

## SDLV301 – Sous-structuration cyclique : rouet de pompe

---

### Résumé :

Le domaine d'application de ce test est l'analyse modale des structures à répétitivité cyclique. La structure étudiée est un rouet de pompe ; elle est modélisée par des éléments volumes hexaédriques à 20 nœuds (modélisation 3D).

Il s'agit d'un test industriel pour lequel il n'existe pas de solution analytique. La méthode de calcul est la sous-structuration dynamique cyclique de Craig-Bampton.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

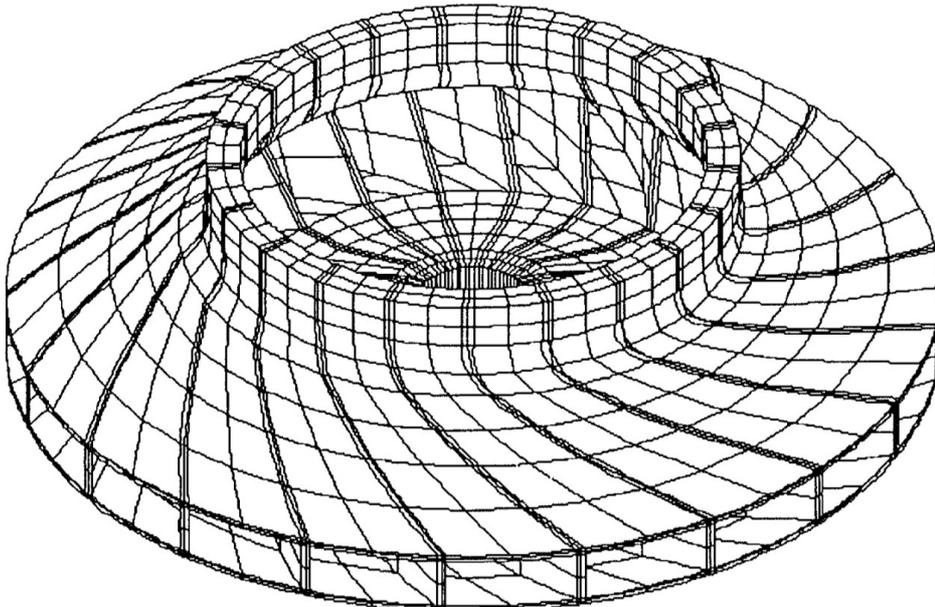


Figure 1.1-1 : Géométrie du problème

La figure 1.1 présente une vue d'ensemble de la structure : elle comporte 21 secteurs. Le diamètre du moyeu est de  $60\text{ mm}$  , le diamètre extérieur est de  $480\text{ mm}$  .

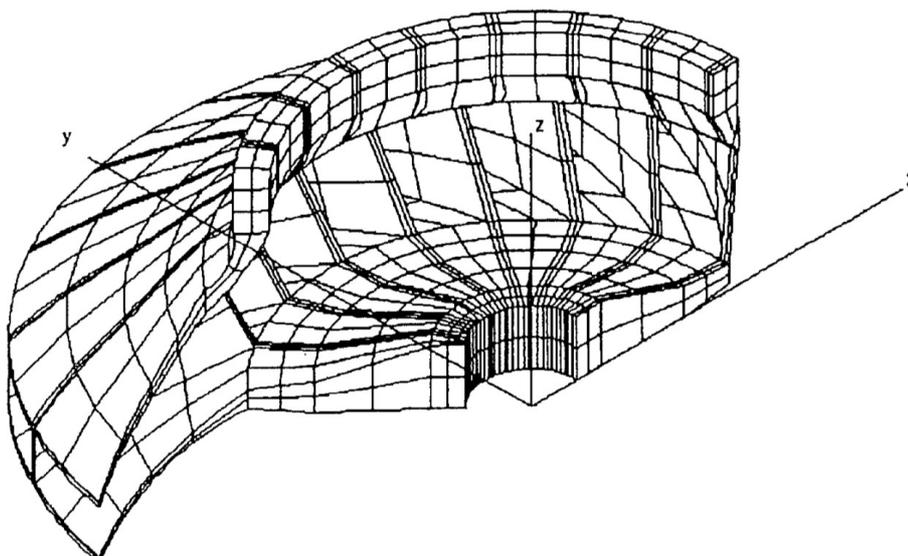


Figure 1.1-2 : Vue détaillée de la géométrie du problème

La figure 1.2 montre une vue de détail comprenant 8 secteurs. Le système d'axes représenté est le système structural  $XYZ$  . Chaque point peut être repéré dans ce système ou, de manière équivalente, dans un système d'axes cylindriques. L'axe de révolution du repère cylindrique coïncide avec l'axe  $Z$  et la coordonnée azimutale  $q$  a son origine dans le plan  $XZ$  .

Les frontières droite et gauche du secteur sont définies par les points qui présentent, dans le repère cylindrique, un écart angulaire égale à l'angle d'ouverture du secteur, soit  $1/21^{\text{ème}}$  de  $360^\circ$ . Les points des deux frontières vont par paires : le point d'angle  $q$  minimum appartient à la frontière droite, celui d'angle  $q$  maximum appartient à la frontière gauche.

