

**INDUSTRIES
ET
TECHNIQUES**

SÉRIE | CONCEPTION

Jean-Charles Craveur
Dominique Marceau

DE LA CAO AU CALCUL

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos

XI

A

Mécanique des milieux continus et éléments finis

1 • Rappels de mécanique	3
1.1 Introduction	3
1.2 Les matériaux	6
1.3 Traction monoaxiale	6
1.4 Chargement quelconque	8
1.5 Courbe de traction	11
1.6 Hypothèses de linéarité	12
2 • Éléments finis	15
2.1 Formulation numérique du problème	15
2.2 Déroulement d'un calcul statique linéaire	18
2.3 Arrêt intempestif du calcul	20
2.4 Bibliothèque d'éléments finis	23
2.5 Données d'un calcul statique linéaire	25
3 • Outils de maillage et post-traitement	29
3.1 Introduction	29
3.2 Mailleurs 1D	29
3.3 Mailleurs 2D	30
3.4 Mailleurs surfaciques en 3D	37
3.5 Points de passage obligés	40
3.6 Mailleurs volumiques	41
3.7 Lissage	44
3.8 Vérifications	45
3.9 Post-traitement	46

4 • Éléments de barre	53
4.1 Présentation du problème	53
4.2 Élément fini de barre	53
4.3 Premier modèle et résultats	56
4.4 Nouveau problème : treillis hyperstatique intérieur	58
4.5 Symétrie du treillis	62
5 • Éléments de poutre	65
5.1 Données du problème	65
5.2 Poutres et rappels de résistance des matériaux	66
5.3 Éléments de poutre	67
5.4 Modélisation du portique	69
5.5 Résultats	72
6 • Éléments de membrane	77
6.1 Énoncé du problème	77
6.2 Présentation des éléments de membrane	79
6.3 Résolution du problème	81
6.4 Jauges de contraintes	88
7 • Éléments de coque : vitrage	93
7.1 Présentation du problème	93
7.2 Théories des éléments de coque	94
7.3 Résolution du problème	97
7.4 Symétrie	102
8 • Éléments de coque : seau	103
8.1 Présentation du problème et hypothèses géométriques	103
8.2 Modélisation 3D surfacique	105
8.3 Chargement et conditions aux limites	108
8.4 Résultats	109
8.5 Modélisation axisymétrique	111
8.6 Contact	114
9 • Seau : deuxième problème	117
9.1 Présentation du problème et hypothèses géométriques	117
9.2 Modélisation du seau sans son anse	118
9.3 Résultats	120
9.4 Modélisation de l'anse seule	120
9.5 Déplacement imposé du seau sans son anse	122
9.6 Raccord poutre-coque	124

10 • Éléments de volume	127
10.1 Présentation du problème	127
10.2 Hypothèses de modélisation	127
10.3 Choix de l'élément fini	128
10.4 Élancement des éléments	129
10.5 Modélisation de la clé et résultats	130
10.6 Prise en compte du jeu	135
11 • Axe	137
11.1 Présentation du problème	137
11.2 Répartition de charge	138
11.3 Corps rigide	142
11.4 Jeu et contact	145
12 • Récapitulatif	151
12.1 Géométrie, modèle et éléments finis	151
12.2 Degrés de liberté et chargements ponctuels	152
12.3 Chargements non ponctuels	154
12.4 Caractéristiques particulières	156
12.5 Résultats accessibles en post-traitement	158

B

Liaison Conception Assistée par Ordinateur Calcul de structures

13 • La CAO	163
13.1 Introduction	163
13.2 La CAO : rappels	163
13.3 Généralités sur l'interfaçage	172
13.4 Interfaçage géométrie/données éléments finis	178
13.5 Passerelles CAO et calcul de structures	182
13.6 Maillage et transfert de maillage (niveau 3)	186
13.7 Données éléments finis (niveau 4)	186
13.8 Voir les choses à l'envers	187
14 • Idéalisation du modèle	189
14.1 Introduction	189
14.2 Exploitation des propriétés géométriques	189
14.3 Simplifications	193
14.4 Idéalisation	194
14.5 Exemple de modèle volumique	196
14.6 Exemple de modèle surfacique	203

14.7	Exemple de modèle linéique	211
14.8	Résumé de la phase d'idéalisation	213
14.9	Passage du filaire (niveau 1)	216
14.10	Passage du surfacique (niveau 2)	220
14.11	Passage du maillage (niveau 3)	221
14.12	Passage du maillage et des données EF (niveau 4)	221

C

Exemples d'application

15 • Table		227
15.1	Présentation du problème	227
15.2	Données du problème et modélisation	228
15.3	Connexion poutre-coque	231
15.4	Modèles et résultats	232
15.5	Stabilité	238
15.6	Stabilité linéaire	244
15.7	Structure imparfaite	245
15.8	Flambement des pieds de la table	246
15.9	Poutre ou coque dans un plan de symétrie	247
16 • Crochet		249
16.1	Présentation	249
16.2	Modélisations possibles	250
16.3	Passage de l'axe et membranes	251
16.4	Charge suspendue et membranes	257
16.5	Charge suspendue et coques	262
16.6	Crochet suspendu et volumes	263
16.7	Récapitulatif et conclusion	267
17 • Bride		271
17.1	Présentation du problème	271
17.2	Données du problème et CAO visuelle	272
17.3	Conditions aux limites et chargement	274
17.4	Précontrainte	279
17.5	Modifications géométriques : éléments de volume	281
17.6	« Précontrainte » seule et résultats	283
17.7	Chargement additionnel	285
17.8	Charges appliquées simultanément	286
17.9	Modélisation surfacique	286
17.10	Comparaison de modèles	290

18 • Triangle de suspension	293
18.1 Présentation du problème	293
18.2 Calculs de la forme de base	295
18.3 Autres formes	299
18.4 Volumes	302
18.5 Réponses dynamiques	305
18.6 Analyse modale	308
18.7 Spécificités liées à l'analyse modale	309
18.8 Analyse modale du triangle	313
18.9 Stabilité	315
19 • Raccord d'éléments	317
19.1 Présentation du problème	317
19.2 Raccords homogènes	317
19.3 Raccords hétérogènes	323
Index alphabétique	331