# SDNL140 – Vibration amortie de deux poutres en contact-frottant

**Résumé :**

Ce test modélise la réponse vibratoire non linéaire de deux poutres en contact-frottant, soumises à l'effet d'une force concentrée à une des extrémités de la poutre. Le but ultime est de valider la commande DYNA_NON_LINE avec un comportement élastique linéaire et du contact-frottement avec DEFI_CONTACT. La solution de référence n'est pas analytique mais issue d'un calcul éléments finis avec une méthode de pénalisation pour le contact et un schéma explicite.

Les modélisations proposées dépendent des schémas de différences finies en temps et de la discrétisation spatiale.

- Modélisation $A$ : maillage linéaire avec des TETRA4 et schéma de HHT (implicite). Dans cette modélisation, on teste la solution de référence comme une SOURCE_EXTERNE. On teste aussi différents algorithmes de Code_Aster (POINT_FIXE, NEWTON PARTIEL, GCP, PENALISEE) en non-regression.
- Modélisation $B$ : maillage quadratique avec des TETRA10 et schéma de HHT (implicite).
- Modélisation $C$ : maillage linéaire avec des HEXA8 et schéma de HHT (implicite).



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

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie




Les coordonnées des points sont données en mètres ( $m$ ):

| | |
|---|---|
| Longueur | 1 |
| Hauteur | 0,1 |

## 1.2 Propriétés de matériaux

Le matériau a un comportement élastique isotrope :

| | |
|---|---|
| Module d'Young | 200GPa |
| Coefficient de Poisson | 0,0 |
| Masse volumique | 7800kg/m$^3$ |
| Coefficient de frottement | 0,2 |

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Initialement, les deux poutres sont au repos et non déformées. L'évolution dynamique des deux structures est telle que : en $X=0$ , les deux poutres sont encastrées et en $X=L$ , la poutre du bas est libre tandis que la poutre du haut est soumis à une impulsion de « *Heaviside* » *(*Force concentrée constante dans le temps).

## 1.4 Description de l'interface

Les deux surfaces sont initialement en contact. De plus, on a fait le choix de rendre ces deux surfaces de contact compatibles initialement.



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 est tirée de [1]. Il s'agit d'un calcul éléments fini avec une méthode de pénalisation et un schéma en temps explicite de différence centrée. Le maillage ainsi que le résultat du calcul de référence sont présentés ci-dessous.

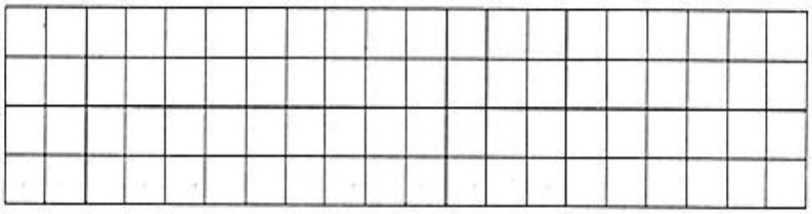


Figure : Maillage élément fini du calcul de référence (Extrait de [1]).

