

Table des matières

Avant-propos	1
Chapitre 1. Élasticité, rigidité	3
1.1. Tenseurs d'élasticité et de rigidité	3
1.1.1. Loi de Hooke	3
1.1.2. Notation matricielle.	3
1.1.3. Relations entre les contraintes et les déformations pour des corps isotropes	4
1.1.4. Tenseurs $[\sigma]$ et $[\varepsilon]$ et déviateurs	6
1.1.4.1. Cas des matériaux isotropes en élasticité dans le repère principal	7
1.1.4.2. Solide de raideur $[K]$ en cisaillement	13
1.1.4.3. Cisaillement de plaque.	18
1.1.4.4. Sphère sous pression.	21
1.1.4.5. Champ de déplacement \vec{D} sur élément	24
1.1.4.6. Déformation $[\varepsilon]$, élément raideur $[K]$	27
1.2. Énergie élastique.	32
1.2.1. Énergie élastique d'un corps soumis à des contraintes	32
1.2.2. Énergies de dilatation W_θ et de distorsion W_D	33
1.3. Contraintes et déformations généralisées	34
1.3.1. Contrainte généralisée ou équivalente de Von Mises	34
1.3.2. Déformation généralisée ou équivalente de Von Mises.	37

Chapitre 2. Critères de dimensionnement : Tresca, Von Mises, Hill. . .	39
2.1. Critères isotropes	39
2.1.1. Critère de Tresca	39
2.1.2. Critère de Von Mises.	42
2.1.2.1. Limite élastique selon Von Mises	44
2.1.2.2. Résumé.	44
2.1.2.3. Tenseurs des contraintes	45
2.1.2.4. Facettes de Von Mises.	45
2.1.2.5. Cas de déformations planes.	47
2.1.2.6. Influence de la tension moyenne σ_{II}	48
2.1.3. Surfaces de charge	49
2.1.3.1. Vérification expérimentale	49
2.1.3.2. Équivalence entre essais – Importance de $\bar{\sigma} = \sqrt{3I_2}$ et $\bar{\varepsilon} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{I_2}$	51
2.1.3.3. Représentation des tenseurs de contraintes dans le repère principal – Surface d’écoulement	53
2.1.3.4. Exemples d’application des critères.	56
2.2. Critère anisotrope	84
2.2.1. Influence de l’anisotropie sur la limite élastique.	84
2.2.2. Critère de Hill pour les matériaux anisotropes	87
2.2.2.1. Relations contraintes-déformations	88
2.2.2.2. Déformation plane des métaux anisotropes	89
2.2.2.3. État de contraintes planes	91
2.2.3. Critère de Hill, dimensionnement des composites.	91
2.2.3.1. Critère de Hill.	91
2.2.3.2. Application du critère de Hill au dimensionnement	94
2.2.3.3. Flux d’efforts et démarche de dimensionnement	95
2.2.3.4. Flux d’efforts et chargement normalisé $\{\sigma^o\}$	96
2.2.3.5. Exemples de dimensionnements	100
 Chapitre 3. Mécanique élastique de pièces et de structures : rigidité, résistance, dimensionnement	 117
3.1. Statique des solides, notions de base	118
3.1.1. Chargement sur un solide S	118
3.1.1.1. Forces de volume.	118
3.1.1.2. Forces de surface.	118
3.1.2. Liaisons : inventaire des principales liaisons et cas d’un problème spatial	120

3.1.3. Équilibre du solide S	121
3.1.3.1. Principe fondamental de la statistique.	121
3.1.4. Sollicitations internes.	121
3.1.5. Pièces et structures iso- ou hyperstatiques	127
3.1.5.1. Hyperstaticités externe et interne	127
3.1.5.2. Hyperstaticité totale de quelques structures (chargement dans leur plan)	131
3.2. Élasticité de pièces et de structures : méthode de calcul des trois moments.	132
3.2.1. Calcul des rotations.	133
3.2.2. Généralisation, équation des trois moments	140
3.3. Méthode des forces	142
3.3.1. Exemple de systèmes isostatiques associés	143
3.3.2. Théorème de Castigliano	144
3.3.3. Théorème de Manabréa	145
3.3.3.1. Mise en œuvre de la méthode des forces	145
3.3.4. Coefficients d'influence de Maxwell	147
3.3.4.1. Calcul des coefficients d'influence	148
3.3.4.2. Généralisation avec l'effort normal et l'effort tranchant	150
3.4. Intégrales de Mohr.	150
3.4.1. Application à la méthode des forces	154
3.5. Méthode des déplacements : application du théorème de Castigliano au calcul des déplacements élastiques en un point d'une pièce ou d'une structure.	163
3.5.1. Calcul des déplacements dans une structure en flexion plane	165
3.6. Méthode matricielle, raideur élastique [K]	168
3.6.1. Structures treillis à nœuds articulés planes	169
3.6.1.1. Raideur et matrice raideur d'un ressort	169
3.6.1.2. Matrice raideur d'un ensemble de ressorts : principe de résolution.	171
3.6.1.3. Calcul des déplacements des nœuds.	173
3.6.1.4. Calcul des forces dans les ressorts et actions de liaison	174
3.6.1.5. Expression de la matrice raideur dans le système d'axes généraux.	177
3.6.1.6. Matrice raideur d'un assemblage de barres	181
3.6.1.7. Structures spatiales à nœuds articulés (3D)	188
3.6.1.8. Structures planes à nœuds rigides (2D).	190
3.6.1.9. Matrices raideurs de barres à nœuds articulé et rigide	199
3.6.1.10. Matrice raideur d'une structure complète et principe de résolution.	202

