# WTNV135 - Essai triaxial drainé : modèles LETK, LKR et NLH_CSRM

**Résumé**

Ce test permet de valider les modèles LETK, LKR, et NLH_CSRM dans le cadre d'une modélisation hydromécanique. Il s'agit d'un essai triaxial en condition drainée.

Par raison de symétrie, on ne s'intéresse qu'au huitième d'un échantillon soumis à un essai triaxial.
Le niveau de confinement est de $5 MPa$ .

Modélisation A : Intégration du modèle par un schéma explicite, avec la modélisation classique : modèle LETK.

Modélisation B : Intégration du modèle par schéma implicite dont la matrice jacobienne est obtenue par perturbation, avec la modélisation classique : modèle LETK.

Modélisation C : Intégration du modèle par schéma implicite dont la matrice jacobienne est obtenue analytiquement, avec la modélisation classique : modèle LETK.

Modélisation D : Intégration du modèle par un schéma explicite, avec la modélisation sous-intégrée : modèle LETK.

Modélisation F : Intégration du modèle par schéma implicite dont la matrice jacobienne est obtenue par perturbation, température croissante 0°C-100°C (AFFE_CHAR_MECA) : modèle LKR.

Modélisation G : Intégration du modèle par schéma implicite dont la matrice jacobienne est obtenue analytiquement, température croissante 0°C-100°C (AFFE_CHAR_MECA) : modèle LKR.

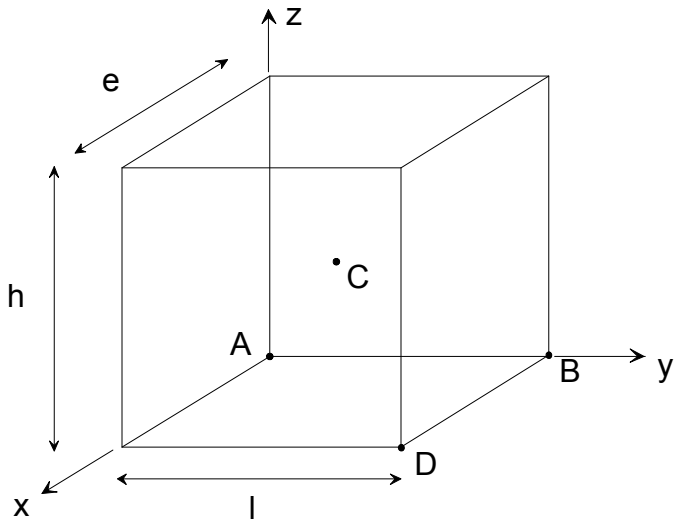
Modélisation H : Validation du modèle NLH_CSRM, température ambiante, système d'unités international.



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. |



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

## 1.2 Propriétés matériaux pour le modèle LETK

```
PA           = 0.1
NELAS        = 0.
SIGMA_C      = 12.
H0_EXT       = 1.10292
GAMMA_CJS = 0.8
XAMS         = 0.1
ETA          = 0.04
A_0          = 0.25
A_E          = 0.60
A_PIC        = 0.4
S_0          = 0.0005
M_0          = 0.01
M_E       = 2.
M_PIC        = 6.
M_ULT        = 0.61
XI_ULT       = 0.365
XI_E         = 0.028
XI_PIC       = 0.015
MV_MAX    = 3.
XIV_MAX      = 0.0039
A            = 1.5e-12
N            = 4.5
SIGMA_P1     = 57.8
MU0_V        = 0.1
XI0_V        = 0.3
MU1       = 0.1
XI1          = 0.3
```



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

## 1.3 Propriétés matériaux pour le modèle LKR

```
PA = .1E6
GAMMA = .85
M_0 = .5
F_P = 0.136047510046
M_1 = 9.69880017363
SIGMA_C = 10.9985715832E6
A_2 = 0.580184800258
Q_I = 100.000648048E6
V_1 = 1.5
V_2 = 1.5
XI_1 = 1.e-2
XI_2 = 1.8e-2
XI_5 = 1.6e-2
A = 1.e-14
N = 3.5
RHO_1 = 1.
RHO_2 = 0.1
RHO_4 = 1.10668567265
R_Q = 1.e-6
R_M = 1.e-6
R_S = 1.e-6
R_X1 = 1.e-6
R_X2 = 1.e-6
R_X5 = 1.e-6
Z = 1.e-6
COUPLAGE_P_VP = 1
A_SIGC = 0.155495602806
B_SIGC = 4.69721443803
```



