

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| I. APPROCHE GLOBALE | 1 |
| 1 – PROBLEMATIQUE | 1 |
| 2 – STATIQUE..... | 3 |
| 3 – CONDITIONS AUX LIMITES ET LIAISONS..... | 5 |
| 4 – STATICITE DES STRUCTURES..... | 8 |
| 5 – NOTION DE CONTRAINTE | 10 |
| II. LOIS DE COMPORTEMENT | 16 |
| 1 – DEFINITIONS | 16 |
| 2 – LES ESSAIS..... | 17 |
| 3 – RESULTATS. CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX..... | 21 |
| 4 – LOI DE HOOKE. MECANIQUE LINEAIRE | 25 |
| III. POUTRES | 28 |
| 1 – DEFINITIONS, HYPOTHESES | 28 |
| 2 – CONTRAINTES DANS LA SECTION DROITE..... | 29 |
| 3 – EQUATIONS D'EQUILIBRE DE LA POUTRE | 30 |
| 4 – DIAGRAMMES | 33 |
| 5 – CHARGE EQUIVALENTE A UNE CHARGE REPARTIE | 35 |
| IV. TRACTION | 45 |
| 1 – TRACTION UNIFORME | 45 |
| 2 – LES LOIS | 46 |
| 3 – TRACTION NON UNIFORME..... | 47 |
| 4 – CALCUL D'UNE POUTRE EN TRACTION..... | 48 |
| 5 – CONCENTRATION DE CONTRAINTE | 49 |
| 6 – ENVELOPPES A PAROIS MINCES..... | 51 |
| V. TORSION | 65 |
| 1 – TORSION PURE UNIFORME..... | 65 |
| 2 – LES LOIS | 67 |
| 3 – CALCUL D'UNE POUTRE EN TORSION..... | 69 |
| 4 – SECTION ECONOMIQUE | 69 |
| 5 – PROBLEME TYPE..... | 70 |
| 6 – RESSORT DE TORSION..... | 71 |
| 7 – TORSION DES POUTRES DE SECTION QUELCONQUE | 72 |
| VI. FLEXION | 82 |
| 1 – FLEXION PURE..... | 82 |
| 2 – LES LOIS | 84 |
| 3 – CALCUL D'UNE POUTRE EN FLEXION | 86 |
| 4 – SECTIONS ECONOMIQUES | 87 |
| 5 – FLEXION DEVIEE..... | 88 |

