SDNV100 - Impact d'une poutre sur une paroi rigide

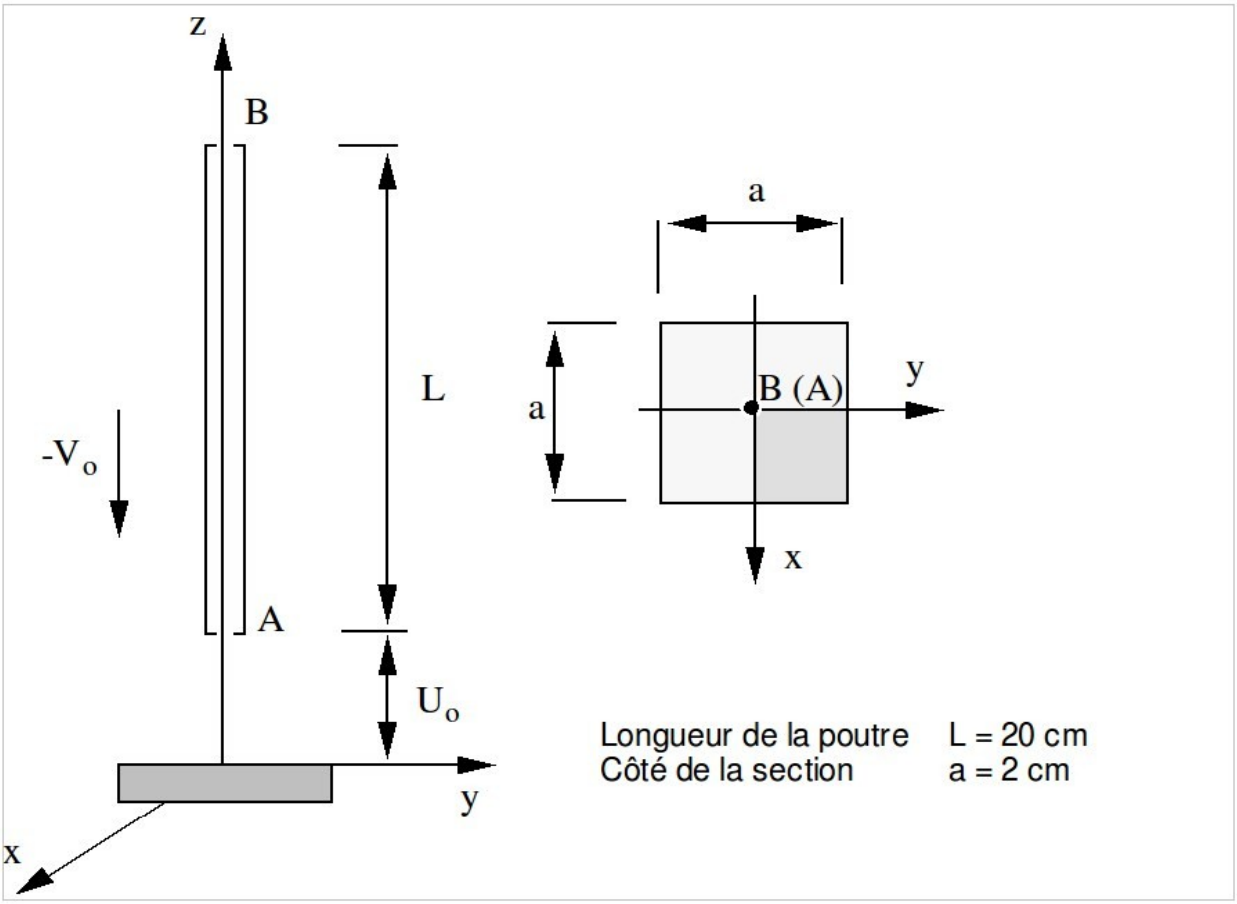
Résumé

Ce problème correspond à une analyse transitoire directe d'un système non-linéaire modélisé en éléments volumiques. Une première structure élancée (poutre) de section carrée est animée d'une vitesse initiale et vient heurter une paroi rigide. La non-linéarité vient des conditions de contact entre la structure et la paroi. Ce test comporte une solution de référence et une modélisation.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés de matériaux

Poutre :	module d'Young :	$E=2.10^{11}\ Pa$
	coefficient de Poisson :	$\nu=0.3$
	masse volumique :	$\rho=8000\ kg/m^3$
Eléments finis de contact :	coefficients de pénalisation :	$E_n=10^{14}\ Pa$
		$E_t=0$
	coefficient de Coulomb :	$\mu=0$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le problème est unidirectionnel selon z.
On considère un quart de la poutre avec les conditions de symétrie : on bloque les déplacements selon x sur le plan $x=0$ et les déplacements selon y sur le plan $y=0$.

