

Manuel de Validation**Fascicule V2.01 : Dynamique linéaire des systèmes discrets****Document : V2.01.002**

SDLD02 - Système masse-ressort à 8 degrés de liberté

Résumé :

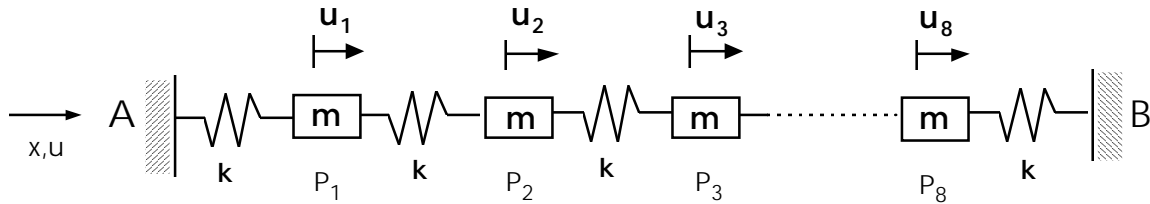
Ce problème bidimensionnel consiste à rechercher les fréquences et les modes de vibration d'une structure mécanique composée de masses et de ressorts. Ce cas-test de Mécanique des Structures correspond à une analyse dynamique d'un modèle discret ayant un comportement linéaire.

Ce test permet une validation complète des options de modélisation de rigidité et de masse discrètes (sans éléments finis) offertes par la commande `AFFE_CARA_ELEM` [U4.24.01]. Quatre modélisations différentes sont proposées : deux modélisations pour les éléments discrets en translation et deux autres pour les éléments discrets en translation/rotation. Par ailleurs, différentes fonctionnalités des commandes `MODE_ITER_INV` [U4.52.01] (calcul de valeurs et de vecteurs propres par itération inverse), `MODE_ITER_SIMULT` [U4.52.02] (calcul des valeurs et vecteurs propres par la méthode de Lanczos) et `NORME_MODE` [U4.64.02] (définition de la norme d'un vecteur propre) sont testées.

Ce test fait référence à un test VPCS, mais il a été modifié. En effet, le test *Code_Aster* oriente le système mécanique sur un axe $3y = 4x$, ce qui permet de valider l'entrée des données en repère local.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Masses ponctuelles : $m_{P_1} = m_{P_2} = m_{P_3} = \dots = m_{P_8} = m$

Raideurs de liaison : $k_{AP_1} = k_{P_1P_2} = k_{P_2P_3} = \dots = k_{P_8B} = k$

1.2 Propriétés de matériaux

Ressort de translation élastique linéaire
Masse ponctuelle

$k = 10^5 \text{ N/m}$
 $m = 10 \text{ Kg}$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Points A et B : encastrés ($u = 0$).

1.4 Conditions initiales

Sans objet pour l'analyse modale.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est celle donnée dans la fiche SDLD02/89 du guide VPCS qui présente la méthode de calcul de la façon suivante :

Le problème conduit à rechercher les valeurs propres et vecteurs propres de :

$$(\mathbf{K} - \mathbf{M} \omega_i) \Phi_i = 0$$

$$K = \begin{bmatrix} k & -k & & & \\ -k & 2k & -k & & \\ & & \ddots & & \\ & & & -k & 2k & -k \\ & & & -k & k & \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} 0 & & & & \\ & m & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & m & \\ & & & & 0 \end{bmatrix}$$

d'où :

$$f_i = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \cos \left(\frac{n+1-i}{(n+1)} \frac{\pi}{2} \right)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

n = nombre de masses

ϕ_i^t calculée par résolution du système linéaire.

2.2 Résultats de référence

8 premières fréquences propres et les premier et huitième vecteurs propres normés tel que :

Le test V.P.C.S. fournit des modes normés à $\Phi^t \mathbf{M} \Phi = 10$. On présente des modes normés :

- à la masse généralisée unitaire : $\Phi^t \mathbf{M} \Phi = 1$; les composantes de référence sont divisées par $\sqrt{10}$,
- à la raideur généralisée ce qui revient à diviser les composantes précédentes par ω_i ,
- à la plus grande composante de déplacement.

