

Travaux Pratiques de Calcul des Structures**TP4 : Etude de la réponse thermo-élastique d'une tuyauterie nucléaire****Contexte :**

Les centrales nucléaires les plus récemment mises en chantier par des industriels français reposent sur la technologie REP (Réacteurs à Eau Pressurisée). Les gains attendus en terme de sécurité, rendement énergétique et facilité de maintenance s'accompagnent de sollicitations plus intenses pour la tuyauterie. Celle-ci subit en effet dans le circuit primaire une pression de 155 bar et conduit un fluide à 300°C.

On se propose ici d'employer le logiciel de calculs par éléments-finis Ansys Workbench pour concevoir une tuyauterie apte à supporter les charges rencontrées.

La géométrie de la pièce est un tronçon de tuyau d'épaisseur constante et de longueur 0.5 m. Le matériau possède un comportement élastique linéaire isotrope caractérisé par un module d'Young de 210 GPa, un coefficient de Poisson de 0.3, un coefficient de dilatation thermique de $12E-6/K$ et une limite d'élasticité de 350 MPa. La pression externe correspond à la pression atmosphérique de référence et la température de référence est de 20°C.

Partie 1 – Premiers calculs

Pour des rayons interne et externe de 20 et 25 mm :

1. Créer le matériau en définissant toutes les grandeurs utiles.
2. Générer une géométrie simplifiée (dans le module adéquat de Workbench) en tenant compte des propriétés de symétrie du problème.
3. Mailler la pièce avec des éléments Hex8 de taille 2.5 mm.
4. Imposer des conditions-limites cinématiques représentatives (penser à bien bloquer tous les mouvements de corps rigide et à respecter les conditions de symétries).
5. Imposer les charges de pressions et la charge thermique (hypothèse de 300°C sur toute l'épaisseur).
6. Résoudre et post-traiter des déplacements, déformations et contraintes significatives.
7. Etudier l'influence respective des charges mécaniques et thermique.

Partie 2 - Etude de convergence

On souhaite étudier l'influence de la taille de maille et du type d'élément-fini (Tet4, Tet10, Hex8, Hex20) sur la précision des résultats. Pour cela, tracer la courbe de convergence de $\sigma_{eq}^{vm,max}$ en fonction du nombre de nœuds du modèle pour les 4 types d'éléments.

1. Préciser et commenter votre démarche et vos résultats.

Partie 3 – Conception optimale

Pour un volume constant de la pièce, chercher les dimensions des rayons conduisant à une contrainte équivalente minimale tout en respectant que celle-ci ne dépasse pas 50 % de la limite d'élasticité du matériau.

1. Préciser et commenter votre démarche et vos résultats.

Conseils

- Le choix entre éléments Tet4,Hex8 et Tet10,Hex20 se fait en jouant sur l'option « nœuds milieux ».