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

## 1.4 Propriétés matériaux pour le modèle NLH_CSRM

Les paramètres matériaux sont donnés dans le Système d'unités International (SI).

```
YoungModulus=7.0e9
PoissonRatio=0.3
IsoCompElasLim=50.0e6
IsoTensElasLim=0.1e6
MCCSlopeCSL=0.5
NLHIndex=1.0
mBigoCritCoef=10.0
aBigoCritCoef=0.75
IncompIndex=15.0
Tau=2.0e2
PerzynaExpo=2.0
NLHModulusP=7.0e9/2.5
NLHModulusV=0.01*7.0e9
```



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

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

**Phase 1 :**
On amène l'échantillon à un état homogène : $\sigma^0_{xx}=\sigma^0_{yy}=\sigma^0_{zz}$ , 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 ( $u_z=0$ ). Sur toutes les faces, la pression de l'eau est nulle.

On applique un déplacement imposé sur la face supérieure de façon à obtenir une déformation $\varepsilon_{zz}=-6\,\%$ (comptée à partir du début de la phase 2). Sur les faces avant et latérale droite, on impose une contrainte de $5\,MPa$ .

Pour les modélisations E, F et G, une température croissante est imposée via la commande AFFE_CHAR_MECA entre 0°C et 50°C dans la phase 1 et 50°C et 100°C dans la phase 2.

Pour la modélisation H , la déformation en fin d 'essai est cent fois supérieure à celle obtenue à la fin de la phase de confinement : - -0.00028571428571428416 * 100 .

# 2 Solutions de référence

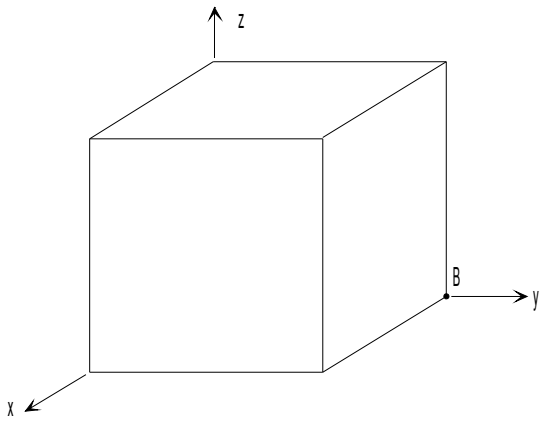
Les valeurs de référence sont obtenues par non-régression. Une discrétisation plus fine du chargement assure la convergence des valeurs à une valeur bornée.



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

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM

## 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\,\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 3.019 10-2 |

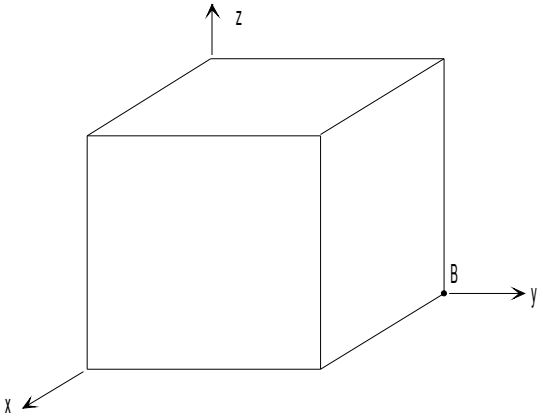
| Localisation | Instant | Contrainte (MPa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -11.941 |



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

# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM

## 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 4.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\,\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 3.026 10-2 |

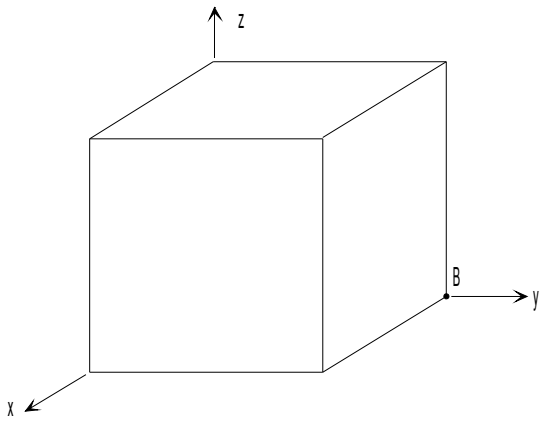
| Localisation | Instant | Contrainte (MPa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -11.94 |



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

# 5 Modélisation C

## 5.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM

## 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 5.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 3.026 10-2 |

