

## SSNP124 – Essai biaxial drainé avec un comportement DRUCK\_PRAGER adoucissant

---

### Résumé :

Ce cas test permet de mettre en œuvre un essai biaxial drainé suivant des approches locales et non-locales sur quatre modélisations différentes lors d'un calcul non linéaire. Cela permet de mettre en avant l'effet du type d'érouissage négatif, parabolique ou linéaire, dans le cas de modèle D\_PLAN ou D\_PLAN\_GRAD\_EPSI.

#### Modélisation A

- Modèle de type «DRUCK\_PRAGER» à érouissage négatif linéaire pour un confinement de  $2\text{ Mpa}$ .
- modèle D\_PLAN avec des mailles QUAD4.

#### Modélisation B :

- Modèle de type «DRUCK\_PRAGER» à érouissage négatif parabolique pour un confinement de  $2\text{ MPa}$ .
- modèle D\_PLAN avec des mailles QUAD4.

#### Modélisation C :

- Modèle de type «DRUCK\_PRAGER» à érouissage négatif linéaire pour un confinement de  $2\text{ MPa}$ .
- modèle D\_PLAN\_GRAD\_EPSI avec des mailles QUAD8.

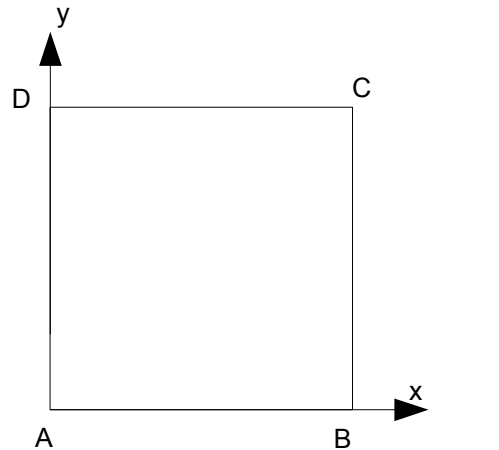
#### Modélisation D :

- Modèle de type «DRUCK\_PRAGER» à érouissage négatif parabolique pour un confinement de  $2\text{ Mpa}$
- modèle D\_PLAN\_GRAD\_EPSI avec des mailles QUAD8.

## 1 Problème de référence

---

### 1.1 Géométrie



- Dimension du carré :  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ .

### 1.2 Propriétés du matériau

Élastique

- $E = 5800.0 \text{ E6 Pa}$  Module d'Young
- $\nu = 0.3$  Coefficient de Poisson

DRUCK\_PRAGER avec écrouissage négatif linéaire

- $\alpha = 0.33$  Coefficient de dépendance en pression
- $p_{ultm} = 0.01$  Déformation plastique cumulée ultime
- $\sigma^y = 2.57 \text{ E6 Pa}$  Contrainte plastique
- $h = -2. \text{ E8 Pa}$  Module d'écrouissage

DRUCK\_PRAGER avec écrouissage négatif parabolique

- $\alpha = 0.33$  Coefficient de dépendance en pression
- $p_{ultm} = 0.01$  Déformation plastique cumulée ultime
- $\sigma^y = 2.57 \text{ E6 Pa}$  Contrainte plastique
- $\sigma_{ultm}^y = 0.57 \text{ E6 Pa}$  Contrainte ultime

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

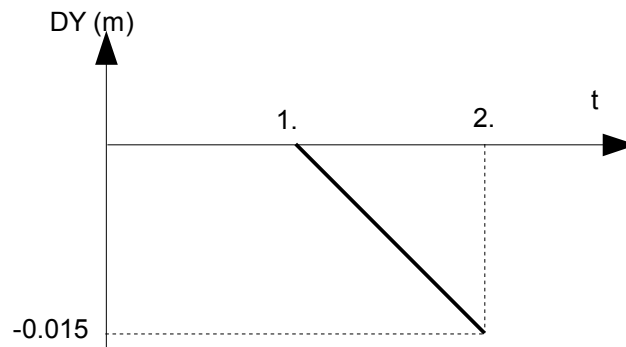
Les conditions aux limites et les chargements appliqués sont les suivants:

**Chargements imposés:** les chargements sont constants  $t \in ]1,2.]$

- Coté  $BC$   $p = 2.10^6 Pa$

**Déplacements imposés sur :**

- Coté  $AB$   $DY = 0.$
- Coté  $DA$   $DX = 0.$
- Les déplacements varient sur  $CD$  progressivement, sur l'intervalle  $t \in ]1,2.]$ , suivant une rampe, comme sur la figure ci-dessous:  
 $t = 1.$   $DY = 0.$   
 $t = 2.$   $DY = -0.015$



## 1.4 Conditions initiales

- Conditions initiales ( $Pa$ )

$S_{IXX}$	$S_{IYY}$	$S_{IZZ}$	$S_{IXY}$	$S_{IXZ}$	$S_{IYZ}$
-2. E6	-2. E6	-2. E6	0.0	0.0	0.0

$S_{IP}$	$M_{II}$	$F_{H11X}$	$F_{H11Y}$
0.0	0.0	0.0	0.0

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

- Déplacement  $DY$   
Le déplacement  $DY$  de référence au point  $C$  correspond au déplacement imposé.  
 $DY = -0.015(t-1)$
- Contrainte  $SIXX$   
La contrainte  $SIXX$  correspond au chargement appliqué
- Contrainte  $SIYY$  et déformation plastique cumulée  $VI$   
Les valeurs de référence de la contrainte  $SIYY$  et de la déformation plastique cumulée  $VI$  sont des valeurs de non-régression.

### 2.2 Grandeurs de référence

- Contrainte  $SIXX$  au point  $C$
- Contrainte  $SIYY$  au point  $C$
- Déformation plastique cumulée  $VI$  au point  $C$
- Déplacement  $DY$  au point  $C$

### 2.3 Résultat de référence

Grandeur	Point	Inst	Référence*	Référence**
$SIXX (Pa)$	$C$	2.0	$-2.0 E6$	$-2.0 E6$
$SIYY (Pa)$	$C$	1.07	$-8.69 E6$	$-8.69 E6$
		1.16	$-1.39 E7$	$-1.37 E7$
		1.34	$-9.90 E6$	$-9.90 E6$
		1.53	$-9.91 E6$	$-9.90 E6$
$VI$	$C$	1.07	0	0
		1.16	$1.20 E-3$	$1.26 E-3$
		1.34	$1.12 E-2$	$1.12 E-2$
		1.53	$2.01 E-2$	$2.01 E-2$
$DY (m)$	$C$	1.07	$-1.05 E-3$	$-1.05 E-3$
		1.16	$-2.40 E-3$	$-2.40 E-3$
		1.34	$-5.10 E-3$	$-5.10 E-3$
		1.53	$-7.95 E-3$	$-7.95 E-3$

\* écouissage linéaire    \*\* écouissage parabolique

### 2.4 Incertitude sur la solution

- Solution analytique pour les grandeurs  $DY$  et  $SIXX$

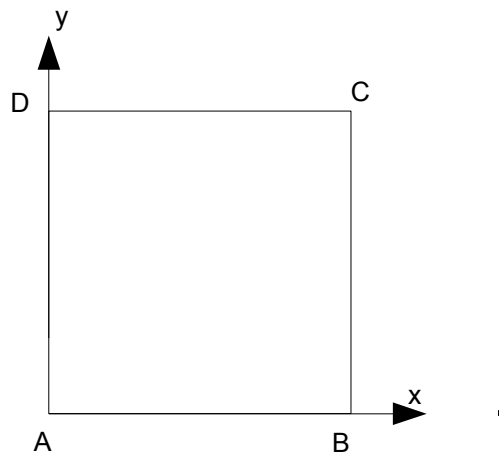
- Solution numérique pour les grandeurs  $SIYY$  et  $VI$

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation A

Modélisation `D_PLAN`.

Comportement de `DRUCK_PRAGER` à écrouissage négatif linéaire.



Nombre de nœuds	4		
Nombre de mailles	5	Soit :	
			SEG2 4
			QUAD4 1

Le carré est dans l'espace  $[0.,1.] \times [0.,1.]$ .

