

Manuel de Validation**Fascicule V5.01 : Dynamique non linéaire des systèmes discrets****Document V5.01.111**

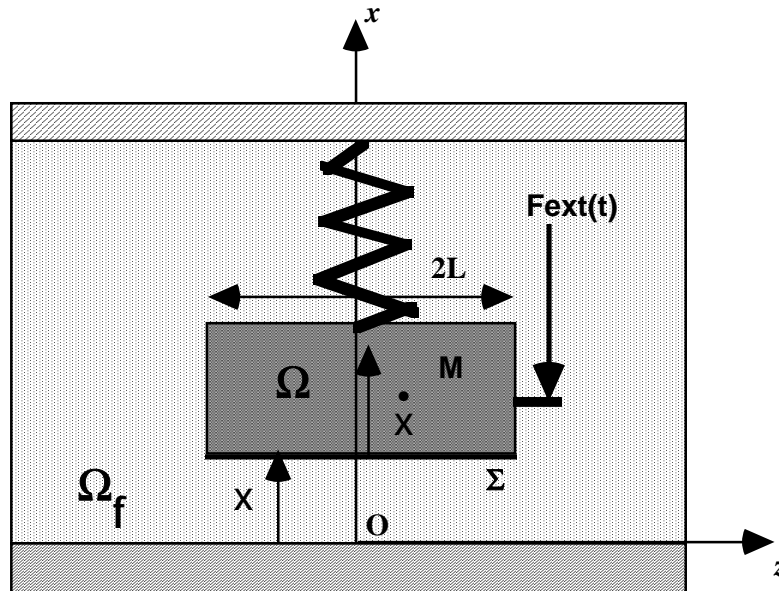
SDND111 - Vibrations forcées d'un système masse-ressort avec force de lame fluide

Résumé :

Ce test met en oeuvre un système masse-ressort ponctuel soumis à une force de lame fluide qui l'amortit et une force extérieure harmonique. La non-linéarité de lame fluide ainsi que l'algorithme de point fixe qui leur est associé sont ainsi testés. La solution de référence est obtenue par intégration numérique directe hors du *Code_Aster* pour le profil parabolique, avec un pas de temps très petit pour s'assurer de la convergence de la solution.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés de matériaux

masse ponctuelle :	$m = 25 \text{ kg}$
raideur du ressort :	$k = 24674 \text{ N/m}$
largeur :	$2L = 100 \text{ mm}$
masse volumique du fluide :	$\rho_f = 1000 \text{ kg/m}^3$
viscosité :	$\nu = 1.E-6$

- avec un profil d'écoulement parabolique dans la lame fluide :

$$\alpha = -0.0833, \beta = 0.19992, \chi = -0.9996.10^{-6}, \delta = 0$$

- avec un profil d'écoulement uniforme dans la lame fluide :

$$\alpha = -0.0833, \beta = 0.1666, \chi = 0, \delta = 0$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

La masse est plongée dans un fluide incompressible, et un obstacle indéformable est présent en $X = 0$ et n'autorise les déplacements que pour $X > 0$.

1.4 Conditions initiales

Distance initiale de la masse à l'obstacle : $X_0 = 5 \text{ mm}$

Vitesse initiale : $\dot{X}_0 = 0 \text{ m/s}$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

L'équation dynamique à laquelle est soumis le système est la suivante :

$$M\ddot{X} + KX = F_{ext} + \alpha \left(\frac{\ddot{X}}{X} \right) + \beta \left(\frac{\dot{X}}{X} \right)^2 + \chi \frac{\dot{X}}{X^3} + \delta \frac{\dot{X}|\dot{X}|}{X^2}$$

Cette équation ne peut être résolue de façon analytique, on utilise une résolution par un schéma d'intégration temporel du problème dynamique. On peut réécrire le système sous la forme :

$$\left(M - \frac{\alpha}{X_t} \right) \ddot{X}_t + KX_t = F_{ext} + \beta \left(\frac{\dot{X}_t}{X_t} \right)^2 + \chi \frac{\dot{X}_t}{X_t^3} + \delta \frac{\dot{X}_t|\dot{X}_t|}{X_t^2}$$

On utilise le schéma d'Euler modifié pour intégrer cette équation en temps.

