

L'USINE NOUVELLE

SÉRIE | MATÉRIAUX

Michael F. Ashby

CHOIX
DES MATÉRIAUX
EN CONCEPTION
MÉCANIQUE

DUNOD

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	V
Remerciements	VI
Note sur l'édition française	VI
Téléchargez les diagrammes de sélection	VI
1 • Introduction	1
1.1 Généralités	1
1.2 Les matériaux en conception	2
1.3 L'évolution des matériaux industriels	3
1.4 L'évolution des matériaux dans les aspirateurs	5
1.5 Récapitulation	7
1.6 Bibliographie	8
2 • La conception	9
2.1 Introduction	9
2.2 Le processus de conception	9
2.3 Les différents types de conception	11
2.4 Les outils de conception et les données	12
2.5 Fonction, matériau, géométrie et procédé	14
2.6 Étude de cas : le tire-bouchon	15
2.7 Récapitulation	18
2.8 Bibliographie	20
3 • Propriétés des matériaux	22
3.1 Introduction	22
3.2 Les familles de matériaux	22
3.3 Définitions des propriétés des matériaux	24
3.4 Récapitulation	35
3.5 Bibliographie	35
4 • Diagrammes pour le choix des matériaux	37
4.1 Introduction	37
4.2 Représentation des propriétés des matériaux	38
4.3 Diagrammes de propriétés	43
4.4 Récapitulation	73
4.5 Bibliographie	75

5 • Principes du choix des matériaux	76
5.1 Introduction	76
5.2 Stratégie de choix	77
5.3 Établissement des limites de propriété et des indices de performance	81
5.4 La procédure de choix	91
5.5 Indice de structure	95
5.6 Récapitulation	97
5.7 Bibliographie	97
6 • Choix des matériaux : études de cas	98
6.1 Introduction	98
6.2 Matériaux pour rames	99
6.3 Miroirs de grands télescopes	103
6.4 Matériaux pour pieds de table	108
6.5 Coût – Matériaux de structure pour constructions	112
6.6 Matériaux pour volants d'inertie	117
6.7 Matériaux pour ventilateurs à haut débit	122
6.8 Boules de machine à écrire	125
6.9 Matériaux pour ressorts	129
6.10 Charnières élastiques	134
6.11 Matériaux pour joints	138
6.12 Diaphragmes pour capteurs de pression	142
6.13 Couteaux et pivots	145
6.14 Conception limitée par la déformation	149
6.15 Réservoirs sous pression sûrs	154
6.16 Matériaux rigides à amortissement élevé	158
6.17 Isolation pour conteneurs isothermes	162
6.18 Parois de four à haut rendement énergétique	166
6.19 Matériaux pour chauffage solaire passif	170
6.20 Matériaux minimisant la distorsion thermique dans les instruments de précision	174
6.21 Vannes de robinet en céramique	178
6.22 Paliers en nylon pour gouvernails de bateaux	181
6.23 Conclusions	185
6.24 Bibliographie	185
7 • Choix des matériaux et de la géométrie	187
7.1 Introduction	187
7.2 Facteurs de forme	192
7.3 Performance des sections standard	198
7.4 Limites dues au matériau pour les facteurs de forme	203
7.5 Indices de performance incluant la géométrie	208
7.6 Facteur de forme microscopique ou microstructural	211
7.7 Co-sélection matériau-géométrie	215

