         |
|                | 10             | $\epsilon_{yy}$ | - 2.053         |
|                | 25             | $\epsilon_{yy}$ | - 8.000         |
|                | 48             | $\epsilon_{yy}$ | - 19.04         |

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristique de la modélisation

2D :



Découpage : 1 en hauteur, 1 en largeur.

Chargement de la phase 1 :

Pression de confinement :  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -4 \text{ MPa}$  .

### 4.2 Caractéristique du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4 et 4 SEG2

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

Pour  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -4 \text{ MPa}$

| Localisation   | Numéro d'ordre | Contrainte<br>( MPa ) | Aster     |
|----------------|----------------|-----------------------|-----------|
| Point <i>D</i> | 5              | $\sigma_{xx}$         | - 4.000   |
|                | 49             | $\sigma_{xx}$         | - 4.000   |
|                | 5              | $\sigma_{zz}$         | - 4.000   |
|                | 49             | $\sigma_{zz}$         | - 4.000   |
|                | 5              | $\sigma_{yy}$         | - 19.6729 |
|                | 10             | $\sigma_{yy}$         | - 17.9207 |
|                | 16             | $\sigma_{yy}$         | - 16.9627 |
|                | 25             | $\sigma_{yy}$         | - 14.1850 |
|                | 30             | $\sigma_{yy}$         | - 12.4257 |
|                | 40             | $\sigma_{yy}$         | - 12.0000 |

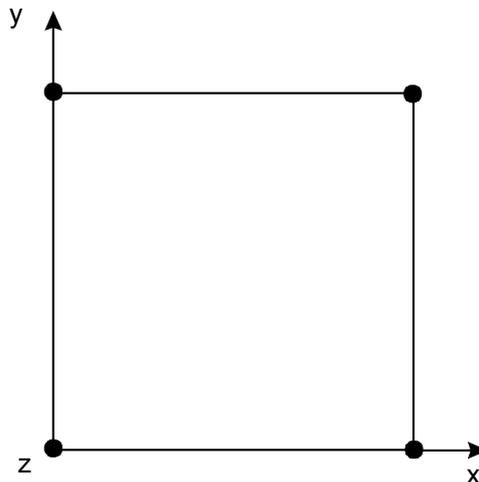
---

|                | 49             | $\sigma_{yy}$   | - 12.0000       |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|                |                |                 |                 |
| Localisation   | Numéro d'ordre | Déformation     | Aster<br>* E-02 |
| Point <i>D</i> | 1              | $\epsilon_{xx}$ | 0.216           |
|                | 10             | $\epsilon_{xx}$ | 0.757           |
|                | 40             | $\epsilon_{xx}$ | 7.195           |
|                | 1              | $\epsilon_{yy}$ | - 0.800         |
|                | 5              | $\epsilon_{yy}$ | - 1.240         |
|                | 10             | $\epsilon_{yy}$ | - 1.789         |
|                | 25             | $\epsilon_{yy}$ | - 7.000         |
|                | 48             | $\epsilon_{yy}$ | - 16.000        |

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristique de la modélisation

2D :



Découpage : 1 en hauteur, 1 en largeur.

Chargement de la phase 1 :

Pression de confinement :  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -2 \text{ MPa}$

### 5.2 Caractéristique du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4 et 4 SEG2

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

Pour  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -2 \text{ MPa}$

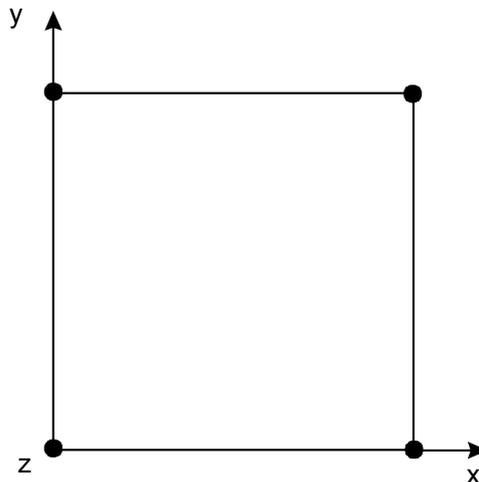
| Localisation   | Numéro d'ordre | Contrainte<br>( MPa ) | Aster     |
|----------------|----------------|-----------------------|-----------|
| Point <i>D</i> | 5              | $\sigma_{xx}$         | - 2.000   |
|                | 5              | $\sigma_{zz}$         | - 2.000   |
|                | 5              | $\sigma_{yy}$         | - 10.7188 |
|                | 10             | $\sigma_{yy}$         | - 9.7927  |
|                | 16             | $\sigma_{yy}$         | - 9.1268  |
|                | 25             | $\sigma_{yy}$         | - 6.2033  |
|                | 30             | $\sigma_{yy}$         | - 6.0968  |
|                | 40             | $\sigma_{yy}$         | - 5.9965  |
|                | 49             | $\sigma_{yy}$         | - 5.9942  |

| Localisation   | Numéro d'ordre | Déformation     | Aster<br>* E-02 |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Point <i>D</i> | 1              | $\epsilon_{xx}$ | 0.216           |
|                | 10             | $\epsilon_{xx}$ | 1.151           |
|                | 40             | $\epsilon_{xx}$ | 8.048           |
|                | 1              | $\epsilon_{yy}$ | - 0.800         |
|                | 5              | $\epsilon_{yy}$ | - 1.387         |
|                | 10             | $\epsilon_{yy}$ | - 2.120         |
|                | 25             | $\epsilon_{yy}$ | - 12.000        |
|                | 48             | $\epsilon_{yy}$ | - 15.500        |

## 6 Modélisation D

### 6.1 Caractéristique de la modélisation

2D :



Découpage : 1 en hauteur, 1 en largeur.

Chargement de la phase 1 :

Pression de confinement :  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -1 \text{ MPa}$

### 6.2 Caractéristique du maillage

Nombre de nœuds : 4

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4 et 4 SEG2

### 6.3 Grandeurs testées et résultats

Pour  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -1 \text{ MPa}$

| Localisation | Numéro d'ordre | Contrainte<br>( MPa ) | Aster    |
|--------------|----------------|-----------------------|----------|
| Point D      | 296            | $\sigma_{xx}$         | - 1.000  |
|              | 596            | $\sigma_{xx}$         | - 1.000  |
|              | 296            | $\sigma_{zz}$         | - 1.000  |
|              | 596            | $\sigma_{zz}$         | - 1.000  |
|              | 196            | $\sigma_{yy}$         | - 4.7247 |
|              | 296            | $\sigma_{yy}$         | - 4.1666 |
|              | 312            | $\sigma_{yy}$         | - 4.0928 |
|              | 496            | $\sigma_{yy}$         | - 3.4030 |
|              | 596            | $\sigma_{yy}$         | - 3.1056 |

| Localisation   | Numéro d'ordre | Déformation     | Aster<br>* E-02 |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Point <i>D</i> | 196            | $\epsilon_{xx}$ | 2.4608          |
|                | 396            | $\epsilon_{xx}$ | 4.7711          |
|                | 596            | $\epsilon_{xx}$ | 6.8830          |
|                | 196            | $\epsilon_{yy}$ | - 3.9200        |
|                | 296            | $\epsilon_{yy}$ | - 5.9200        |
|                | 396            | $\epsilon_{yy}$ | - 7.9200        |
|                | 496            | $\epsilon_{yy}$ | - 9.9200        |
|                | 596            | $\epsilon_{yy}$ | - 11.9200       |