X_0, \dot{X}_0 donnés à t_0 ,

Répéter :

$$\ddot{X}_i = \frac{F_{ext} - KX_i + \beta \left(\frac{\dot{X}_i}{X_i} \right)^2 + \chi \frac{\dot{X}_i}{X_i^3} + \delta \frac{\dot{X}_i|\dot{X}_i|}{X_i^2}}{M - \frac{\alpha}{X_i}}$$

$$t_{i+1} = t_i + dt$$

$$\dot{X}_{i+1} = \dot{X}_i + dt \ddot{X}_i$$

$$X_{i+1} = X_i + dt \dot{X}_{i+1}$$

tant que $t_{i+1} < t_{fin}$.

2.2 Incertitude sur la solution

Solution approchée numériquement par pas de temps très petit.

2.3 Références bibliographiques

- [1] G.JACQUART "Modélisation des forces de lame fluide" - HP-61/94/159/A

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Pour la modélisation, on utilise deux nœuds NO1 et NO2 séparés d'une distance $l = 1\text{ m}$, auxquels sont affectés deux éléments discrets de type PO11.

Le nœud NO1 représente la masse, le nœud NO2 représente le plan rigide. On applique donc une condition d'encastrement au nœud NO2.

Un obstacle de type BI_PLAN_Z (deux plans parallèles séparés par un jeu) est utilisé pour simuler la liaison à travers le fluide.

On choisit de prendre OZ pour génératrice de ce plan soit NORM_OBST: (0. 0. 1.).

La raideur normale RIGI_NOR est affectée à une valeur arbitraire, car le contact a lieu à travers le fluide.

Il reste à définir les paramètres DIST_1 et DIST_2 qui donnent le demi-écartement entre les plans en contact. On prend $\text{DIST}_1 = \text{DIST}_2 = (l - \text{jeu})/2 = 0.497\text{ mm}$.

NB :

Ces distances sont fictives et ne correspondent pas à des dimensions physiques des objets en contact.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 2

Nombre de mailles et types : 2

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes			Clés
AFFE_CHAM_NO	GRANDEUR	DEPL_R	[U4.26.01]
PROJ_VECT_BASE	VECT_ASSE		[U4.55.02]
PROJ_MATR_BASE	MATR_ASSE		[U4.55.01]
DEFI_OBSTACLE	TYPE	BI_PLAN_Y	[U4.21.07]
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	NOEU_2	[U4.54.03]
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	LAME_FLUIDE	[U4.54.03]
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	ALPHA	[U4.54.03]
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	BETA	[U4.54.03]
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	CHI	[U4.54.03]
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	DELTA	[U4.54.03]

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Les déplacements testés aux instants d'annulation de la vitesse donnent les comparaisons suivantes :

Identification	Référence (m)	Aster (m)	% Différence
Pour le profil parabolique :			
Ux(t=0.13)	-3.71678E-3	-3.71527E-3	0.041
Ux(t=0.2684)	5.22565E-3	5.20065E-3	0.478
Ux(t=0.3902)	-3.99499E-3	-3.99034E-3	0.116
Ux(t=0.531)	4.68796E-3	4.64597E-3	0.896
Pour le profil uniforme :			
Ux(t=0.1282)	-3.54435E-3	-3.54283E-3	0.019
Ux(t=0.2651)	5.99203E-3	5.96578E-3	0.438
Ux(t=0.3876)	-3.78488E-3	-3.78001E-3	0.129
Ux(t=0.5263)	5.66919E-3	5.61641E-3	0.931

4.2 Remarques

On observe dans ce cas une très bonne précision dans la reproduction par le calcul du déplacement de la structure (moins de 0.9 % de différence avec la solution quasi-analytique).

4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.05

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 16 mégamots

Système :

Temps CPU User :

UNICOS 8.0

250 secondes

5 Synthèse des résultats

Bon accord entre les résultats obtenus et les valeurs de référence.