

## SSND108 : Tractions rotations multiples en grandes déformations, lois de comportement élasto-viscoplastiques.

---

### Résumé :

Ce test modélise un élément soumis à quatre cycles traction-rotation de corps rigide de  $45^\circ$ , avec les lois de comportement élasto-visco-plastiques (à écrouissage isotrope, cinématique et mixte) en grandes déformations hypoélastiques (GDEF\_HYPO\_ELAS) et logarithmiques (GDEF\_LOG). On vérifie que la rotation ne modifie pas la relaxation des contraintes par viscosité, et que les valeurs obtenues avec les différentes lois de comportement sont identiques. Ce test valide l'objectivité du cadre des grandes déformations hypoélastiques dans 5 cas viscoplastiques ainsi que des grandes déformations logarithmiques dans le cas viscoplastique de type LEMAITRE.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

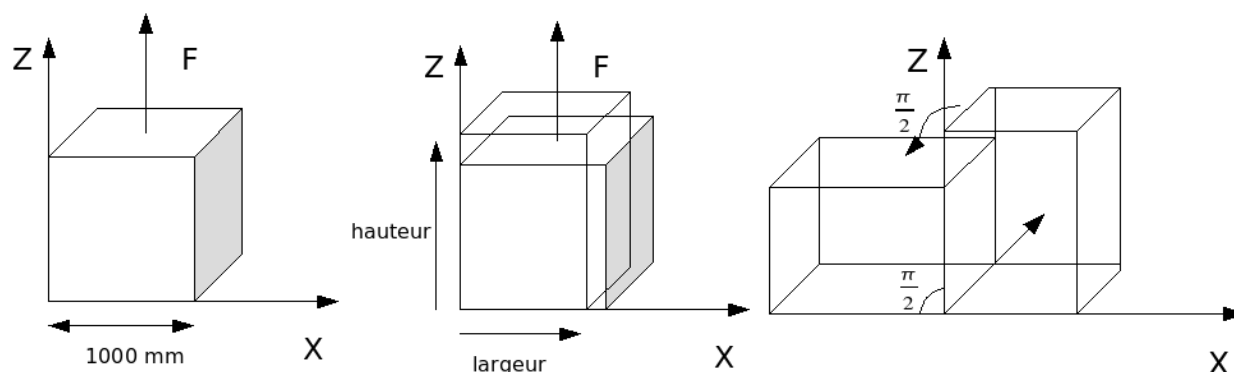


Figure1 : Problème de référence (pour une rotation de  $90^\circ$ )

On considère un élément de matière cubique de  $1000\text{ mm}$  de côté soumis alternativement à une force de traction puis à une rotation d'ensemble de  $45^\circ$ . Il subit en tout 4 cycles traction/rotation.

### 1.2 Données matériau

On considère ici 5 lois de comportement élasto-viscoplastiques à écrouissage isotrope ou combiné cinématique/isotrope de type von Mises : LEMAITRE, VISC\_ENDO\_LEMA, VISC\_CIN2\_MEMO, VISC\_CIN1\_CHAB et VISC\_CIN2\_CHAB. Le tableau ci-dessous liste les paramètres utilisés ; afin de renforcer la comparaison, les paramètres utilisés aboutissent à des lois de comportement identiques dans les 5 cas.

| Mot_Clé   | Paramètre | Valeur     |
|-----------|-----------|------------|
| ELAS      | E         | 200 000MPa |
|           | NU        | 0,3        |
| LEMAITRE  | UN_SUR_M  | 0          |
|           | N         | 20 MPa     |
|           | UN_SUR_K  | 1.E-3      |
| MEMO_ECRO | MU        | 1          |
|           | Q_M       | 0          |
|           | Q_0       | 0          |
|           | ETA       | 0          |
| CIN1_CHAB | C_I       | 0          |
|           | R_0       | 1.E-6 MPa  |
|           | R_I       | 1.E-6 MPa  |
|           | G_0       | 0          |