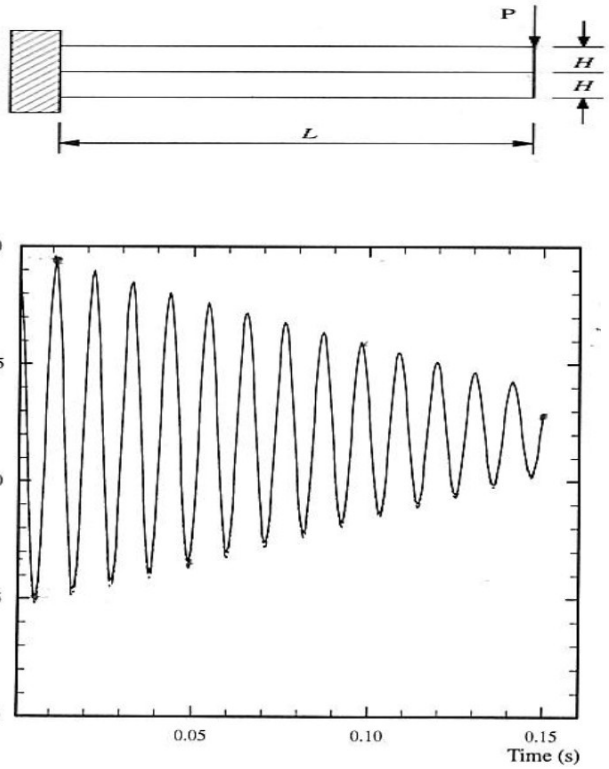



Figure : Solution en déplacement vertical du calcul de référence (Extrait de [1]).

On voit bien que la solution est amortie dans le temps. L'amortissement est fortement lié aux paramètres de liaisons (impact, frottement, réactions aux appuis)

## 2.2 Incertitude sur la solution

Tous les paramètres numériques de la solution de référence n'étant pas connu, on peut s'attendre à des différences entre la solution SOURCE_EXTERNE et la solution du code. On s'intéressera plutôt aux ordres de grandeurs.

Dans certaines modélisations, on cherche à comparer les résultats de différents algorithmes et schémas. Pour ce faire, on fait le même calcul avec DYNA_NON_LINE en changeant uniquement la



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

définition du contact suivant l'algorithme ou la définition du schéma en temps. Puis on crée, à partir de CREA_CHAMP, une structure de type EVOL_NOLI représentant la différence de résultats entre deux algorithmes/schémas. Enfin, on teste si les résultats des deux algorithmes/schémas sont les mêmes en un nœud.

## 2.3 Références

[1] Zhi-Hua Zong, Finite element procedures for Contact-Impact problems, Oxford Science Publication, p162.



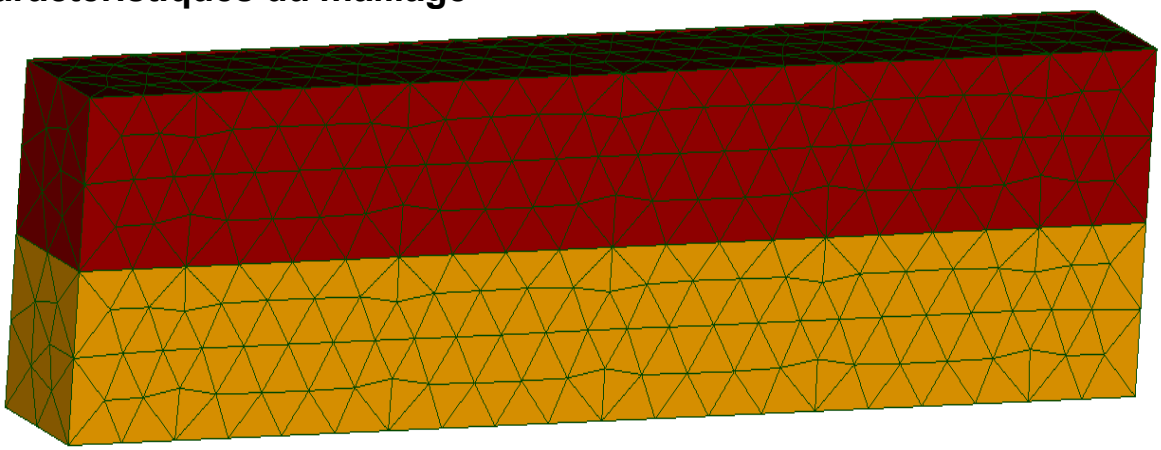
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

- Modélisation 3D (mailles TETRA4)
- Relation de comportement élastique linéaire.

## 3.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds 1 051
- Nombre de nœuds esclaves 118
- Nombre de mailles
  - TETRA4 3535
  - TRIA3 1584
  - Esclave et Maître 190*2
- Groupes de nœuds :
  - Clim_Bas
- Groupes de mailles :
  - Haut
  - Bas_Encastre
  - Bas_Contact
  - Bas_Libre
  - Bas
  - Haut_Pression
  - Haut_Contact
  - Haut_Encastre
  - Haut_Libre

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste uniquement la non régression des champs de déplacement pour les différentes méthodes de contact utilisées.



