

INTRODUCTION GENERALE

Les structures tridimensionnelles à parois minces sont employées généralement en construction aéronautique, navale, mécanique et en génie nucléaire. Elles ont toutefois la particularité commune d'être parmi les structures les plus délicates à étudier.

Qu'il s'agisse d'une couverture en voile mince ou d'un réservoir sous pression, d'une coque de navire ou d'un château d'eau, l'ingénieur reste confronté aux deux impératifs classiques suivants ; Savoir analyser la structure pour la dimensionner avec sécurité, Savoir concevoir, planifier et construire la structure de manière rationnelle et économique.

Mais pour l'ingénieur civil, dans le domaine des coques et structures plissées, survient une troisième exigence essentielle : Savoir choisir des formes esthétiques.

Ce troisième impératif est trop souvent négligé, ou abandonné à l'architecte, alors que, dans ce type de structures, analyse, construction et esthétique sont intimement liées.

L'analyse et la construction s'appuyant sur des notions mathématiques et pratiques éprouvées, l'esthétique par contre reste beaucoup plus, floue, intuitive, subjective et difficile à cerner avec précision. Dans les structures tridimensionnelles de l'ingénieur civil, elle est un pivot essentiel du projet ; les grands projeteurs de coques l'ont bien compris ; ils sont de bons scientifiques, mais ils sont aussi artistes.

Aujourd'hui, la finesse, l'audace et la complexité des structures tridimensionnelles deviennent monnaie courante, car l'ingénieur bénéficie, grâce au calcul numérique par ordinateur. Les méthodes analytiques lourdes et souvent fort imprécises sont abandonnées ; les méthodes simples sont conservées tant pour comprendre quel est le mode de fonctionnement structural essentiel que pour pré dimensionner. L'analyse fine et alors effectuée par un bon programme de calcul par ordinateur (méthode des éléments finis). Rappelons néanmoins que l'informatique ne reste jamais qu'un auxiliaire pour le constructeur : une bonne conception découle d'abord d'un mariage harmonieux des connaissances théoriques et pratiques. [FRE 92]

De nos jours, le calcul par éléments finis des structures formées de plaques et de coques est devenu un véritable outil à vocation industrielle. Il est très répandu dans de nombreux

secteurs à haute technologie, civils ou militaires (tabliers de ponts, carrosseries automobiles, fuselages et ailes d'avions, caissons, réservoirs).

Pour effectuer l'analyse statique d'un ouvrage tel qu'on en rencontre dans la réalité, nous nous rendons compte immédiatement que le nombre d'éléments nécessaires pour le modéliser devient rapidement élevé.

Ceci est dû d'une part à la nature des éléments utilisés et d'autre part à la complexité géométrique de la structure (intersection de coques, raidisseurs,etc.). La quasi-majorité des programmes destinés à résoudre ce genre de problèmes dispose essentiellement de deux types d'éléments : Les éléments de coque plans et les éléments de coque courbe (Iso paramétriques).

On peut approcher la géométrie de la coque par polygonisation et utiliser des éléments plans. Cette approche garantit la représentation des modes rigides. Il s'agit de superposer un élément de membrane et un élément de flexion. Ceci suppose évidemment que les phénomènes de membrane et de flexion soient découplés. [BEL 2000]

Dans cette recherche, nous essayons de contribuer en termes de formulation des éléments récemment développés à des coques de formes diverses.

Les tests de validation et les applications dans le domaine de génie civil sont nécessaires.

La modélisation par l'emploi de logiciels disponibles est très importante.

Ce présent mémoire contient en plus de cette introduction générale cinq chapitres.

- Le premier chapitre comprend une classification des structures en coque selon la forme géométrique et le comportement, en présentant les différentes théories de classifications, ainsi que la nécessité des méthodes numériques.

- Dans le deuxième chapitre, on présente une approche numérique exposant le développement historique de la méthode des éléments finis, et aussi un rappel sur cette méthode : modélisation, discrétisation,..... etc.

- Pour le troisième chapitre c'est la modélisation des structures en coques, qui contient les différents types d'éléments finis pour les structures tridimensionnelles à parois minces, les approches géométriques pour la modélisation des coques et une analyse bibliographique exposant le développement de l'élément de coque.

- Dans le quatrième chapitre nous avons exposé la formulation des éléments de coques à facettes planes ; l'élément quadrilatère ACM-Q4 et l'élément quadrilatère mixte ACM-Q4SBE1, ainsi que l'avantage de l'intégration analytique et une présentation de l'organigramme général.

- Le cinquième chapitre a pour objet de présenter des tests de validation pour les deux éléments « ACM-Q4, ACM-Q4SBE1 » et des applications dans le domaine de génie civil en utilisant le code de calcul SAP2000 qui nous a permis de déterminer les déplacements, avec des commentaires sur les résultats obtenus.

- Enfin le travail se termine par une conclusion générale et des recommandations suivies d'une bibliographie.