| Mot_Clé        | Paramètre | Valeur    |
|----------------|-----------|-----------|
| CIN2_CHAB      | C1_I      | 0         |
|                | C2_I      | 0         |
|                | R_0       | 1.E-6 MPa |
|                | R_I       | 1.E-6 MPa |
|                | G1_0      | 0         |
|                | G2_0      | 0         |
| VISC_ENDO_LEMA | S         | 0         |
|                | N         | 20        |
|                | UN_SUR_M  | 0         |
|                | UN_SUR_K  | 1,00E-003 |
|                | R_D       | 1         |
|                | A_D       | 1,00E+007 |

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Deux types de phases doivent être distingués : les phases de traction et les phases de rotation. Les déplacements normaux des faces avant et arrière sont bloqués.

Phases de traction :

Première phase de traction

| Entité              | Type charge | Valeur     |
|---------------------|-------------|------------|
| Face inférieure     | FACE_IMPO   | DNOR=0     |
| Face supérieure     | FACE_IMPO   | DNOR=500mm |
| Axe rotation        | DDL_IMPO    | DX=0       |
| Face avant ( 3D )   | FACE_IMPO   | DNOR=0     |
| Face arrière ( 3D ) | FACE_IMPO   | DNOR=0     |

Tractions suivantes :

| Entité                      | Type charge     | Valeur     |
|-----------------------------|-----------------|------------|
| Face inférieure             | LIAISON_OBLIQUE | DZ=0       |
| Face supérieure             | LIAISON_OBLIQUE | DZ=200mm   |
| Côté $X=0$ ; $Z=1\text{mm}$ | LIAISON_OBLIQUE | DX=0       |
| Axe rotation                | DDL_IMPO        | DX=0, DZ=0 |
| Face avant                  | DDL_IMPO        | DY=0       |
| Face arrière                | DDL_IMPO        | DY=0       |

Chaque phase de traction est composée de 5 incréments identiques.

Phase de rotation :  
Conditions limites

| Entité       | Type charge | Valeur       |
|--------------|-------------|--------------|
| Axe rotation | DDL_IMPO    | $DX=0, DZ=0$ |
| Face avant   | DDL_IMPO    | $DY=0$       |
| Face arrière | DDL_IMPO    | $DY=0$       |

Le chargement de rotation est imposé via une macro nommée CHAR\_ROTA ; on impose une rotation d'ensemble de  $45^\circ$  par phase, découpée en 5 incréments de  $9^\circ$ .

## 2 Résultats de référence

Ce test ne dispose pas de résultat de référence. On compare les solutions fournies pour chacune des lois (elles sont supposées être équivalentes). De plus, on vérifie pour la loi de Lemaître en grandes déformations hypoélastiques que la traction interrompue mais sans rotation aboutit à des valeurs de contraintes identiques à celles obtenues en réalisant les rotations sur des durées égales aux arrêts de traction.

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristique de la modélisation

La modélisation utilisée est 3D

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué d'une maille hexaédrique linéaire (à 8 nœuds).

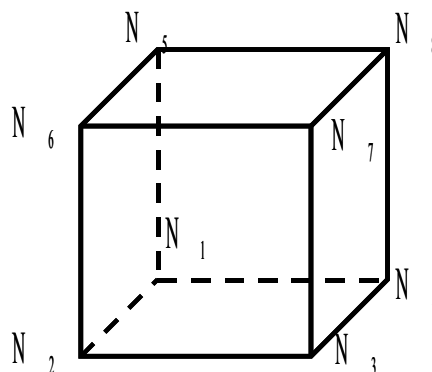


Figure 2 : Maillage de la modélisation A

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Comportement LEMAITRE déformations GDEF\_LOG

| Déplacement imposé | Grandeurs testée | Référence <i>MPa</i> | % Tolérance |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 500 mm             | SIEQ_ELGA        | 681.5                | 0,2         |
| 700 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.4                | 0,1         |
| 900 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.3                | 0,1         |
| 1100 mm            | SIEQ_ELGA        | 680.2                | 0,1         |

