

Serge Laroze

---

SOLIDES ÉLASTIQUES

---

PLAQUES ET COQUES

---

EXERCICES

Mécanique  
des  
structures

Tome 4

*Cepaduès*  
- éditions -

# PARTIE I

## SOLIDES ÉLASTIQUES

### CHAPITRE I – ETUDE GÉOMÉTRIQUE DE LA DÉFORMATION

EX 1 – DÉFORMATION PLANE D'UN SOLIDE .....	13
EX 2 – DIRECTIONS DE DILATATION NULLE .....	15
EX 3 – PARTIES SPHÉRIQUE ET DÉVIATRICE DU TENSEUR DÉFORMATION .....	17
EX 4 – DÉPOUILLEMENT D'UNE ROSETTE « À 45° » .....	19
EX 5 – DÉPOUILLEMENT D'UNE ROSETTE « À 120° » .....	21
EX 6 – PAVÉ EN ÉTAT DE DÉFORMATION PLANE .....	25
EX 7 – CONSTRUCTION DU CERCLE DE MOHR A PARTIR D'UNE ROSETTE « À 45° » .....	27
EX 8 – CONSTRUCTION DU CERCLE DE MOHR A PARTIR D'UNE ROSETTE « À 120° » .....	29
EX 9 – CONSTRUCTION DE LA MATRICE [ $\varepsilon$ ] .....	31

### CHAPITRE II – CONTRAINTES DANS UN SOLIDE

EX 1 – PARTIES SPHÉRIQUE ET DÉVIATRICE DU TENSEUR DES CONTRAINTES .....	35
EX 2 – FAISCEAU DES CONTRAINTES EN UN POINT $P$ .....	37
EX 3 – RECHERCHE DES CONTRAINTES PRINCIPALES .....	39
EX 4 – LIGNES ISOSTATIQUES .....	41
EX 5 – COMPLÉTER UNE MATRICE DE CONTRAINTES .....	43
EX 6 – ETUDE DES CONTRAINTES EN UN POINT .....	45
EX 7 – CONSTRUCTION D'UNE MATRICE-CONTRAINTE .....	47
EX 8 – ETUDE DES CONTRAINTES EN UN POINT $P$ .....	49
EX 9 – CHAMP DE CONTRAINTES STATIQUEMENT ADMISSIBLE .....	51

### CHAPITRE III – COMPORTEMENT ÉLASTIQUE LINÉAIRE

EX 1 – DIRECTIONS DE DILATION NULLE .....	55
EX 2 – COMPRESSION D'UN SOLIDE ÉLASTIQUE DANS UNE CAVITÉ INDÉFORMABLE .....	57
EX 3 – DÉTERMINATION DES CONTRAINTES À L'AIDE D'UNE ROSETTE DE TROIS JAUGES « À 120 ° » .....	59
EX 4 – DÉTERMINATION DES CONTRAINTES À L'AIDE D'UNE ROSETTE DE TROIS JAUGES « À 45 ° » .....	61
EX 5 – PAVÉ SOUMIS À DES CONDITIONS AUX LIMITES MIXTES .....	63
EX 6 – DÉPOUILLEMENT D'UNE ROSETTE « À 45 ° » .....	65
EX 7 – DÉPOUILLEMENT D'UNE ROSETTE « À 120° » .....	67
EX 8 – ASSEMBLAGES « EN SÉRIE » ET « EN PARALLÈLE » DE DEUX CYLINDRES .....	69
EX 9 – ETUDE D'UNE PLAQUE RECTANGULAIRE MINCE .....	71

### CHAPITRE IV – MÉTHODES DE CALCUL EN ÉLASTICITÉ

EX 1 – UTILISATION DES COORDONNÉES SPHÉRIQUES .....	75
EX 2 – SPHÈRE SOUMISE À SON PROPRE CHAMP DE GRAVITATION .....	77
EX 3 – RÉSERVOIR SPHÉRIQUE ÉPAIS SOUS PRESSION .....	79
EX 4 – COQUE SPHÉRIQUE ÉPAISSE AVEC CONDITIONS AUX LIMITES MIXTES .....	81
EX 5 – CISAILLEMENT D'UNE COURONNE CIRCULAIRE .....	83
EX 6 – ACCÉLÉRATION ANGULAIRE D'UN DISQUE .....	85
EX 7 – CYLINDRE EN ROTATION RAPIDE AUTOUR DE SON AXE .....	87
EX 8 – CISAILLEMENT AXIAL D'UN TUBE CYLINDRIQUE .....	89
EX 9 – TUBE CYLINDRIQUE EN CISAILLEMENT CIRCONFÉRENTIEL .....	91
EX 10 – TORSION AXISYMETRIQUE D'UN TRONC DE CÔNE .....	93
EX 11 – LE PROBLÈME DE FLAMENT .....	95
EX 12 – MASSIF PRISMATIQUE DE SECTION TRIANGULAIRE .....	97