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

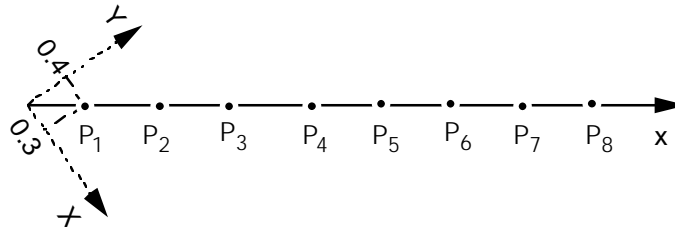
2.4 Références bibliographiques

- [1] M. LALANNE, P. BERTHIER, J. DERHAGOPIAN. Mécanique des vibrations linéaires. Paris : MASSON, 2^e édition, chapitre 3, p. 100-101 (1986)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément discret de rigidité en translation DIS_T



Caractéristiques des éléments :

ORIENTATION : en tous les nœuds avec un angle $\alpha = 53.130102^\circ$

DISCRET :
avec masses nodales tous les nœuds M_T_D_N en repère absolu ($m = 10.$)
matrices de rigidité toutes mailles K_T_D_L en repère local ($K_x = 1. 10^5$)
aux nœuds extrémités K_T_D_N en repère local ($K_x = 1. 10^5$)

Conditions limites :

DDL_IMPO : (TOUT: 'OUI' DZ: 0.)
LIAISON_DDL : (telle que $3Dy=4Dx$ en tous les nœuds)

Noms des nœuds : P₁, P₂, ..., P₈
Point A = N1 = N2

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8
Nombre de mailles et types : 7 SEG2

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_MA	'K_T_D_L'	[U4.24.01]
		NOEUD	'K_T_D_N'	
			'M_T_D_N'	
AFFE_CHAR_MECA	ORIENTATION	GROUP_NO	'ANG_NAUT'	[U4.25.01]
		DDL_IMPO	TOUT	
		LIAISON_DDL	NOEUD	
AFFE_MATERIAU	TOUT			[U4.23.02]
AFFE_MODELE	TOUT	'MECANIQUE'	'DIS_T'	[U4.22.01]
		GROUP_NO	'DIS_T'	
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]
MODE_ITER_INV	CALC_FREQ	OPTION	'AJUSTE'	[U4.52.01]
		FREQ		
		CALC_MODE	OPTION	
RECU_CHAMP	'DEPL'	NUME_ORDRE		[U4.62.01]
		FREQ		
NORM_MODE	'MASS_GENE'			[U4.64.02]
NORM_MODE	'RIGI_GENE'			[U4.64.02]

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification Numéro du mode propre	Référence	Aster	% Différence	tolérance val. relative
1	5.5274	5.5274	0.	10 ⁻⁴
2	10.8868	10.8868	-	-
3	15.9155	15.9155	-	-
4	20.4606	20.4606	-	-
5	24.3840	24.3840	-	-
6	27.5664	27.5664	-	-
7	29.9113	29.9113	-	-
8	31.3474	31.3474	-	-

Mode normé à 1 à la plus grande composante

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-0.3473	-0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	-0.8793	-0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	-1.	-1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	-0.6527	-0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	0.3473	0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	0.8793	0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	1.	1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	0.6527	0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la masse généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D_Y) Φ_1	P1	-4.0781E-2	-4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P7	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2
Translation 8 (D_Y) Φ_8	P1	4.0781E-2	4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	1.0327E-1	1.0328E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	1.1743E-1	1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0328E-1
	P7	7.6654E-2	7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la raideur généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D_Y) Φ_1	P1	-1.1742E-3	-1.1744E-3
	P2	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P3	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P4	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P5	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P6	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P7	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P8	-1.1742E-3	-1.1744E-3
Translation 8 (D_Y) Φ_8	P1	2.0705E-4	2.0709E-4
	P2	-3.8918E-4	-3.8920E-4
	P3	5.2432E-4	5.2436E-4
	P4	-5.9621E-4	-5.9628E-4
	P5	5.9621E-4	5.9628E-4
	P6	-5.2432E-4	-5.2436E-4
	P7	3.8918E-4	3.8920E-4
	P8	-2.0705E-4	-2.0709E-4