Comportement LEMAITRE déformations GDEF\_HYPO\_ELAS

| Déplacement imposé | Grandeurs testée | Référence <i>MPa</i> | % Tolérance |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 500 mm             | SIEQ_ELGA        | 681.5                | 0,2         |
| 700 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.4                | 0,1         |
| 900 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.3                | 0,1         |
| 1100 mm            | SIEQ_ELGA        | 680.2                | 0,1         |

Comportement VISC\_ENDO\_LEMA déformations GDEF\_HYPO\_ELAS

| Déplacement imposé | Grandeurs testée | Référence <i>MPa</i> | % Tolérance |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 500 mm             | SIEQ_ELGA        | 681.5                | 0,2         |
| 700 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.4                | 0,1         |
| 900 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.3                | 0,1         |
| 1100 mm            | SIEQ_ELGA        | 680.2                | 0,1         |

Comportement VISC\_CIN1\_CHAB déformations GDEF\_HYPO\_ELAS

| Déplacement imposé | Grandeurs testée | Référence <i>MPa</i> | % Tolérance |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 500 mm             | SIEQ_ELGA        | 681.5                | 0,2         |
| 700 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.4                | 0,1         |
| 900 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.3                | 0,1         |
| 1100 mm            | SIEQ_ELGA        | 680.2                | 0,1         |

Comportement VISC\_CIN2\_CHAB déformations GDEF\_HYPO\_ELAS

| Déplacement imposé | Grandeurs testée | Référence <i>MPa</i> | % Tolérance |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 500 mm             | SIEQ_ELGA        | 681.5                | 0,2         |
| 700 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.4                | 0,1         |
| 900 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.3                | 0,1         |
| 1100 mm            | SIEQ_ELGA        | 680.2                | 0,1         |

Comportement VISC\_CIN2\_MEMO déformations GDEF\_HYPO\_ELAS

| Déplacement imposé | Grandeurs testée | Référence <i>MPa</i> | % Tolérance |
|--------------------|------------------|----------------------|-------------|
| 500 mm             | SIEQ_ELGA        | 681.5                | 0,2         |
| 700 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.4                | 0,1         |
| 900 mm             | SIEQ_ELGA        | 680.3                | 0,1         |
| 1100 mm            | SIEQ_ELGA        | 680.2                | 0,1         |

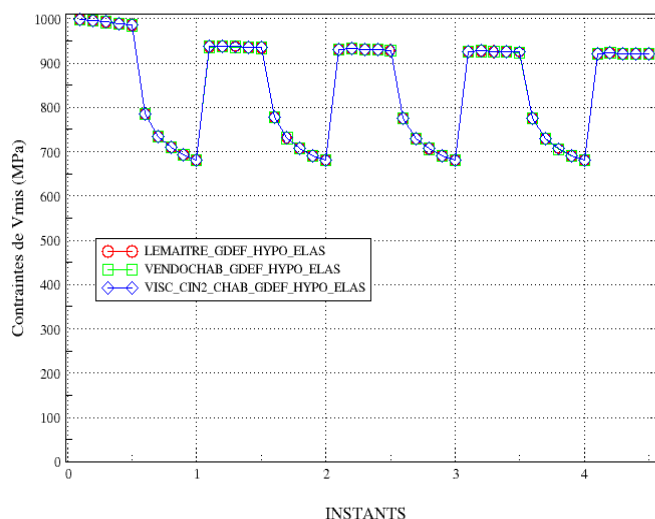


Figure 3 : Courbes contrainte/instant pour les 5 lois de comportement

---

## 4 Synthèse des résultats

---

Les résultats obtenus sont satisfaisants. On constate que toutes les lois de comportement aboutissent bien à des résultats identiques et que la rotation de corps rigide n'engendre aucune modification de la contrainte.