## 1.2 Propriétés du matériau

Module d'Young	$E = 2.1 \times 10^{11} Pa$
Coefficient de Poisson	$\nu = 0.3$
Masse volumique	$\rho = 7800.0 kg.m^{-3}$

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

Encastrement du moyeu du rouet	$DX = 0, DY = 0, DZ = 0$
--------------------------------	--------------------------

Rotation imposée :

Rouet	$\omega = 2000 \text{ rd.s}^{-1}$
-------	-----------------------------------

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

On s'intéresse spécifiquement aux modes propres en flexion. Les fréquences sont comparées à celles obtenues numériquement au moyen du logiciel SAMCEF. La technique de calcul utilisée est une méthode de symétrie cyclique directe, sans recours à une base modale.

### 2.2 Résultats de référence

L'analyse modale a été réalisée avec trois maillages de finesses différentes. Le tableau ci-dessous fournit les quatre premières fréquences doubles correspondant à chacun des trois maillages pour différentes vitesses de rotation.

Modes	Fréquences propres ( Hz ) Vitesse de rotation : 0 rd.s <sup>-1</sup>		
	160 éléments	540 éléments	1280 éléments
1,2	442.1	440.3	438.6
3,4	1452.	1436.	1428.
5,6	3342.	3311.	3297.
7,8	4855.	4828.	4812.

Numéro des modes	Fréquences propres ( Hz ) Vitesse de rotation : 2000 rd.s <sup>-1</sup>		
	160 éléments	540 éléments	1280 éléments
1,2	409	406.8	404.9
3,4	1431.	1414.	1407.
5,6	3335.	3304.	3290.
7,8	4852.	4824.	4809.

**Les résultats de références utilisés dans les modélisations de ce test sont ceux du maillage à 160 éléments.**

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution numérique obtenue par un logiciel externe.

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation A

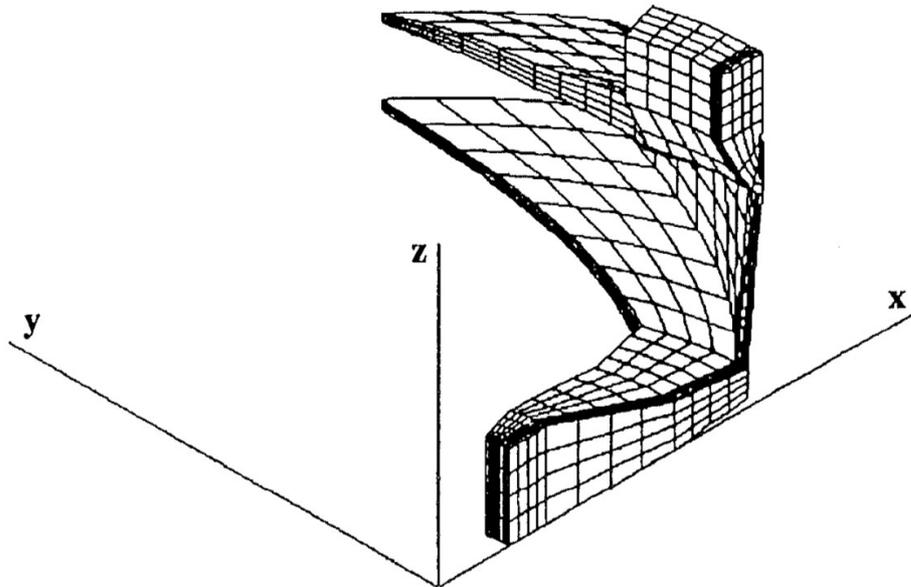


Figure 3.1-1 : Maillage d'un secteur de la géométrie du problème

Un seul secteur est maillé, son ouverture angulaire est de  $1/21^{\text{ème}}$  de  $360^\circ$  (modélisation 3D).  
Le calcul ne prend pas en compte la rotation de la structure.

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1077  
Nombre de mailles et types : 160 HEXA20

#### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Modes	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
1,2	442.1	'SOURCE_EXTERNE'	3.0
3,4	1452.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0
5,6	3342.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0
7,8	4855.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0

## 4 Modélisation B

---

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation B

La modélisation est identique à la modélisation A, avec une vitesse de rotation de  $2000 \text{ rd.s}^{-1}$  autour de l'axe  $Z$ .

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Voir modélisation A.

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

Modes	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance (%)
1,2	409.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0
3,4	1431.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0
5,6	3335.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0
7,8	4852.0	'SOURCE_EXTERNE'	3.0

## 5 Synthèse des résultats

---

La modélisation A de ce test industriel permet de valider la commande `MODE_ITER_CYCL` pour une interface de type Craig Bampton sur une structure dont  $1/21^{ème}$  est représenté par 160 éléments. Les résultats, comparés à un autre logiciel de calcul, sont satisfaisants.

La modélisation B permet de valider la commande `MODE_ITER_CYCL` avec prise en compte de raideur centrifuge. Les résultats obtenus sont satisfaisants.