

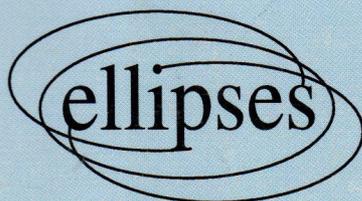
BASES

pour la

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Écoles Nationales d'Ingénieurs
Classes préparatoires
BTS.CPI IUT.GMP
Licence de Technologie
Formation permanente

Roland CRAVERO



En préparation : Résistance des Matériaux, tome 2.
Solutions des exercices.

ISBN 2-7298-9737-2

© ellipses / édition marketing S.A., 1997
32 rue Bargue, Paris (15^e).

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'Article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite ». (Alinéa 1er de l'Article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'Exploitation du Droit de Copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les Articles 425 et suivants du Code pénal.

TABLE des MATIÈRES

Chapitre 1. GÉNÉRALITÉS.	1
Le solide. Forces extérieures. La R.d.M. (p. 3). Forces intérieures (p. 4). Contrainte (p. 6). Élasticité. Loi de HOOKE (p. 7). Principe de superposition (p. 8).	
Exercices	10
Distribution des forces dans la section d'une barre tendue. Torseur des forces intérieures dans un barreau fléchi. Trois exercices sur le principe de superposition.	
Chapitre 2. ÉTAT de CONTRAINTE en un POINT d'un MILIEU CONTINU.	11
Équilibre d'un élément de matière. Réciprocité des contraintes tangentielles (p. 14). Matrice et tenseur des contraintes (p. 15). Contraintes et directions principales (p. 18). Extremums (p. 21).	
Exercices	23
Ellipsoïde des contraintes. Contrainte tangentielle. Réservoir cylindrique à paroi mince.	
Chapitre 3. ÉTAT PLAN de CONTRAINTE.	24
Définition. Contraintes normale et tangentielle (p. 26). Contraintes et directions principales (p. 27). Cercle de MOHR (p. 29). Tricercle de MOHR (p. 32)	
Exercices	34
Études d'états plans par le calcul et par le cercle de MOHR. Cisaillement pur. Ellipse de LAMÉ. Compléments sur le réservoir cylindrique.	
Chapitre 4. PETITES DÉFORMATIONS d'un SOLIDE.	36
Comportement au voisinage d'un point : translation, rotation, déformation (p. 38). Matrice et tenseur des déformations (p. 39). Déformations et directions principales (p. 41). Extremums (p. 44). Coefficient de dilatation cubique (p. 45).	
Exercices	46
Exemple d'un comportement de la matière. Déformations et directions principales.	
Chapitre 5. ÉTAT PLAN de DÉFORMATION.	47
Allongement relatif et distorsion pour une direction du plan. Déformation et directions principales (p. 49). Extensométrie (p. 51). Rosettes (p. 53).	
Exercices	54
Cercle de MOHR. Exploitation de rosettes à 45° et 60° par le calcul et par le cercle de MOHR.	
Chapitre 6. RELATIONS CONTRAINTES-DÉFORMATIONS.	55
Loi de HOOKE élémentaire, généralisée pour trois directions principales (p. 56) puis trois directions perpendiculaires quelconques (p. 57). État plan de contrainte (p. 59). Application à l'extensométrie (p. 60). État plan de déformation.	
Exercices	62
Réservoir cylindrique. Réservoir à fonds boulonnés. Rosettes. Compression isotrope. Valeur limite du coefficient de POISSON. Compression gênée.	

Chapitre 7. SOLLICITATIONS INTERNES d'une POUTRE.	64
Définition d'une poutre. Torseur des forces dans une section. Principe de SAINT-VENANT (p. 65). Sollicitations internes : traction, cisaillement, flexion, torsion (p. 66). Repères (p. 68). Ressort hélicoïdal (p. 68). Poutre rectiligne, appuis simples, forces concentrées (p. 70). Poutre console (p. 75). Forces réparties (p. 76). Exemples. Relation entre effort tranchant et moment de flexion (p. 82).	
Exercices	84
Poutre circulaire. Poutres rectilignes et forces concentrées. Forces réparties. Comparaison entre des forces concentrées ou partiellement réparties. Charge sinusoidale. Poutre coudée. Pesanteur sur une poutre circulaire.	
Chapitre 8. TRACTION PURE.	87
Forces et contraintes. Déformations (p. 88). Relation entre effort normal et allongement (p. 89). Loi de HOOKE. Coefficient de POISSON (p. 89). Contrainte admissible. Compression.	
Exercices	91
Structure isostatique à deux barres, hyperstatique à trois barres. Suspension d'une plaque par quatre barres. Structure articulée à cinq barres. Traction et compression d'une barre.	
Chapitre 9. CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES des SURFACES PLANES.	93
Barycentre. Centre d'une surface plane. Moment quadratique et moment produit (p. 94). Théorème de HUYGENS (p. 95). Rotation du repère (p. 97). Moments quadratiques et axes principaux (p. 98).	
Exercices	100
Rectangle. Disque et tube circulaires. Congé de raccordement. Sections en I , en T . Cornières à ailes égales ou inégales.	
Chapitre 10. TORSION des POUTRES CYLINDRIQUES à SECTION CIRCULAIRE.	102
Déformations et déplacements. Contraintes (p. 105). Relation entre moment de torsion et rotation unitaire (p. 106). Relation entre contrainte et moment de torsion (p. 107). Ressort hélicoïdal.	
Exercices	109
Conditions de résistance ou de déformation. Arbres cylindriques creux. Torsion hyperstatique.	
Chapitre 11. TORSION UNIFORME des POUTRES PRISMATIQUES.	111
Définition. État de contrainte (p. 112). Gauchissement (p. 113). Section rectangulaire (p. 115). Analogie avec la membrane élastique (p. 117). Poutre à paroi mince ouverte (p. 118). Tube à paroi mince sans cloison (p. 120).	
Exercices	123
Comparaison des sections circulaire et carrée. Divers modes de calcul d'un tube circulaire. Tube carré fendu ou non. Coefficients J de divers profilés. Tube carré d'épaisseur variable.	
Chapitre 12. FLEXION PURE des POUTRES RECTILIGNES ou à FAIBLE COURBURE.	125
Flexion pure. Flexion pure plane d'une poutre rectiligne (p. 126). Ligne, lame, axe neutres (p. 127). Allongement relatif longitudinal (p. 128). Contrainte (p. 129). Torseur des forces dans une section. Axes centraux (p. 130). Relation entre contrainte et moment de flexion (p. 131). Flexion pure gauche (p. 133). Poutre à faible courbure (p. 135).	

