

Table des matières

Introduction	11
Chapitre 1. Principe fondamental de la dynamique	13
1.1. Le principe fondamental de la dynamique et ses conséquences scalaires.	13
1.1.1. Énoncé du principe fondamental de la dynamique	13
1.1.2. Choix du repère	14
1.1.3. Échelle privilégiée du temps	16
1.2. Principes auxiliaires.	18
1.2.1. Premier principe auxiliaire de décomposition des effets	19
1.2.2. Deuxième principe auxiliaire des générateurs d'efforts.	19
1.2.3. Troisième principe auxiliaire des récepteurs d'efforts	20
1.3. Mouvement d'un ensemble (\mathcal{S}) dans un repère quelconque $\langle \lambda \rangle$	20
1.3.1. Exposé du contexte	20
1.3.2. Composition des accélérations	21
1.3.3. Torseur d'inertie de Coriolis	22
1.3.4. Torseur d'inertie d'entraînement	22
1.3.5. Relation entre les torseurs dynamiques dans les deux repères.	23
1.3.6. Application du principe fondamental	24
1.4. Mouvement d'un solide indéformable dans un repère quelconque	25
1.4.1. Torseur d'inertie de Coriolis	26
1.4.2. Torseur d'inertie d'entraînement	27
Chapitre 2. Le solide dans l'espace – Efforts et liaisons – Puissance	29
2.1. Degrés de liberté d'un solide	29
2.2. Le solide libre	30

2.2.1. Torseur distributeur des vitesses	30
2.2.2. Torseur cinétique	31
2.2.3. Torseur dynamique	31
2.2.4. Énergie cinétique	32
2.2.5. Application du principe fondamental de la dynamique	32
2.3. Le solide lié et les liaisons	33
2.3.1. Liaisons	33
2.3.2. Liaisons paramétrables	34
2.3.3. Le solide lié	34
2.3.3.1. Torseur distributeur des vitesses	35
2.3.3.2. Torseur cinétique	35
2.3.3.3. Torseur dynamique	35
2.3.3.4. Énergie cinétique	36
2.3.3.5. Application du principe fondamental	37
2.4. Puissance virtuelle développée sur un ensemble matériel (\mathcal{D})	37
2.5. Puissance des efforts exercés sur un solide	39
2.5.1. Définition	39
2.5.2. Champ de forces discret	39
2.5.3. Ensemble mécanique indéformable	40
2.5.4. Ensemble mécanique continu	40
2.6. Propriétés de la puissance	41
2.6.1. Puissances développées dans deux repères distincts	41
2.6.2. Cas d'un système de forces équivalent à zéro agissant sur un solide	41
2.6.3. Cas d'un système de forces équivalent à zéro agissant sur un ensemble mécanique déformable	42
2.6.4. Puissances partielles	43

Chapitre 3. Conséquences scalaires du principe fondamental – Équations du mouvement 45

3.1. Principe d'établissement des équations du mouvement	45
3.1.1. Projection vectorielle	46
3.1.2. Produits torsoriels	47
3.1.3. Choix des conséquences scalaires représentatives	47
3.2. Équations du mouvement d'un solide	48
3.2.1. Conséquences scalaires par projection vectorielle	49
3.2.1.1. Projections des théorèmes de la somme et du moment dynamique	49
3.2.1.2. Exercice 1 – Théorèmes de la somme et du moment dynamique	49

