

## ZZZZ296 – Validation de la position des sous-points des tuyaux

---

### Résumé :

Ce test valide le calcul de la position des sous-points d'intégration dans le repère global pour une modélisation TUYAU\_3M. Toutes les coordonnées des sous-points sont testées.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

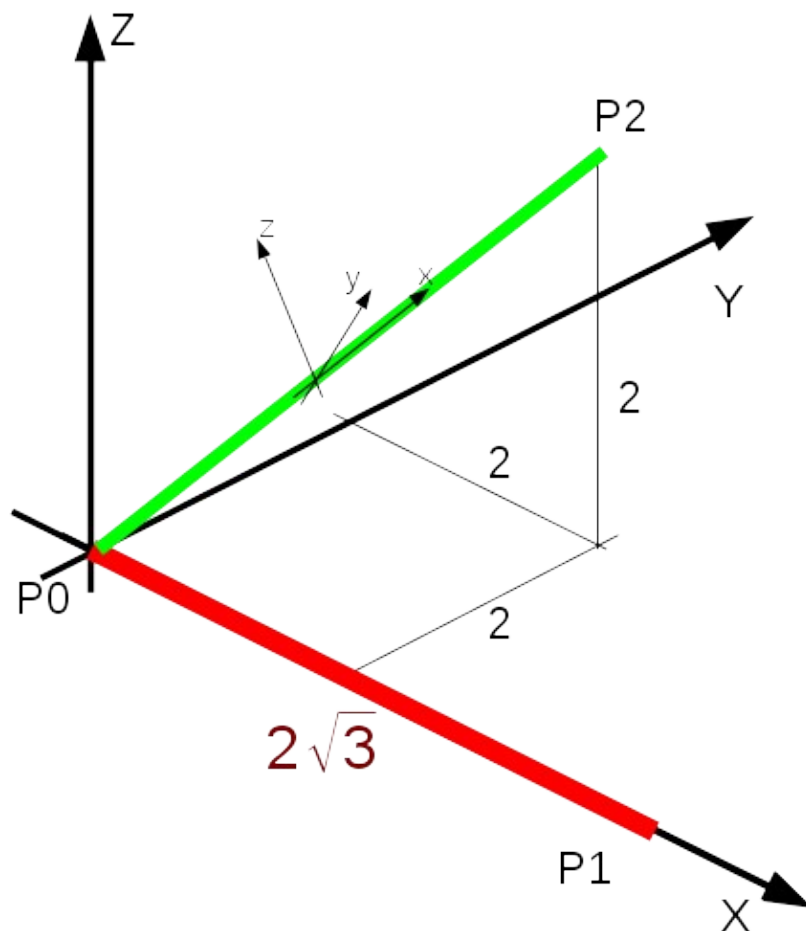


Figure 1.1-a : orientation de l'élément.

Les tuyaux sont orientés dans l'espace comme indiqué sur la Figure 1.1-a :  
Coordonnées globales des points  $P0$ ,  $P1$  et  $P2$  :

$$P0 = (0.0; 0.0; 0.0)$$

$$P1 = (2\sqrt{3}; 0.0; 0.0)$$

$$P2 = (2.0; 2.0; 2.0)$$

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul

Les éléments supports des tuyaux sont des SEG3 .

- La position des points d'intégration le long du SEG3 est donnée dans [R3.01.01] "Fonctions de forme et points d'intégration des éléments finis".

```
# Coordonnées des Points de Gauss sur le long du SEG3
```

```
LongPoutre = 2.0*pow(3.0,0.5)
```

```
xpg = pow(3.0/5.0,0.5)
```

```
Points={1: LongPoutre*(1.0-xpg)*0.5,  
        2: LongPoutre*0.5,  
        3: LongPoutre*(1.0+xpg)*0.5, }
```

- Les coordonnées des sous-points d'intégration sont fonctions du nombre de couches, du nombre de secteurs et bien sûr du diamètre et de l'épaisseur du tuyau.

```
# Coordonnées des Sous-Points "Nb fibre = (2*Ncou+1)*(2*Nsect+1)"
```

```
def CoordFibre(ifib):
```

```
    Rint = Rext-Ep
```

```
    # index des coordonnées
```

```
    numAng = ((ifib-1)%(2*Nsect+1))/(2.0*Nsect)
```

```
    numCou = ((ifib-1)/(2*Nsect+1))/(2.0*Ncou)
```

```
    y = (Rint+Ep*numCou)*NP.cos(2.0*NP.pi*numAng)
```

```
    z = -(Rint+Ep*numCou)*NP.sin(2.0*NP.pi*numAng)
```

```
    return y,z
```

où :

