SSNV158 - Essai triaxial drainé avec le modèle de Laigle

Résumé

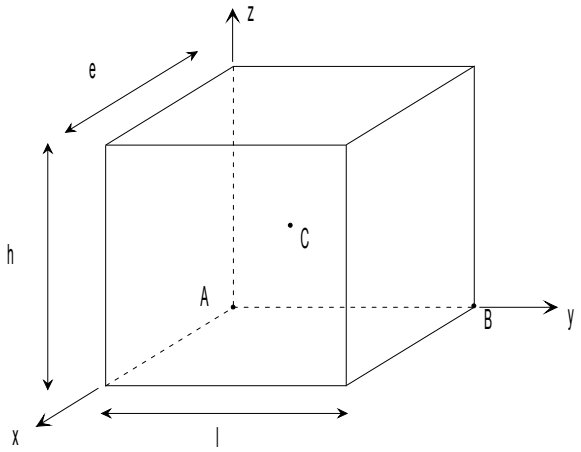
Ce test permet de valider le modèle de Laigle en mécanique des roches (formalisme CIH). Il s'agit d'un essai triaxial en condition drainée. Les calculs sont effectués uniquement sur la partie solide du sol sans couplage hydromécanique. On applique quatre niveaux de confinement ($8\,MPa$ – $4\,MPa$ – $2\,MPa$ – $1\,MPa$). 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.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



hauteur : $h=1\,m$
largeur : $l=1\,m$
épaisseur : $e=1\,m$

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

$E=1500.00\,10^3\,kPa$
$\nu=0.27$

$\gamma_{ult}=0.132;$
$\gamma_e=0.005;$
$m_{ult}=2.0;$
$m_e=7.0;$
$a_e=0.65;$
$m_{pic}=15.0;$
$a_{pic}=0.5;$
$\eta=0.45;$
$\xi=0.25;$
$\gamma_{cjs}=0.7;$
$\sigma_{p1}=9.09\,10^6\,Pa;$
$\sigma_{p2}=23.05\,10^6\,Pa;$

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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).

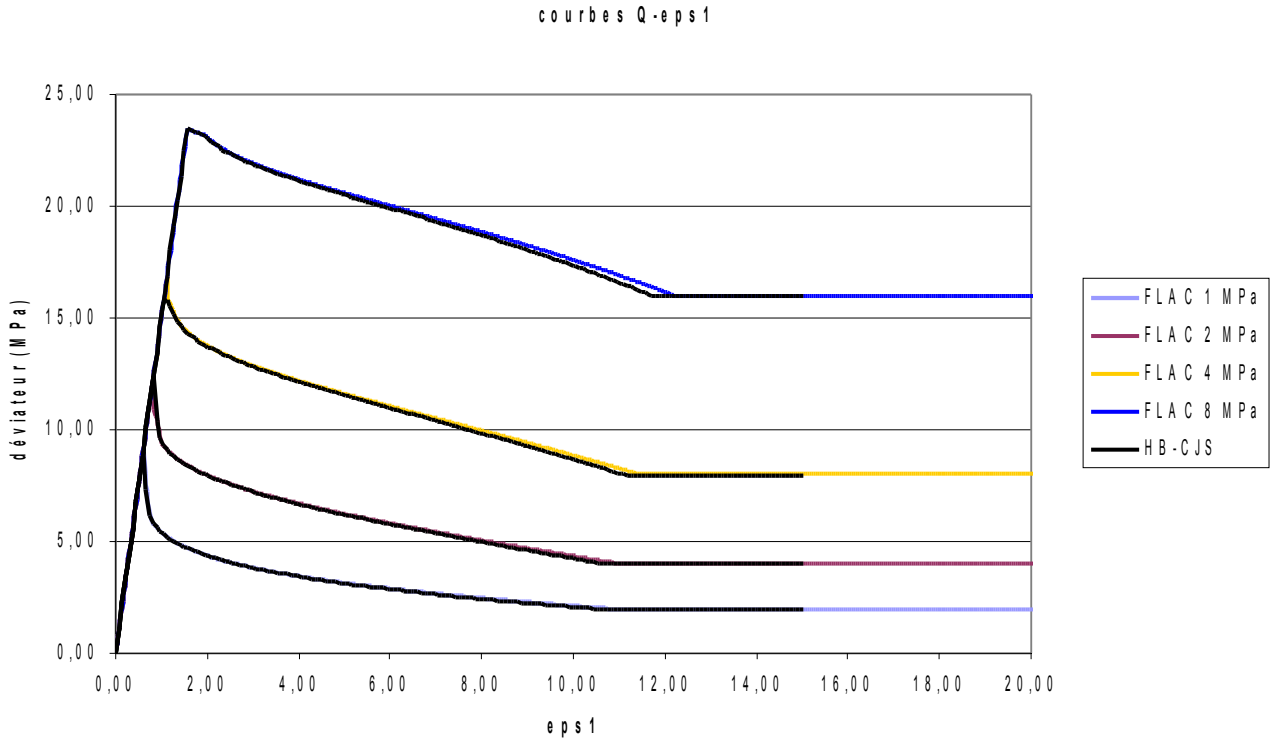
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