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

4.2 Remarques

Calculs effectués par :

```
MODE_ITER_INV      OPTION: 'AJUSTE'  
LIST_FREQ:( 5., 10., 15., 20., 24., 27., 30., 32.)  
CALC_MODE: (OPTION: 'DIRECT')
```

Contenu du fichier résultats :

8 premières fréquences propres, vecteurs propres et paramètres modaux

4.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.02.21

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Système :

Temps CPU User :

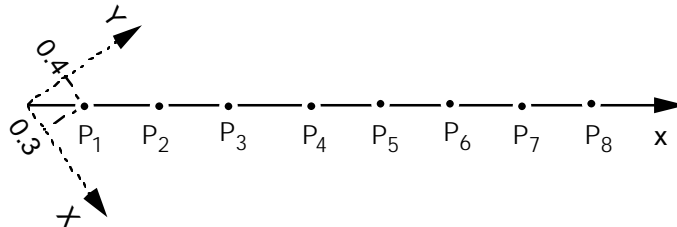
UNICOS 8.0

6 secondes

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément discret de rigidité en translation DIS_T



Caractéristiques des éléments :

ORIENTATION : en tous les nœuds avec un angle $\alpha = 53.130102^\circ$
DISCRET :
masses nodales tous les nœuds M_T_N en repère absolu (m = 10.)
matrices de rigidité toutes mailles K_T_L en repère local ($K_x = 1. 10^5$)
aux nœuds extrémités K_T_N en repère local ($K_x = 1. 10^5$)

Conditions limites :

DDL_IMPO : (TOUT : 'OUI' DZ : 0.)
LIAISON_DDL : (telle que $3D_y = 4D_x$ en tous les nœuds)

Noms des nœuds : : P₁, P₂, ..., P₈

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles et types : 7 SEG2

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_MA	'K_T_L'	[U4.24.01]
		NOEUD	'K_T_N'	
			'M_T_N'	
AFFE_MODELE	TOUT	ORIENTATION	'ANGL_NAUT'	[U4.22.01]
		GROUP_NO	'MECANIQUE'	
			'DIS_T'	
MODE_ITER_SIMULT	METHODE		'DIS_T'	[U4.52.01]
		CALC_FREQ	'PLUS_PETITE'	
		NMAX_FREQ		
IMPR_STURM	FREQ_MIN			[U4.73.01]
		FREQ_MAX		
NORM_MODE	'MASS_GENE'	ou 'RIGI_GENE'		[U4.64.02]
NORM_MODE	'AVEC_CMP'	ou 'SANS_CMP'		[U4.64.02]
NORM_MODE	NOEUD	CMP		[U4.64.02]
NORM_MODE	'NORME'	'TRAN' ou 'EUCL' ou 'EUCL_TRAN'		[U4.64.02]

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification Numéro du mode propre	Référence	Aster	% Différence	tolérance val. relative
1	5.5274	5.5274	0.	10 ⁻⁴
2	10.8868	10.8868	-	-
3	15.9155	15.9155	-	-
4	20.4606	20.4606	-	-
5	24.3840	24.3840	-	-
6	27.5664	27.5664	-	-
7	29.9113	29.9113	-	-
8	31.3474	31.3474	-	-

