

SDNV109 – Cylindre volumique plein en rotation autour de son axe, prise en compte de la gyroscopie

Résumé :

Ce test permet de valider le calcul des modes en rotation d'un modèle volumique avec et sans raideur gyroscopique.

Il s'agit d'un modèle simple de cylindre plein, libre-libre en rotation autour de son axe. Cet exemple est tiré de la référence [1].

Les résultats des calculs sont comparés avec ceux obtenus avec ANSYS®. Les résultats coïncident parfaitement avec la solution de référence.

Table des matières

1	Problème de référence.....	3
1.1	Géométrie.....	3
1.2	Propriétés de matériaux.....	3
1.3	Conditions aux limites et chargements.....	3
2	Solution de référence.....	3
3	Modélisation A.....	4
3.1	Caractéristiques de la modélisation.....	4
3.2	Caractéristiques du maillage.....	4
3.3	Résultats : comparaison entre les calculs Code_Aster et ANSYS.....	4
4	Modélisation B.....	10
4.1	Caractéristiques de la modélisation.....	10
4.2	Caractéristiques du maillage.....	10
4.3	Résultats : comparaison entre les calculs Code_Aster et ANSYS.....	10
5	Synthèse des résultats.....	18

1 Problème de référence

L'objectif de ce cas test est de valider la modélisation gyroscopique en 3D d'un cylindre plein (options MECA_GYRO et RIGI_ROTA) dans Code_Aster.

On compare les résultats obtenus par la modélisation de Code_Aster avec ceux obtenus dans ANSYS.

1.1 Géométrie

On considère un cylindre plein de longueur $L=0,4\text{ m}$, et de rayon $R=0,01\text{ m}$.

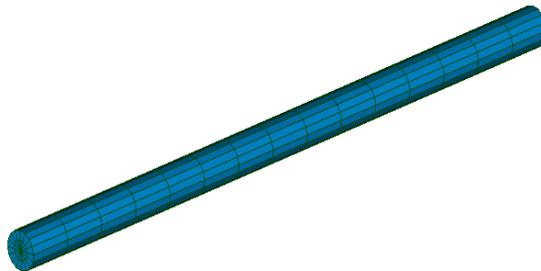


Image 1.1-1: Géométrie du cylindre plein

1.2 Propriétés de matériaux

Le cylindre a une masse volumique de $\rho=7800\text{ kg/m}^3$.

Le module d'Young est $E=200.10^9\text{ N m}^{-2}$ et le coefficient de Poisson est $\nu=0$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

On bloque les mouvements en X, Y et Z des nœuds milieux des sections aux extrémités du cylindre. Il est à l'arrêt ou en rotation aux vitesses suivantes : 10000, 20000, 40000, 60000, 80000 et 100000 tr/min.

2 Solution de référence

La solution de référence est un calcul 3D effectué avec ANSYS V14.

1. ANSYS V14.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le rotor est modélisé par des éléments volumiques linéaires (PENTA6 et HEXA8).

CALC_MODES calcule les modes propres à l'arrêt (ie. sans amortissement gyroscopique) et à plusieurs vitesses de rotation, ie. avec amortissement gyroscopique (option MECA_GYRO), mais en tenant compte ou pas de l'effet d'adoucissement par la raideur centrifuge (option RIGI_ROTA).

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles HEXA8	240
Nombre de mailles PENTA6	240

Tableau 3.2-1

3.3 Résultats : comparaison entre les calculs Code_Aster et ANSYS

Le tableaux ci-dessous donnent les valeurs numériques testées dans ce cas-test. Il s'agit des fréquences propres du cylindre plein en configuration libre-libre à l'arrêt et en rotation.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	364.48	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	364.48	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1462.6	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1462.6	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3308.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3308.3	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4483.9	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5925.4	1.00%

Tableau 3.3-1: Récapitulatif des résultats testés à l'arrêt

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	234.26	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	567.1	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1306.2	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1637.6	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3147.8	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3477	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4483.9	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5764.4	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6090.8	1.00%

Tableau 3.3-2: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 10000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	198.01	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	530.85	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1296.8	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1628.2	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3143.7	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3472.9	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4480.8	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5762.1	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6088.5	1.00%

Tableau 3.3-3: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 10000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	160.75	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	826.43	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1168.2	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1831.1	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2995.5	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3653.9	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4483.9	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5607.9	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6260.8	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	9016.9	1.00%

Tableau 3.3-4: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 20000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	31.41	4.00%
Mode 2	' EXTERNE '	697.09	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1131	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1793.8	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2978.9	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3637.3	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4471.5	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5598.7	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6251.6	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	9010.8	1.00%

Tableau 3.3-5: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 20000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	93.25	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	942.95	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1424.6	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2268.6	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2714.8	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4031.6	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4483.7	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5308.3	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6614.1	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	8721.5	1.00%

