

Manuel de Validation**Fascicule V5.01 : Dynamique non linéaire des systèmes discrets****Document V5.01.112**

SDND112 - lame fluide entre deux masses mobiles

Résumé

On considère le système unidimensionnel composé de 2 masses mobiles séparées par une lame fluide, et attachées chacune à un point fixe par l'intermédiaire d'un ressort.

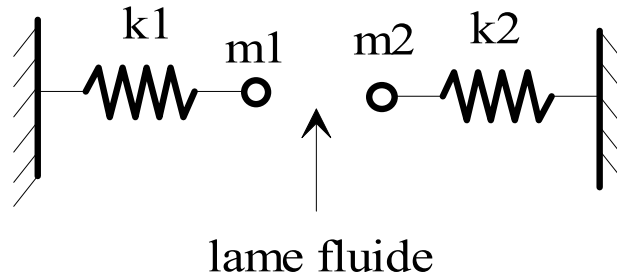
On étudie la réponse du système lorsque l'une des masses est écartée de sa position d'équilibre. Une loi de comportement de lame fluide est modélisée.

La solution de référence est un calcul Matlab. On valide l'opérateur `DYNA_TRAN_MODAL`, et en particulier les méthodes d'intégration temporelles EULER et ADAPT, en comparant les déplacements absolus des deux masses par Matlab et Aster.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La figure ci-dessous précise le système considéré :



1.2 Caractéristiques des différents éléments du modèle

Caractéristiques mécaniques du système masse-ressort :

$$\begin{aligned}m1 &= 25 \text{ kg} \\m2 &= 25 \text{ kg} \\k1 &= 98696 \text{ N/m} \\k2 &= 98696 \text{ N/m}\end{aligned}$$

Coefficients de lame fluide (voir la formulation dans [R5.06.05]) :

$$\begin{aligned}\alpha &= -0,08325 \\ \beta &= 0,07493 \\ \chi &= -0,9996 \cdot 10^{-6} \\ \delta &= -0,1665\end{aligned}$$

Caractéristiques de choc :

$$\begin{aligned}\text{Jeu à l'équilibre entre } m1 \text{ et } m2 &: 0,001 \text{ m} \\ \text{Raideur normale de choc} &: 2,88 \cdot 10^{10} \text{ N/m} \\ \text{Amortissement normal} &= 0 \text{ Ns/m}\end{aligned}$$

1.3 Conditions aux limites

Conditions aux limites :

Les seuls déplacements autorisés sont les translations selon l'axe des ressorts. Les deux noeuds extrêmes sont encastrés.

1.4 Conditions initiales

m2 est écarté de sa position d'équilibre d'une distance de 1 mm et lâché avec une vitesse nulle.
m1 est dans sa position d'équilibre, à vitesse nulle.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La réponse dynamique prise pour référence est celle calculée par Matlab (voir script ci-dessous). Elle utilise un schéma d'intégration de type Runge-Kutta aux ordres 2 et 3 avec contrôle d'erreur et pas adaptatif.

2.2 Résultats de référence

Déplacements absolus aux nœuds en plusieurs instants (extremum de déplacement).

2.3 Incertitude sur la solution

Comparaison entre les codes Matlab et Aster.

2.4 Script Matlab pour la solution de référence

```
%cas test pour lame fluide 2
structures mobiles
clear;
close all;
%----calcul direct----
%initialisation des parametres de
calcul
t0 = 0;
tfinal = 1.;
pas = 0.001 ;
tspan = t0 : pas : tfinal ;
y0 = [0. 0.001 0 0];
y0 = y0';
options = [] ;
%integration directe
[t,y] =
ode23('fonction2',tspan,y0,options);
depl1 = y(:,1:1);
depl2 = y(:,2:2);
vit1 = y(:,3:3);
vit2 = y(:,4:4);

function yp = fonction2(t,y,flag)
% initialisation provisoire
%y0 : jeu
y0 = 0.001;
m1 = 25.;
m2 = 25.;
k1 = 98696.;
k2 = 98696.;
%
alpha = -0.08325;
beta = 0.07493;
khi = -0.9996e-6;
delta = -0.1665;
%
%----resolution directe----
yy = y(2)-y(1)+y0;
% lame fluide
%creation des matrices d etat
u = [1 0 0 0 ;
      0 1 0 0 ;
      0 0 m1-alpha/yy alpha/yy ;
      0 0 alpha/yy m2-alpha/yy];
a = [0 0 -1 0 ;
      0 0 0 -1 ;
      k1 0 -khi/(yy*yy*yy)
      khi/(yy*yy*yy) ;
      0 k2 khi/(yy*yy*yy) -
      khi/(yy*yy*yy) ];
g = [0 ;
      0 ;
      -beta*((y(4)-y(3))/yy)^2 -
      delta*(y(4)-y(3))*abs(y(4)-
      y(3))/(yy*yy);
      beta*((y(4)-y(3))/yy)^2 +
      delta*(y(4)-y(3))*abs(y(4)-
      y(3))/(yy*yy)];
%
%calcul de la derivee
yp = -inv(u)*a*y + inv(u)*g;
```