Mode normé à 1 à la plus grande composante

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-0.3473	-0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	-0.8793	-0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	-1.	-1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	-0.6527	-0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	0.3473	0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	0.8793	0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	1.	1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	0.6527	0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la masse généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-4.0781E-2	-4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P7	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	4.0781E-2	4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	1.0327E-1	1.0328E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	1.1743E-1	1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0328E-1
	P7	7.6654E-2	7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la raideur généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-1.1742E-3	-1.1744E-3
	P2	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P3	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P4	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P5	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P6	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P7	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P8	-1.1742E-3	-1.1744E-3
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	2.0705E-4	2.0709E-4
	P2	-3.8918E-4	-3.8920E-4
	P3	5.2432E-4	5.2436E-4
	P4	-5.9621E-4	-5.9628E-4
	P5	5.9621E-4	5.9628E-4
	P6	-5.2432E-4	-5.2436E-4
	P7	3.8918E-4	3.8920E-4
	P8	-2.0705E-4	-2.0709E-4

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

6.2 Remarques

Calculs effectués par :

MODE_ITER_SIMULT METHODE: 'TRI_DIAG'
CALC_FREQ: OPTION = 'PLUS_PETITE'
NMAX_FREQ = 8

Contenu du fichier résultats :

8 premières fréquences propres, vecteurs propres et paramètres modaux

6.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.02.21

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire :

8 mégamots

Système :

Temps CPU User :

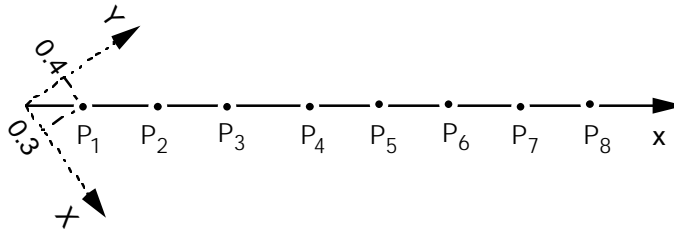
UNICOS 8.0

16.686 secondes

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Transposition du test de référence au cas des degrés de liberté de rotation (ressort de torsion + inertie) en utilisant l'élément discret de rigidité en translation/rotation DIS_TR.



Caractéristiques des éléments :

ORIENTATION : en tous les nœuds avec un angle $\alpha = 53.130102^\circ$
DISCRET :
avec masses nodales tous les nœuds M_TR_D_N en repère absolu ($I_{xx} = 10.$)
matrices de rigidité toutes mailles K_TR_D_L en repère local ($KR_x = 1. 10^5$)
aux nœuds K_TR_D_N en repère local ($KR_x = 1. 10^5$)
extrémités

Conditions limites :

DDL_IMPO : (TOUT: 'OUI' DX: 0., DZ: 0., DRZ: 0.)
LIAISON_DDL : (telle que 3DRY=4DRY en tous les nœuds)

Noms des nœuds : : P₁, P₂, ..., P₈

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 8

Nombre de mailles et types : 7 SEG2

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_MA	'K_TR_D_L'	[U4.24.01]
		NOEUD	'K_TR_D_N'	
			'M_TR_D_N'	
		ORIENTATION	'ANGL_NAUT'	
AFFE_MODELE	TOUT	'MECANIQUE'	'DIS_TR'	[U4.22.01]
	GROUP_NO		'DIS_TR'	
MODE_ITER_INV	CALC_FREQ	OPTION	'AJUSTE'	[U4.52.01]
		FREQ		
NORM_MODE	CALC_MODE	OPTION	'DIRECT'	[U4.64.02]
	'MASS_GENE'	ou 'RIGI_GENE'		

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

Identification Numéro du mode propre	Référence	Aster	% Différence	tolérance val. relative
1	5.5274	5.5274	0.	10^{-4}
2	10.8868	10.8868	-	-
3	15.9155	15.9155	-	-
4	20.4606	20.4606	-	-
5	24.3840	24.3840	-	-
6	27.5664	27.5664	-	-
7	29.9113	29.9113	-	-
8	31.3474	31.3474	-	-

