

## **Introduction :**

La prospective du comportement des structures est d'un intérêt primordial dans leur conception compte tenu de la fatigue, bruit et la résonance qui s'avèrent induire de sérieux problèmes.

L'étude des plaques a un grand intérêt pratique dans différents domaines, construction mécanique, navale, aéronautique et génie civil.

L'analyse des structures a connu un essor avec l'apparition des méthodes numériques notamment la méthode des éléments finis qui est la méthode la plus répandue dans le domaine de calcul en site industriel. La version  $h-p$  de la méthode des éléments finis est une nouvelle version de la méthode des éléments finis standard. Elle est une combinaison de la version  $h$  (méthode des éléments finis classique) et la version  $p$  (méthode des éléments finis hiérarchique).

L'étude de vibrations des plaques fait l'objet de plusieurs travaux tel que Lagrange [2] en 1813, Navier [2] basée sur le principe des énergies. D'autres théories ont été élaborées notamment la théorie des plaques minces énoncée par Love [25] sur les hypothèses de Kirchhoff [26] et qui s'inspire de celle des poutres minces d'Euler-Bernoulli [27]. Rayleigh [28] en 1877 puis Timoshenko [29] en 1921 ont montré que la prise en compte des effets d'inertie de rotation et de cisaillement affecte les fréquences propres de flexion des poutres.

Une extension de cette théorie incluant le cisaillement transversal a été proposée par Reissner [22] en 1945 dans le cas statique. Une première théorie pour le cas dynamique, incluant les effets du cisaillement et de l'inertie de rotation a été proposée par Uflyand [23] en 1948. Ce n'est cependant qu'en 1951 que la théorie des plaques de Mindlin [24] a été énoncée.

Même si les fondements de la méthode des éléments finis sont très anciens c'est avec l'essor de la micro-informatique que les années 1980 on vu la généralisation de l'emploi de la version  $h$ . bien que la formulation hiérarchique fût introduite en 1975 par Peano [30], c'est en 1981 que Babuska et al [31] ont établi une base théorique de la version  $p$ . En 1986 et avec un élément unidimensionnel Gui et Babuska [32] établissent le taux de convergence de la version  $h-p$ , Bardell et al [33] ont utilisé cette version pour résoudre le problème de vibration des assemblages de plaques minces.

Une recherche bibliographique a été menée et aucun travail sur l'analyse tridimensionnelle des vibrations des plaques par la version  $h-p$  de la méthode des éléments finis n'a été trouvée. Ce travail tente de combler ce vide. Cinq chapitres sont présentés dans cette étude.

Dans le 1<sup>er</sup> chapitre, l'analyse tridimensionnelle des contraintes basée sur le calcul tensoriel d'un point matériel entraîné par trois déplacements est formulée pour la détermination des énergies cinétique et de déformation d'une plaque.

Les théories bidimensionnelles des plaques (théorie des contraintes plane, théorie de Kirchhoff, et théorie de Mindlin) avec leurs champs de déplacements, sont exposées dans le 2<sup>ème</sup> chapitre,

Dans le 3<sup>ème</sup> chapitre, nous formulons le problème tridimensionnel par la version  $h-p$  de la méthode des éléments finis, où nous déterminons les fonctions de formes de l'élément choisi ainsi que les matrices masse et de rigidité élémentaires.

Le chapitre quatre est réservé à l'organisation de la programmation. En premier lieu, nous donnons l'organigramme du programme développé suivi d'une description des sous programmes utilisés dans le programme principal.

Dans le dernier chapitre et après une étape de validation menée avec une étude de convergence, deux types de plaques sont présentés (plaque triangulaire et plaque rectangulaire). L'influence de l'épaisseur et les conditions aux limites sur les paramètres de fréquences sont analysées. L'objectif principal de ce travail est la comparaison des résultats obtenus par les théories bidimensionnelles des plaques avec les résultats obtenus par la théorie tridimensionnelle d'élasticité.