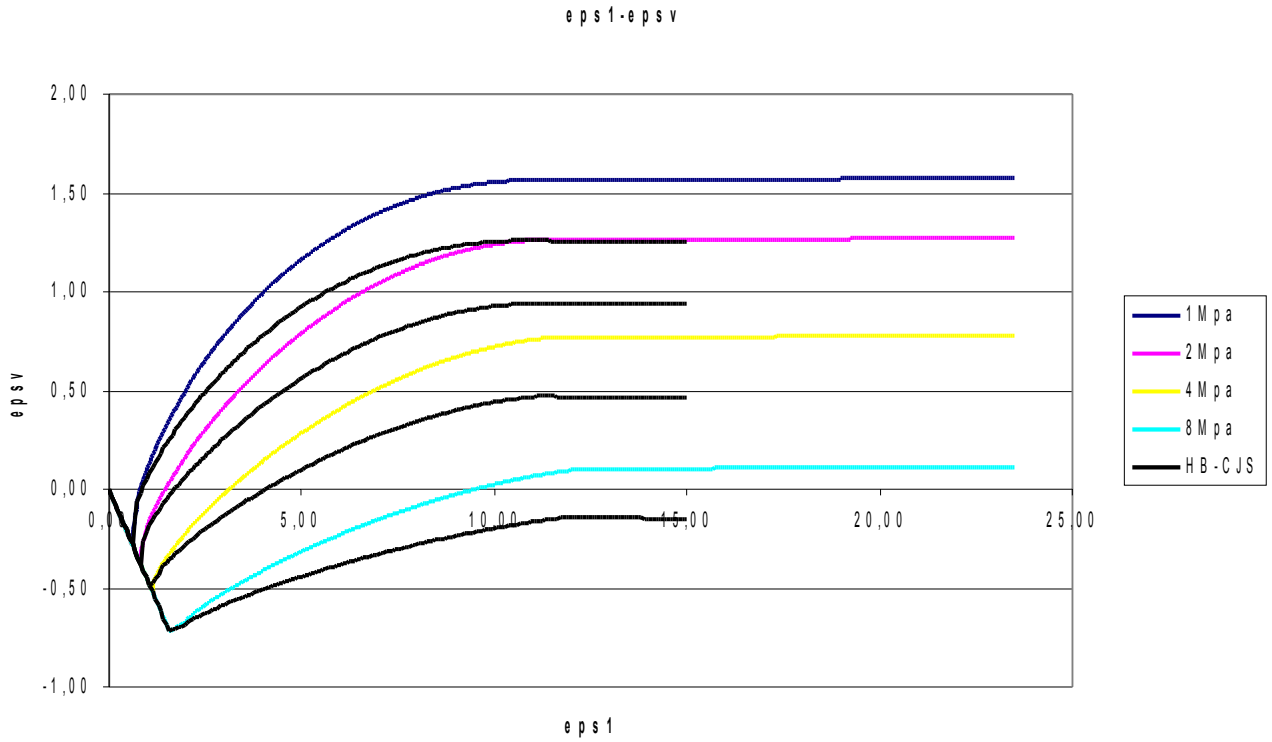
2.1 Résultats de référence

Contraintes σ_{xx} , σ_{yy} et σ_{zz} au point D .
Déplacements ε_{xx} , ε_{yy} au point D .

Références fournies par le logiciel FLAC-2D :



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

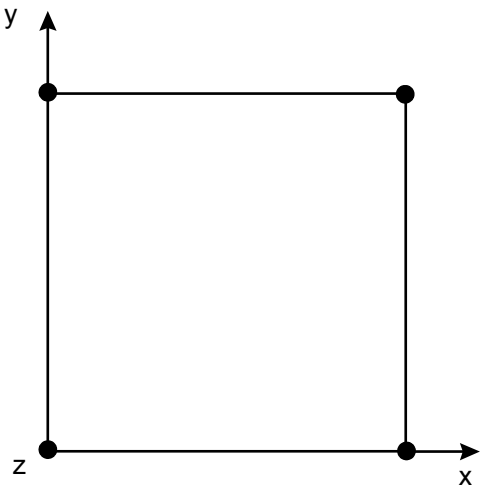


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 : $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-8\ MPa$

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 $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-8\ MPa$

Localisation	Numéro d'ordre	Contrainte (MPa)	*Aster*
Point D	5	σ_{xx}	– 8.000
	49	σ_{xx}	– 8.000
	5	σ_{zz}	– 8.000
	49	σ_{zz}	– 8.000
	5	σ_{yy}	– 31.5966
	10	σ_{yy}	– 31.1055
	16	σ_{yy}	– 29.9622
	25	σ_{yy}	– 26.3670
	30	σ_{yy}	– 24.3922
	40	σ_{yy}	– 24.0000