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Les ressorts sont modélisés par des éléments discrets à 2 ddl DIS_T.

La masse 2 est écartée de sa position d'équilibre d'une distance de 1 mm à vitesse initiale nulle.

Un obstacle de type BI_PLAN_Z est retenu pour simuler l'impact entre les deux masses.

Dans DYNA_TRAN_MODAL, la rigidité normale de choc a été choisie très élevée ($2.88 \cdot 10^{10}$ N/m) afin de ne prendre en compte que l'effet de la lame fluide. Les deux méthodes de calcul « ADAPT » et « EULER » ont été testées. Le calcul est lancé sur 1 seconde avec un pas de temps de 10^{-5} seconde et un pas d'archivage de 100. La syntaxe utilisée est présentée ci-dessous.

```
tran_gel = DYNA_TRAN_MODAL( MASS_GENE: massegen RIGI_GENE: rigidgen
```

```
    METHODE: 'ADAPT' %ou 'EULER'  
    AMOR_REDUIT: ( 0.0 0.0)  
    ETAT_INIT: (DEPL_INIT_GENE: deplinil)  
    NMAX_ITER: 100  
    LAMBDA: 10.  
    RESI_RELA: 1.e-5  
    CHOC: ( GROUP_NO_1: masses1  
            GROUP_NO_2: masses2  
            OBSTACLE: grille %BI_PLAN_Z  
            NORM_OBST: (0. 0. 1.)  
            DIST_1: 0.4495  
            DIST_2: 0.4495  
            RIGI_NOR: 2.88E10  
            AMOR_NOR: 0.  
            RIGI_TAN: 0.  
            COULOMB: 0.  
            LAME_FLUIDE: 'OUI'  
            ALPHA: -0.08325  
            BETA: 0.07493  
            CHI: -0.9996E-6  
            DELTA: -0.1665  
        )  
    INCREMENT: (INST_INIT: 0. INST_FIN: 1.  
                PAS: 0.00001)  
    ARCHIVAGE: ( PAS_ARCH: 100 )  
);
```

3.2 Caractéristiques du maillage

Modèle associé au maillage bichoc :

Nombre de nœuds : 4 (dont les deux extrêmes sont fixes),

Nombre de mailles : 2,

Type de maille: DIS_T.