1.4 Conditions initiales

A tous les noeuds de la maille de la poutre sont imposés selon l'axe z :

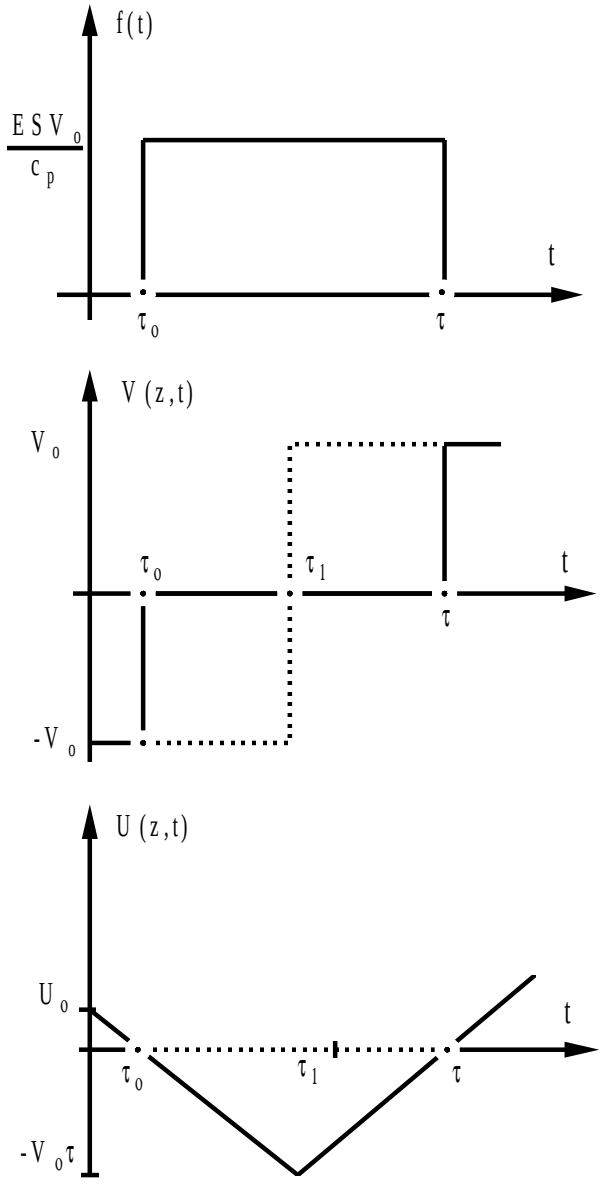
Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

le déplacement initial : $u_0 = 2\,mm$
la vitesse initiale : $v_0 = -100\,m/s$

Copyright 2015 EDF R&D - 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



$f(t)$ force de contact en A ;

$V(z,t)$ vitesse ;

$U(z,t)$ déplacement ;

$\tau_0 = \frac{U_0}{V_0}$;

$\tau_1 = \tau_0 + \frac{L}{c_p}$;

$\tau - \tau_0 = \frac{2L}{c_p}$ durée de choc;

$c_p = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}}$;

$S = a^2$ section .

..... pour point A

——— pour point B

2.2 Résultats de référence

2.3 Références bibliographiques

1) R.J. GIBERT, "Vibrations des structures", École d'été d'analyse numérique, 1988, (Edition EYROLLES).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Discrétisation 3D de la poutre avec l'élément HEXA8. Le contact poutre-paroi est modélisé par 1 élément fini de contact d'une épaisseur nulle.

Les conditions initiales et les conditions aux limites sont imposées par l'intermédiaire de groupes de nœuds :

PAROI	(encastrement des nœuds inférieurs de l'élément de contact)
PLANSYMX	(conditions de symétrie selon x)
PLANSYMY	(conditions de symétrie selon y)
NOBARRE	(déplacements et vitesses initiaux).

Les caractéristiques mécaniques des matériaux sont affectées aux groupes des mailles:

BARRE	(matériau solide)
CONTACT	(caractéristiques du contact)

Les paramètres du schéma de NEWMARK sont :

```
ALPHA = 0.28
DELTA = 0.55
```

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 88
Nombre de mailles et types : 21 HEXA8

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	*Aster*	% différence
DZ au point B $t=4.0\text{e}-5\,s$	–2.0e–3	–1.999e–3	0.0
DZ au point B $t=8.0\text{e}-5\,s$	–1.0e–3	–0.987e–3	–1.27
DZ au point B $t=1.2\text{e}-4\,s$	3.0e–3	2.948e–3	–1.71
VZ au point B $t=4.0\text{e}-5\,s$	–1.0e+2	–9.999e+2	–0.005
VZ au point B $t=8.0\text{e}-5\,s$	1.0e+2	1.052e+2	5.26
VZ au point A $t=1.2\text{e}-4\,s$	1.0e+2	0.988e+2	–1.15
VZ au point B $t=1.2\text{e}-4\,s$	1.0e+2	1.079e+2	7.85

	Instant (s)	***Énergie*** (J) *Schéma de Newmark dissipatif*
ENER_CIN	$t=1.4\text{e}-4\,s$	-2,65620E+02
ENER_TOT	$t=1.4\text{e}-4\,s$	1,21507E+01
TRAV_LIAI	$t=1.4\text{e}-4\,s$	5,92346E-01
DISS_SCH	$t=1.4\text{e}-4\,s$	2,54061E+02

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Synthèses des résultats

La précision du calcul est relativement moyenne ce qui est dû au choix des coefficients de pénalisation utilisés pour modéliser le contact. L'augmentation de la raideur de contact améliore considérablement le champ de déplacement mais engendre les oscillations importantes du champ de vitesse autour de la solution analytique.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)