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

	49	σ_{yy}	– 24.0000

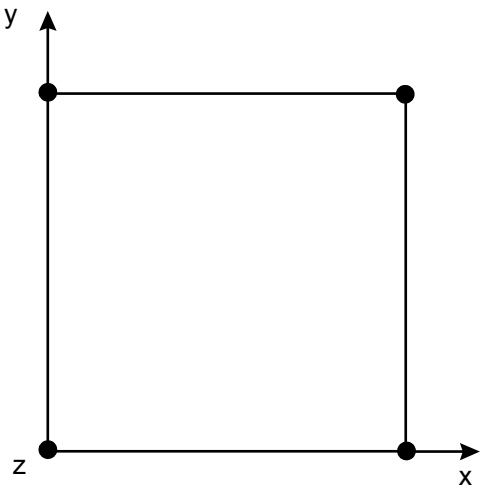
Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	Aster * E-02
Point D	1	ε_{xx}	0.324
	10	ε_{xx}	0.692805
	40	ε_{xx}	7.140
	1	ε_{yy}	– 1.200
	5	ε_{yy}	– 1.580
	10	ε_{yy}	– 2.053
	25	ε_{yy}	– 8.000
	48	ε_{yy}	– 19.04

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 : $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-4\,MPa$.

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 $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-4\,MPa$

Localisation	Numéro d'ordre	Contrainte (MPa)	*Aster*
Point D	5	σ_{xx}	– 4.000
	49	σ_{xx}	– 4.000
	5	σ_{zz}	– 4.000
	49	σ_{zz}	– 4.000
	5	σ_{yy}	– 19.6729
	10	σ_{yy}	– 17.9207
	16	σ_{yy}	– 16.9627
	25	σ_{yy}	– 14.1850
	30	σ_{yy}	– 12.4257