Mode normé à 1 à la plus grande composante

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Rotation 1 (DRY) Φ_1	P1	-0.3473	-0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	-0.8793	-0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	-1.	-1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	-0.6527	-0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729
Rotation 8 (DRY) Φ_8	P1	0.3473	0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	0.8793	0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	1.	1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	0.6527	0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la masse généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Rotation 1 (DRY) Φ_1	P1	-4.0781E-2	-4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P7	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2
Rotation 8 (DRY) Φ_8	P1	4.0781E-2	4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	1.0327E-1	1.0328E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	1.1743E-1	1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0328E-1
	P7	7.6654E-2	7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la raideur généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Rotation 1 (DRY) Φ_1	P1	-1.1742E-3	-1.1744E-3
	P2	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P3	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P4	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P5	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P6	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P7	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P8	-1.1742E-3	-1.1744E-3
Rotation 8 (DRY) Φ_8	P1	2.0705E-4	2.0709E-4
	P2	-3.8918E-4	-3.8920E-4
	P3	5.2432E-4	5.2436E-4
	P4	-5.9621E-4	-5.9628E-4
	P5	5.9621E-4	5.9628E-4
	P6	-5.2432E-4	-5.2436E-4
	P7	3.8918E-4	3.8920E-4
	P8	-2.0705E-4	-2.0709E-4

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

8.2 Remarques

Calculs effectués par :

```

MODE_ITER_INV  OPTION: 'AJUSTE'
LIST_FREQ: (5., 10., 15., 20., 24., 27., 30., 32.)
CALC_MODE: (OPTION: 'DIRECT')
```

Contenu du fichier résultats :

8 premières fréquences propres, vecteurs propres et paramètres modaux

8.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.02.21

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Système :

Temps CPU User :

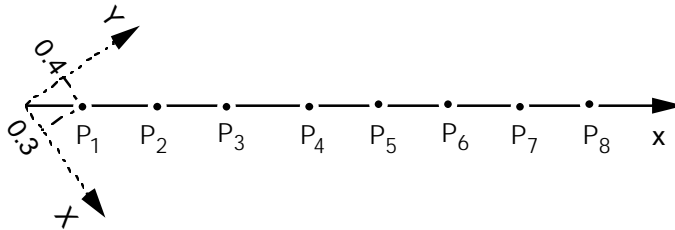
UNICOS 8.0

5.8 secondes

9 Modélisation D

9.1 Caractéristiques de la modélisation

Transposition du test de référence au cas des degrés de liberté de rotation (ressort de torsion + inertie) en utilisant l'élément discret de rigidité en translation/rotation : DIS_TR.



Caractéristiques des éléments :

ORIENTATION : en tous les nœuds avec un angle $\alpha = 53.130102^\circ$
DISCRET :
avec masses nodales tous les nœuds M_TR_N en repère absolu ($I_{xx} = 10.$)
matrices de rigidité toutes mailles K_TR_L en repère local ($KR_x = 1. 10^5$)
aux nœuds K_TR_N en repère local ($KR_x = 1. 10^5$)
extrémités

Conditions limites :

DDL_IMPO : (TOUT: 'OUI' DX: 0., DY: 0., DZ: 0., DRZ: 0.)
LIAISON_DDL : (telle que 3DRY=4DRY en tous les nœuds)

Noms des nœuds : P₁, P₂, ..., P₈

9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 8

Nombre de mailles et types : 7 SEG2

9.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_MA	'K_TR_L'	[U4.24.01]
		NOEUD	'K_TR_N'	
			'M_TR_N'	
	ORIENTATION	GROUP_NO	'ANGL_NAUT'	
AFFE_MODELE	TOUT	'MECANIQUE'	'DIS_TR'	[U4.22.01]
	GROUP_NO		'DIS_TR'	
MODE_ITER_INV	CALC_FREQ	OPTION	'AJUSTE'	[U4.52.01]
		FREQ		
	CALC_MODE	OPTION	'DIRECT'	
RECU_CHAMP	'DEPL'	NUME_ORDRE		[U4.62.01]
		FREQ		
NORM_MODE	'MASS_GENE'	ou 'RIGI_GENE'		[U4.64.02]

10 Résultats de la modélisation D

10.1 Valeurs testées

Identification Numéro du mode propre	Référence	Aster	% Différence	tolérance val. relative
1	5.5274	5.5274	0.	10^{-4}
2	10.8868	10.8868	-	-
3	15.9155	15.9155	-	-
4	20.4606	20.4606	-	-
5	24.3840	24.3840	-	-
6	27.5664	27.5664	-	-
7	29.9113	29.9113	-	-
8	31.3474	31.3474	-	-