Exercices	137
Meilleure position d'une section. Choix entre résistance et rigidité. Flexion pure plane: contrainte, rayon de courbure, déplacement transversal maximal, rapprochement des appuis. Une poutre, ou deux de hauteur moitié. Poutre circulaire. Flexion pure gauche d'une poutre rectiligne.	
Chapitre 13. FLEXION avec CISAILEMENT des POUTRES RECTILIGNES ISOSTATIQUES.	139
Contraintes (p. 140). Déformations et déplacements, transversaux et longitudinaux (p. 140). Poutre sur deux appuis simples et forces concentrées (p. 143). Flexion gauche (p. 148)	
Exercices	150
Poutre console. Console allongée. Deux appuis simples et torseur réduit à un moment. Deux appuis simples et charge uniforme. Console et charge uniforme. Deux appuis simples et charge linéaire. Poutre d'égale résistance. Potence. Flexion gauche.	
Chapitre 14. FLEXION des POUTRES HYPERSTATIQUES.	152
Deux encastremets et charge concentrée médiane. Trois appuis simples et charge uniforme (p. 155). Portique (p. 157).	
Exercices	161
Deux encastremets et charge uniforme. Deux encastremets et charge concentrée quelconque. Deux encastremets et translation ou rotation imposée à l'un d'eux. Un encastrement et un appui simple. Cadre rectangulaire. Anneau circulaire.	
Chapitre 15. CALCUL MATRICIEL des STRUCTURES à BARRES.	163
Noeuds, éléments. Forces extérieures nodales. Déplacements nodaux. Leurs vecteurs généralisés. Forces intérieures nodales (p. 165). Matrice de rigidité d'un élément (p. 167). Exemples de poutres à un ou deux éléments (p. 170). Assemblage de la matrice de rigidité (p. 175). Structure bidimensionnelle (p. 177). Structure articulée plane (p. 189).	
Exercices	191
Structure continue à deux barres encastrees. Structures articulées à deux ou trois barres. Structure mixte.	
Chapitre 16. CISAILEMENT des POUTRES FLÉCHIES.	192
Contrainte tangentielle moyenne. Cisaillement longitudinal (p. 193). Poutres composées (p. 196). Section mince ouverte (p. 197). Tubes minces sans cloison (p. 199). Sections rectangulaire, circulaire, pleines (p. 200). Centre de cisaillement d'une section (p. 202).	
Exercices	207
Profils en T et en U. Problème de la jonction de l'aile et de l'âme. Tube carré, fendu ou non. Centres de cisaillement.	
Chapitre 17. CALCUL DÉFINITIF des SOLlicitATIONS INTERNES	209
Rôle du centre de cisaillement dans la détermination du moment de torsion quand la section n'a pas au moins deux axes de symétrie (p. 211). Position des forces extérieures pour qu'il n'y ait pas de torsion (p. 212).	
Exercices	214
Console pesante à section en T à âme horizontale. Tube circulaire encastré fendu ou non. Cornière.	

Chapitre 18. CRITÈRES de RUPTURE, de PLASTIFICATION, de RÉSISTANCE. 215

Critères simples des sollicitations pures des poutres. Cas général (p. 216). Critère de rupture des matériaux fragiles (p. 217). Critère de plastification de TRESCA (p. 217). Contrainte équivalente. Critère de VON MISES (p. 221). Application aux sollicitations composées des poutres: flexion avec torsion, flexion et cisaillement (p. 224).

Exercices 228
Divers calculs de contrainte équivalente.**Chapitre 19. ÉNERGIE INTERNE de DÉFORMATION. 229**

Relation avec la thermodynamique. Mécanique du solide indéformable et du solide élastique (p. 230). Travail d'un ensemble de forces extérieures pour un solide immobile en élasticité linéaire (p. 233). Expression par les torseurs pour des forces concentrées. CLAPEYRON (p. 235). CASTIGLIANO (p. 236). Indépendance des forces données (p. 238). Énergie interne en fonction des contraintes (p. 240). Énergie interne d'une poutre (p. 241). Applications diverses (p. 244). Structures hyperstatiques extérieures, MENABREA (p. 247). Structures hyperstatiques intérieures (p. 252). Réciprocité (p. 255).

Exercices 257
Sections réduites. Poutre isostatique et CASTIGLIANO. Arbre coudé. Indépendance des forces. Ressort hélicoïdal. Triangle isostatique. Structures articulées carrée ou circulaire. Poutre hyperstatique extérieure. Anneau hyperstatique. Triangle hyperstatique. Réciprocité. Centre de cisaillement et de torsion. Torsion des tubes.