

Manuel de Validation**Fascicule V2.05 : Dynamique linéaire des structures assemblées****Document : V2.05.003**

SDLX03 - Assemblage de plaques rectangulaires minces entretoisées

Résumé :

Ce problème tridimensionnel consiste à chercher les fréquences de vibration d'une structure mécanique composée d'un assemblage de plaques où l'on a simulé un effet de raidissement. Ce test de Mécanique des Structures correspond à une analyse dynamique d'une structure assemblée ayant un comportement linéaire. Il comprend deux modélisations.

Par l'intermédiaire de ce problème, on teste l'élément de plaque DKT ainsi que le calcul des fréquences de vibration par la méthode de Lanczos avec détection des modes de corps rigide.

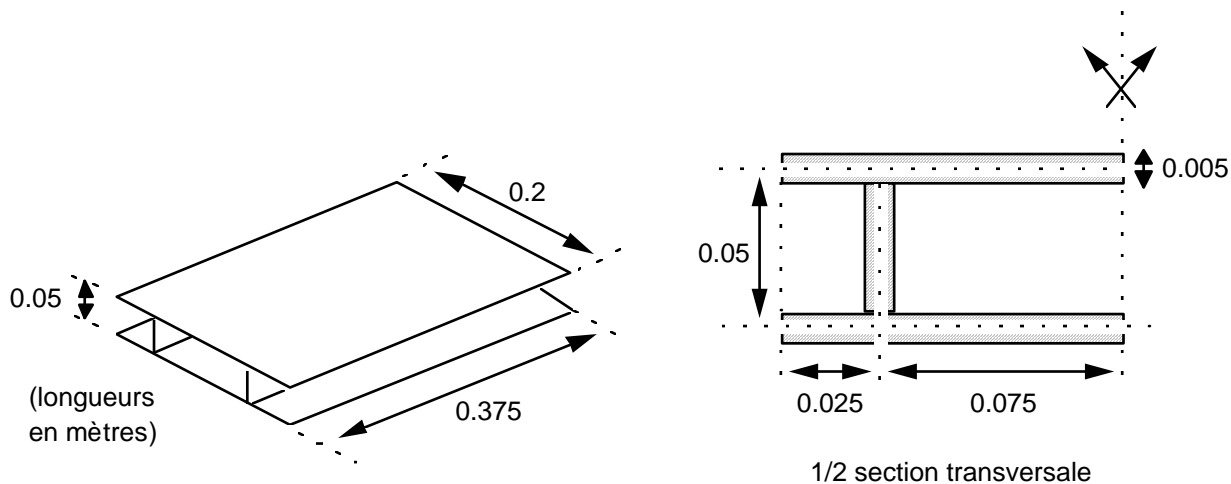
Dans la deuxième modélisation, on teste en plus la liaison entre coques (mot clé `LIAISON_COQUE` de la commande `AFFE_CHAR_MECA`).

Les résultats obtenus sont en bon accord avec les résultats donnés dans le guide VPCS (moyenne de résultats obtenus par différents codes de calcul). Les six modes de corps rigide ont bien été détectés.

Une comparaison avec des résultats expérimentaux est également satisfaisante.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Epaisseur de toutes les plaques :

 $t = 0.005 \text{ m}$

Plaques supérieure et inférieure :

longueur $a = 0.375 \text{ m}$
largeur $b = 0.2 \text{ m}$

Plaques verticales :

longueur $a = 0.375 \text{ m}$
largeur $b = 0.05 \text{ m}$

1.2 Propriétés des matériaux

 $E = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ $\nu = 0.3$ $\rho = 7\,800 \text{ kg/m}^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Structure libre en tout point.

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 SDLX03/89 du guide VPCS.

La solution de référence a été obtenue par étude expérimentale des fréquences et modes propres de la structure libre sur une maquette réalisée avec des tôles soudées.

La structure suspendue par des liaisons souples est mise en vibration par un excitateur électrodynamique. Le relevé des fréquences propres est obtenu à partir d'un accéléromètre.

Par ailleurs, des simulations numériques, effectuées par différents codes de calcul, ont permis d'établir des "résultats de référence" pour les modèles éléments finis.

