

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 $R=0,01\text{ m}$.

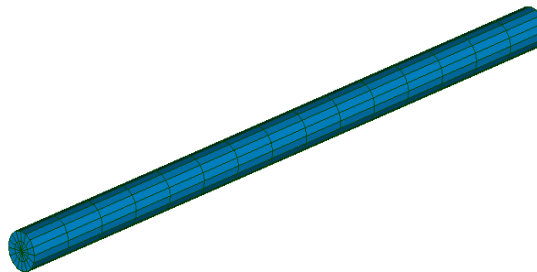


Image 1.1-1: Géométrie du cylindre plein

1.2 Propriétés de matériaux

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

Le module d'Young est $E = 200 \cdot 10^9\text{ N m}^{-2}$ 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_ROTAT).

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.