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

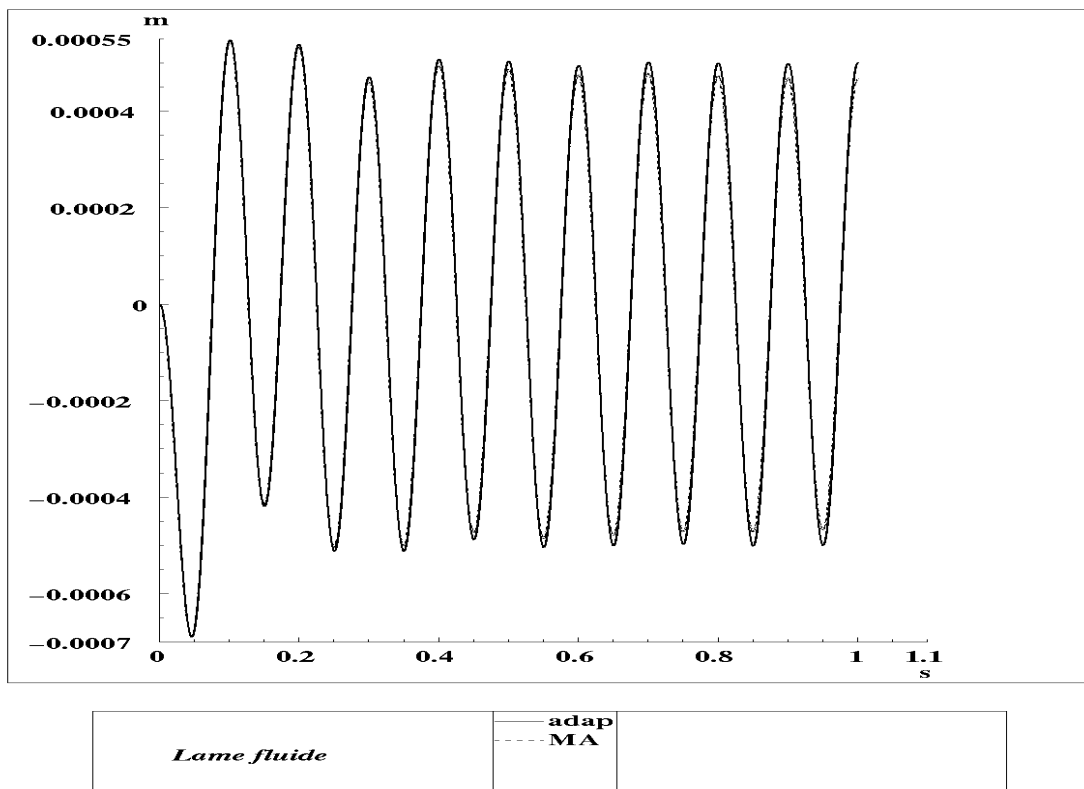
LIRE_MALLAGE			
AFFE_MODELE	GROUP_MA	'MECANIQUE'	'DIS_T'
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_NO	M_T_D_N
		GROUP_MA	K_T_D_L
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
MACRO_MATR_ASSE			
CALC_VECT_ELEM			
ASSE_VECTEUR			
MODE_ITER_SIMULT	METHODE	JACOBI	
	CALC_FREQ	BANDE	
AFFE_CHAM_NO			
MACRO_PROJ_BASE			
DEFI_LIST_REEL			
DEFI_OBSTACLE	BI_PLAN_Z		
DYNA_TRAN_MODAL	CHOC	LAME_FLUIDE	'OUI'
	METHODE	ADAPT	
	METHODE	EULER	
REST_BASE_PHYS			

4 Résultats de la modélisation

4.1 Valeurs testées de la modélisation

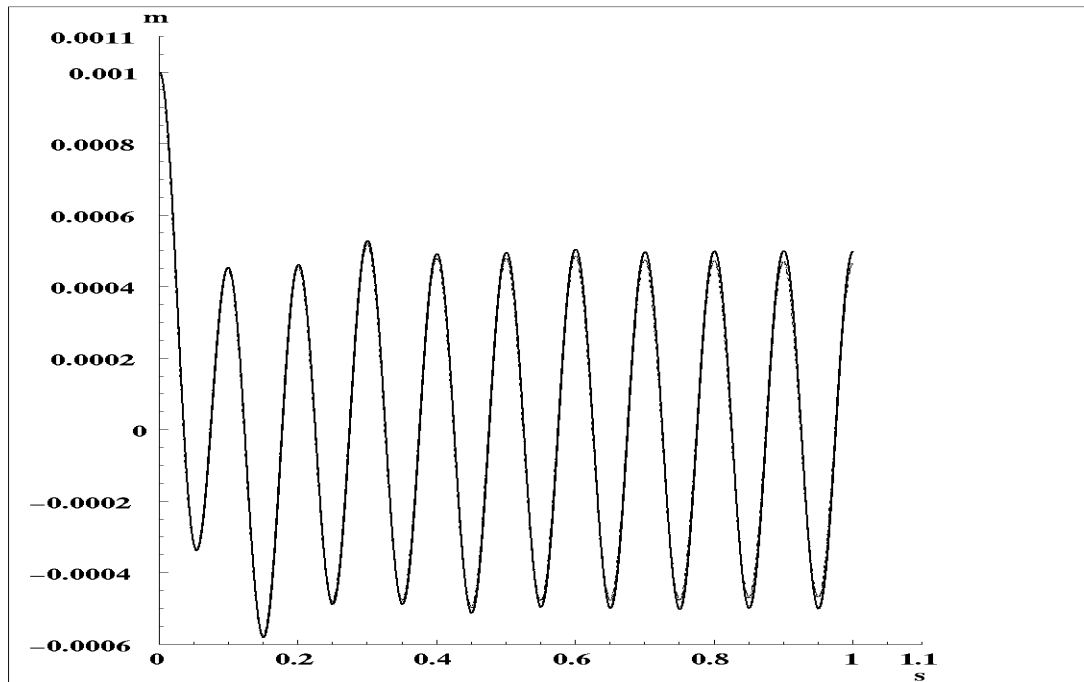
On calcule la réponse du système sur une durée de 1 seconde. On compare ensuite les résultats à ceux issus du calcul Matlab en quelques points qui correspondent à quelques extremum de l'évolution du déplacement. Sur les figures qui suivent, les résultats issus de Aster sont en trait continu et ceux calculés avec matlab en traits pointillés.