2.2 Résultats de référence

6 premières fréquences propres non nulles.

2.3 Incertitude sur la solution

Inférieure à 4%.

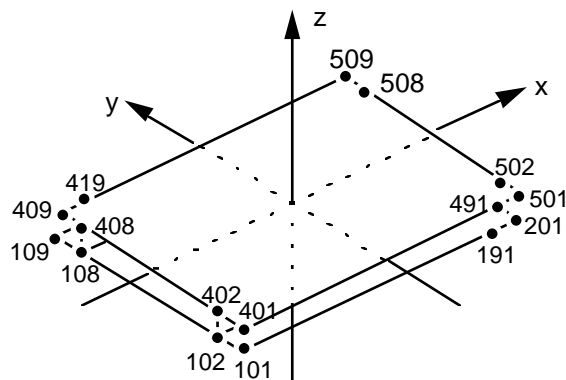
2.4 Références bibliographiques

- [1] Essais réalisés par la Société METRAVIB (64 Chemin des Mouilles - BP 182 - 69132 Ecully Cedex - France). Rapport METRAVIB R.D.S. n° 1.604.50 (1987).

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Eléments de coque DKT



origines des axes = centre de la structure

Découpage :

Plaques supérieure et inférieure 10 en longueur
8 en largeur ==> 160 mailles TRIA3

Plaques verticales 10 en longueur
1 en largeur ==> 20 mailles TRIA3

Noms des nœuds :

Plaque inférieure : N101, ..., N109
N111, ..., N119
.....
N201, ..., N209

Plaque supérieure : N401, ..., N409
N411, ..., N419
.....
N501, ..., N509

Plaques verticales : N102, N112, ..., N202
N402, N412, ..., N502

N108, N118, ..., N208
N408, N418, ..., N508

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 198
Nombre de mailles et types : 360 TRIA3

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT		[U4.24.01]
AFFE_MATERIAU	TOUT			[U4.23.02]
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT	[U4.22.01]
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]
MODE_ITER_SIMULT	METHODE	'TRI_DIAG'		[U4.52.01]
	CALC_FREQ	OPTION	'BANDE'	
		FREQ		
		NMAX_FREQ		

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Ordre du mode propre	Référence expérimentale	Référence modèle éléments finis*	Aster	% différence / modèle éléments finis
7	606.	584. \pm 1%	590.0310	1.03
8	760.	826. \pm 1.5%	829.4009	0.41
9	865.	855. \pm 1.7%	848.1548	-0.80
10	944.	911. \pm 2%	908.8566	-0.23
11	1113.	1113. \pm 3.6%	1097.6578	-1.38
12	1144.	1136. \pm 4%	1164.0088	2.46

* moyenne de 5 codes de calcul

4.2 Remarques

Calculs effectués par :

```
MODE_ITER_SIMULT      METHODE: 'TRI_DIAG'
                        OPTION 'BANDE'      LIST_FREQ: (1.,1200.)
                        DIM_SOUS_ESPACE: 12
```

4.3 Contenu du fichier résultats

Les 6 premières fréquences propres non nulles (vecteurs propres et paramètres modaux).

