

K a m e l S E G H I R

NOTIONS DE RESISTANCE DES MATERIAUX

Cours et exercices résolus

Tome 1

BIBLIOTHEQUE DU CERIST



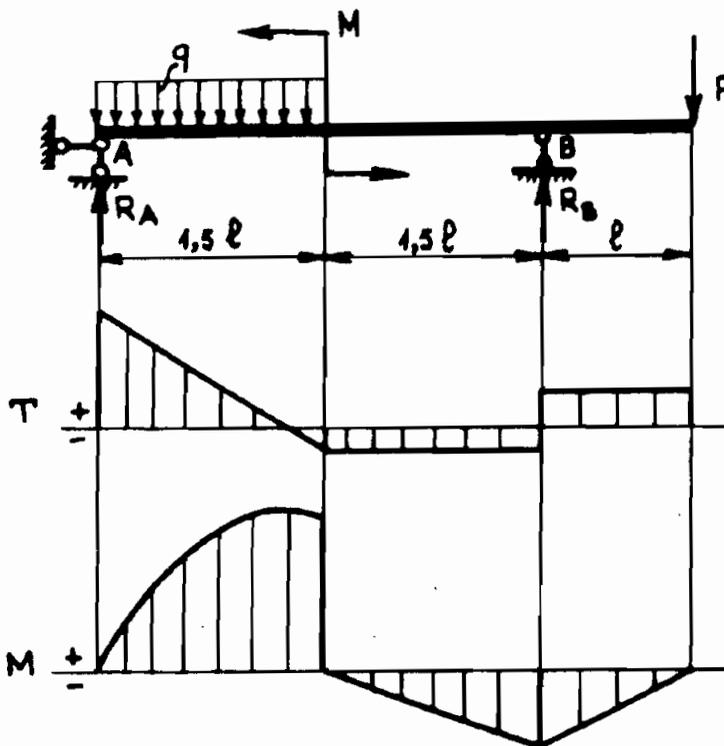
Presses de l'Université de Batna

Kamel SEGHIR

IST 2469

NOTIONS DE RESISTANCE DES MATERIAUX

(cours et exercices resolus)
Tome 1



BIBLIOTHEQUE DU CERIST

7073

- مركز منشورات جامعة باتنة
- مجمع العلوم والتكنولوجيا
- نهج الشهيد بوخلوف باتنة - الجزائر
حقوق الطبع محفوظة

© 1997, Batna University Press, All rights reserved.

This Batna University Edition is part of a continuing program of paperbound textbooks especially designed for students and professional people.

PREFACE

La résistance des matériaux est une discipline qui s'occupe des calculs des éléments de machines et des structures à la résistance et à la rigidité. Par manque de documentation et pour une meilleure assimilation de la théorie de la résistance des matériaux et son application avec succès, nous proposons cet ouvrage basé sur notre expérience de l'enseignement de cette discipline aux étudiants du tronc commun de toutes les spécialités et plus généralement à tous ceux qui désirent acquérir des connaissances en résistance des matériaux.

Afin de faciliter l'assimilation, cet ouvrage est enrichi d'exercices choisis pour une application directe du cours avec solutions détaillées.

Pour mieux préparer les étudiants au niveau supérieur de résistance des matériaux, nous avons introduits un complément de la théorie des contraintes et les méthodes énergétiques de calcul des déplacements.

Enfin, l'ouvrage se termine par des exercices donnés sous forme de sujets d'interrogations. L'étudiant peut vérifier ses connaissances en les résolvants.

Je tiens à remercier vivement M^r Dodone, L de l'Institut de Génie mécanique pour l'aide qu'il m'a apporté dans l'élaboration de cet ouvrage.

Ainsi M^{lle} Rouichi, L et M^r Tiliouine, A de l'Institut de Génie mécanique puissent trouver, ici l'expression de ma profonde gratitude d'avoir lu le manuscrit et apporté de nombreuses remarques.

Ce travail modeste n'est pas exempt d'erreurs, nous serons très reconnaissants pour toutes les remarques et critiques susceptibles d'améliorer le manuel et de l'enrichir.

K. SEGHIR

Maitre assistant (charge de cours)

Institut de Génie Mécanique Université de Batna

TABLE DES MATIERES

PREFACE.....	3
I. STATIQUE DU CORPS SOLIDE.....	9
I. 1 Vecteurs	9
1.1 vecteur libre	
1.2 vecteur glissant.	
1.3 vecteur lié.	
1.4 somme vectoriel.	
1.5 projection du vecteur	
I. 2 Notions fondamentales de la statique	11
2.1 Corps solide.	
2.2 forces.	
2.3 composition des forces.	
2.4 moment d'une force	
I. 3 Conditions d'équilibre d'un corps solide	12
3.1 théorème.	
3.2 équations d'équilibre d'un système plan de forces	
3.3 équations d'équilibre d'un système spacial de forces	
I. 4 Liaisons	14
4.1 réactions	
4.2 axiome des liaisons	
4.3 exemples type de liaison et leurs réactions	
4.4 détermination des réactions	
II. GENERALITES SUR LA RDM.....	19
II. 1 Action des forces exterieures sur les constructions	19
1.1 forces et tensions interieures	
1.2 méthode des sections	
1.3 contraintes	
II. 2 Hypothèses principales de RDM	21
2.1 hypothèse de la continuité et l'homogénéité	
2.2 hypothèse des sections planes	
2.3 hypothèse de petitesse des déformations	

