

## TABLE DES MATIERES

<b>I - VECTEURS</b>	page 13
<b>1. Généralités</b>	13
1.1 Distinctions fondamentales	14
1.2 Vecteurs	15
1.3 Bipoints	16
<b>2. Propriétés des vecteurs</b>	16
2.1 Somme	16
2.2 Multiplication par un scalaire	16
2.3 Base	17
<b>3. Opérations sur les vecteurs</b>	18
3.1 Produit scalaire	18
3.2 Produit vectoriel	19
3.3 Produit mixte de trois vecteurs libres	20
3.4 Double produit vectoriel	20
3.5 Division vectorielle	21
<i>Résumé</i>	22
<i>Exercices</i>	24
<b>II - VECTEURS GLISSANTS - TORSEURS</b>	31
<b>1. Vecteurs glissants</b>	31
1.1 Définition	31
1.2 Moment d'un vecteur glissant en un point	31
1.3 Coordonnées vectorielles	32
1.4 Moment par rapport à un axe	33
<b>2. Torseurs</b>	34
2.1 Définition	34
2.2 Cas particuliers	35
2.3 Opérations sur les torseurs	36
2.4 Equiprojectivité	37
2.5 Axe central	38
<b>3. Systèmes de vecteurs glissants</b>	39
3.1 Définition	39
3.2 Propriété fondamentale - torseur associé	40
3.3 Systèmes équivalents	40
3.4 Exemples d'équivalence	41
3.5 Opérations sur les vecteurs glissants	42
<i>Résumé</i>	44
<i>Exercices</i>	46

### III - DERIVATION VECTORIELLE

#### 1. Généralités - Définitions

1.1 La cinématique

1.2 Le temps

1.3 Notion de mouvement et de repos - repérage

1.4 Vecteurs fonctions d'une variable

#### 2. Dérivation vectorielle relativement à une base

2.1 Définition

2.2 Extensions

2.3 Propriétés

2.4 Dérivée d'un vecteur exprimé dans la base de dérivation

#### 3. Repère mobile - Vecteur rotation

3.1 Dérivée d'un vecteur de mesure constante

3.2 Dérivée d'un vecteur lié à une base mobile

3.3 Exemple de la rotation autour d'un axe fixe

3.4 Dérivation composée d'un vecteur quelconque

3.5 Composition des rotations

3.6 Exemples

Résumé

Exercices

### IV - CINEMATIQUE DU POINT

#### 1. Position

1.1 Définition du point

1.2 Paramétrage

1.3 Trajectoire de  $P$  dans  $R_0$

#### 2. Vecteur vitesse

2.1 Définition

2.2 Abscisse curviligne

2.3 Composantes du vecteur vitesse

2.4 Composition des vitesses

2.5 Hodographe

#### 3. Accélération

3.1 Définition - interprétation

3.2 Composantes du vecteur accélération

3.3 Composantes intrinsèques

3.4 Composition des accélérations

#### 4. Mouvements particuliers classiques

4.1 Mouvement de chute libre

4.2 Mouvement rectiligne

4.3 Mouvement circulaire

4.4 Mouvement hélicoïdal uniforme

4.5 Mouvement à accélération centrale

4.6 Mouvement plan quelconque

Résumé

53  
53  
53  
53  
54  
54  
55  
55  
56  
56  
57  
57  
57  
58  
60  
60  
61  
62  
64  
66  
69  
69  
69  
69  
71  
71  
71  
72  
73  
74  
76  
76  
76  
77  
77  
79  
80  
80  
80  
81  
82  
82  
83  
85

<i>Exercices</i>	88
<b>V - CINEMATIQUE DU SOLIDE</b>	<b>97</b>
<b>1. Paramétrage</b>	<b>97</b>
1.1 Paramètres primitifs	97
1.2 Exemples	98
1.3 Liaisons	100
<b>2. Champ des vitesses - Torseur cinématique</b>	<b>100</b>
2.1 Equiprojectivité	100
2.2 Torseur distributeur des vitesses	101
2.3 Composition des mouvements	102
<b>3. Mouvements particuliers</b>	<b>104</b>
3.1 Translation (liaison glissière)	104
3.2 Rotation autour d'un axe fixe (liaison pivot)	104
3.3 Contact ponctuel	104
3.4 Rotation autour d'un point fixe (liaison rotule)	106
3.5 Combinaison de liaisons	106
3.6 Liaison hélicoïdale	107
<b>4. Champ des accélérations d'un solide</b>	<b>107</b>
<i>Résumé</i>	<i>109</i>
<i>Exercices</i>	<i>113</i>
<b>VI - MOUVEMENTS PLANS</b>	<b>129</b>
<b>1. Définition</b>	<b>129</b>
1.1 Définition du mouvement plan sur plan	129
1.2 Torseur distributeur des vitesses	130
<b>2. Centre instantané de rotation</b>	<b>130</b>
2.1 Définition	130
2.2 Propriétés	131
2.3 Base et roulante	133
2.4 Mouvement de trois plans	134
<b>3. Profils conjugués</b>	<b>135</b>
3.1 Définition	135
3.2 Propriétés du point caractéristique	135
3.3 Théorème de l'équerre - courbure - centre de courbure	136
<b>4. Exemples de mouvements plans</b>	<b>137</b>
4.1 Coulisses	137
4.2 Cames	139
4.3 Croix de Malte	141
<b>5. Engrenages cylindriques à denture droite</b>	<b>141</b>
5.1 Définitions	141
5.2 Méthode des enveloppes	143
5.3 Méthode des roulettes	143
5.4 Terminologie	145
5.5 Trains d'engrenages	145

