

Sommaire :

1. Introduction générale

- Contexte du maillage en simulation numérique
- Besoins en discrétisation de domaine
- Rôle des méthodes des éléments finis
- Problématique de la génération de maillages

2. Fondements géométriques

- Notions de géométrie discrète
- Triangles, tétraèdres et simplices
- Propriétés métriques et topologiques
- Voisinage et adjacence dans un maillage

3. Triangulation de Delaunay

- Définition et propriétés fondamentales
- Critère du cercle vide (2D) et sphère vide (3D)
- Unicité et stabilité
- Dualité avec les diagrammes de Voronoï
- Extensions en dimensions supérieures

4. Algorithmes de construction

- Algorithmes incrémentaux

- Méthodes de type « divide and conquer »
- Algorithmes de flip (2D et 3D)
- Structures de données associées
- Complexité algorithmique

5. Maillages de qualité

- Critères de qualité (angles, aspect ratio, taille)
- Détection et correction des éléments dégénérés
- Raffinement de maillage
- Lissage (smoothing)
- Optimisation locale et globale

6. Contraintes géométriques et frontières

- Domaines complexes et frontières courbes
- Contraintes sur segments et surfaces
- Maillages conformes
- Protection des caractéristiques géométriques

7. Maillages structurés et non structurés

- Différences fondamentales
- Avantages et inconvénients
- Cas d'usage en simulation
- Hybridation des approches

8. Génération de maillage en 3D

- Extension de la triangulation de Delaunay
- Tétraèdres et volumes convexes
- Difficultés spécifiques en 3D
- Gestion des surfaces et interfaces

9. Applications aux éléments finis

- Discrétisation des équations aux dérivées partielles
- Couplage maillage / solution numérique
- Exemples en mécanique et physique
- Influence de la qualité du maillage sur la précision

10. Implémentation et aspects pratiques

- Structures de données efficaces
- Gestion mémoire et performance
- Robustesse numérique
- Logiciels et bibliothèques de maillage

11. Extensions et méthodes avancées

- Maillages adaptatifs
- Raffinement anisotrope
- Méthodes hybrides

- Perspectives de recherche

12. Conclusion

- Synthèse des méthodes de triangulation

- Importance dans le calcul scientifique

- Ouvertures vers la simulation moderne