

Table des matières

PRÉFACE	V
AVANT-PROPOS	IX
CHAPITRE 1 • DESCRIPTIONS DU MOUVEMENT D'UN MILIEU CONTINU	1
1.1 Solides, fluides	1
1.2 Milieu continu	4
1.3 La théorie cinétique des gaz	6
1.4 Mouvement d'un système matériel	8
1.5 Description lagrangienne du mouvement	13
1.6 Description eulérienne du mouvement	21
Principales formules	30
EXERCICES	32
CHAPITRE 2 • DÉFORMATIONS	42
2.1 Notion intuitive de déformation	43
2.2 Gradient de la transformation	44
2.3 Transport convectif	52
2.4 Dilatations	56
2.5 Déformations	63
2.6 Déplacements	68
2.7 Décomposition du déplacement	70
2.8 Cas d'un mouvement rigidifiant	82
2.9 Déformations en petites transformations	84
2.10 États de déformation particuliers	94
2.11 Conditions de compatibilité	98
Principales formules	103
EXERCICES	105
CHAPITRE 3 • CINÉMATIQUE	111
3.1 Notion de dérivée particulière	112
3.2 Dérivée particulière d'une fonction de point	112

3.3	Dérivées particulières d'un vecteur, d'un vecteur-aire, d'un volume élémentaires	118
3.4	Dérivées particulières d'intégrales : circulation, flux, intégrale de volume	123
3.5	Mouvement isochore	133
3.6	Dérivation selon un champ de vitesses quelconque	137
3.7	Taux de déformation, taux de rotation	139
	Principales formules	150
	EXERCICES	153
CHAPITRE 4 • CONSERVATION DE LA MASSE		158
4.1	Conservation de la masse	158
4.2	Conservation de la masse en description eulérienne	160
4.3	Conservation de la masse en description lagrangienne	164
4.4	Cas d'un mouvement isochore	167
4.5	Application au calcul de certaines dérivées particulières	168
4.6	Cas d'un mouvement interne	171
4.7	Fonction de courant pour certains mouvements permanents	173
	Principales formules	175
	EXERCICES	177
CHAPITRE 5 • BILAN DE QUANTITÉ DE MOUVEMENT. CONTRAINTES		180
5.1	Efforts exercés sur une partie d'un système matériel	181
5.2	Torseur cinétique et torseur dynamique	184
5.3	Loi fondamentale de la dynamique	186
5.4	Existence du tenseur des contraintes de Cauchy	189
5.5	Retour sur la loi fondamentale de la dynamique	192
5.6	Conditions aux limites naturelles	197
5.7	Étude du tenseur des contraintes de Cauchy	198
5.8	Cercles de Mohr	203
5.9	Quelques états de contraintes particuliers	208
5.10	Contraintes en description lagrangienne	212
5.11	Efforts intérieurs. Théorème de l'énergie cinétique	216
5.12	Principe des puissances virtuelles	223
	Principales formules	228
	EXERCICES	231
CHAPITRE 6 • ÉQUATIONS DE BILAN		243
6.1	Flux convectif	245

6.2	Équation de bilan pour un domaine matériel (description eulérienne)	247
6.3	Équation de bilan pour un domaine animé d'un mouvement propre	253
6.4	Équation de bilan pour un domaine fixe	256
6.5	Forme locale d'une équation de bilan	258
6.6	Conditions aux limites naturelles	261
6.7	Équation de bilan en description lagrangienne	264
6.8	Tableau des correspondances	266
	Principales formules	267
CHAPITRE 7 • BILANS D'ÉNERGIE ET D'ENTROPIE		269
7.1	Bilan d'énergie (premier principe de la thermodynamique)	270
7.2	Bilan d'énergie interne	279
7.3	Énergie de déformation	282
7.4	Bilan d'énergie interne en description lagrangienne	289
7.5	Bilan d'entropie (second principe de la thermodynamique)	290
7.6	Bilan des lois de bilan	301
	Principales formules	303
	EXERCICES	305
CHAPITRE 8 • ÉQUATION AUX DISCONTINUITÉS ASSOCIÉE À UNE LOI DE BILAN		308
8.1	Domaine matériel traversé par une surface de discontinuité	310
8.2	Dérivée particulière d'une intégrale de volume	312
8.3	Équation aux discontinuités associée à une loi de bilan	314
8.4	Application à la loi de conservation de la masse	317
8.5	Application à la loi de bilan de quantité de mouvement	319
8.6	Application à la loi de bilan d'énergie	321
8.7	Équation de Rankine-Hugoniot	325
8.8	Application au bilan d'entropie	325
8.9	Équation aux discontinuités en description lagrangienne	326
	Principales formules	330
	EXERCICE	331
CHAPITRE 9 • LOIS DE COMPORTEMENT		333
9.1	Généralités sur les lois de comportement	334
9.2	Variables d'état	341
9.3	Potentiel thermodynamique et lois d'état	343
9.4	Dissipation et lois complémentaires	354
9.5	Bilan	364

9.6	Milieux hyperélastiques	367
9.7	Fluides divariants	376
	ANNEXE	389
	EXERCICES	393
ANNEXE A • ALGÈBRE TENSORIELLE		402
A.1	Espaces	403
A.2	Convention de l'indice muet	404
A.3	Tenseurs	405
A.4	Produit tensoriel	413
A.5	Contraction d'un tenseur	417
A.6	Produit contracté	418
A.7	Tenseur d'orientation	424
A.8	Formulaire d'algèbre tensorielle	430
	EXERCICES	432
ANNEXE B • ANALYSE TENSORIELLE		435
B.1	Gradient	436
B.2	Divergence	438
B.3	Laplacien	440
B.4	Rotationnel	441
B.5	Transformations d'intégrales	443
B.6	Formulaire d'analyse tensorielle	446
	EXERCICES	450
ANNEXE C • OPÉRATEURS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES EN COORDONNÉES CURVILIGNES ORTHOGONALES		452
C.1	Système de coordonnées curvilignes orthogonales	452
C.2	Coordonnées cartésiennes	458
C.3	Coordonnées cylindriques	460
C.4	Coordonnées sphériques	462
BIBLIOGRAPHIE		465
NOTATIONS, DIMENSIONS, UNITÉS		471
INDEX		481