Tableau 3.3-6: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 40000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	302.1	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	798.89	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1029.3	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2124.5	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2649.1	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3965.9	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4433.9	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5271.7	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6577.5	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	8698.5	1.00%

Tableau 3.3-7: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 40000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	64.44	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	774.29	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	2061.5	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2465	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2762.7	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4440.1	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4483.5	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5026.4	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6985	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	8426	1.00%

Tableau 3.3-8: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 60000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	466.39	2.00%
Mode 2	' EXTERNE '	636.08	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1361	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2318.9	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2454.8	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4294	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4370.6	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4944.3	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	6902.9	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	8374.2	1.00%

Tableau 3.3-9: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 60000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	48.99	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	648.31	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	2244	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2711.7	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3299.5	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4483.2	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4761.8	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4877.5	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	7373.2	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	8141.4	1.00%

Tableau 3.3-10: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 80000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	133.46	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	970.51	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1692.2	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1988.3	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2784.7	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4280.4	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4616.6	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4621.8	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	7228	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	8049.5	1.00%

Tableau 3.3-11: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 80000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	39.45	1.00%
Mode 2	' EXTERNE '	553.15	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	2049.2	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	3367.8	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3867.2	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4482.9	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4513.8	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	5341.1	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	7778.1	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	7867.7	1.00%

Tableau 3.3-12: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 100000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	199.92	3.00%
Mode 2	' EXTERNE '	1305.4	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1666.3	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2023	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	3004.3	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3114.1	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	4161.7	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4288.4	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4949.1	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	7552.7	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	7724.5	1.00%

Tableau 3.3-13: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 100000 tr/min avec adoucissement centrifuge

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Le rotor est modélisé par des éléments volumiques quadratiques (PENTA1 et HEXA20).

CALC_MODES calcule les modes propres à l'arrêt (ie. sans amortissement gyroscopique) et à plusieurs vitesses de rotation, ie. avec amortissement gyroscopique (option MECA_GYRO), mais en tenant compte ou pas de l'effet d'adoucissement par la raideur centrifuge (option RIGI_ROTA).

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles HEXA20	240
Nombre de mailles PENTA15	240

Tableau 4.2-1

4.3 Résultats : comparaison entre les calculs Code_Aster et ANSYS

Le tableaux ci-dessous donnent les valeurs numériques testées dans ce cas-test. Il s'agit des fréquences propres du cylindre plein en configuration libre-libre à l'arrêt et en rotation.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	247.84	2.00%
Mode 2	' EXTERNE '	247.84	2.00%
Mode 3	' EXTERNE '	983.03	2.00%
Mode 4	' EXTERNE '	983.03	2.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2182.21	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2182.21	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2740.85	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3811.07	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	3811.07	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4475.67	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5829.53	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	5829.53	1.00%

Tableau 4.3-1: Récapitulatif des résultats testés à l'arrêt

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	132.11	2.00%
Mode 2	' EXTERNE '	464.94	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	831.22	2.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1162.58	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2023.86	2.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2352.96	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2740.85	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3651.42	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	3977.7	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4475.66	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5670.2	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	5993.34	1.00%

Tableau 4.3-2: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 10000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	'EXTERNE'	81.34	4.00%
Mode 2	'EXTERNE'	414.16	1.00%
Mode 3	'EXTERNE'	817.27	2.00%
Mode 4	'EXTERNE'	1148.6	1.00%
Mode 5	'EXTERNE'	2017.6	2.00%
Mode 6	'EXTERNE'	2346.7	1.00%
Mode 7	'EXTERNE'	2740.9	1.00%
Mode 8	'EXTERNE'	3647.9	1.00%
Mode 9	'EXTERNE'	3974.1	1.00%
Mode 10	'EXTERNE'	4472.6	1.00%
Mode 11	'EXTERNE'	5667.9	1.00%
Mode 12	'EXTERNE'	5991	1.00%

Tableau 4.3-3: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 10000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	'EXTERNE'	82.14	3.00%
Mode 2	'EXTERNE'	706.02	2.00%
Mode 3	'EXTERNE'	747.79	1.00%
Mode 4	'EXTERNE'	1368.74	1.00%
Mode 5	'EXTERNE'	1877.79	2.00%
Mode 6	'EXTERNE'	2535.99	1.00%
Mode 7	'EXTERNE'	2740.85	1.00%
Mode 8	'EXTERNE'	3498.73	1.00%
Mode 9	'EXTERNE'	4151.29	1.00%
Mode 10	'EXTERNE'	4475.62	1.00%
Mode 11	'EXTERNE'	5515.33	1.00%
Mode 12	'EXTERNE'	6161.61	1.00%