| | |
|--|------------|
| 6 – DEFORMEE APPROCHEE D'UNE POUTRE DROITE EN FLEXION PLANE. | 90 |
| 7 – EXEMPLE..... | 91 |
| 8 – FORMULES DE BRESSE..... | 92 |
| 9 – POUTRES HYPERSTATIQUES | 94 |
| VII. CISAILLEMENT | 111 |
| 1 – CAS DE CISAILLEMENT | 111 |
| 2 – LES LOIS | 112 |
| 3 – CALCUL D'UNE PIECE AU CISAILLEMENT | 114 |
| 4 – COMPLEMENTS | 116 |
| VIII. SOLLICITATIONS COMPOSEES | 125 |
| 1 – SUPERPOSITION..... | 125 |
| 2 – PRINCIPAUX CAS SIMPLES..... | 125 |
| 3 – FLEXION ET TORSION, MOMENTS IDEAUX..... | 128 |
| 4 – APPROCHE DES TREILLIS..... | 130 |
| IX. FLAMBAGE | 141 |
| 1 – PHENOMENE DE FLAMBAGE D'UNE POUTRE DROITE..... | 141 |
| 2 – THEORIE D'EULER..... | 143 |
| 3 – POUTRE RECTILIGNE COMPRIMEE EXCENTRIQUEMENT | 145 |
| 4 – POUTRE AYANT UNE COURBURE INITIALE..... | 146 |
| 5 – POUTRE REELLE..... | 147 |
| X. METHODES ENERGETIQUES | 154 |
| 1 – DEFINITIONS ET HYPOTHESES | 154 |
| 2 – CALCUL DE L'ENERGIE DE DEFORMATION | 155 |
| 3 – RAIDEUR ET SOUPLESSE..... | 159 |
| 4 – FORMES QUADRATIQUES POUR L'ENERGIE INTERNE | 161 |
| 5 – METHODES « GLOBALES », METHODES « LOCALES »..... | 165 |
| XI. TREILLIS | 177 |
| 1 – BARRES ET POUTRES..... | 177 |
| 2 – STATICITE DES STRUCTURES..... | 178 |
| 3 – DISCRETISATION..... | 180 |
| 4 – DEGRES DE LIBERTE..... | 183 |
| 5 – MECANIQUE LINEAIRE (compléments)..... | 184 |
| 6 – SYMETRIE DES TREILLIS..... | 187 |
| 7 – METHODES ANALYTIQUES ET RESOLUTION CLASSIQUE..... | 189 |
| XII. MATRICE DE RAIDEUR | 193 |
| 1 – MATRICE DE RAIDEUR D'UNE BARRE EN AXES PROPRES | 193 |
| 2 – MATRICE DE RAIDEUR D'UNE POUTRE EN AXES PROPRES | 195 |
| 3 – MATRICE DE RAIDEUR ETENDUE..... | 198 |
| 4 – MATRICE DE RAIDEUR EN AXES STRUCTURAUX (2D) | 199 |
| 5 – ASSEMBLAGE DES MATRICES ELEMENTAIRES..... | 202 |

| | |
|---|-----|
| XIII. METHODE DES DEPLACEMENTS | 204 |
| 1 – LES METHODES MATRICIELLES | 204 |
| 2 – METHODE DES DEPLACEMENTS | 205 |
| 3 – CONDITIONS AUX LIMITES..... | 207 |
| 4 – CONDITIONNEMENT NUMERIQUE..... | 213 |
| 5 – EFFORTS NODAUX, CONTRAINTES DANS LES ELEMENTS | 215 |
| 6 – AXES LOCAUX | 215 |
| XIV. RESOLUTION DU PROBLEME | 217 |
| 1 – INVERSION DU SYSTEME MATRICIEL | 217 |
| 2 – METHODES DIRECTES ET METHODES INVERSEES : PRINCIPE..... | 218 |
| 3 – METHODES DE GAUSS | 219 |
| 4 – AUTRES METHODES DIRECTES..... | 222 |
| 5 – MULTIPLICATEURS DE LAGRANGE | 223 |
| XV. EXEMPLE COMPLET | 228 |
| 1 – MATRICES ELEMENTAIRES ET ASSEMBLAGE | 228 |
| 2 – AUTRES DEFINITIONS DU SYSTEME..... | 230 |
| 3 – CONDITIONS AUX LIMITES ET RESOLUTION | 232 |
| 4 – EFFORTS DANS LES BARRES ET CONTRAINTES | 233 |
| 5 – UTILISATION DES SYMETRIES..... | 236 |
| 6 – VARIANTES | 237 |
| XVI. EXERCICES COMPLEMENTAIRES | 239 |
| 1 – BARRES COAXIALES IDENTIQUES | 239 |
| 2 – AUTRE TREILLIS DE DEUX BARRES..... | 243 |
| 3 – TREILLIS DE CINQ BARRES | 247 |
| XVII. EXTENSION AUX ELEMENTS FINIS | 251 |
| 1 – RETOUR SUR LA METHODE DES DEPLACEMENTS | 251 |
| 2 – EXTENSION DE LA METHODE DES DEPLACEMENTS..... | 252 |
| 3 – METHODE DES ELEMENTS FINIS | 253 |
| Annexe A | 258 |
| Inertie des surfaces | 258 |
| Annexe B | 267 |
| Contraintes en milieu tridimensionnel | 267 |
| INDEX | 273 |