SDLL133 - Calcul des modes propres précontraints d'une roue aubagée

Résumé :

L'objectif de ce cas-test est de calculer les modes propres précontraints d'une roue aubagée. La précontrainte est obtenue en appliquant une rotation à la roue et en bloquant une des ailettes.

Deux modélisations sont effectuées:

- Modélisation A : on modélise avec des éléments 3D l'ensemble de la roue,
- Modélisation B : on modélise avec des éléments 3D uniquement une ailette sur laquelle on applique des conditions de symétrie cyclique.

Pour chacune des deux modélisations, on effectue un premier calcul en statique non linéaire pour trouver les contraintes, puis une analyse modale pour obtenir les modes propres précontraints.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

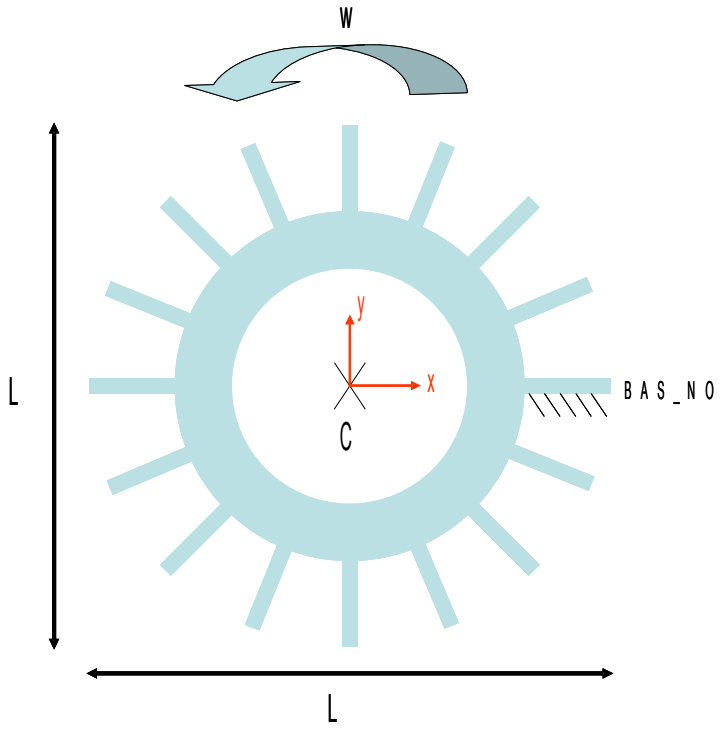


Figure 1.1: Géométrie de la roue

Coordonnées des points (m) : $C:(0.0,0.0,0.0)$

Géométrie de la roue (m) :

- Diamètre L : 7.75
- épaisseur (selon axe z) : 0.09

1.2 Propriétés élastiques du matériau

On utilise un modèle d'écrouissage linéaire.

- Module d'Young, $E=7.1\times10^{10}Pa$
- Coefficient de Poisson, $\nu=0.3$
- Densité volumique, $\rho=7820.0kg.m^{-3}$
- Pente de la courbe de traction, $E_T=0$
- Limite élastique, $\sigma=1.\times10^{15}Pa$

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1.3 Conditions aux limites et chargements

Rotation imposée:
$\omega = 157\, rad.s^{-1}$, rotation de centre C (autour de l'axe Z)

Déplacement imposé :

BAS_NO : $DX = DY = DZ = 0$

2 Solution de référence

2.1 Grandeur et résultat de référence

On utilise un référence de type NON_REGRESSION pour vérifier les modes propres précontraints. On calcule les 5 plus petits modes propres. On compare les résultats par le calcul « direct » et par le calcul sur un secteur avec conditions aux limites cycliques.

2.2 Grandeur de référence

- FREQ : fréquence

2.3 Grandeur et résultat de référence

Les résultats de référence présentés ci-dessous correspondent aux résultats obtenus avec la modélisation 3D:

- De l'ensemble de la roue.