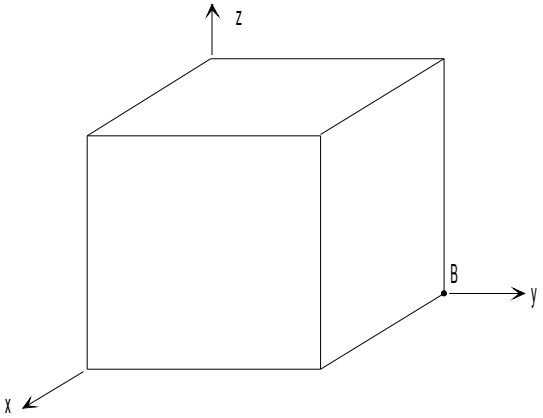
| Localisation | Instant | Contrainte (MPa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -11.94 |



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

# 6 Modélisation D

## 6.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM_ SI

## 6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 6.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\,\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 0.043529163305837656 |

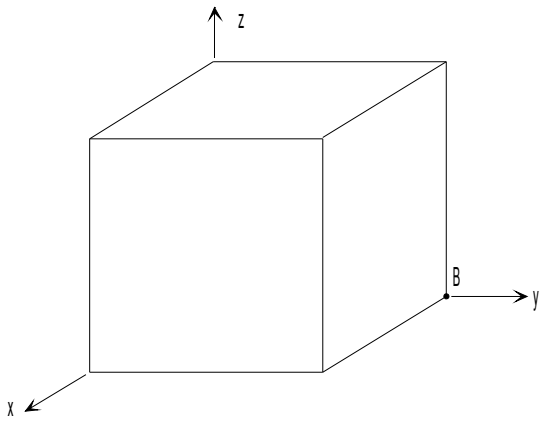
| Localisation | Instant | Contrainte (Pa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -11398320.122861754 |



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

# 7 Modélisation F

## 7.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM

## 7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 7.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 0.04352999533887204 |

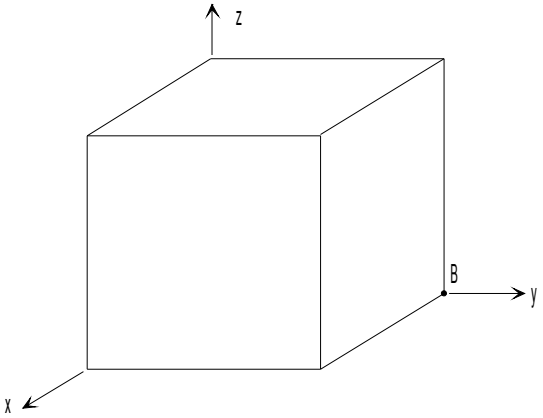
| Localisation | Instant | Contrainte (Pa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -11399591.73491556 |



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

# 8 Modélisation G

## 8.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM

## 8.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 8.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\,\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 3.13 10-2 |

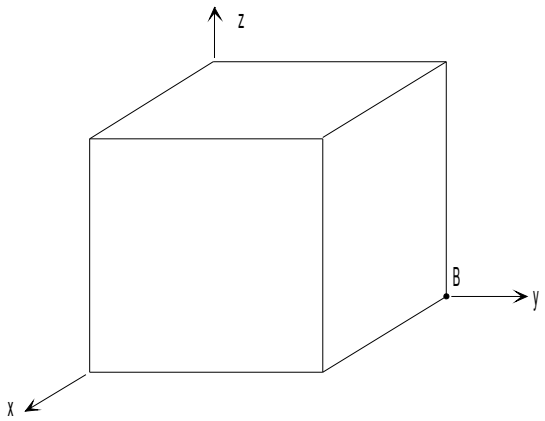
| Localisation | Instant | Contrainte (MPa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -14.04 |



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

# 9 Modélisation H

## 9.1 Caractéristiques de la modélisation




Découpage : 1 en hauteur, en largeur et en épaisseur.
Modélisation : 3D_HM

## 9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20
Nombre de mailles et types : 1 HEXA20 et 6 QUA8

## 9.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs sont testées en non-régression à une précision donnée de $0,1\%$

| Localisation | Instant | Déplacement (m) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $DX$ | 0.03126404395346402 |

| Localisation | Instant | Contrainte (Pa) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\sigma_{zz}$ | -25197120.854501635 |

| Localisation | Instant | Déformation volumique plastique (-) | Aster |
|---|---|---|---|
| Point $C$ | 13000. | $\epsilon_v^p$ | 0.035393995403485416 |



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

# 10 Synthèse des résultats

Ce cas test est un test de non régression développé pour valider les modèles LETK, LKR et NLH_CSRM en hydromécanique en conditions drainées pour deux schémas d'intégration distincts. Les résultats sont identiques à ceux obtenus dans le test SSNV206.



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