Mode normé à 1 à la plus grande composante

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Rotation 1 (DRY) Φ_1	P1	-0.3473	-0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	-0.8793	-0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	-1.	-1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	-0.6527	-0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729
Rotation 8 (DRY) Φ_8	P1	0.3473	0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	0.8793	0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	1.	1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	0.6527	0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la masse généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Rotation 1 (DRY) Φ_1	P1	-4.0781E-2	-4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P7	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2
Rotation 8 (DRY) Φ_8	P1	4.0781E-2	4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	1.0327E-1	1.0328E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	1.1743E-1	1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0328E-1
	P7	7.6654E-2	7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la raideur généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Rotation 1 (DRY) Φ_1	P1	-1.1742E-3	-1.1744E-3
	P2	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P3	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P4	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P5	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P6	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P7	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P8	-1.1742E-3	-1.1744E-3
Rotation 8 (DRY) Φ_8	P1	2.0705E-4	2.0709E-4
	P2	-3.8918E-4	-3.8920E-4
	P3	5.2432E-4	5.2436E-4
	P4	-5.9621E-4	-5.9628E-4
	P5	5.9621E-4	5.9628E-4
	P6	-5.2432E-4	-5.2436E-4
	P7	3.8918E-4	3.8920E-4
	P8	-2.0705E-4	-2.0709E-4

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

10.2 Remarques

Calculs effectués par :

```
MODE_ITER_INV    OPTION: 'AJUSTE'
                  LIST_FREQ: (5., 10., 15., 20., 24., 27., 30., 32.)
                  CALC_MODE: (OPTION: 'DIRECT')
```

Contenu du fichier résultats :

8 premières fréquences propres, vecteurs propres et paramètres modaux

10.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.02.21

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire :

8 mégamots

Système :

Temps CPU User :

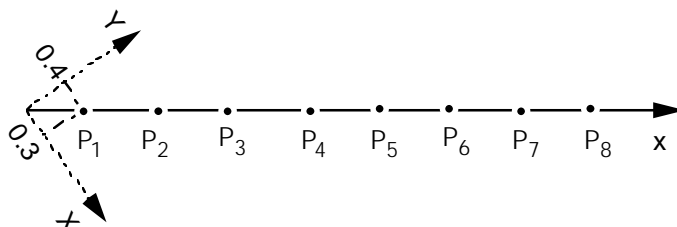
UNICOS 8.0

5.6 secondes

11 Modélisation E

11.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément discret de rigidité en translation 2D_DIS_T



Caractéristiques des éléments :

ORIENTATION : en tous les nœuds avec un angle $\alpha = 53.130102^\circ$
DISCRET :
avec masses nodales tous les nœuds M_T_D_N en repère absolu ($m = 10.$)
matrices de rigidité toutes mailles K_T_D_L en repère local ($K_x = 1. 10^5$)
aux nœuds extrémités K_T_D_N en repère local ($K_x = 1. 10^5$)

Conditions limites :

LIAISON_DDL : (telle que $3Dy=4Dx$ en tous les nœuds)

Noms des nœuds : P₁, P₂, ..., P₈
Point A = N1 = N2

11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8
Nombre de mailles et types : 7 SEG2

11.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_MA	'K_T_D_L'	[U4.24.01]
		NOEUD	'K_T_D_N'	
			'M_T_D_N'	
		ORIENTATION	'ANG_NAUT'	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	TOUT		[U4.25.01]
	LIAISON_DDL	NOEUD		
AFFE_MATERIAU	TOUT			[U4.23.02]
AFFE_MODELE	TOUT	'MECANIQUE'	'2D_DIS_T'	[U4.22.01]
	GROUP_NO		'2D_DIS_T'	
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]
MODE_ITER_INV	CALC_FREQ	OPTION	'AJUSTE'	[U4.52.01]
		FREQ		
RECU_CHAMP	'DEPL'	OPTION	'DIRECT'	[U4.62.01]
		NUME_ORDRE		
NORM_MODE	'MASS_GENE'			[U4.64.02]
		FREQ		
NORM_MODE	'RIGI_GENE'			[U4.64.02]

