

COURS DE VIBRATION DES MACHINES TOURNANTES

CHAPITRE VII

TECHNIQUES D'EQUILIBRAGE DES MACHINES TOURNANTES

Dr. M.T DEKHMOCHE

Dpt: Électromécanique filière maintenance industrielle

1-INTRODUCTION:

Les effets centrifuges engendrés par les balourds des lignes d'arbre des machines tournantes constituent l'une des sources les plus importantes vibrations dans les complexes industriels.

En cas de déséquilibre important, les niveaux vibratoires peuvent devenir trop élevés et prohibitifs. Il en résulte fréquemment des détériorations plus ou moins graves des paliers qui nécessitent l'intervention des équipes d'entretien. Les dépenses afférentes sont alors souvent un chapitre important du budget d'exploitation.

L'importance de l'équilibrage s'est encore accrue ces dernières années en raison de l'augmentation continue des vitesses de rotation. Comme les forces centrifuges sont proportionnelles au carré de cette vitesse, on imagine aisément que, pour une même précision d'usinage, les amplitudes vibratoires peuvent maintenant devenir inacceptables.

Parallèlement, en vue d'augmenter les rendements, les constructeurs s'orientent de plus en plus vers des lignes d'arbre fonctionnant au-delà de la première vitesse critique et même parfois, au-delà de la seconde et même de la troisième. Les forces d'amortissement étant généralement faibles, le franchissement de ces vitesses critiques n'est possible que si les déséquilibres ou balourds sont eux-mêmes très faibles.

Pour toutes ces raisons, l'équilibrage des lignes d'arbre des machines tournantes constitue probablement l'application la plus importante de la théorie des vibrations.

Pour réduire les déséquilibres en fin de montage des précautions opératoires doivent être prises à tous les stades de la fabrication. En particulier, dès la conception, les ingénieurs des bureaux d'études doivent entre autres :

- préciser les traitements métallurgiques qui réduiront les déformations résultant de la relaxation des contraintes internes,
- concevoir les liaisons entre arbre et rotors (rotor électrique, rotor de compresseur, disques de turbines, etc...) telle que les défauts au droit de ces liaisons soient réduits dans la mesure du possible. Dans ce but, les gammes de montage et de contrôle sont élaborées avec soin.
- placer judicieusement les plans de compensation et vérifier leur parfaite accessibilité.
- définir l'instrumentation et son emplacement le plus adéquat.

Malgré toutes les précautions prises à tous les stades de l'élaboration du produit, on enregistre presque toujours, lors des mises en service, des niveaux vibratoires trop élevés qui nécessitent de procéder à un ou plusieurs équilibrages, dans la configuration ligne d'arbre entièrement assemblée. On donne souvent à l'opération correspondante la dénomination "**Equilibrage in situ**".

Un des buts essentiels de ce chapitre est de donner les méthodes correspondantes qui diffèrent suivant que l'on a affaire à une ligne d'arbre rigide ou à une ligne d'arbre élastique.

Les opérations d'équilibrage in situ ayant été menées conformément aux règles de l'art, il s'avère toujours qu'un équilibrage parfait ne peut industriellement être obtenu. Un certain balourd résiduel est alors présent et l'utilisateur est alors amené tout naturellement à se poser la question : quel balourd résiduel puis-je tolérer? Autrement dit, quel critère de qualité dois-je exiger? La réponse à ces questions fait l'objet de recommandations incluses

dans les normes, lesquelles sont analysées et discutées dans cet exposé.

Enfin, il ne faut pas oublier l'aspect économique :

- Au stade de la fabrication, les opérations d'équilibrage constituent fréquemment un goulot d'étranglement et nous verrons, sur un exemple précis, comment les temps d'intervention peuvent être réduits.
- Au stade de l'exploitation, les opérations d'équilibrage se traduisent par des arrêts de la production dont l'incidence financière varie considérablement suivant les cas.

Ces considérations générales étant établies, nous pouvons revenir à l'aspect même de l'équilibrage en observant que les méthodes d'équilibrage, se différencient sur deux points principaux :

- l'utilisation ou non de phasemètres
- le fait de considérer le rotor comme un solide rigide ou comme un milieu déformable.

On est ainsi amené à traiter successivement : l'équilibrage des rotors rigides avec mesure des amplitudes et des phases, l'équilibrage des rotors rigides avec les seules mesures d'amplitude, enfin l'équilibrage des rotors flexibles.