

Prévision du Comportement Vibratoire des Redresseurs Sectorisés Monobloc de Turbomachines Aéronautiques

A. C. Sall^{1,2}, F. Thouverez¹, L. Blanc¹, P. Jean²

¹ LTDS, Ecole Centrale de Lyon, France, {amadou.sall, fabrice.thouverez, laurent.blanc}@ec-lyon.fr

² Snecma Groupe SAFRAN, Site de Villaroche, France, pierrick.jean@sneema.fr

Résumé — Les redresseurs présents dans les étages d'un compresseur de turbomachine axiale sont soumis à des sollicitations aérodynamiques importantes dues en particulier aux sillages des différents rotors situés en amont et aux réflexions de ces sillages sur les roues en aval. Il est important d'assurer la tenue mécanique de ces redresseurs d'un point de vue de la fatigue vibratoire.

L'étude vibratoire de pièces cycliques telles que les roues aubagées ou les redresseurs se faisait habituellement moyennant la considération des conditions de symétrie cyclique [1]. Cependant, depuis peu, une nouvelle technologie de redresseurs sectorisés monobloc, ayant pour but d'en faciliter la fabrication et d'en réduire les coûts, a été développée ; la contrepartie étant la perte des propriétés de symétrie cyclique. En outre, le faible amortissement dont font l'objet ces pièces augmente la criticité de la localisation de modes de pales des redresseurs qui entraîne une amplification locale de la réponse [2, 5].

La sectorisation des redresseurs entraîne l'apparition de zones fréquentielles à forte densité modale ainsi qu'une participation modale non négligeable des modes voisins. De plus, les secteurs de redresseurs ont témoigné d'une forte sensibilité au désaccordage, rendant la prédiction de leur comportement vibratoire difficile à l'aide des méthodes de prédiction déterministes. En effet, un désaccordage en module d'Young sur des roues aubagées classiques ne correspond qu'à un désaccordage en fréquences et dans le cas où il n'y a pas de localisation modale, les modes peuvent souvent être rapportés à des modes à diamètres. Cependant, l'étude d'un secteur de redresseur a montré que dans les zones à forte densité modale, on a une forte sensibilité des déformées propres au désaccordage en fréquence.

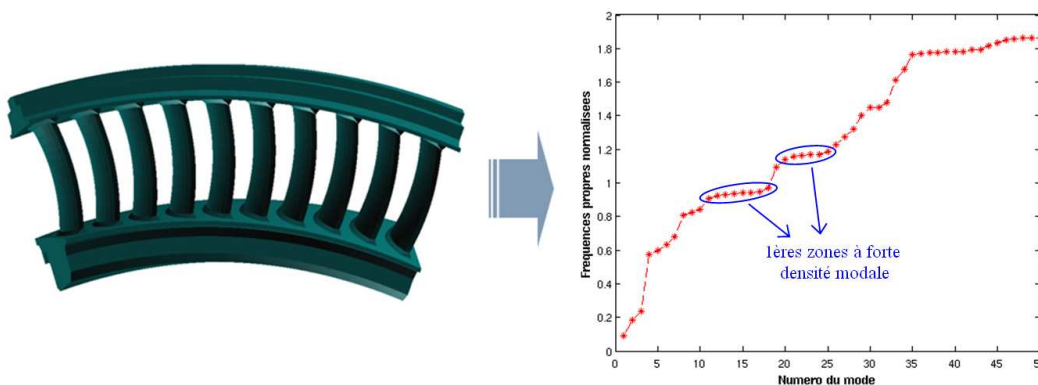


FIG. 1 – Modèle de secteur de redresseur - Mise en évidence du phénomène de forte densité modale

L'objectif de nos travaux est donc de développer une stratégie permettant de prédire le comportement vibratoire de ce type de redresseur de façon robuste, et d'aider les BE dans leurs démarches de dimensionnement et de positionnement de jauges. En effet, le but est de parvenir à déterminer les zones les plus sensibles avec une fiabilité des prédictions maximale.

Afin d'atteindre cet objectif, la méthode des éléments finis stochastiques spectraux [3] a été développée sur un modèle simplifié en vue de déterminer les modes propres aléatoires du modèle projetés sur une base de polynômes orthogonaux et d'en déduire la réponse forcée aléatoire par superposition modale

[4]. La base du chaos polynomial a été retenue principalement pour son gain en temps de calcul par rapport à des simulations de Monte Carlo classiques et à la précision des résultats obtenus. La méthodologie ainsi développée a été validée sur un modèle éléments finis 3D de redresseur sectorisé fourni par Snecma moyennant des méthodes de réduction de modèle de type Craig-Bampton.

Mots clés — Vibrations des aubes, Désaccordage, Incertitudes, Chaos polynomial.

Références

- [1] R. Valid and R. Ohayon. *Théorie et Calcul Statique et Dynamique des Structures à Symétries Cycliques*, La Recherche Aérospatiale, pages 251-263, 1985.
- [2] Jean-Pierre Lombard and J. Dupeux and C. Dupont and F. Garcin and S. Baumhauer. *Mistuning Phenomena on Bladed Disks : Industrial Methods and Applications*, Proceedings of ASME Turbo Expo 2006, ASME Conference Proceedings, pages 809-819, 2006.
- [3] Roger G. Ghanem and Pol D. Spanos. *Stochastic Finite Elements : A Spectral Approach*, Springer-Verlag, 1991.
- [4] Olivier Dessombz. *Analyse Dynamique de Structures comportant des Paramètres Incertains*, Thèse soutenue à l'Ecole Centrale de Lyon, 2000.
- [5] E. Capiez-Lernout. *Dynamique des structures tournantes à symétrie cyclique en présence d'incertitudes aléatoires. Application au désaccordage des roues aubagées*, Thèse soutenue à l'Université de Marne-La-Vallée, 2004.