Résultats obtenus avec la méthode ADAPT :
 Pour la masse 1 :



Temps (s)	Matlab (m)	Aster (m)	Erreur relative (%)
0.05	-0.675e-3	-0.675 E-3	0.091
0.1	0.544e-3	0.547 E-3	0.537
0.45	-0.473e-3	-0.488 E-3	3.177
0.95	-0.468e-3	-0.499 E-3	6.823

Pour la masse 2 :



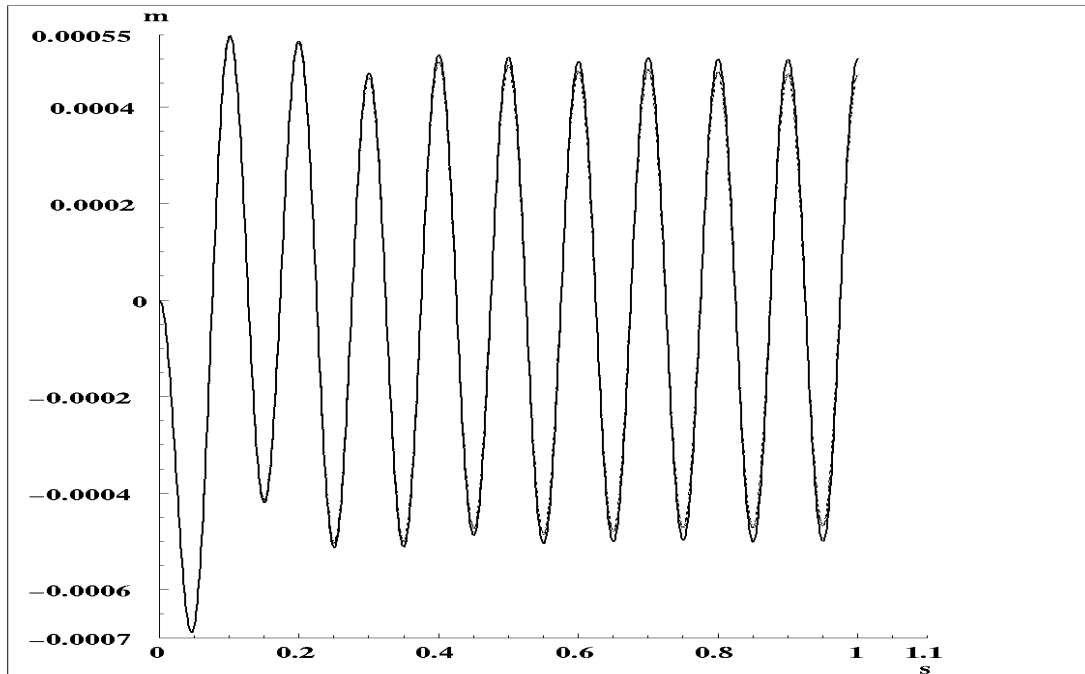
<i>Lame fluide</i>	— adap	
	- - - MA	

Temps (s)	Matlab (m)	Aster (m)	Erreur relative (%)
0.05	-0.322e-3	-0.324 E-3	0.740
0.1	0.450e-3	0.453 E-3	0.683
0.45	-0.497e-3	-0.512 E-3	3.011
0.95	-0.468e-3	-0.500 E-3	6.850