Grandeur	N° mode	Référence (Hz)
$FREQ$	1	31.4503
	2	31.975
	3	31.975
	4	33.4833
	5	33.4833

- D'une ailette sur laquelle on applique des conditions de symétrie cyclique.

Grandeur	N° mode	Référence (Hz)
$FREQ$	1	33.4833
	2	33.4833
	3	44.8997
	4	44.8997
	5	80.2363

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A

On modélise l'ensemble de la roue avec une Modélisation 3D.

Nombre de nœuds 9024
Nombre de mailles 5616 Soit :
HEXA8 5616

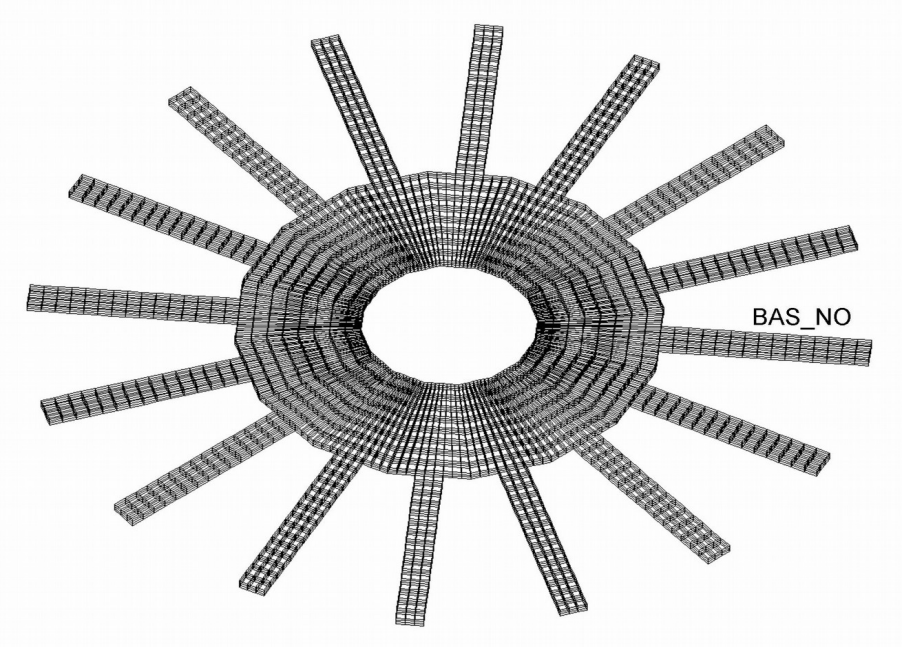


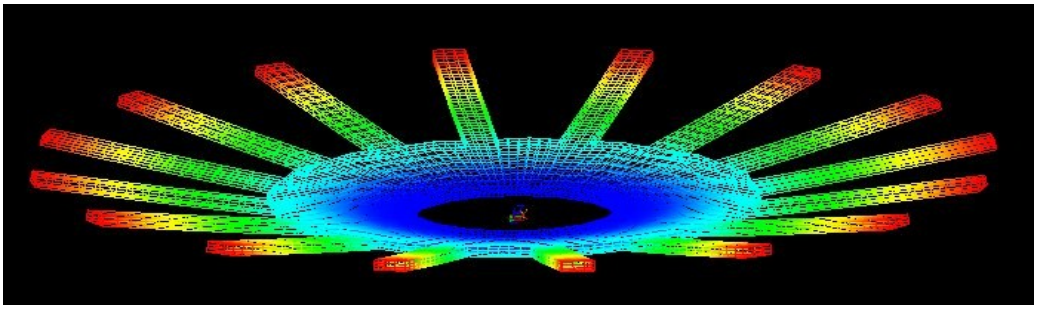
Figure 3.1. Maillage de la modélisation A

