# SDNL32 - Impact d'une poutre articulée sur appui élastique

**Résumé :**

Ce problème correspond à une analyse transitoire par superposition modale d'un système non-linéaire constitué d'une poutre flexible rotulée à une de ses extrémités. Elle est animée d'un mouvement de rotation de corps solide à l'instant initial et rencontre une butée élastique avec contact unilatéral. Le problème possède une solution de référence proposée par la Commission VPCS.

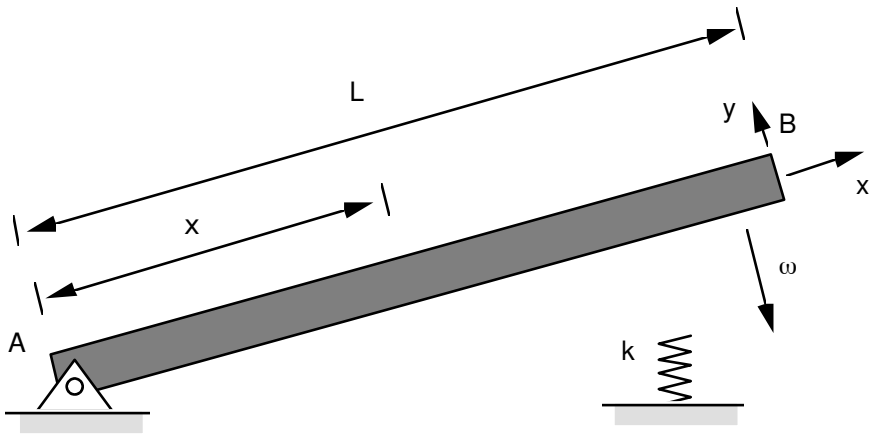
Il y a une modélisation avec des éléments POU_D_T. On teste l'opérateur de dynamique vibratoire. Les écarts avec la solution de référence ne dépassent pas $0.8\%$ .



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

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie




Poutre section carrée : $c = 0.014\,m$
$L$ : longueur de la poutre $L = 0.783\,m$
Jauge de déformation $x = 0.462\,m$

## 1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E = 6.7\,E10\,Pa$
Masse volumique : $\rho = 2\,400\,kg/m^3$
Coefficient de Poisson : $\nu = 0.$

Raideur du ressort : cas n°1 $k = 18000\,N/m$ cas n°2 $k = 45\,000\mathrm{N}/m$

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Au point $A$ : $u = v = 0$ (rotule)
Au point $B$ : extrémité libre avant impact ( $t < 0$ )

**Chargement :**

Pas d'autre chargement.
Les effets de la pesanteur sont négligeables en première approximation.

## 1.4 Conditions initiales

Pour $t < 0$ en tout point d'abscisse $x$

- $dv/dt = \omega . x$
- $\omega = -3.8\,rd/s$

Pour $t = 0$ , $v(L,0) = 0$ : contact de l'extrémité libre avec le ressort.



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

# 2 Solution de référence

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

La solution de référence a été établie par la commission VPCS.

On se réfère pour l'instant à des résultats communiqués par J.P. LAINE (Ecole Centrale de Lyon) utilisant le code ANSYS, ainsi que le code PLEXUS du CEA.

La solution est calculée pour une analyse en petits déplacements.

## 2.2 Résultats de référence

Valeur des déplacements transversaux de l'extrémité de la poutre à différents instants ( $DY$ ).

## 2.3 Incertitude sur la solution

Moyenne des résultats de différents codes.

## 2.4 Références bibliographiques

1. J.P.LAINE 'Cours de dynamique des structures' (TP) Ecole Centrale Lyon.



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

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation POU_D_T.

On utilise 10 éléments de poutre :

en tous les nœuds :

```
DDL_IMPO=_F   (TOUT='OUI' DZ= 0, DRX= 0, DRY= 0 )
```

au nœud $A$ :

```
(NOEUD= A DX= 0, DY= 0 )
```

au nœud $B$ : conditions de choc

```
CHOC=_F (
      NOEUD_1= B
      OBSTACLE= plan
      ORIG_OBST= (0.783 , 0.1 , 0. )
      NORM_OBST= (1. , 0. ,0. )
      JEU= 0.1
      RIGI_NOR= 0.
      RIGI_TAN= k
      AMOR_NOR= 0.
      COULOMB = 0.
      )
```

Synthèse modale avec 10 modes propres, pas de temps utilisé $dt = 1.\mathrm{E}-5 s$ .

Algorithme d'intégration numérique : EULER

## 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 11
Nombre de mailles et types : 10 SEG2

## 3.3 Remarques

Nombre de modes utilisés pour la superposition modale : 10.



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

## 3.4 Grandeurs testées et résultats

Déplacements transversaux de l'extrémité de la poutre pour les 12 premiers pas de temps de calculs.

| Identification | Référence |
|---|---|
| $k = 18000\ N/m$ | – 2.66 E-3 |
| | – 4.33 E-3 |
| | – 4.92 E-3 |
| | – 4.78 E-3 |
| | – 3.82 E-3 |
| | – 2.87 E-3 |
| | – 2.71 E-3 |
| | – 3.09 E-3 |
| | – 3.41 E-3 |
| | – 3.36 E-3 |
| | – 2.64 E-3 |
| | – 7.42 E-4 |
| $k = 45\,000\ N/m$ | – 2.25 E-3 |
| | – 2.66 E-3 |
| | – 1.96 E-3 |
| | – 1.15 E-3 |
| | – 1.24 E-4 |
| | – 3.64 E-4 |
| | – 2.01 E-3 |
| | – 2.74 E-3 |
| | – 1.89 E-3 |
| | – 3.52 E-4 |
| | + 1.70 E-3 |
| | + 4.99 E-3 |



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

# 4 Synthèse des résultats

On constate vraiment en bon accord avec la solution de référence ( $1.2\%$ ) et ce malgré la présence d'une non-linéarité de choc et l'utilisation d'une méthode de recombinaison modale avec 1 base modale réduite à 10 modes. La plus forte différence est observée pour la butée non-linéaire la plus raide.



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