Chapitre 4. Traction, torsion, flexion, cisaillement : statique et dynamique	207
4.1. Introduction : tractions statiques et dynamiques	207
4.2. Torsion : notions de base	214
4.2.1. Contrainte pour une section quelconque ne présentant pas de point anguleux	220
4.2.2. Cas d'une poutre prismatique de section rectangulaire	222
4.2.3. Cas d'une poutre prismatique de section creuse	223
4.2.3.1. Section de forme quelconque à parois minces d'épaisseur e	223
4.2.3.2. Angle de torsion	224
4.2.4. Cas d'une poutre prismatique avec la section droite en profilé	226
4.2.5. Énergie interne de déformation en torsion	227
4.2.6. Torsion dynamique	228
4.2.6.1. Limitation due aux jauges de mesure	230
4.3. Flexion	231
4.3.1. Flexion plane	231
4.3.2. Flexion pure, $T = 0$	232
4.3.3. Flexion non symétrique	235
4.3.4. Flexion des poutres courbes	239
4.3.5. Flexion simple, $T \neq 0$	241
4.4. Déflexion élastique des poutres	241
4.4.1. Méthode des diagrammes	242
4.4.2. Méthode de la double intégration et courbe de déflexion	254
4.4.3. Méthode par l'énergie de déformation	266
Chapitre 5. Charnière plastique	279
5.1. Déflexion en limite élastique	279
5.1.1. Section quelconque à double symétrie	280
5.1.2. Poutre symétrique par rapport à un axe vertical seulement	285
5.1.3. Rotule plastique	288
5.2. Déflexion dynamique	297
5.2.1. Chargement localisé de poutres et de tôles	297
5.2.2. Chargement réparti de poutres et de tôles	301
5.2.2.1. Exemple de chargement dynamique	302
5.2.2.2. Cas de plaque (type poutre cantilever)	305
5.3. Flexion de plaques circulaires : limite élastique, flexion des plaques circulaires symétriquement chargées	311

5.3.1. Allongements circonférentiel et radial, contraintes, moments . . .	311
5.3.1.1. Applications	318
5.3.1.2. Électrodynamique des plaques – Magnétoformage : effet électromagnétique-plaque	326
Chapitre 6. Effort tranchant, cisaillement	329
6.1. Répartition des contraintes de cisaillement	329
6.1.1. Section pleine : étendue des conditions aux limites	329
6.1.2. Calcul de la répartition des contraintes	330
6.2. Équilibre d'un élément de poutre : équilibre du solide (ABC A'B'C').	331
6.2.1. Bilan des forces suivant 0_x	331
6.2.2. Équilibre des forces sur 0_x	332
6.3. Section à paroi mince	333
6.3.1. Moment de torsion et centre de cisaillement	336
6.4. Cisaillement dans les poutres fléchies	338
6.5. Flux de cisaillement	339
6.6. Formule de Bredt	340
6.6.1. Applications	341
6.6.1.1. Valeurs pour différentes sections	349
6.7. Énergie de déformation et déformation : introduction des sections réduites et des flèches.	351
 Annexe. Pages des cent exemples traités avec leurs solutions . . .	 359
 Bibliographie	 363
 Index	 365
 Sommaire de <i>Rhéologie, comportement physique</i> et <i>mécanique de matériaux 1</i>.	 367
 Sommaire de <i>Rhéologie, comportement physique</i> et <i>mécanique de matériaux 2</i>.	 369