Coordonnées des points ( $m$ ) :

$A:(0.,0.)$   
 $B:(1.,0.)$   
 $C:(1.,1.)$   
 $D:(0.,1.)$

Groupes de nœuds :

$A, B$

Mailles

$M1$  : surface  $ABDC$   
 $M2$  : segment  $AB$   
 $M3$  : segment  $BC$   
 $M4$  : segment  $CD$   
 $M5$  : segment  $DA$

## 3.2 Résultats

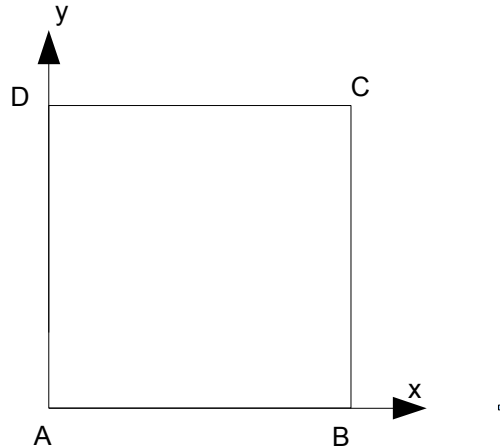
Grandeur	Point	Inst	Référence	Tolérance ( % )
<i>SIXX (Pa)</i>	<i>C</i>	2.0	$-2.0 E6$	0.1
<i>SIYY (Pa)</i>	<i>C</i>	1.07	$-8.69 E6$	0.1
		1.16	$-1.39 E7$	0.1
		1.34	$-9.90 E6$	0.1
		1.53	$-9.91 E6$	0.1
<i>VI</i>	<i>C</i>	1.07	0	0.1
		1.16	$1.20 E-3$	0.1
		1.34	$1.12 E-2$	0.1
		1.53	$2.01 E-2$	0.1
<i>DY (m)</i>	<i>C</i>	1.07	$-1.05 E-3$	0.1
		1.16	$-2.40 E-3$	0.1
		1.34	$-5.10 E-3$	0.1
		1.53	$-7.95 E-3$	0.1

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation B

Modélisation D\_PLAN.

Comportement de DRUCK\_PRAGER à écouissage négatif parabolique.



Nombre de nœuds	4		
Nombre de mailles	5	Soit :	
		SEG2	4
		QUAD4	1

Le carré est dans l'espace  $[0.,1.] \times [0.,1.]$ .

Coordonnées des points ( $m$ ) :

$A:(0.,0.)$   
 $B:(1.,0.)$   
 $C:(1.,1.)$   
 $D:(0.,1.)$

Groupes de nœuds :

$A, B$

Mailles

$M1$  : surface  $ABDC$   
 $M2$  : segment  $AB$   
 $M3$  : segment  $BC$   
 $M4$  : segment  $CD$   
 $M5$  : segment  $DA$

## 4.2 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Point	Inst	Référence	Tolérance ( % )
$S_{IXX}$ (Pa)	C	2.0	$-2.0 E6$	0.1
$S_{IYY}$ (Pa)	C	1.07	$-8.69 E6$	0.1
		1.16	$-1.37 E7$	0.1
		1.34	$-9.90 E6$	0.1
		1.53	$-9.91 E6$	0.1
$V_I$	C	1.07	0	0.1
		1.16	$1.26 E-3$	0.1
		1.34	$1.12 E-2$	0.1
		1.53	$2.01 E-2$	0.1
$DY$ (m)	C	1.07	$-1.05 E-3$	0.1
		1.16	$-2.40 E-3$	0.1
		1.34	$-5.10 E-3$	0.1
		1.53	$-7.95 E-3$	0.1

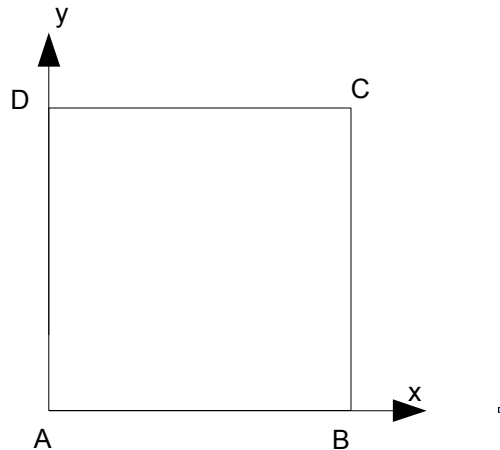


## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation C

Modélisation D\_PLAN\_GRAD\_EPSI.