12 Résultats de la modélisation E

12.1 Valeurs testées

Identification Numéro du mode propre	Référence	Aster	% Différence	tolérance val. relative
1	5.5274	5.5274	0.	10 ⁻⁴
2	10.8868	10.8868	-	-
3	15.9155	15.9155	-	-
4	20.4606	20.4606	-	-
5	24.3840	24.3840	-	-
6	27.5664	27.5664	-	-
7	29.9113	29.9113	-	-
8	31.3474	31.3474	-	-

Mode normé à 1 à la plus grande composante

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-0.3473	-0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	-0.8793	-0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	-1.	-1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	-0.6527	-0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	0.3473	0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	0.8793	0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	1.	1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	0.6527	0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la masse généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _y) Φ_1	P1	-4.0781E-2	-4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P7	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2
Translation 8 (D _y) Φ_8	P1	4.0781E-2	4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	1.0327E-1	1.0328E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	1.1743E-1	1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0328E-1
	P7	7.6654E-2	7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la raideur généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _y) Φ_1	P1	-1.1742E-3	-1.1744E-3
	P2	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P3	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P4	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P5	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P6	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P7	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P8	-1.1742E-3	-1.1744E-3
Translation 8 (D _y) Φ_8	P1	2.0705E-4	2.0709E-4
	P2	-3.8918E-4	-3.8920E-4
	P3	5.2432E-4	5.2436E-4
	P4	-5.9621E-4	-5.9628E-4
	P5	5.9621E-4	5.9628E-4
	P6	-5.2432E-4	-5.2436E-4
	P7	3.8918E-4	3.8920E-4
	P8	-2.0705E-4	-2.0709E-4

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

12.2 Remarques

Calculs effectués par :

MODE_ITER_INV OPTION: 'AJUSTE'
LIST_FREQ: (5., 10., 15., 20., 24., 27., 30., 32.)
CALC_MODE: (OPTION: 'DIRECT')

Contenu du fichier résultats :

8 premières fréquences propres, vecteurs propres et paramètres modaux

12.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.02.21

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire :

8 mégamots

Système :

Temps CPU User :

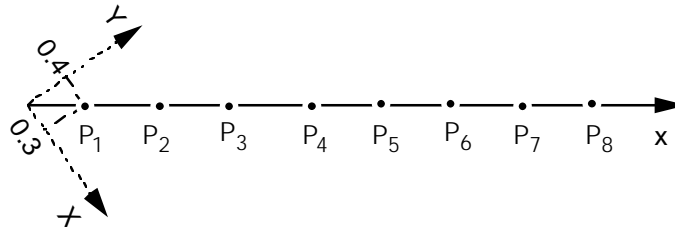
UNICOS 8.0

6 secondes

13 Modélisation F

13.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément discret de rigidité en translation/rotation : 2D_DIS_TR



Caractéristiques des éléments :

ORIENTATION : en tous les nœuds avec un angle $\alpha = 53.130102^\circ$
DISCRET :
avec masses nodales tous les nœuds M_T_D_N en repère absolu (m = 10.)
matrices de rigidité toutes mailles K_T_D_L en repère local ($K_x = 1. 10^5$)
aux nœuds extrémités K_T_D_N en repère local ($K_x = 1. 10^5$)

Conditions limites :

DDL_IMPO : (TOUT: 'OUI' DRZ: 0.)
LIAISON_DDL : (telle que $3Dy=4Dx$ en tous les nœuds)

