
Table des matières

AVANT-PROPOS	VII
CHAPITRE 1 • INTRODUCTION	1
1.1 Objet de la mécanique	1
1.2 Objectif de l'ouvrage	2
CHAPITRE 2 • OUTILS MATHÉMATIQUES	5
2.1 Objectifs	5
2.2 Généralités sur les vecteurs	5
2.2.1 Vecteur libre	5
2.2.2 Produit scalaire	6
2.2.3 Base	6
2.2.4 Changement de base orthonormée	7
2.2.5 Notion de référentiel d'espace	7
2.2.6 Repère cartésien	8
2.2.7 Changement de repère	8
2.2.8 Repères curvilignes orthonormés	9
2.2.9 Généralités sur le produit vectoriel	14
2.2.10 Champ de vecteurs libres	15
2.2.11 Vecteurs liés et système vectoriel	16
2.3 Torseur	18
2.3.1 Définition	18
2.3.2 Propriétés des torseurs	18

2.3.3	Axe central d'un torseur	20
2.3.4	Réduction d'un torseur	21
CHAPITRE 3 • CINÉMATIQUE		23
3.1	Objectifs	23
3.2	Notion de temps - Généralités	23
3.3	Cinématique du solide parfait	25
3.3.1	Notion de solide parfait	25
3.3.2	Repérage d'un solide	26
3.3.3	Torseur cinématique - Distribution des vitesses	29
3.3.4	Axe instantané de rotation	30
3.3.5	Cas particuliers de mouvements	31
3.3.6	Calcul du vecteur taux de rotation à partir de trois vitesses	34
3.4	Composition des mouvements	35
3.4.1	Dérivation composée	35
3.4.2	Composition des vitesses	37
3.4.3	Composition des taux de rotation instantanés	38
3.4.4	Composition des accélérations	38
3.5	Les liaisons	40
3.5.1	Définitions	40
3.5.2	Autres définitions	41
3.5.3	Solides en contact ponctuel	41
3.5.4	Autres liaisons	43
3.6	Mouvement plan sur plan	50
3.6.1	Définition	50
3.6.2	Centre instantané de rotation	50
3.6.3	Base et roulante	52
3.6.4	Détermination analytique des coordonnées du CIR	53
3.7	Applications	54
3.7.1	Tige en rotation autour d'un axe fixe	54
3.7.2	Disque à l'extrémité d'une tige en rotation autour d'un axe fixe	57
3.7.3	Roulement à aiguilles	58
3.7.4	Disque roulant sur un axe	60
3.7.5	Roue de manège	63
3.7.6	Système articulé barres et disque	64
3.7.7	Roulement sans glissement d'un cône	67
CHAPITRE 4 • GÉOMÉTRIE DES MASSES		71
4.1	Objectifs	71
4.2	Notion de masse	71
4.2.1	Systèmes discrets	72

4.2.2	Systèmes continus	72
4.3	Centre d'inertie	72
4.3.1	Définition	72
4.3.2	Détermination du centre de masses	73
4.4	Moment d'inertie, opérateur d'inertie	75
4.4.1	Définition du moment d'inertie	75
4.4.2	Théorème de Huyghens	76
4.4.3	Moment d'inertie par rapport à un axe (Δ) quelconque	77
4.4.4	Écriture de l'opérateur d'inertie	78
4.4.5	Axes principaux d'inertie	79
4.4.6	Propriétés	80
4.5	Centres et matrices d'inertie pour quelques solides	81
4.6	Applications	83
4.6.1	Centre d'inertie d'un quart de cercle de rayon R	83
4.6.2	Centre d'inertie d'un cône plein	84
4.6.3	Centre d'inertie d'une plaque triangulaire	84
4.6.4	Matrice d'inertie d'un cylindre plein	86
4.6.5	Matrice d'inertie d'une sphère pleine	88
4.6.6	Matrice d'inertie d'une sphère creuse à paroi mince	89
4.6.7	Matrice d'inertie d'une plaque rectangulaire	89
4.6.8	Matrice d'inertie d'un cône plein	91
CHAPITRE 5 • CINÉTIQUE		93
5.1	Objectifs	93
5.2	Grandeurs associées aux vitesses	93
5.2.1	Quantité de mouvement, moment cinétique	93
5.2.2	Torseur cinétique	94
5.2.3	Energie cinétique	97
5.3	Grandeurs associées aux accélérations	99
5.3.1	Torseur dynamique	99
5.4	Applications	103
5.4.1	Énergie cinétique d'un cône roulant sur un plan	103
5.4.2	Torseur dynamique d'un cône roulant sur un plan	106
CHAPITRE 6 • DYNAMIQUE		109
6.1	Objectifs	109
6.2	Torseur d'action	109
6.3	Actions solide-solide	111
6.3.1	Les forces à distance	111
6.3.2	Actions de contact, lois de Coulomb	113

6.3.3	Liaisons parfaites classiques	117
6.4	Principe fondamental de la dynamique	118
6.4.1	Rappel de la dynamique des particules	118
6.4.2	Principe fondamental de la dynamique pour un système matériel	124
6.5	Applications	127
6.5.1	Système masses-poulie	127
6.5.2	Adhérence d'une roue motrice	131
6.5.3	Disque roulant sur un plan	133
6.5.4	Bille dans une gouttière	136
6.5.5	Solide mobile autour d'un axe fixe	138
6.5.6	Véhicule simplifié	141
6.5.7	Remorque à roue unique	147
6.5.8	Tige fixée au centre d'un disque	151
6.5.9	Système articulé barres et disque	154
6.5.10	Train d'atterrissage	158
6.5.11	Toupie	162
CHAPITRE 7 • THÉORÈME DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE		167
7.1	Objectifs	167
7.2	Puissance et travail d'une force	167
7.2.1	Définitions	167
7.2.2	Généralisation	169
7.2.3	Cas des solides indéformables	169
7.2.4	Changement de repère	170
7.2.5	Puissance des actions de contact entre deux solides	171
7.3	Théorème de l'énergie cinétique	172
7.3.1	Cas d'un système discontinu	172
7.3.2	Cas du solide indéformable	172
7.3.3	Conservation de l'énergie mécanique	173
7.4	Applications	174
7.4.1	Pendule pesant	174
7.4.2	Demi-disque oscillant sur un plan	177
7.4.3	Toupie	179
7.4.4	Équilibres stables ou instables	181
FORMULAIRE		187
INDEX		197