3.2.1.3. Exercice 2 – Projection vectorielle du principe fondamental.	59
3.2.2. Conséquences scalaires de la mécanique analytique du mouvement.	67
3.2.3. Indépendance linéaire des torseurs	68
3.2.4. Exercice 3 – Conséquences scalaires par la mécanique analytique	71
3.3. Équations du mouvement du solide libre	83
3.4. Équations du mouvement du solide lié, à liaisons paramétrables	86
3.4.1. Torseur distributeur des vitesses et torseurs distributeurs partiels	87
3.4.2. Cas de liaisons paramétrables indépendantes du temps.	88
3.4.3. Cas de liaisons paramétrables dépendantes du temps	88
3.4.4. Liaisons paramétrables parfaites	89
3.5. Expression énergétique des équations de la mécanique analytique	89
3.5.1. Cas de liaisons paramétrables explicitement indépendantes du temps	89
3.5.2. Cas de liaisons paramétrables explicitement dépendantes du temps	90
3.6. Exemple récapitulatif	92
3.6.1. Repérage du solide	93
3.6.2. Liaisons.	94
3.6.3. Cinématique du solide	95
3.6.4. Cinétique du solide	97
3.6.4.1. Torseur cinétique	97
3.6.4.2. Torseur dynamique.	98
3.6.4.3. Énergie cinétique	101
3.6.4.4. Équations de la projection vectorielle.	102
3.6.4.5. Équations de la mécanique analytique	104

Chapitre 4. Cas d'application particuliers 111

4.1. Simulation du mouvement de la Terre	111
4.1.1. Application du principe fondamental	111
4.1.2. Théorème du moment dynamique en G	113
4.1.2.1. Premier cas $A = B = C$	115
4.1.2.2. Deuxième cas $A = B \neq C$	116
4.1.3. Théorème de la somme dynamique	122
4.1.3.1. Premier cas	122
4.1.3.2. Deuxième cas	123
4.2. Pendule de Foucault.	129
4.2.1. Observation du phénomène	129

4.2.2. Analyse du phénomène	130
4.2.2.1. Schématisation du mouvement de la Terre.	130
4.2.2.2. Étude du mouvement du pendule	134

Chapitre 5. Formulaire méthodologique 141

5.1. Cadre de référence du mouvement d'un solide	141
5.1.1. Représentation d'un repère	141
5.1.2. Repère de référence.	143
5.1.3. Repérage du solide	143
5.1.4. Notion de base dans un repère	147
5.2. Cinématique du solide	147
5.2.1. Cinématique d'un point matériel M	148
5.2.1.1. Trajectoire et vitesse du point matériel	148
5.2.1.2. Influence de la base de dérivation	151
5.2.1.3. Accélération du point matériel	152
5.2.2. Cinématique du solide indéformable.	153
5.2.2.1. Champ de vitesse d'un solide indéformable	153
5.2.2.2. Torseur distributeur des vitesses	153
5.2.2.3. Torseurs distributeurs partiels	154
5.2.2.4. Champ des accélérations du solide indéformable.	155
5.3. Mouvement plan sur plan	156
5.3.1. Cinématique du solide	156
5.3.2. Base et roulante du mouvement plan sur plan	157
5.4. Composition des mouvements.	159
5.4.1. Composition des vitesses	159
5.4.2. Composition des accélérations	160
5.5. Cinétique du solide indéformable.	161
5.5.1. Centre de mesure	161
5.5.1.1. Définition	161
5.5.1.2. Propriétés de la mesure μ et du centre de mesure.	162
5.5.1.3. Centre de gravité d'un solide.	162
5.5.2. Quantité de mouvement et torseur cinétique	163
5.5.2.1. Définitions.	163
5.5.2.2. Torseur cinétique d'un solide et opérateur d'inertie	164
5.5.2.3. Théorème d'Huygens	166
5.5.3. Torseur dynamique	167
5.5.3.1. Définition	167
5.5.3.2. Relations entre torseurs cinétique et dynamique	167
5.5.4. Énergie cinétique	168
5.5.4.1. Définitions.	168
5.5.4.2. Notation indicielle et torsorielle	169

5.5.4.3. Dérivées de l'énergie cinétique	171
5.5.4.4. Mouvement dépendant explicitement du temps	172
5.5.4.5. Partition d'un ensemble mécanique en éléments disjoints . .	173
Liste des notations	175
Bibliographie	181
Index	183
Sommaire du volume 1.	187
Sommaire du volume 2.	189