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

	40	σ_{yy}	– 12.0000
	49	σ_{yy}	– 12.0000

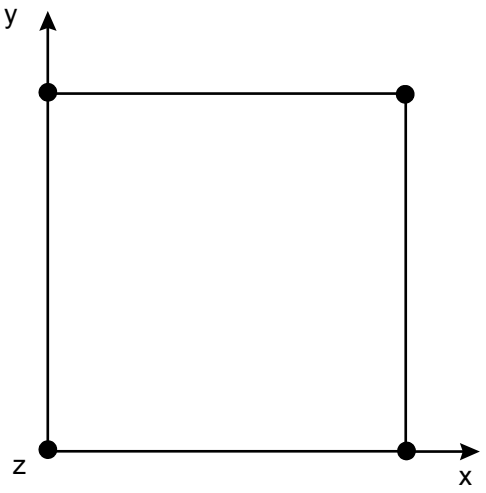
Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	*Aster* ** E-02*
Point D	1	ε_{xx}	0.216
	10	ε_{xx}	0.757
	40	ε_{xx}	7.195
	1	ε_{yy}	– 0.800
	5	ε_{yy}	– 1.240
	10	ε_{yy}	– 1.789
	25	ε_{yy}	– 7.000
	48	ε_{yy}	– 16.000

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 : $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-2\ MPa$

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 $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-2\ MPa$

Localisation	Numéro d'ordre	Contrainte (MPa)	*Aster*
Point D	5	σ_{xx}	– 2.000
	5	σ_{zz}	– 2.000
	5	σ_{yy}	– 10.7188
	10	σ_{yy}	– 9.7927
	16	σ_{yy}	– 9.1268
	25	σ_{yy}	– 6.2033
	30	σ_{yy}	– 6.0968
	40	σ_{yy}	– 5.9965
	49	σ_{yy}	– 5.9942

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

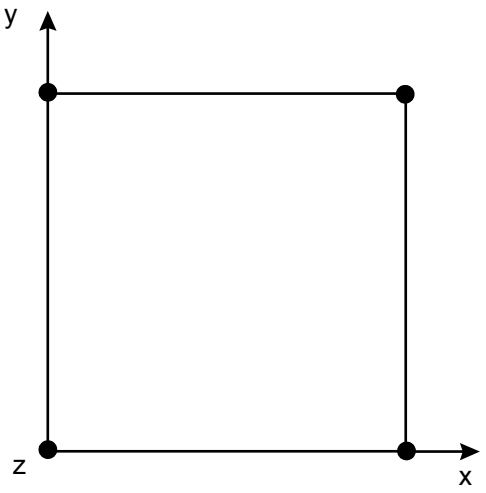
Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	Aster * E-02
Point D	1	ε_{xx}	0.216
	10	ε_{xx}	1.151
	40	ε_{xx}	8.048
	1	ε_{yy}	– 0.800
	5	ε_{yy}	– 1.387
	10	ε_{yy}	– 2.120
	25	ε_{yy}	– 12.000
	48	ε_{yy}	– 15.500

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 : $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-1\ MPa$

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 $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{zz}=-1\ MPa$

Localisation	Numéro d'ordre	Contrainte (MPa)	*Aster*
Point D	296	σ_{xx}	– 1.000
	596	σ_{xx}	– 1.000
	296	σ_{zz}	– 1.000
	596	σ_{zz}	– 1.000
	196	σ_{yy}	– 4.7247
	296	σ_{yy}	– 4.1666
	312	σ_{yy}	– 4.0928
	496	σ_{yy}	– 3.4030
	596	σ_{yy}	– 3.1056

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Localisation	Numéro d'ordre	Déformation	Aster * E-02
Point D	196	ε_{xx}	2.4608
	396	ε_{xx}	4.7711
	596	ε_{xx}	6.8830
	196	ε_{yy}	– 3.9200
	296	ε_{yy}	– 5.9200
	396	ε_{yy}	– 7.9200
	496	ε_{yy}	– 9.9200
	596	ε_{yy}	– 11.9200

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)