

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

---

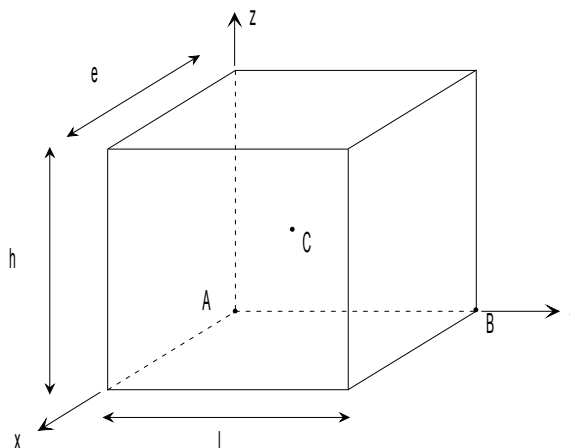
### Résumé

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



hauteur :  $h = 1 \text{ m}$   
 largeur :  $l = 1 \text{ m}$   
 épaisseur :  $e = 1 \text{ m}$

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).

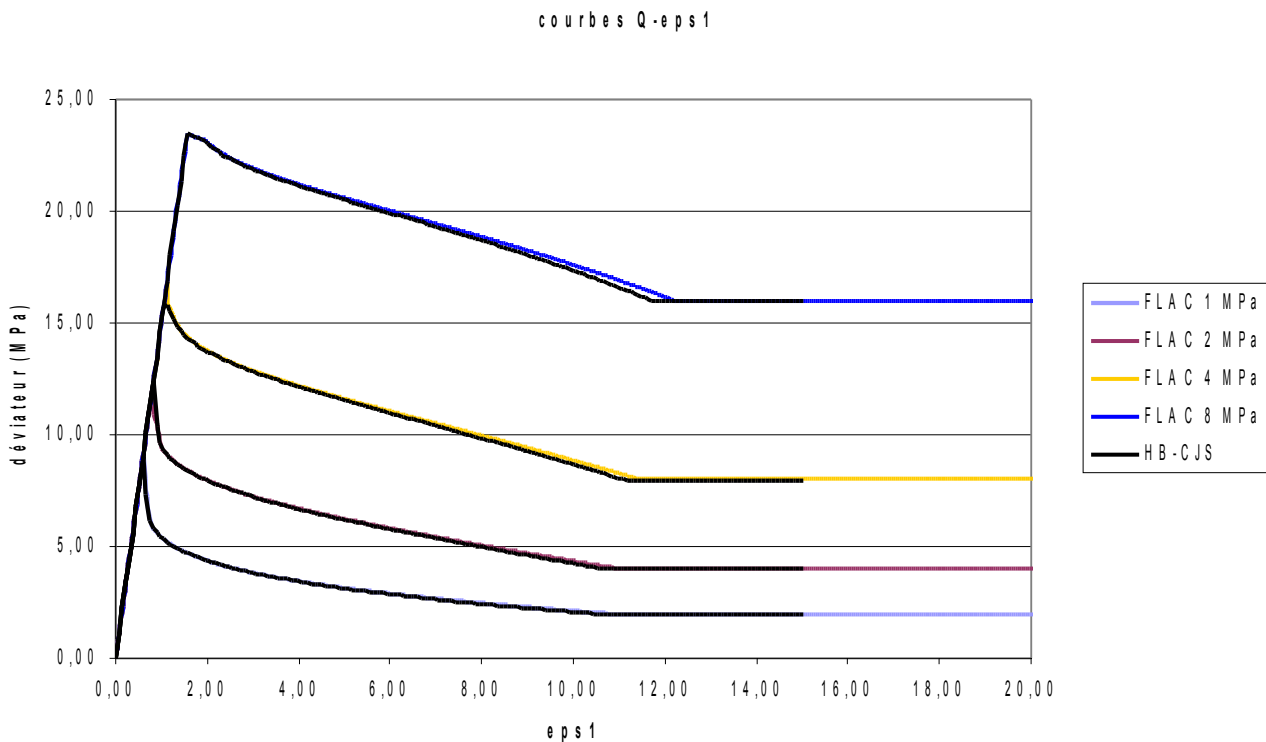
## 2 Solution de référence

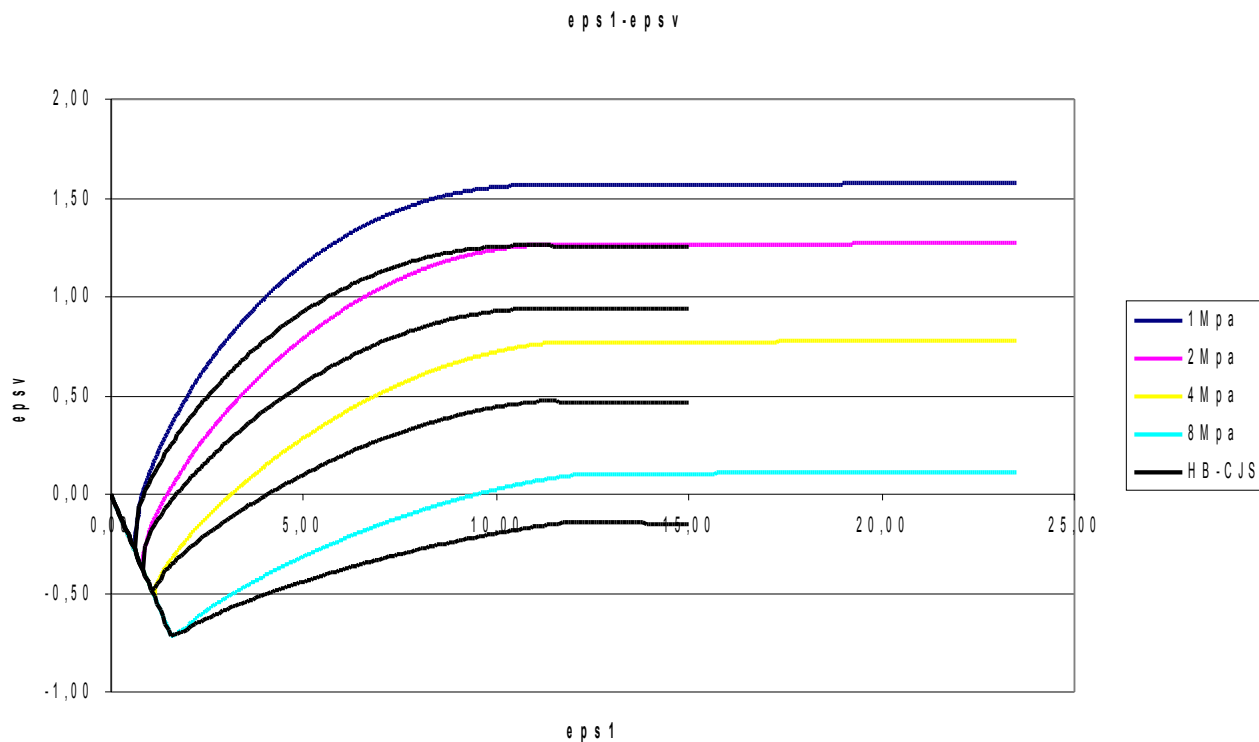
### 2.1 Résultats de référence

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 :