Titre : SDND112 - *Lame fluide entre deux masses mobiles*
Auteur(s) : H. ANDRIAMBOLOLONA

Date : 07/05/02
Clé : V5.01.112-A Page : 8/10

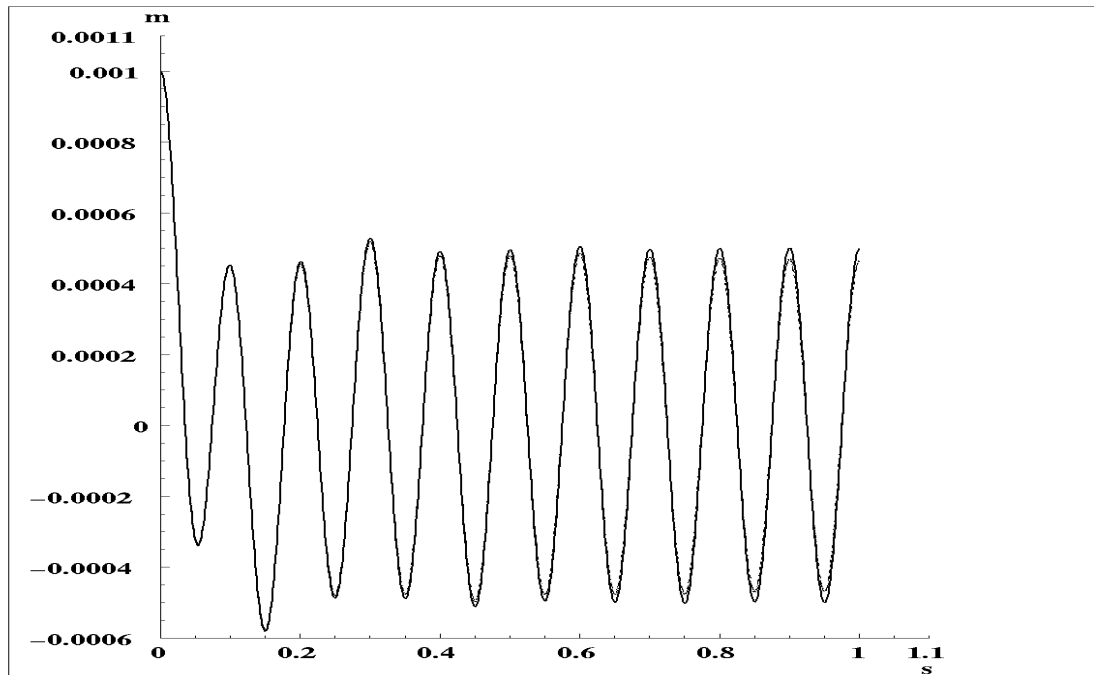
Résultats obtenus avec la méthode EULER :
Pour la masse 1 :



<i>Lame fluide</i>	— eule	
	- - - MA	

Temps (s)	Matlab (m)	Aster (m)	Erreur relative (%)
0.05	-0.675e-3	-0.674 E-3	0.101
0.1	0.544e-3	0.548 E-3	0.531
0.45	-0.473e-3	-0.488 E-3	3.179
0.95	-0.468e-3	-0.499 E-3	6.824

Pour la masse 2 :



<i>Lamé fluide</i>	— eule	
	- - - MA	

Temps (s)	Matlab (m)	Aster (m)	Erreur relative (%)
0.05	-0.322e-3	-0.326 E-3	0.720
0.1	0.450e-3	0.452 E-3	0.691
0.45	-0.497e-3	-0.512 E-3	3.011
0.95	-0.468e-3	-0.500 E-3	6.851

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.01

Machine : claster

Encombrement mémoire : 128 mégaoctets

Temps CPU User : 33.84 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus avec le *Code_Aster* sont conformes à ceux attendus (erreur relative inférieure à 7%).