

Rapport de TP : Simulation Numérique par Éléments Finis

Binôme : ROUGEBEC Mathéo et POTIN Hippolyte

Logiciel utilisé : SolidWorks Simulation 2024

1. Méthodologie et réalisation des tâches

Notre démarche a consisté à traduire des problèmes physiques en modèles numériques à travers trois cas d'étude :

- **Partie 2 - Poutre en flexion sur deux appuis** : Nous avons modélisé une poutre rectangulaire en imposant une "Géométrie fixe" sur les arêtes inférieures des extrémités pour simuler des appuis simples. Une force répartie a été appliquée sur la face supérieure.

Observation clé : Nous avons remarqué qu'en fixant les faces entières au lieu des arêtes, la structure devient trop rigide. La fixation par arête permet une rotation locale, ce qui correspond mieux au modèle théorique de flexion sur deux appuis.

- **Partie 3 - Plaque trouée** : Nous avons conçu une plaque carrée avec un perçage central. En encastrant un côté et en appliquant une force de traction sur l'opposé, nous avons identifié une concentration de contraintes autour du trou (effet d'entaille). Nous avons ajusté l'intensité de la charge pour approcher la limite d'élasticité sans la franchir, identifiant ainsi la capacité de charge maximale de la pièce.
- **Partie 4 - Modélisation d'une chaise** : Nous avons modélisé une chaise à piétement central. En appliquant une charge verticale de 800 N (poids d'un utilisateur standard) sur l'assise, nous avons analysé la flexion du montant central et des soudures du pied. Cela nous a permis de vérifier si le design respecte les critères de sécurité élastique du matériau choisi.



2. Éléments du cours de MEF retrouvés dans le logiciel

L'interface de SolidWorks nous a permis de mettre en pratique les piliers théoriques vus en cours :

- La Discrétisation (Maillage) : C'est l'étape la plus visible. Nous avons pu générer un maillage composé d'éléments volumiques (tétraèdres). Le passage d'un maillage grossier à un maillage fin illustre bien l'augmentation de la précision au prix d'un temps de calcul supérieur.
- Les Propriétés Physiques : Le logiciel demande systématiquement le module d'Young (E) et le coefficient de Poisson, confirmant que ces constantes sont indispensables au calcul de la matrice de rigidité élémentaire.
- Les Conditions aux Limites : Les outils "Déplacements imposés" et "Chargements" traduisent directement les conditions de Dirichlet (blocages) et de Neumann (efforts) étudiées en CM.
- Le Post-traitement : La visualisation des résultats (contraintes de Von Mises, déplacements) confirme le rôle de la MEF comme outil de transition entre un système matriciel abstrait et une interprétation physique colorée.

3. Éléments du cours absents du logiciel

Malgré la puissance de l'outil, plusieurs étapes mathématiques fondamentales restent occultées :

- L'Assemblage de la Matrice Globale : Le logiciel ne permet pas de visualiser la matrice de rigidité globale K . Le passage des matrices locales à la matrice globale K se fait de manière totalement transparente.
- Les Fonctions de Forme : À aucun moment nous ne définissons les polynômes d'interpolation. Le choix de l'ordre de l'élément (linéaire ou quadratique) est géré en arrière-plan par le solveur.
- La Résolution du Système Linéaire : Le processus de résolution de l'équation $[K]\{U\} = \{F\}$ est invisible. On ne voit ni le choix du solveur (Direct ou Itératif), ni les étapes de décomposition matricielle.
- L'Intégration Numérique : Les points de Gauss et le calcul des intégrales sur chaque élément ne sont pas accessibles à l'utilisateur.

4. Conclusion

Ce TP nous a permis de constater qu'un logiciel de MEF est un outil puissant mais "aveugle" : il fournit une solution numérique systématique, mais c'est à l'ingénieur de valider la pertinence du maillage et des conditions aux limites pour obtenir des résultats réalistes.