

Sommaire :

Introduction générale

- Définition de la viscoélasticité
- Matériaux viscoélastiques
- Domaines d'application
- Notions de contrainte et de déformation

Chapitre 1 — Rappels de mécanique des milieux continus

- Contraintes et déformations
- Lois de comportement
- Élasticité linéaire
- Notion de matériau isotrope et anisotrope
- Conditions aux limites

Chapitre 2 — Comportement viscoélastique

- Élasticité, viscosité et viscoélasticité
- Dépendance temporelle du comportement
- Fluage
- Relaxation des contraintes
- Hystérésis mécanique
- Effets de la température

Chapitre 3 — Modèles rhéologiques élémentaires

- Modèle de Hooke
- Modèle de Newton
- Modèle de Maxwell
- Modèle de Kelvin-Voigt
- Modèle de Zener
- Modèles de Burgers
- Comparaison des différents modèles

Chapitre 4 — Viscoélasticité linéaire

- Principe de superposition
- Fonctions de fluage
- Fonctions de relaxation
- Modules de relaxation et de fluage
- Représentation intégrale du comportement
- Équations constitutives

Chapitre 5 — Sollicitations harmoniques

- Chargement sinusoïdal
- Module de stockage et module de perte

- Facteur de perte
- Déphasage entre contrainte et déformation
- Analyse fréquentielle
- Spectres viscoélastiques

Chapitre 6 — Théorie générale de la viscoélasticité

- Principe de Boltzmann
- Intégrales héréditaires
- Fonctions mémoire
- Spectres de temps de relaxation
- Spectres de temps de retard
- Formulation tridimensionnelle

Chapitre 7 — Viscoélasticité non linéaire

- Limites de la théorie linéaire
- Grandes déformations
- Comportement non linéaire
- Modèles constitutifs non linéaires
- Dépendance à l'amplitude de sollicitation

Chapitre 8 — Effet de la température

- Équivalence temps-température
- Loi d'Arrhenius
- Équation WLF
- Courbes maîtresses
- Thermorhéologie
- Applications aux polymères

Chapitre 9 — Caractérisation expérimentale

- Essais de fluage
- Essais de relaxation
- Essais dynamiques
- Analyse mécanique dynamique (DMA)
- Détermination des paramètres des modèles
- Identification expérimentale

Chapitre 10 — Applications de la viscoélasticité

- Polymères et matériaux composites
- Caoutchoucs et élastomères
- Bitumes et matériaux routiers
- Biomatériaux et tissus biologiques
- Amortissement des vibrations
- Structures et génie civil

Chapitre 11 — Méthodes numériques

- Discrétisation des lois constitutives
- Méthode des éléments finis
- Simulation du fluage et de la relaxation
- Modélisation numérique des matériaux viscoélastiques
- Identification numérique des paramètres

Chapitre 12 — Exercices et applications

- Exercices sur les modèles de Maxwell et Kelvin-Voigt
- Problèmes de fluage et de relaxation
- Sollicitations cycliques
- Applications numériques
- Études de cas

Annexes

- Formulaire de viscoélasticité
- Transformées de Laplace
- Notations et unités
- Propriétés de quelques matériaux viscoélastiques
- Bibliographie spécialisée