

Table des matières

1^{ère} Partie

LES TORSEURS

Chapitre 1. Cours	13
1. Champ de vecteurs	14
1.1. Définition	14
1.2. Champ uniforme	14
1.3. Champ central	14
1.4. Champ antisymétrique (ou champ de moments)	14
1.5. Champ équiprojectif	14
1.6. Théorème de Delassus	15
1.7. Applications pédagogiques	15
2. Torseurs	17
2.1. Définition	17
2.2. Eléments de réduction - Notation	18
2.3. Application pédagogique	18
3. Opérations sur les torseurs	19
3.1. Egalité	19
3.2. Somme	19
3.3. Produit ou comoment	19
3.4. Multiplication par un scalaire	20
3.5. Application pédagogique	20
4. Invariants d'un torseur	21
4.1. Invariant scalaire ou automoment	21
4.2. Invariant vectoriel	21
4.3. Application pédagogique	22
5. Axe central d'un torseur	23
5.1. Définition	23
5.2. Pas d'un torseur	23
5.3. Moment central	23
5.4. Equation vectorielle de l'axe central	24

5.5.	Interprétation géométrique - Représentation graphique de l'axe central	24
5.6.	Détermination analytique de l'axe central	25
5.7.	Applications pédagogiques	26
6.	Torseurs particuliers	28
6.1.	Torseur glisseur ou torseur à résultante	28
6.2.	Torseur couple	29
6.3.	Torseur nul	29
6.4.	Applications pédagogiques	30
7.	Décomposition d'un torseur	31
7.1.	Décomposition canonique	31
7.2.	Décomposition centrale	32
8.	Interprétation géométrique - Origine du mot torseur	32
9.	Classification des torseurs	33
10.	Torseur associé à un ensemble de vecteurs	33
10.1.	Proposition	33
10.2.	Application pédagogique	34
11.	Torseur associé à une densité de vecteurs $\vec{f}(M)$	35
11.1.	Proposition	35
11.2.	Applications pédagogiques	36
12.	Tableau récapitulatif	38
Chapitre 2.	Boîte à outils	39
1.	Résumé de cours	40
1.1.	Généralités	40
1.1.1.	Définition	40
1.1.2.	Éléments de réduction	40
1.1.3.	Invariant scalaire ou automoment	40
1.1.4.	Invariant vectoriel	40
1.2.	Opérations sur les torseurs	41
1.2.1.	Égalité	41
1.2.2.	Somme	41
1.2.3.	Produit ou comoment	41
1.3.	Torseurs particuliers	41
1.3.1.	Glisseur	41

1.3.2. Couple	41
1.4. Axe central	42
1.4.1. Définition	42
1.4.2. Equation vectorielle - Détermination géométrique	42
2. Les fiches de synthèse	43
Fiche n° 1 : généralités	43
Fiche n° 2 : opérations sur les torseurs	44
Fiche n° 3 : torseurs particuliers	45
Fiche n° 4 : axe central d'un torseur	46
Fiche n° 5 : torseur associé à un ensemble de vecteurs liés	47
Fiche n° 6 : décomposition canonique - décomposition centrale	48
3. Tableau mnémotechnique	49
 Chapitre 3. Exercices corrigés	 51
1. Série n° 1 : pour commencer	52
2. Série n° 2 : pour s'exercer	70
3. Série n° 3 : pour approfondir	91

2^{ème} Partie

CINEMATIQUE DU SOLIDE

Chapitre 4. Cours	121
1. Paramétrage d'un solide - Angles d'Euler	122
1.1. Repérage d'un solide	122
1.1.1. Paramètres de position	122
1.1.2. Nombre de degré de liberté d'un solide	123
1.2. Angles d'Euler	123
1.3. Expression du vecteur instantané de rotation	126
1.4. Méthode Pratique - Technique du W	127
1.5. Application pédagogique n° 1	130
2. Dérivation composée	133
2.1. Dérivée d'un vecteur de base	133
2.1.1. Rotation plane	133
2.1.2. Cas général	133

2.2.	Changement de base de dérivation	134
2.3.	Application pédagogique n° 2	134
3.	Solide indéformable	136
3.1.	Définition	136
3.2.	Repère lié au solide indéformable	136
3.3.	Equiprojectivité du champ des vitesses d'un solide indéformable	136
3.4.	Torseur cinématique - Relation de Varignon	137
3.5.	Axe instantané de rotation et de glissement (AIRG)	138
3.6.	Surfaces axoïdes	138
3.7.	Equivalence solide - repère	138
3.8.	Application pédagogique n° 3	138
3.9.	Champ des accélérations d'un solide - Formule de Rivals	140
4.	Mouvements particuliers d'un solide	141
4.1.	Mouvement de translation	141
4.2.	Mouvement de rotation autour d'un axe fixe	142
4.3.	Mouvement général d'un solide	142
5.	Composition des mouvements	143
5.1.	Composition des vitesses	143
5.2.	Composition des accélérations	144
5.3.	Composition des vecteurs instantanés de rotation	145
5.4.	Composition des torseurs cinématiques	146
5.5.	Application pédagogique n° 4	146
6.	Cinématique de contact	149
6.1.	Les trois points I	149
6.2.	Vitesse de glissement	150
6.3.	Application pédagogique n° 5	151
6.4.	Glissement, pivotement et roulement	152
6.5.	Application pédagogique n° 6	153
7.	Tableau récapitulatif	155
Chapitre 5.	Boîte à outils	157
1.	Résumé de cours	158
1.1.	Paramétrage d'un solide - Angles d'Euler	158
1.1.1.	Paramètres de position	158

1.1.2. Nombre de degré de liberté d'un solide	158
1.1.3. Angles d'Euler	158
1.1.4. Figures de calcul	158
1.1.5. Expression du vecteur rotation instantané	158
1.1.6. Technique du W	159
1.2. Champ de vitesses - Torseur cinématique - Composition des mouvements	159
1.2.1. Formule de Bour	159
1.2.2. Solide indéformable	159
1.2.3. Champ des vitesses d'un solide - Torseur cinématique	159
1.2.4. Axe instantané de rotation et de glissement (AIRG)	160
1.2.5. Champ des accélérations d'un solide - Formule de Rivals	160
1.2.6. Composition des mouvements	160
1.3. Cinématique de contact	161
1.3.1. Vitesse de glissement	161
1.3.2. Condition de roulement sans glissement	161
2. Les fiches de synthèse	162
Fiche n° 1 : dérivation composée - Formule de Bour	162
Fiche n° 2 : torseur cinématique	163
Fiche n° 3 : solide indéformable	164
Fiche n° 4 : lois de composition	165
Fiche n° 5 : angles d'Euler	166
Fiche n° 6 : vitesse de glissement	167
3. Les tableaux mnémotechniques	168
 Chapitre 6 . Exercices corrigés	 171
1. Série n° 1 : pour commencer	172
2. Série n° 2 : pour s'exercer	203
3. Série n° 3 : pour approfondir	239
 Références bibliographiques	 275
Index	279