Groupe de mailles : BAS_NO

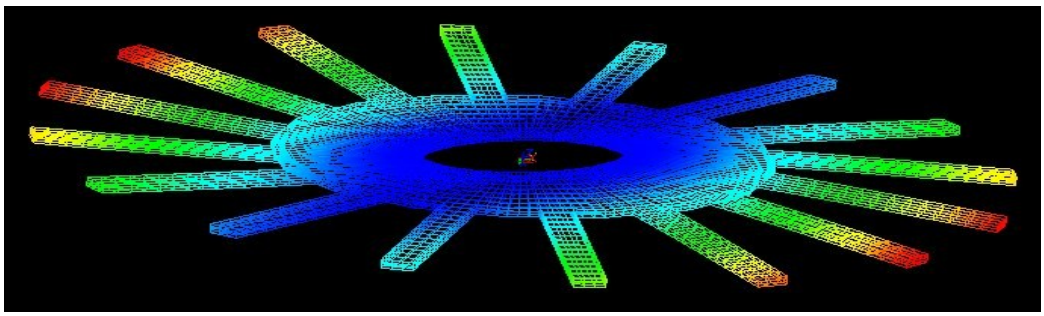
3.2 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	N° mode	Référence (Hz)	Tolérance $(\%)$
FREQ	1	31.4503	0.10
	2	31.975	0.10
	3	31.975	0.10
	4	33.4833	0.10
	5	33.4833	0.10

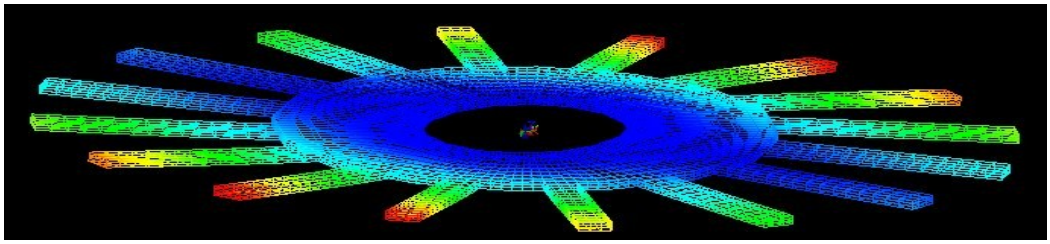
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)