Tableau 4.3-4: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 20000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	85.33	4.00%
Mode 2	' EXTERNE '	580.32	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	651.34	2.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1314.1	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	1852.8	2.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2511	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2740.9	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3484.5	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4137	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4463.2	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5506.1	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6152.4	1.00%

Tableau 4.3-5: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 20000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	44.64	3.00%
Mode 2	' EXTERNE '	522.84	2.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1375.94	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1621.11	2.00%
Mode 5	' EXTERNE '	1848.28	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2740.85	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2937.5	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3214	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4475.5	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4519.1	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5219	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6511.5	1.00%

Tableau 4.3-6: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 40000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	318.98	4.00%
Mode 2	' EXTERNE '	419.18	1.00%
Mode 3	' EXTERNE '	912.12	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1522.7	2.00%
Mode 5	' EXTERNE '	1644.4	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2740.9	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2839.1	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3157.3	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4425.6	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4462.4	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5182.1	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6474.7	1.00%

Tableau 4.3-7: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 40000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	30.3	3.00%
Mode 2	' EXTERNE '	403.97	2.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1407.86	2.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2027.25	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2392.12	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2740.85	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2955.92	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3382.46	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4475.27	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4913.58	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	4940.14	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6878.96	1.00%

Tableau 4.3-8: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 60000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	'NON_REGRESSION'	25.2636	0.001%
Mode 2	'EXTERNE'	753.73	1.00%
Mode 3	'EXTERNE'	1192	2.00%
Mode 4	'EXTERNE'	1243.2	1.00%
Mode 5	'EXTERNE'	1974.1	1.00%
Mode 6	'EXTERNE'	2740.9	1.00%
Mode 7	'EXTERNE'	2829.5	2.00%
Mode 8	'EXTERNE'	3166.6	1.00%
Mode 9	'EXTERNE'	4362.1	1.00%
Mode 10	'EXTERNE'	4787.2	1.00%
Mode 11	'EXTERNE'	4857.5	1.00%
Mode 12	'EXTERNE'	6796.4	1.00%

Tableau 4.3-9: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 60000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	'EXTERNE'	22.87	3.00%
Mode 2	'EXTERNE'	324.76	3.00%
Mode 3	'EXTERNE'	1232.12	2.00%
Mode 4	'EXTERNE'	2685.47	1.00%
Mode 5	'EXTERNE'	2723.22	2.00%
Mode 6	'EXTERNE'	2740.85	1.00%
Mode 7	'EXTERNE'	2975.62	1.00%
Mode 8	'EXTERNE'	3864.9	1.00%
Mode 9	'EXTERNE'	4474.95	1.00%
Mode 10	'EXTERNE'	4678.51	1.00%
Mode 11	'EXTERNE'	5333.42	1.00%
Mode 12	'EXTERNE'	7016.01	1.00%

Tableau 4.3-10: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 80000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	347.74	4.00%
Mode 2	' EXTERNE '	860.69	3.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1089	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1573.6	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2303.1	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2501.1	2.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2740.9	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3493.5	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4271.8	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4532.4	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5111.3	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6912.5	1.00%

Tableau 4.3-11: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 80000 tr/min avec adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	18.35	3.00%
Mode 2	' EXTERNE '	269.68	3.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1087.57	2.00%
Mode 4	' EXTERNE '	2514.15	2.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2740.85	1.00%
Mode 6	' EXTERNE '	3346.6	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	3583.26	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	4378.54	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4433.54	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4474.55	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5776.87	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6751.4	1.00%

Tableau 4.3-12: Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 100000 tr/min sans adoucissement centrifuge

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Mode 1	' EXTERNE '	528.71	5.00%
Mode 2	' EXTERNE '	682.12	2.00%
Mode 3	' EXTERNE '	1425	1.00%
Mode 4	' EXTERNE '	1903.3	1.00%
Mode 5	' EXTERNE '	2172.1	2.00%
Mode 6	' EXTERNE '	2631.5	1.00%
Mode 7	' EXTERNE '	2740.8	1.00%
Mode 8	' EXTERNE '	3819.7	1.00%
Mode 9	' EXTERNE '	4152.7	1.00%
Mode 10	' EXTERNE '	4206.7	1.00%
Mode 11	' EXTERNE '	5434.8	1.00%
Mode 12	' EXTERNE '	6590.2	1.00%

Tableau 4.3-13 : Récapitulatif des résultats testés à la vitesse de 100000 tr/min avec adoucissement centrifuge

5 Synthèse des résultats

Le cas-test met en œuvre la rotation d'un cylindre plein autour de son axe. La modélisation 3D de la gyroscopie programmée dans Code_Aster est ainsi validée par rapport aux résultats obtenus avec le modèle équivalent 3D dans ANSYS.