*Résumé**Exercices***VII - CHAINES CINEMATIQUES**

	148
	149
<b>1. Schéma de principe - graphe</b>	<b>155</b>
1.1 Définitions	155
1.4 Exemples	155
<b>2. Liaisons simples, composées, équivalentes</b>	<b>156</b>
2.1 Liaisons simples - définitions	157
2.2 Liaisons en parallèle	157
2.3 Liaisons en série	158
2.4 Graphe minimal	161
<b>3. Structure des mécanismes - nombre cyclomatique</b>	<b>162</b>
3.1 Chaînes ouvertes	163
3.2 Chaînes continues fermées	163
3.3 Nombre cyclomatique $\gamma$	163
<b>4. Mobilité d'un mécanisme</b>	<b>164</b>
4.1 Mobilité d'une liaison	164
4.2 Mobilité d'un mécanisme	164
4.3 Exemples	165
<b>5 Loi entrée-sortie</b>	<b>166</b>
5.1 Définition	166
5.2 Premier exemple : système bielle-manivelle	166
5.3 Deuxième exemple : réducteur épicycloïdal	167

*Résumé**Exercices***VIII - FORCES ET ACTIONS MECANIQUES**

	177
<b>1. Forces</b>	<b>177</b>
1.1 Généralités	177
1.2 Définition d'une force ponctuelle	178
<b>2. Actions mécaniques ponctuelles</b>	<b>179</b>
2.1 Notion d'action mécanique	179
2.2 Solides et systèmes déformables	180
<b>3. Torseurs d'actions mécaniques</b>	<b>180</b>
3.1 Actions mécaniques ponctuelles	180
3.2 Actions mécaniques réparties	181
3.3 Exemples	183
3.4 Cas de la pesanteur	184
3.5 Actions mécaniques équivalentes	186

*Résumé**Exercices*

<b>IX - ACTIONS DE CONTACT - LIAISONS</b>	<b>195</b>
<b>1. Contact ponctuel</b>	<b>195</b>
1.1 Définition - actions mécaniques	195
1.2 Possibilités de déplacement	196
<b>2. Lois de Coulomb</b>	<b>196</b>
2.1 Lois concernant la somme $\vec{R}(1 \rightarrow 2)$ des actions de contact	196
2.2 Lois concernant le moment $\vec{M}_I(1 \rightarrow 2)$ des actions de contact	197
2.3 Contact ponctuel parfait	198
<b>3. Liaisons entre solides</b>	<b>199</b>
3.1 Généralités	199
3.2 Torseur caractéristique d'une liaison	200
<b>4. Différentes liaisons sans frottement</b>	<b>200</b>
4.1 Etude de quelques liaisons de guidage parfaites	200
4.2 Exemple d'une liaison de transformation de mouvement : liaison hélicoïdale	203
<b>5. Schématisation d'une liaison réelle</b>	<b>204</b>
5.1 Premier exemple	204
5.2 Modélisation de quelques liaisons par roulements et butées	205
<i>Résumé</i>	207
<b>X - EQUILIBRE DES SYSTEMES MATERIELS</b>	<b>209</b>
<b>1. Principe fondamental</b>	<b>209</b>
1.1 Principe fondamental de la mécanique	209
1.2 Cas de la statique	209
1.3 Utilisation	210
1.4 Théorème des actions mutuelles	211
<b>2. Equilibre des ensembles de solides</b>	<b>211</b>
2.1 Objet de l'étude	211
2.2 Inconnues	212
2.3 Moyens	212
2.4 Différents cas	213
2.5 Systèmes d'actions particuliers	213
<b>3. Associations de liaisons - liaisons équivalentes</b>	<b>215</b>
3.1 Définition	215
3.2 Liaisons en parallèle	215
3.3 Liaisons en série	216
3.4 Isostatisme ou hyperstatisme d'une association de liaisons	217
<b>4. Recommandations pratiques</b>	<b>218</b>
3.1 Simplifications	218
3.2 Méthode de résolution	219
<b>4. Exemple type : treuil</b>	<b>219</b>
<i>Résumé</i>	222
<i>Exercices</i>	225

## **XI - PROBLEMES DE STATIQUE**

- 1. Meule**
- 2. Elément de charpente plan**
- 3. Trois disques empilés**
- 4. Echelle contre un mur**
- 5. Système bielle-vilebrequin**
- 6. Mesure du coefficient de frottement**
- 7. Treuil et son système de freinage**
- 8. Tabouret**
- 9. Frein électromécanique**
- 10. Joint de cardan**
  - 10.1 Etude de la transmission par joint de Cardan
  - 10.2 Calcul des efforts, frein serré