### CHAPITRE V – STATIQUE ET ÉNERGÉTIQUE DES STRUCTURES

EX 1 – STRUCTURES ISOSTATIQUES ET STRUCTURES HYPERSTATIQUES ..	101
EX 2 – CALCUL DES RÉACTIONS DE LIAISON .....	103

EX 3 -	CALCUL DES EFFORTS DE LIAISON .....	105
EX 4 -	EQUILIBRE D'UNE STRUCTURE ISOSTATIQUE .....	107
EX 5 -	EQUILIBRE D'UNE STRUCTURE HYPERSTATIQUE .....	109
EX 6 -	STATIQUE GRAPHIQUE .....	111
EX 7 -	STRUCTURE HYPERSTATIQUE .....	113
EX 8 -	APPLICATION DU THÉORÈME DE MAXWELL-BETTI .....	115
EX 9 -	THÉORÈME DE RÉCIPROCITÉ (MAXWELL-BETTI) .....	117
EX 10 -	THÉORÈME DE CASTIGLIANO ET DE MENABREA .....	119
EX 11 -	THÉORÈME DE MENABREA .....	121
EX 12 -	CALCUL DES EFFORTS DE LIAISON .....	123
EX 13 -	THÉORÈMES DE MENABREA ET CASTIGLIANO .....	125
EX 14 -	THÉORÈMES DES TRAVAUX VIRTUELS .....	127
EX 15 -	STRUCTURE NON LINÉAIRE .....	129
EX 16 -	NON-LINÉARITÉ .....	131

# DEUXIÈME PARTIE : PLAQUES ET COQUES

## CHAPITRE VI - PLAQUES

EX 1 -	PLAQUE RECTANGULAIRE TROUÉE .....	135
EX 2 -	CISAILLEMENT-FLEXION D'UNE PLAQUE MINCE .....	137
EX 3 -	COURONNE CIRCULAIRE MINCE SOUS PRESSION .....	139
EX 4 -	CISAILLEMENT PUR D'UNE COURONNE CIRCULAIRE .....	141
EX 5 -	COURONNE CIRCULAIRE MINCE EN ROTATION .....	143
EX 6 -	FLEXION DANS SON PLAN D'UNE PLAQUE MINCE .....	145
EX 7 -	CALCUL D'UN HUBLOT CIRCULAIRE .....	147
EX 8 -	COURONNE AVEC MOMENT FLÉCHISSANT SUR LE BORD INTÉRIEUR .....	149
EX 9 -	COURONNE CHARGÉE SUR SON BORD EXTERNE .....	151
EX 10 -	FLEXION AXISYMÉTRIQUE D'UN DISQUE MINCE APPUYÉ .....	153
EX 11 -	FLEXION CYLINDRIQUE D'UNE PLAQUE MINCE APPUYÉE .....	155
EX 12 -	FLEXION CYLINDRIQUE D'UNE PLAQUE RECTANGULAIRE .....	157
EX 13 -	FLEXION CYLINDRIQUE D'UNE PLAQUE RECTANGULAIRE .....	159
EX 14 -	FLEXION CYLINDRIQUE D'UN ASSEMBLAGE DE DEUX PLAQUES .....	161
EX 15 -	FLEXION D'UNE PLAQUE RECTANGULAIRE AVEC GRANDS DÉPLACEMENTS .....	163
EX 16 -	PLAQUE TRIANGULAIRE ÉQUILATÉRALE APPUYÉE .....	165
EX 17 -	HUBLOT ELLIPTIQUE ENCASTRÉ SUIVANT SON BORD .....	167
EX 18 -	DISQUE CIRCULAIRE SOUS CHARGEMENT EXCENTRIQUE .....	169

## CHAPITRE VII - GÉOMÉTRIE DES SURFACES

EX 1 -	CYLINDRE DE SECTION DROITE EN « CHAÎNETTE » .....	173
EX 2 -	ETUDE GÉOMÉTRIQUE DU CYLINDRE PARABOLIQUE .....	175
EX 3 -	ETUDE DE LA SURFACE HÉLICOÏDE .....	177
EX 4 -	GÉODÉSIIQUES D'UNE SURFACE .....	179
EX 5 -	INTERPRÉTATION MÉCANIQUE DES COURBURES ET TORSIONS AU SENS DE DARBOUX-RIBAUCCOUR .....	181

## CHAPITRE VIII - COQUES

EX 1 -	RIGIDITÉS LONGITUDINALE ET DE TORSION D'UNE COQUE TRONC-CONIQUE .....	185
EX 2 -	COQUE CYLINDRIQUE PESANTE POSÉE SUR LE SOL .....	187
EX 3 -	CONDUITE DE LIQUIDE CYLINDRIQUE SUR SOL HORIZONTAL .....	189
EX 4 -	DEMI-CYLINDRE SOUMIS À SON PROPRE POIDS .....	191
EX 5 -	CYLINDRE PARABOLIQUE SOUS LE POIDS DE LA NEIGE .....	193
EX 6 -	CYLINDRE DE SECTION CHÂNETTE SOUS SON PROPRE POIDS .....	195
EX 7 -	CYLINDRE LONG SOUS PRESSION INTERNE $P$ .....	197
EX 8 -	DÔME HÉMISPHERIQUE SOUS SON PROPRE POIDS .....	199
EX 9 -	CHAMBRE À AIR TORIQUE SOUS PRESSION .....	201
EX 10 -	CONDUITE CYLINDRIQUE BRIDÉE .....	203
EX 11 -	COQUE CYLINDRIQUE VERTICALE REMPLIE DE LIQUIDE .....	205
EX 12 -	RÉSERVOIR CYLINDRIQUE DE GAZ SOUS PRESSION .....	207
EX 13 -	VOÛTE CYLINDRIQUE D'ÉPAISSEUR $H$ VARIABLE .....	209