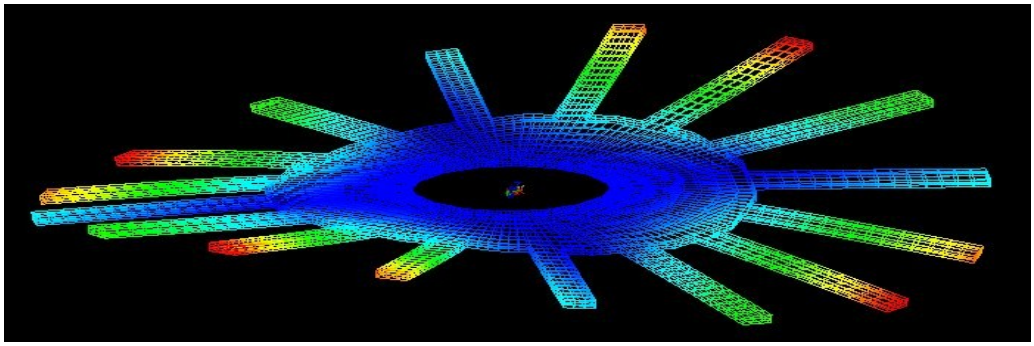
Mode 1 : 31.4503 *Hz*



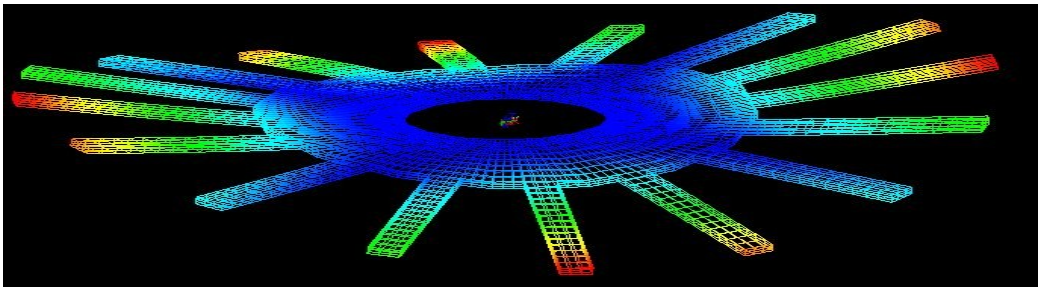
Mode 2 : 31.975 *Hz*



Mode 3 : 31.975 *Hz*



Mode 4 : 33.4833 *Hz*



Mode 5 : 33.4833 *Hz*

Figure 3.2. Déformées modales des premiers 5 modes propres

On observe que le premier mode n'a pas de diamètre modal, les deux suivants ont un et les quatrième et cinquième modes en montrent deux.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation B

On modélise (Modélisation 3D), uniquement une ailette sur laquelle on applique des conditions de symétrie cyclique de diamètre double.

NB :on aurait pu choisir un autre nombre de diamètres modaux (0, 1, 3, ...)

Nombre de nœuds 600
Nombre de mailles 777 Soit :
QUAD4 426
HEXA8 351

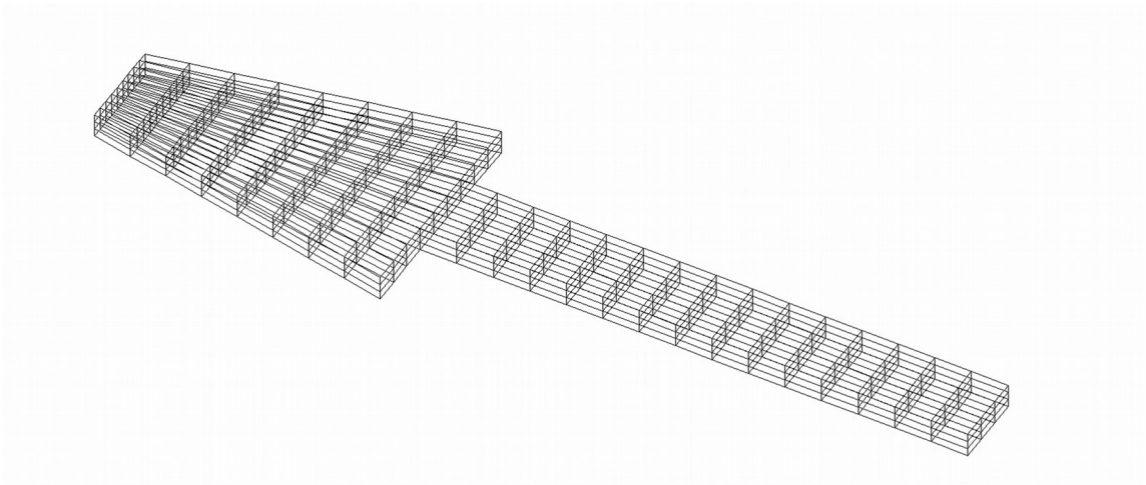
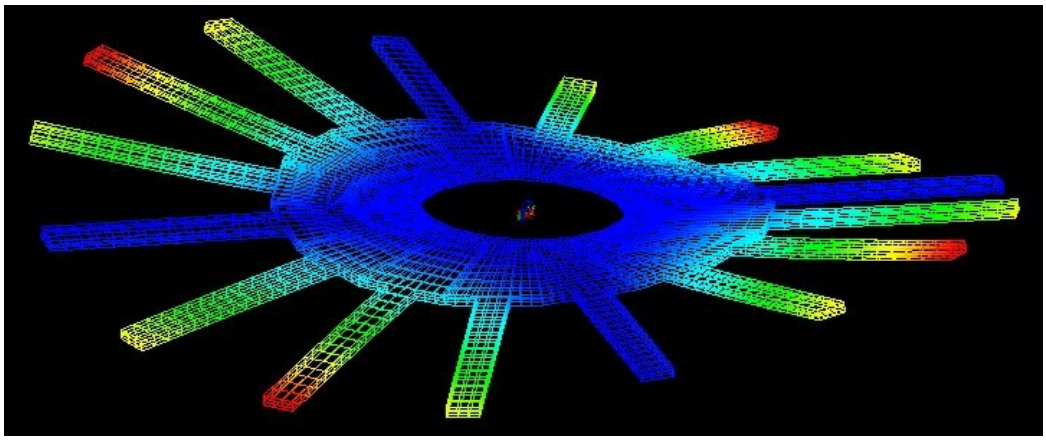