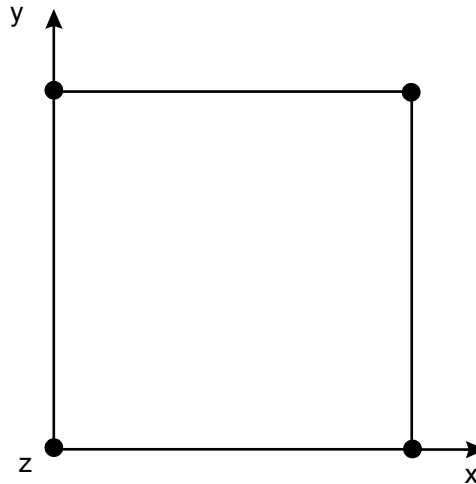




## 3 Modélisation A

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

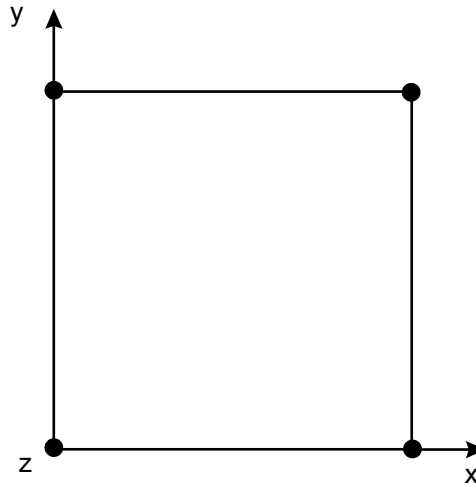
Localisation	Numéro d'ordre	Contrainte ( MPa )	Aster
Point <i>D</i>	5	$\sigma_{xx}$	- 8.000
	49	$\sigma_{xx}$	- 8.000
	5	$\sigma_{zz}$	- 8.000
	49	$\sigma_{zz}$	- 8.000
	5	$\sigma_{yy}$	- 31.5966
	10	$\sigma_{yy}$	- 31.1055
	16	$\sigma_{yy}$	- 29.9622
	25	$\sigma_{yy}$	- 26.3670
	30	$\sigma_{yy}$	- 24.3922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

Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	Aster * E-02
	49	$\sigma_{yy}$	- 24.0000
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 ( 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

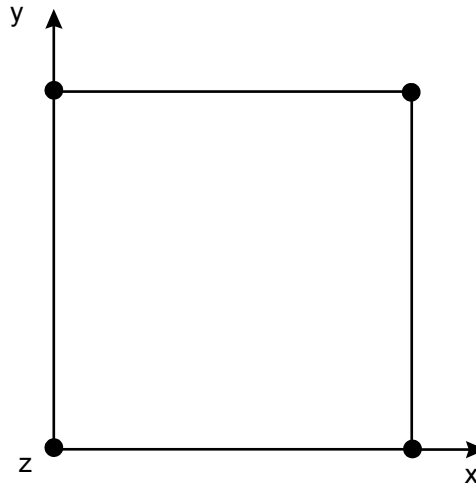


	40	$\sigma_{yy}$	- 12.0000
	49	$\sigma_{yy}$	- 12.0000
Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	Aster * E-02
Point <i>D</i>	1	$\epsilon_{xx}$	0.216
	10	$\epsilon_{xx}$	0.757
	40	$\epsilon_{xx}$	7.195
	1	$\epsilon_{yy}$	- 0.800
	5	$\epsilon_{yy}$	- 1.240
	10	$\epsilon_{yy}$	- 1.789
	25	$\epsilon_{yy}$	- 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  $\sigma_{xx}^0 = \sigma_{zz}^0 = -2 \text{ MPa}$

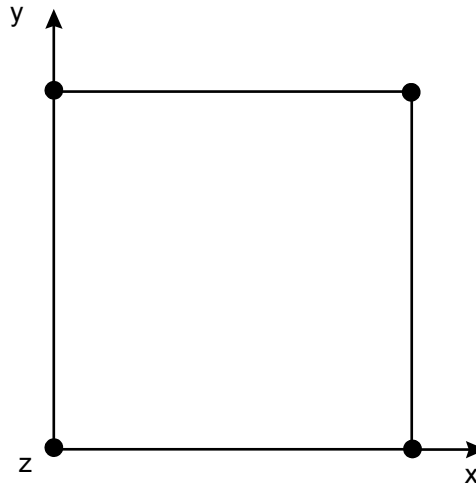
Localisation	Numéro d'ordre	Contrainte ( MPa )	Aster
Point <i>D</i>	5	$\sigma_{xx}$	- 2.000
	5	$\sigma_{zz}$	- 2.000
	5	$\sigma_{yy}$	- 10.7188
	10	$\sigma_{yy}$	- 9.7927
	16	$\sigma_{yy}$	- 9.1268
	25	$\sigma_{yy}$	- 6.2033
	30	$\sigma_{yy}$	- 6.0968
	40	$\sigma_{yy}$	- 5.9965
	49	$\sigma_{yy}$	- 5.9942

Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	Aster * 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 ( MPa )	Aster
Point <i>D</i>	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 * 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