Comportement de DRUCK\_PRAGER à écouissage négatif linéaire.



Nombre de nœuds	8		
Nombre de mailles	5	Soit :	
		SEG3	4
		QUAD8	1

Le carré est dans l'espace  $[0., 1.] \times [0., 1.]$ .

Coordonnées des points ( $m$ ) :

$A : (0., 0.)$   
 $B : (1., 0.)$   
 $C : (1., 1.)$   
 $D : (0., 1.)$

Groupes de nœuds :

$A, B, C, D$

Groupes de mailles :

$BLOC$  : surface ABCD

$AB, BC, CD, DA$

## 5.2 Grandeurs testées et résultats

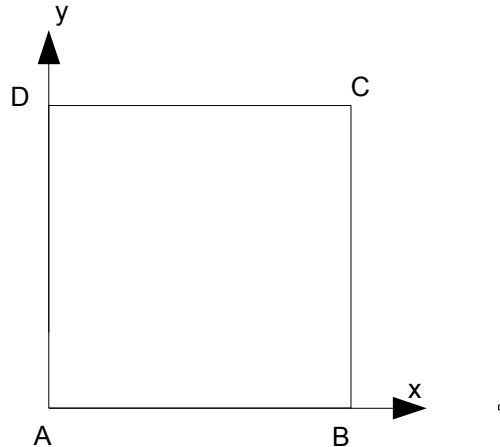
Grandeur	Point	Inst	Référence	Tolérance ( % )
$S_{IXX}$ (Pa)	C	2.0	$-2.0 E6$	0.1
$S_{IYY}$ (Pa)	C	1.07	$-8.69 E6$	0.1
		1.16	$-1.39 E7$	0.1
		1.34	$-9.90 E6$	0.1
		1.53	$-9.91 E6$	0.1
$V_I$	C	1.07	0	0.1
		1.16	$1.20 E-3$	0.1
		1.34	$1.12 E-2$	0.1
		1.53	$2.01 E-2$	0.1
$DY$ (m)	C	1.07	$-1.05 E-3$	0.1
		1.16	$-2.40 E-3$	0.1
		1.34	$-5.10 E-3$	0.1
		1.53	$-7.95 E-3$	0.1

## 6 Modélisation D

### 6.1 Caractéristiques de la modélisation D

Modélisation D\_PLAN\_GRAD\_EPSI.

Comportement de DRUCK\_PRAGER à écouissage négatif parabolique.



Nombre de nœuds	8		
Nombre de mailles	5	Soit :	
		SEG3	4
		QUAD8	1

Le carré est dans l'espace  $[0.,1.] \times [0.,1.]$ .

Coordonnées des points ( $m$ ) :

$A:(0.,0.)$   
 $B:(1.,0.)$   
 $C:(1.,1.)$   
 $D:(0.,1.)$

Groupes de nœuds :

$A, B, C, D$

Groupes de mailles :

$BLOC$  : surface  $ABDC$   
 $AB, BC, CD, DA$

## 6.2 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Point	Inst	Référence	Tolérance (%)
$S_{IXX}$ (Pa)	C	2.0	$-2.0 E6$	0.1
$S_{IYY}$ (Pa)	C	1.07	$-8.69 E6$	0.1
		1.16	$-1.37 E7$	0.1
		1.34	$-9.90 E6$	0.1
		1.53	$-9.91 E6$	0.1
$V_I$	C	1.07	0	0.1
		1.16	$1.26 E-3$	0.1
		1.34	$1.12 E-2$	0.1
		1.53	$2.01 E-2$	0.1
$DY$ (m)	C	1.07	$-1.05 E-3$	0.1
		1.16	$-2.40 E-3$	0.1
		1.34	$-5.10 E-3$	0.1
		1.53	$-7.95 E-3$	0.1

## 7 Synthèse des résultats

---

La loi de comportement de type `DRUCK_PRAGER` avec une écrouissage négatif linéaire et avec un écrouissage négatif parabolique donne des résultats satisfaisants avec les modélisations `D_PLAN` et `D_PLAN_GRAD_EPSI`.