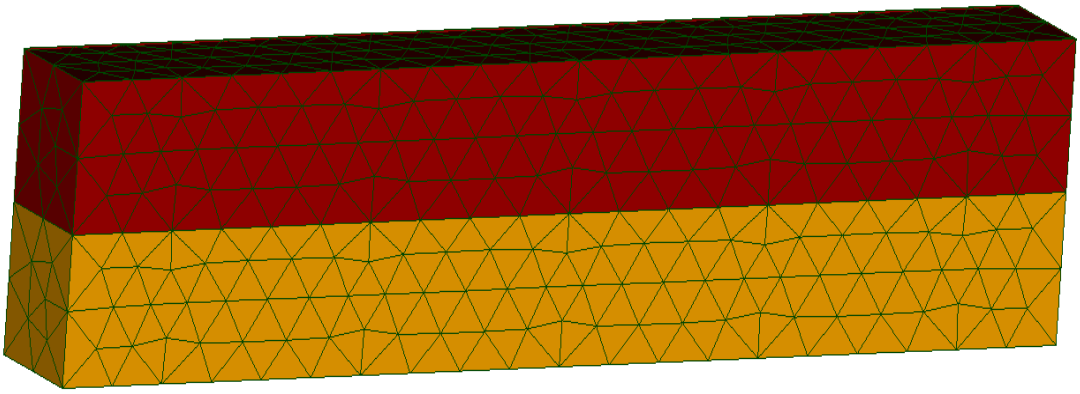
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation

- Modélisation 3D (mailles TETRA10)
- Relation de comportement élastique linéaire.

## 4.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds 6 427
- Nombre de nœuds esclaves 199
- Nombre de mailles
  - TETRA10 3 535
  - TRIA6 1 584
  - Esclave et Maître 190*2
- Groupes de nœuds :
  - Clim_Bas
- Groupes de mailles :
  - Haut
  - Bas_Encastre
  - Bas_Contact
  - Bas_Libre
  - Bas
  - Haut_Pression
  - Haut_Contact
  - Haut_Encastre
  - Haut_Libre

## 4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste uniquement la non régression des champs de déplacement pour les différentes méthodes de contact utilisées.



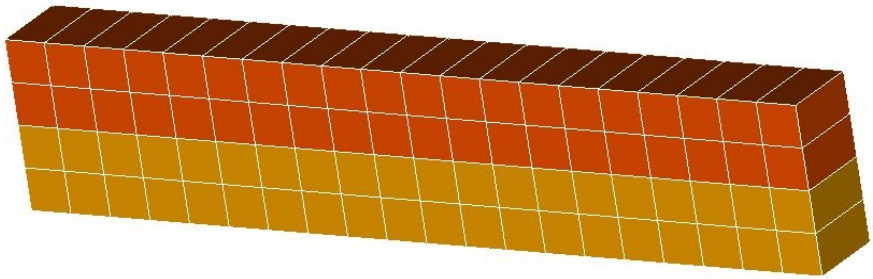
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 5 Modélisation C

## 5.1 Caractéristiques de la modélisation

- Modélisation 3D (mailles HEXA8)
- Relation de comportement élastique linéaire.

## 5.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds 252
- Nombre de nœuds esclaves 42
- Nombre de mailles
  - HEXA8 80
  - QUAD4 248
  - Esclave et Maître 20* *2
- Groupes de mailles :
  - Bas_Encastre
  - Bas_Contact
  - Clim_Bas
  - Haut_Pression
  - Haut_Contact
  - Haut_Encastre

## 5.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Instant (s) | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance (%) |
|---|---|---|---|---|
| DY ('N90') | 0,012 | 'SOURCE_EXTERNE' | -0.03 | 60 |



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

# 6 Synthèses des résultats

Ce test démontre l'influence de la discrétisation spatio-temporelle dans un calcul de dynamique non linéaire avec prise en compte du frottement.



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