7.8	Récapitulation	218
7.9	Bibliographie	220
7.A	Annexe : contraintes géométriques et facteurs de forme associés	221
8	Choix de la géométrie : Études de cas	224
8.1	Introduction	224
8.2	Longerons d'avions	225
8.3	Fourches de vélo de course	229
8.4	Solives : bois ou acier ?	232
8.5	Augmenter la rigidité des tôles d'acier	236
8.6	Ressorts ultra-performants	238
8.7	Récapitulation	242
9	Conception multi-contraintes et multi-objectifs	243
9.1	Introduction	243
9.2	Sélection par application successive des limites	244
9.3	Méthode des facteurs de pondération	246
9.4	Méthodes utilisant la logique floue	248
9.5	Méthodes systématiques de traitement	249
9.6	Objectifs composés, constantes d'échanges	253
9.7	Récapitulation	261
9.8	Bibliographie	262
10	Conception multi-contraintes et multi-objectifs : études de cas	264
10.1	Introduction	264
10.2	Contraintes multiples : bielles pour moteurs	264
10.3	Contraintes multiples : bobinages pour aimants à champ magnétique élevé	269
10.4	Objectifs multiples : matériaux pour	275
10.5	Objectifs multiples : gobelets jetables	279
10.6	Récapitulation	283
11	Procédés de fabrication et conception	285
11.1	Introduction	285
11.2	Les procédés et leur influence sur la conception	286
11.3	Caractéristiques des procédés	300
11.4	Choix systématique d'un procédé	300
11.5	Passage en revue : diagrammes de choix	303
11.6	Classement : coût d'un procédé	315
11.7	Informations complémentaires	322
11.8	Récapitulation	322
11.9	Bibliographie	323

12 • Choix des procédés : cas pratiques	325
12.1 Introduction	325
12.2 Mise en forme d'un ventilateur	325
12.3 Fabrication d'un réservoir sous pression	331
12.4 Mise en forme d'une micro-poutre	334
12.5 Mise en forme des vannes de robinet en céramique	336
12.6 Procédé de fonderie économique	338
12.7 Sélection assistée par ordinateur p	340
12.8 Sélection assistée par ordinateur	344
12.9 Récapitulation	348
12.10 Bibliographie	349
13 • Sources de données	351
13.1 Introduction	351
13.2 Données pour la conception	352
13.3 Passage en revue : structuration	354
13.4 Informations complémentaires	356
13.5 Vérifier et estimer les données	358
13.6 Récapitulation	362
13.7 Bibliographie	363
13.A Annexe : sources de données sur les matériaux	363
14 • Utilisation des sources de données : cas pratiques	383
14.1 Introduction	383
14.2 Données pour un alliage ferreux : acier inox 302	383
14.3 Données pour un alliage non ferreux	385
14.4 Données pour un polymère : le polyéthylène	388
14.5 Données pour une céramique : la zirconie	390
14.6 Donnée pour un polymère chargé	393
14.7 Données pour un composite à matrice métallique : Al/SiC(p)	395
14.8 Donnée pour un composite à matrice polymère	397
14.9 Données pour un matériau naturel : le balsa	399
14.10 Récapitulation	400
14.11 Bibliographie	402
15 • Matériaux, esthétique et design	403
15.1 Introduction	403
15.2 Esthétique et design	404
15.3 Le code-barres	407
15.4 L'évolution des téléphones	408
15.5 La conception des sèche-cheveux	411
15.6 Conception des fourchettes	413
15.7 Récapitulation	415
15.8 Bibliographie	415

16 • Forces motrices pour le changement	417
16.1 Introduction	417
16.2 Force du marché : économie contre performance	417
16.3 La science : la recherche poussée par la curiosité	420
16.4 L'environnement : l'éco-conception	422
16.5 Recycler et réutiliser	428
16.6 Récapitulation	429
16.7 Bibliographie	430
A • Aide-mémoire - formulaire	433
A.1 Équations de constitution	434
A.2 Moments des sections	436
A.3 Flexion élastique (poutres)	438
A.4 Défaillance en flexion (poutres et panneaux)	440
A.5 Flambage (colonnes et plaques)	442
A.6 Torsion (arbres)	444
A.7 Disques statiques et en rotation	446
A.8 Contraintes de contact	448
A.9 Estimation des concentrations de contraintes	450
A.10 Fissures aiguës	452
A.11 Réservoirs sous pression	454
A.12 Vibration des poutres, des tubes et des disques	456
A.13 Fluage et rupture par fluage	458
A.14 Flux de chaleur et de matière	460
A.15 Solutions des équations de diffusion	462
A.16 Bibliographie	464
B • Indices de performance	466
B.1 Introduction	466
B.2 Utilisation des indices	466
• Index	475