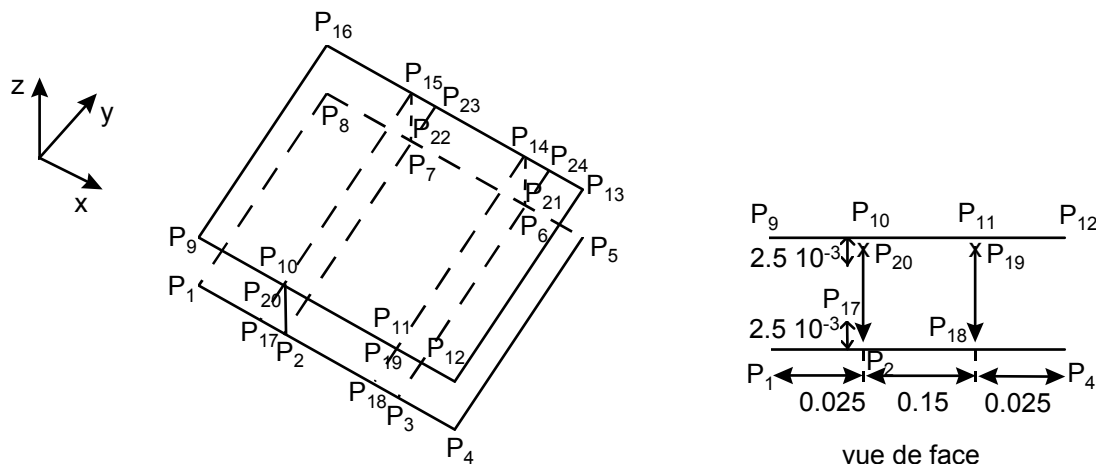
4.4 Paramètres d'exécution

Version : 5.02
Machine : SGI Origin 2000
Encombrement mémoire : 64 Mo Temps CPU User : 2.42 secondes

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise des éléments de plaque DKT



Le découpage se fait de la manière suivante :

- On a
- 1 élément entre P₁ et P₂
 - 6 éléments entre P₂ et P₃
 - 1 élément entre P₃ et P₄
 - 1 élément entre P₁₇ et P₂₀
 - 10 éléments selon les côtés parallèles à y (P₄ P₅ par exemple)

On passe 2 calculs :

- dans le premier calcul, on établit des liaisons de corps solide entre les droites :
 - P₂ P₇ et P₁₇ P₂₂
 - P₃ P₆ et P₁₈ P₂₁
 - P₁₀ P₁₅ et P₂₀ P₂₃
 - P₁₁ P₁₄ et P₁₉ P₂₄

via le mot-clé facteur 'LIAISON_COQUE' de la commande AFPE_CHAR_MECA.

- dans le second calcul, on établit des liaisons de corps solide entre les nœuds en vis-à-vis des couples de droites précitées via le mot-clé facteur 'LIAISON_SOLIDE' de la commande AFPE_CHAR_MECA.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 242
Nombre d'éléments TRIA3 : 360

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes			Clés
AFPE_CHAR_MECA		LIAISON_SOLIDE	LIAISON_COQUE [U4.25.01]
AFPE_CARA_ELEM	COQUE	2	TOUT [U4.24.01]
AFPE_MATERIAU	TOUT		[U4.23.02]
AFPE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT [U4.22.01]
DEFI_MATERIAU	ELAS		[U4.23.01]
MODE_ITER_SIMULT	METHODE	'TRI_DIAG'	[U4.52.01]
	CALC_FREQ	OPTION	'BANDE'
		FREQ	
		NMAX_FREQ	

6 Résultats de la modélisation B

Les résultats des 2 calculs (l'un avec LIAISON_COQUE, l'autre avec LIAISON_SOLIDE) sont identiques. On ne mentionnera que le calcul avec LIAISON_COQUE.

6.1 Valeurs testées

Ordre du mode propre	Référence expérimentale	Référence modèle éléments finis*	Aster	% différence / modèle éléments finis
7	606.	584. \pm 1%	610.2	4.5
8	760.	826. \pm 1.5%	852.4	3.2
9	865.	855. \pm 1.7%	864.8	1.1
10	944.	911. \pm 2%	923.9	1.4
11	1113.	1113. \pm 3.6%	1110.8	-0.2
12	1144.	1136. \pm 4%	1179.5	3.8

* moyenne de 5 codes de calcul

6.2 Remarques

Calculs effectués par :

```
MODE_ITER_SIMULT  METHODE: 'TRI_DIAG'
OPTION 'BANDE'    LIST_FREQ: (1.,1200.)
DIM_SOUS_ESPACE: 12
```

6.3 Contenu du fichier résultats

Les 6 premières fréquences propres non nulles (vecteurs propres et paramètres modaux).

6.4 Paramètres d'exécution

Version : 5.02
Machine : SGI Origin 2000
Encombrement mémoire : 28 Mo Temps CPU User : 8.7 secondes

7 Synthèse des résultats

Pour la modélisation A, les résultats fournis par le *Code_Aster* sont dans l'intervalle de dispersion des codes qui ont permis d'établir la solution de référence VPCS.

Pour la modélisation B, les deux façons d'écrire la liaison entre les coques donnent les mêmes résultats.