

RAPPORT SIMPLIFIÉ D'ANALYSE VIBRATOIRE

MOTEURS D'AIRBUS A320

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE

Référence: RSAV-A320-2025-031

Classification: STANDARD / USAGE FORMATION

Version: 1.2

Date de publication: 22 mai 2025

INTRODUCTION

Ce rapport simplifié présente les principes fondamentaux de l'analyse vibratoire des moteurs équipant les Airbus A320, ainsi que les méthodes d'interprétation des données pour le personnel technique en formation. L'analyse vibratoire est un outil essentiel de maintenance prédictive permettant de détecter précocement les anomalies mécaniques avant qu'elles n'entraînent des défaillances.

1. PRINCIPES DE L'ANALYSE VIBRATOIRE

1.1 Fondamentaux des vibrations

Les vibrations sont des mouvements oscillatoires autour d'une position d'équilibre. Dans un moteur d'avion, elles sont caractérisées par:

- Amplitude:** intensité de la vibration (déplacement, vitesse ou accélération)
- Fréquence:** nombre d'oscillations par seconde (Hz ou CPM)
- Phase:** position relative dans le cycle vibratoire
- Direction:** axiale, radiale ou tangentielle

Chaque composant du moteur génère une signature vibratoire spécifique, permettant d'identifier la source d'une anomalie.

1.2 Sources de vibrations dans les moteurs A320

Source	Fréquence caractéristique	Causes possibles d'anomalies
Rotor N1 (basse pression)	1N1 (50-100 Hz)	Balourd, aubes endommagées, FOD
Rotor N2 (haute pression)	1N2 (120-200 Hz)	Balourd, aubes endommagées, coking
Roulements	Multiples (BPFO, BPFI)	Usure, contamination, défaut de lubrification
Engrenages	Fréquence d'engrènement	Usure, désalignement, dommage dent
Combustion	Haute fréquence	Injecteurs défectueux, distribution inégale
Flux d'air	Large bande	Décrochage compresseur, distorsion

1.3 Systèmes de surveillance sur A320

Les moteurs de l'A320 sont équipés de:

- **Accéléromètres:** généralement 2-3 par moteur, positionnés stratégiquement
- **Sondes de vitesse:** mesure directe des rotations N1 et N2
- **Système d'acquisition:** FADEC (Full Authority Digital Engine Control)
- **Traitement des données:** EMS (Engine Monitoring System)

Les données sont: - Affichées en temps réel dans le cockpit (niveaux globaux) - Enregistrées pour analyse ultérieure (ACMS/ACARS) - Transmises au sol via datalink pour suivi de tendance

2. MÉTHODES D'ANALYSE

2.1 Analyse temporelle

L'analyse temporelle examine l'évolution de l'amplitude vibratoire en fonction du temps.

Applications principales: - Détection des chocs et impacts - Analyse des événements transitoires - Surveillance des niveaux globaux

Limites vibratoires typiques (CFM56-5B): - Niveau normal: <2,0 ips (pouces par seconde) - Niveau d'alerte: 2,0-3,5 ips - Niveau d'action: >3,5 ips

2.2 Analyse fréquentielle

L'analyse fréquentielle (FFT) décompose le signal vibratoire en ses composantes fréquentielles.

Avantages: - Identification précise des sources - Détection précoce des défauts - Diagnostic différentiel

Signatures caractéristiques: - **Balourd:** pic à 1X la vitesse de rotation - **Désalignement:** pics à 1X et 2X - **Défaut roulement:** pics à fréquences BPFO, BPFI - **Défaut d'aube:** pics à fréquence de passage d'aube

2.3 Analyse de tendance

Le suivi de tendance compare les mesures actuelles aux données historiques.

Paramètres surveillés: - Niveaux vibratoires globaux - Amplitudes à fréquences spécifiques - Ratios entre composantes fréquentielles

Indicateurs d'alerte: - Augmentation progressive >15% sur 10 vols - Augmentation soudaine >30% sur 1 vol - Changement de signature fréquentielle

3. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

3.1 Cas d'étude: Balourd de soufflante (fan)

Symptômes vibratoires: - Pic dominant à la fréquence N1 - Amplitude proportionnelle au carré de la vitesse - Principalement dans le plan radial

Causes possibles: - Dommages ou perte de matière sur aube(s) - Accumulation de glace ou contaminants - Déformation du disque - FOD (Foreign Object Damage)

Actions recommandées: - Inspection visuelle des aubes de soufflante - Nettoyage si contamination suspectée - Équilibrage si nécessaire

3.2 Cas d'étude: Défaut de roulement

Symptômes vibratoires: - Pics aux fréquences caractéristiques du roulement - Modulation par la fréquence de rotation - Augmentation des hautes fréquences (enveloppe)

Causes possibles: - Usure normale - Lubrification inadéquate - Contamination - Charge excessive

Actions recommandées: - Vérification du système de lubrification - Analyse d'huile - Inspection boroscopique si possible - Planification du remplacement

3.3 Cas d'étude: Résonance de pale

Symptômes vibratoires: - Pics à des fréquences spécifiques non harmoniques - Amplitude variable selon régime moteur - Apparition soudaine à certains régimes

Causes possibles: - Coïncidence fréquence naturelle/excitation - Modification des propriétés matériau - Dommages structurels

Actions recommandées: - Éviter les régimes critiques si possible - Inspection détaillée des aubes - Consultation du constructeur

4. BONNES PRATIQUES

4.1 Acquisition des données

Pour obtenir des mesures fiables:

✓ **Conditions stabilisées:** Attendre la stabilisation thermique ✓ **Régimes représentatifs:** Mesurer au ralenti, croisière et décollage ✓ **Répétabilité:** Comparer avec mêmes conditions (altitude, vitesse) ✓ **Calibration:** Vérifier régulièrement les capteurs

4.2 Analyse et diagnostic

Pour un diagnostic précis:

✓ **Approche systématique:** Suivre une méthode d'analyse structurée ✓ **Corrélation:** Vérifier la cohérence entre différents symptômes ✓ **Historique:** Comparer avec l'historique du moteur et de la flotte ✓ **Confirmation:** Valider le diagnostic par inspection si possible

4.3 Documentation

Pour une traçabilité optimale:

✓ **Enregistrement:** Documenter toutes les mesures et analyses ✓ **Référencement:** Lier aux événements opérationnels pertinents ✓ **Suivi:** Documenter l'évolution des paramètres dans le temps ✓ **Partage:** Communiquer les résultats aux équipes concernées

CONCLUSION

L'analyse vibratoire est un outil puissant pour la maintenance prédictive des moteurs d'Airbus A320. Elle permet de détecter précocement les anomalies mécaniques, d'optimiser la planification des interventions et d'améliorer la sécurité opérationnelle. La maîtrise de cette technique requiert une compréhension des principes fondamentaux et une expérience pratique dans l'interprétation des données.

Document conforme aux exigences: - EASA Part-147 (Formation à la maintenance) - FAA AC 43-207 (Maintenance prédictive)

Préparé par:

Service Formation Technique

Certification EASA Part-147 #FR.147.0025

Ce rapport est un document simplifié à usage pédagogique et ne remplace pas les manuels officiels du constructeur.