- Rext et Ep sont respectivement le rayon extérieur et l'épaisseur du tuyau, renseignés dans la commande AFPE\_CARA\_ELEM.
- Nsect et Ncou sont respectivement le nombre de secteur et de couche, renseignés dans la commande AFPE\_CARA\_ELEM.

```
CARA = AFPE_CARA_ELEM(
```

```
    MODELE=MODELE,
```

```
    POUTRE=F(GROUP_MA=('POUTRE','POUTRE0'),
```

```
        SECTION='CERCLE', CARA=('R','EP'), VALE=(10.0,1.0),
```

```
        TUYAU_NSEC = 4, TUYAU_NCOU = 2, ),
```

```
)
```

- La matrice de passage du tuyau POP1 au tuyau POP2 permet de calculer les coordonnées des sous-points du tuyau POP2 à partir des formules précédentes.

```
# Matrice de passage Axe_X vers Trisectrice
```

```
un3 = 1.0/pow(3.0,0.5); un2 = 1.0/pow(2.0,0.5); un6 = 1.0/pow(6.0,0.5)
```

```
MatPass = NP.array( [[ un3, -un2, -un6],  
                     [ un3, un2, -un6],  
                     [ un3, 0.0, 2.0*un6] ] )
```

Pour le tuyau POP1 les coordonnées  $(x,y,z)$  de la fibre 'ifib' pour le point 'ipt' sont données par :

```
x = Points[ipt]
```

```
y, z = CoordFibre(ifib)
```

Pour le tuyau POP2 les coordonnées  $(x_t, y_t, z_t)$  de la fibre 'ifib' pour le point 'ipt' sont données par :

```
# Suivant la Trisectrice
xx = Points[ipt]
yy, zz = CoordFibre(ifib)
xxt,yyt,zzt = NP.dot( MatPass, NP.array( [xx,yy,zz ] ) )
```

## 2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les coordonnées de tous les sous-points sont testés.

Pour obtenir les coordonnées une table est générée à partir d'un champ de contrainte construit aux sous-points.

```
CSIEF=CREA_CHAMP(TYPE_CHAM='ELGA_SIEF_R', OPERATION="AFFE",
                  MODELE=MODELE,
                  AFFE_SP=_F( CARA_ELEM = CARA, ), PROL_ZERO='OUI',
                  AFFE=_F(TOUT="OUI", NOM_CMP=('SIXX',), VALE= ( 0.0, ), ),
)

RESU=CREA_RESU(TYPE_RESU = "EVOL_NOLI", OPERATION = "AFFE",
               NOM_CHAM='SIEF_ELGA',
               AFFE=_F(CHAM_GD = CSIEF, MODELE = MODELE, CARA_ELEM =CARA,
INST =0.0, ),
)
```

Les coordonnées sont ensuite testées à l'aide de TEST\_TABLE.

Par exemple pour la coordonnée 'x' du tuyau *P0P1* :

```
TEST_TABLE( REFERENCE= 'ANALYTIQUE' ,
            VALE_CALC=xx, VALE_REFE=xx, NOM_PARA='COOR_X', TABLE=TBEPS0,
            FILTRE=( _F(NOM_PARA='POINT', VALE_I= ipt, ),
                    _F(NOM_PARA='SOUS_POINT', VALE_I= ifib, ), ),
)
```

## 2.3 Incertitudes sur la solution

Aucune, solution exacte.

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage des tuyaux est composé d'une maille type SEG3.

### 3.2 Caractéristiques de la modélisation

Définition du modèle :

```
MODELE=AFFE_MODELE(  
    MAILLAGE=MAPOU,  
    AFFE=_F(TOUT='OUI', PHENOMENE='MECANIQUE',  
            MODELISATION='TUYAU_3M'),  
)
```

Affectation des caractéristiques :

- Rayon et épaisseur du tuyau
- Nombre de secteur et nombre de couche

```
CARA=AFFE_CARA_ELEM(  
    MODELE=MODELE,  
    POUTRE=_F(GROUP_MA=('POUTRE', 'POUTRE0'),  
              SECTION='CERCLE', CARA=('R', 'EP'), VALE=(10.0, 1.0),  
              TUYAU_NSEC = 4, TUYAU_NCOU = 2, )  
)
```

### 3.3 Valeurs testées et résultats

Toutes les coordonnées des sous-points pour les 2 tuyaux sont testées.

## 4 Synthèse des résultats

Ce test a pour but de vérifier que les positions des sous-points d'intégration de la modélisation TUYAU\_3M sont bien calculées.