III. TRACTION - COMPRESSION.....	25
III. 1 Efforts et contraintes normales	25
III. 2 Contrainte admissible "condition de résistance"	25
III. 3 Déformation - loi de HOOKE	26
III. 4 Energie potentielle de déformation	27
III. 5 Contraintes dans les sections inclinées	29
III. 6 Réciprocité des contraintes tangentielles	29
III. 7 Construction des diagrammes des efforts normales	29
III. 8 Calcul des systèmes de tiges à la résistance.	30
IV. CARACTERISTIQUES MECANIKES DES MATERIAUX.....	43
IV. 1 Essai de traction	43
1.1 diagramme de traction	
IV. 2 Caractéristiques de résistance	44
2.1 limite de proportionnalité	
2.2 limite d'élasticité	
2.3 limite d'écoulement	
2.4 limite de résistance	
IV. 3 Caractéristiques de plasticité	45
3.1 déformation plastique préalable (écrouissage)	
IV. 4 Essai de compression	47
IV. 5 Contrainte admissible	48
V. CALCUL DES SYSTEMES HYPERSTATIQUES A LA TRACTION-COMPRESSION.....	49
V. 1 Influence de défaut de fabrication	49
V. 2 Influence de variation de température	50
V. 3 Applications	50
VI. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS PLANES.....	66
VI. 1 Moments statiques des sections planes	66
1.1 Propriétés des moments statiques	
VI. 2 Moments d'inerties des sections planes	66
2.1 propriétés des moments d'inerties	
2.2 moment d'inertie par rapport aux axes parallèles	

- 2.3 moment d'inertie par rapport aux axes tournés
- 2.4 axes principaux et moments d'inerties principaux

VII. CISAILLEMENT PUR.....	80
VII. 1 Notions générales	80
VII. 2 Contrainte admissible (condition de résistance)	81
VII. 3 Calcul des assemblages au cisaillement	82
VIII. TORSION.....	88
VIII. 1 Cisaillement (glissement)	88
VIII. 2 Torsion des arbres de section circulaire	88
2.1 moment de torsion	
2.2 convention de signe	
2.3 hypothèse des sections planes	
2.4 contraintes et déformations en torsion	
2.5 condition de résistance	
2.6 condition de rigidité	
2.7 construction des diagrammes de moments de torsion	
IX. FLEXION PLANE.....	98
IX. 1 Notions générales	98
IX. 2 Efforts internes (règle des signes)	98
IX. 3 Relation différentielle entre M_f , T et q	100
IX. 4 Règle de vérification des épures	102
IX. 5 Contraintes normales	102
5.1 hypothèses	
5.2 module de résistance des sections courantes	
IX. 6 Construction des épures	105
IX. 7 Contraintes tangentielles	115
7.1 expérience	
7.2 détermination des contraintes tangentielles	
IX. 8 Vérification des poutres	118
IX. 9 Epures des contraintes tangentielles des sections courantes	118
9.1 section rectangulaire	
9.2 section circulaire	
9.3 section triangulaire	

X. DEPLACEMENTS DES POUTRES EN FLEXION.....	125
X. 1 Equation differentielle de la déformée	125
X. 2 Equation universelle de la déformée	125
XI. METHODES ENERGITIQUES DE CALCUL DES DEPLACEMENTS.....	132
XI. 1 Energie interne de déformation	132
1.1 energie due à la force normale	
1.2 energie due au moment flechissant	
1.3 energie due à l'effort tranchant	
XI. 2 Theoreme de Castigliano	134
XI. 3 Intergral de Mohr	135
XI. 4 Méthode grapho-analytique	137
XII. CALCUL DES SYSTEMES HYPERSTATIQUES.....	147
XII. 1 Détermination du degré d'hyperstaticité	148
XII. 2 Méthode de forces de calcul des systèmes hyperstatiques	149
2.1 degré d'hyperstaticité	
2.2 système fondamentale	
2.3 système équivalent	
2.4 équations canoniques des déplacements	
XIII. CALCUL DES BARRES SOUSMISES AUX SOLLICITATION COMPOSEES.....	163
XIII. 1 Ordre de calcul	163
XIV. THEORIE DES CONTRAINTES.....	171
XIV. 1 Définition des contraintes	171
XIV. 2 Equations differentielles et réciprocity des contraintes	172
XIV. 3 Contraintes sur facette d'orientation quelconque	175
XIV. 4 Calcul des contraintes normales et tangentielles	176
XIV. 5 Elements principaux (contraintes et directions principales)	177
XIV. 6 Représentation géométrique des contraintes	180
XIV. 7 Cercles de Mohr des contraintes planes	182
XV. CRITERES DE RESISTANCE.....	186
XV. 1 Critère de la contrainte tangentielle maximale	187

XV. 2 Critère de l'énergie potentielle de changement de forme	187
XV. 3 Critère de Coulamb-Morh	188

XVI. FLEXION DEVIÉE.....193

XVI. 1 Généralités et règles des signes	193
XVI. 2 Contrainte normale en flexion déviée	193
XVI. 3 Condition de résistance	195

XVII. CALCUL DES ARBRES A LA FLEXION ET TORTION.....202

XVII. 1 Détermination du moment équivalent	202
--	-----

TRAVAUX PRATIQUES

TP. 1 Essai de traction	207
TP. 2 Essai de compression	210
TP. 3 Détermination du module d'élasticité longitudinale	212
TP. 4 Essai de flexion	216
TP. 5 Essai de torsion	219
TP. 6 Détermination des déplacements en flexion simple	223

EXERCICES DE REVISION.....224

Unités de Mesure.....	238
-----------------------	-----