

## Introduction générale

Toute installation ou machine industrielle soumise à des contraintes vibre, en particulier les machines tournantes (turbines, alternateur, pompes, turboréacteurs, compresseurs, moteurs thermiques, machines-outils etc.) et lorsque ces vibrations sont élevées (résonance), elles causent souvent un sentiment d'inquiétude chez les personnes qui sont responsables de ces machines, c'est-à-dire le service de maintenance mis en place par une entreprise. Ces vibrations annoncent possiblement un dysfonctionnement, un bruit imprévu, ou un arrêt bref, un évènement dont les conséquences amèneraient presque certainement une perte non négligeable de productivité et /ou une atteinte à la sécurité du personnel avoisinant. Du fait de la forte concurrence qui règne de nos jours dans le monde industriel, il est évident que certaines pannes imprévues ne doivent pas être tolérées car elles sont quelques fois très coûteuses, en plus la perte de production pendant les réparations engendre un manque à gagner qui peut affecter les bénéfices de l'entreprise.

Dans ce sens une étude doit être menée au préalable par le service de maintenance pour définir une politique de maintenance à adopter dans la gestion et le maintien du bon fonctionnement de ces machines. A cet effet l'application d'une politique de maintenance basée sur une maintenance préventive voir prédictive est plus que nécessaire afin de détecter le plutôt possible d'éventuels dysfonctionnements et à suivre leur évolution dans le but de planifier ou reporter une intervention mécanique en fonction du planning de la production. Les progrès réalisés dans la conception et la fabrication des machines tournantes ont donné jour à des machines de plus en plus performantes. Leur puissance massique étant en constante augmentation, elles doivent traverser plusieurs vitesses critiques en montée en vitesse et en ralentissement. Les inévitables défauts d'usinage et de montage provoquent également des problèmes vibratoires importants au niveau des machines. C'est les raisons pour lesquelles les industriels constructeurs et exploitants cherchent à éliminer, ou contrôler, ces vibrations importantes pour : assurer la régularité de fonctionnement et la productivité ; augmenter la durée de vie ; mais aussi l'optimisation du rendement, malgré les conditions d'utilisation extrêmes auxquelles ces machines sont soumises ». <sup>[1]</sup>

Les études nous ont démontré que les paramètres vibratoires (fréquences, périodes, pulsations propres, déformations etc.) sont les plus fiables pour donner le plus précocement et de la meilleure façon l'état de détérioration des machines (tournantes) à travers une étude des comportements dynamiques des structures avec par la suite une analyse vibratoire. Comme nous l'avons affirmé précédemment, toutes les machines vibrent et, au fur et à mesure que l'état de la machine se détériore : balourd, désalignement, défauts de roulement, défauts d'engrenages, défauts des courroies, défauts des paliers etc.), le niveau de vibration augmente. Cependant, il arrive que l'on produise volontairement les

---

vibrations dans le but de générer, avec une source d'énergie modérée, des efforts importants (marteau-piqueur, perforatrice etc.), ou pour mettre en mouvement des objets (tamis, bol vibrant, tapis à tri, etc.). Mais le plus souvent, les effets des vibrations sont nuisibles, et les conséquences les plus fréquemment rencontrées sont :

- La rupture des pièces, par dépassement de la résistance ;
- La rupture des pièces, par fatigue ;
- Les défauts fonctionnels, occasionnés par les déplacements ;
- Le bruit, transmis par l'air ou parfois par un liquide. <sup>[2]</sup>

C'est en tenant compte de tous ces aspects énumérés ci-dessus que nous nous sommes intéressé à l'étude des comportements dynamiques des lignes d'arbres non ramifiées à travers la recherche des paramètres vibratoires pulsation propres et déformées modales.

En revanche malgré le nombre important de méthodes utilisées pour la détermination des pulsations propres et déformées modales :

- L'analyse modale ;
- Dunkerley (déterminant caractéristique)
- Rayleigh Ritz
- Holzer
- Jacobi (méthode de diagonalisation par rotations successives)
- Technique de balayage
- Méthode des matrices de transfert etc.

Nous avons choisi l'algorithme de Rutishauser comme méthode de calcul pour créer le programme Ruthis sur le langage de programmation fortran 95 pour le calcul des pulsations propres et déformées modales des lignes d'arbres non ramifiées.

FORTRAN (Formula Translator) est un langage de programmation utilisé principalement pour le calcul scientifique, c'est le plus ancien langage de programmation de haut niveau et son efficacité dans le domaine du calcul numérique en a fait le langage le plus utilisé dans les application non commerciales. Inventé en 1954 par l'ingénieur développeur John Backus, il a fait l'objet de plusieurs normalisations : fortran 77, fortran 90 et 95, et plus récemment fortran 2003.

Le choix d'appliquer l'algorithme de Rutishauser est dû à plusieurs raisons qui sont :

- ❖ Contrairement aux algorithmes classiques qui sont difficilement applicables lorsque le nombre de degrés de liberté est important, l'algorithme de Rutishauser ne présente aucune difficulté concernant le nombre de degrés de liberté,
- ❖ Le temps de calcul est faible, ce qui permet l'utilisation d'un simple ordinateur,
- ❖ Il ne nécessite qu'un nombre réduit de registres de mémoire,
- ❖ Le calcul rapide et direct des fréquences propres et des déformées modales d'un système,
- ❖ Il présente les avantages des méthodes itératives à convergence rapide.

Notre projet de fin d'étude est structuré en trois chapitres, suivi d'une conclusion générale. Dans le premier chapitre nous aborderons la modélisation d'une manière générale et la modélisation des lignes d'arbres en particulier ; le deuxième chapitre portera sur les méthodes de recherche des pulsations propres et des déformées modales; enfin notre troisième et dernier chapitre traitera de la réalisation du programmes Ruthis et de son application pour le calcul des pulsations propres et déformées modales des lignes d'arbres non ramifiées, en fonction des conditions aux limites libre-libre, encastrée-libre, ou encastrée-encastrée (études de cas).