Figure 4.1. Maillage d'une ailette pour la modélisation B

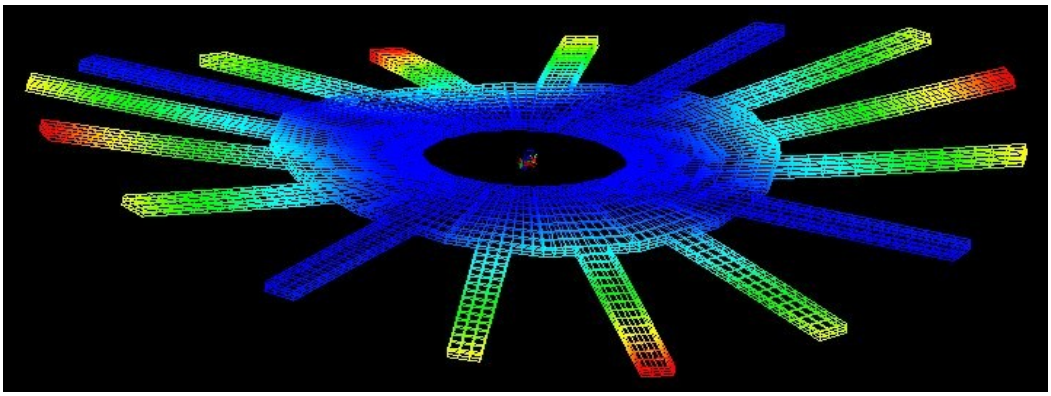
4.2 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	N° mode	Référence (Hz)	Tolérance $(\%)$
FREQ	1	33.4833	0.10
	2	33.4833	0.10
	3	44.8997	0.10
	4	44.8997	0.10
	5	80.2363	0.10

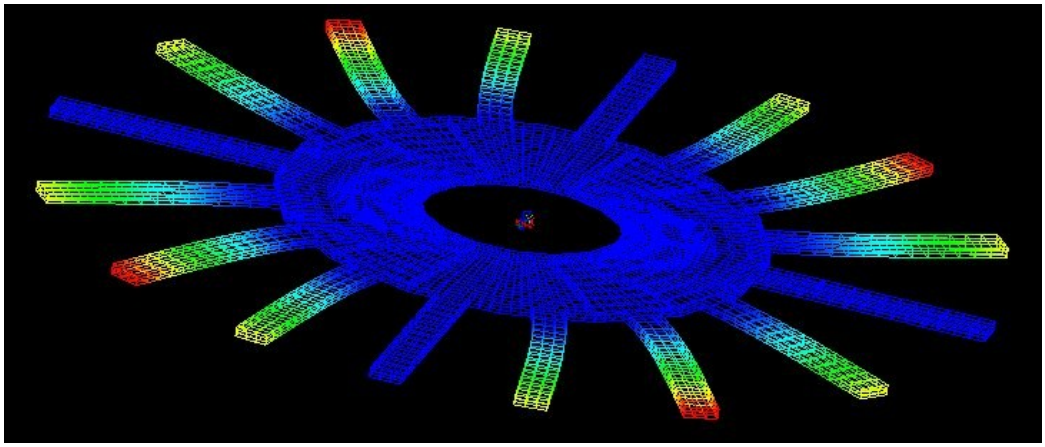
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)