Noms des nœuds : P₁, P₂, ..., P₈
Point A = N1 = N2

13.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 8

Nombre de mailles et types : 7 SEG2

13.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	DISCRET	GROUP_MA	'K_T_D_L'	[U4.24.01]
		NOEUD	'K_T_D_N'	
			'M_T_D_N'	
		ORIENTATION	'ANG_NAUT'	
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	TOUT		[U4.25.01]
	LIAISON_DDL	NOEUD		
AFFE_MATERIAU	TOUT			[U4.23.02]
AFFE_MODELE	TOUT	'MECANIQUE'	'2D_DIS_TR'	[U4.22.01]
	GROUP_NO		'2D_DIS_TR'	
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]
MODE_ITER_INV	CALC_FREQ	OPTION	'AJUSTE'	[U4.52.01]
		FREQ		
	CALC_MODE	OPTION	'DIRECT'	
RECU_CHAMP	'DEPL'	NUME_ORDRE		[U4.62.01]
		FREQ		
NORM_MODE	'MASS_GENE'			[U4.64.02]
NORM_MODE	'RIGI_GENE'			[U4.64.02]

14 Résultats de la modélisation F

14.1 Valeurs testées

Identification Numéro du mode propre	Référence	Aster	% Différence	tolérance val. relative
1	5.5274	5.5274	0.	10 ⁻⁴
2	10.8868	10.8868	-	-
3	15.9155	15.9155	-	-
4	20.4606	20.4606	-	-
5	24.3840	24.3840	-	-
6	27.5664	27.5664	-	-
7	29.9113	29.9113	-	-
8	31.3474	31.3474	-	-

Mode normé à 1 à la plus grande composante

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-0.3473	-0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	-0.8793	-0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	-1.	-1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	-0.6527	-0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	0.3473	0.34729
	P2	-0.6527	-0.65270
	P3	0.8793	0.87938
	P4	-1.	-1.
	P5	1.	1.
	P6	-0.8793	-0.87938
	P7	0.6527	0.65270
	P8	-0.3473	-0.34729

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la masse généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-4.0781E-2	-4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0327E-1
	P7	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	4.0781E-2	4.0788E-2
	P2	-7.6654E-2	-7.6657E-2
	P3	1.0327E-1	1.0328E-1
	P4	-1.1743E-1	-1.1744E-1
	P5	1.1743E-1	1.1744E-1
	P6	-1.0327E-1	-1.0328E-1
	P7	7.6654E-2	7.6657E-2
	P8	-4.0781E-2	-4.0788E-2

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

Mode normé à la raideur généralisée unitaire

Nature du mode propre	Point	Référence	Aster
Translation 1 (D _Y) Φ_1	P1	-1.1742E-3	-1.1744E-3
	P2	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P3	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P4	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P5	-3.3813E-3	-3.3817E-3
	P6	-2.9735E-3	-2.9738E-3
	P7	-2.2072E-3	-2.2072E-3
	P8	-1.1742E-3	-1.1744E-3
Translation 8 (D _Y) Φ_8	P1	2.0705E-4	2.0709E-4
	P2	-3.8918E-4	-3.8920E-4
	P3	5.2432E-4	5.2436E-4
	P4	-5.9621E-4	-5.9628E-4
	P5	5.9621E-4	5.9628E-4
	P6	-5.2432E-4	-5.2436E-4
	P7	3.8918E-4	3.8920E-4
	P8	-2.0705E-4	-2.0709E-4

Erreur maximale inférieure à : 0.03%.

14.2 Remarques

Calculs effectués par :

```
MODE_ITER_INV      OPTION: 'AJUSTE'
LIST_FREQ: ( 5., 10., 15., 20., 24., 27., 30., 32.)
CALC_MODE: (OPTION: 'DIRECT')
```

Contenu du fichier résultats :

8 premières fréquences propres, vecteurs propres et paramètres modaux

14.3 Paramètres d'exécution

Version : 3.02.21

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire :

8 mégamots

Système :

Temps CPU User :

UNICOS 8.0

6 secondes

15 Synthèse des résultats

Pour toutes les options de modélisation des éléments discrets de rigidité et de masse offertes par `AFFE_CARA_ELEM` les solutions obtenues sont celles de la solution de référence (fréquences et modes propres avec différentes normalisations).

Page laissée intentionnellement blanche.