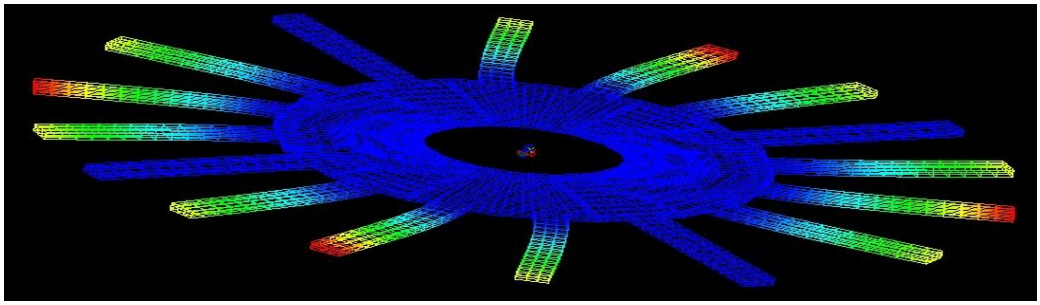
Mode 1 : 33.4833 *Hz*



Mode 2 : 33.4833 *Hz*

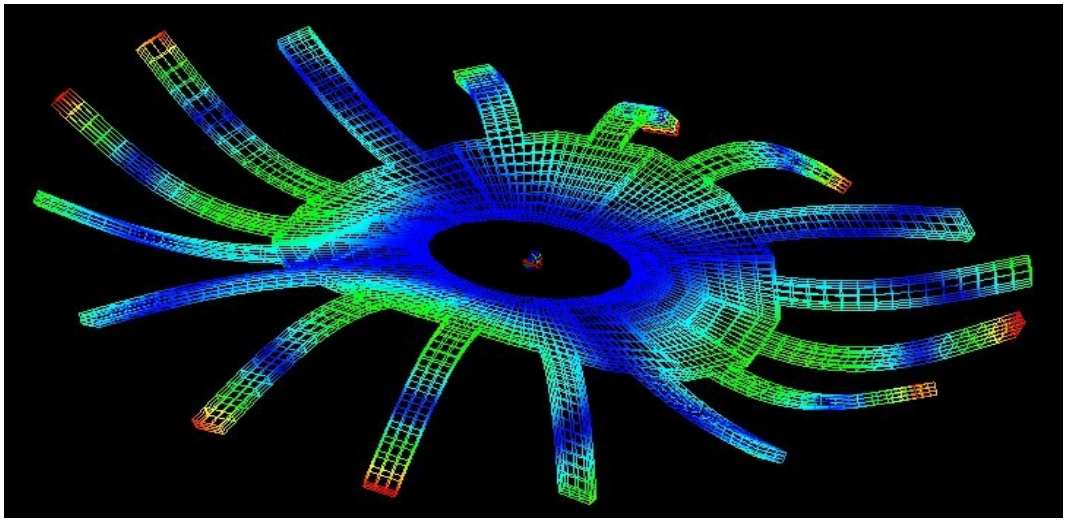


Mode 3 : 44.8997 *Hz*



Mode 4 : 44.8997 *Hz*

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)



Mode $5 : 80.2363\ Hz$

Figure 4.2 Les déformées modales des 5 premiers modes propres de diamètre 2

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants. On observe une bonne correspondance entre le calcul « global » et le calcul sur un secteur avec condition de symétrie cyclique de diamètre double.
Bien sûr on ne retrouve pas dans la modélisation B ni le premier mode propre, qui ne possède aucun diamètre modal, ni les deux modes propres suivants, qui correspondent à des modes à un diamètre modal.

Modélisation A (3D)		Modélisation B (3D, symétrie cyclique)	
N° mode	Fréquence (Hz)	N° mode	Fréquence (Hz)
1	31.4503		
2	31.975		
3	31.975		
4	33.4833	1	33.4833
5	33.4833	2	33.4833
		3	44.8997
		4	44.8997
		5	80.2363

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)