

# table des matières

PREFACE .....	V
AVANT-PROPOS .....	IX

## prologue • notations

1. NOTATION $\Delta x$ .....	1
2. NOTATION $dx$ .....	1
3. NOTATION $\Sigma$ .....	2
3.1. ....	2
3.2. ....	2
3.3. ....	2
4. NOTATION $\int$ . NOTION D'INTEGRALE .....	4
5. NOTATION $\frac{dy}{dx}$ . NOTION DE DERIVEE .....	7
5.1. ....	7
5.2. ....	8
5.3. ....	9
6. ANALYSE DIMENSIONNELLE .....	9

CHAPITRE I  
**mécanique**

1. NOTION DE FORCE .....	15
1.1. Force réelle .....	16
1.2. Forces fictives (inertie, centrifuge) .....	17
1.3. Déplacement d'une masse .....	18
1.4. Déformation d'une structure .....	20
2. ENERGIE. TRAVAIL .....	22
2.1. Energie cinétique ( $ML^2T^{-2}$ ) d'une masse en mouvement .....	22
2.2. Impulsion. Quantité de mouvement ( $MLT^{-1}$ ) .....	23
2.3. Remarques générales .....	24
3. PUISSANCE .....	25
4. CHOC .....	26
4.1. Allongement dynamique .....	26
4.2. Vitesses avant et après impact. Coefficient de restitution ..	27
4.3. Enfoncement d'un clou, d'un pieu... ..	28
4.4. Propagation d'un choc .....	30
4.5. Contraintes au point d'impact .....	31
4.6. Création de mouvements périodiques. Leur nocivité .....	33

5. VIBRATIONS .....	33
5.1. Mouvement harmonique .....	34
5.2. Vibration naturelles .....	35
5.2.1. Vibrations créées par une force (traction, flexion) ..	35
5.2.2. Vibrations créées par un couple (torsion) .....	38
5.2.3. Vibrations au sein d'un matériau élastiquement déformable .....	40
5.3. Vibrations entretenues ou forcées. Résonance .....	40

## CHAPITRE II

### **la matière et sa mise en valeur**

1. NATURE DES METAUX .....	43
2. COMPORTEMENT D'UNE MATIERE SUPPOSEE HOMOGENE .....	46
2.1. Face à un effort. Module de déformation. Contrainte .....	46
2.2. Face à une énergie. Elasticité. Ductilité. Fragilité .....	50
2.3. Face à une puissance. Face à un choc .....	55
3. CONSEQUENCES DE L'HETEROGENEITE .....	56
3.1. Hétérogénéité d'architecture du corps .....	56
3.1.1. Trou .....	56
3.1.2. Congés .....	59
3.1.3. Entailles .....	59
3.2. Homogénéité de structure cristalline .....	63
3.3. Comportement réel de la matière. Ténacité .....	67

4. PHENOMENES DE FATIGUE .....	72
4.1. Limite d'endurance à la fatigue .....	76
4.2. Nature des ruptures en fatigue .....	78
4.3. Influence de la nature des sollicitations cycliques .....	80
4.3.1. Nombre de cycles .....	80
4.3.2. Amplitude de la composante alternative. Diagramme de Goodman .....	82
4.4. Influence de la nature de la pièce .....	85
4.4.1. Homogénéités de structure cristalline et d'archi- tecture .....	85
4.4.2. Conception de la pièce .....	85
4.4.3. Directive générales .....	86
4.4.3.1. Vis et écrous .....	86
4.4.3.2. Engrenages .....	88
4.5. Capacité d'amortissement des matériaux .....	89
5. MISE EN OEUVRE .....	92

### CHAPITRE III

## **thermique**

1. DISTINCTION ENTRE CHALEUR ET TEMPERATURE .....	95
2. MESURE D'UNE TEMPERATURE .....	96
2.1. Choix d'un thermomètre .....	96
2.2. Utilisation d'un thermomètre .....	96

2.3. Sources d'erreur .....	97
2.3.1. Cas d'un fluide en mouvement .....	97
2.3.2. Constante de temps du thermomètre .....	98
3. THERMODYNAMIQUE .....	100
3.1. Notion d'équilibre en thermodynamique .....	100
3.2. Equation d'état d'un gaz .....	101
3.3. Processus de l'évolution d'un état gazeux .....	103
3.4. Entropie .....	105
3.5. Rendement thermique. Rendement de Carnot .....	105
4. THERMOCINETIQUE .....	106
4.1. Le transfert de chaleur dans une structure .....	106
4.1.1. Cas du mur .....	107
4.1.2. Cas d'un transfert de chaleur dans une masse .....	109
4.1.2.1. Cas d'un transfert permanent. Diffusivité ...	109
4.1.2.2. Cas d'un transfert cyclique .....	113
4.2. Cas de transfert entre deux parois .....	116
4.2.1. Le coefficient d'arrachement thermique .....	116
4.2.2. Phénomènes thermiques dus aux frottements .....	117
5. LES CONTRAINTES D'ORIGINE THERMIQUE .....	119
5.1. Leur nature .....	119
5.2. Leur détermination .....	122
5.2.1. Cas simples .....	123
5.2.2. Contraintes thermiques dans un solide homogène .....	125
5.2.3. Contraintes thermiques dans un solide hétérogène .....	126

5.3. Création de fissures thermiques .....	127
5.3.1. Représentation générale .....	127
5.3.2. Fissurations par choc thermique .....	129
6. PRECONTRAINTE ET TRAITEMENT DES METAUX .....	130
6.1. Nature d'une précontrainte .....	130
6.2. Traitements thermiques. Application aux métaux ferreux .....	134
6.2.1. Nature des traitements thermiques .....	134
6.2.2. Traitement thermique des métaux ferreux .....	135
6.2.2.1. Nature des métaux ferreux .....	135
6.2.2.2. Traitement thermique des aciers .....	135
6.2.2.3. Intérêt des aciers alliés .....	144
6.2.2.4. La trempe isotherme .....	145
6.3. Traitements thermiques de finition .....	146
6.3.1. La trempe superficielle .....	147
6.3.1.1. Technique d'échauffement .....	147
6.3.1.2. Contraintes créées par la trempe superficielle .....	147
6.3.2. Traitements par diffusion .....	151
6.3.2.1. Cémentation .....	151
6.3.2.2. Nitruration .....	152
6.3.2.3. Carbonituration .....	153
6.3.2.4. Sulfinuzation .....	153
6.3.2.5. Oxulfation .....	153

#### CHAPITRE IV

### hydraulique

1. HYDROSTATIQUE .....	156
1.1. Fluide au repos .....	156
1.2. Fluide dans un récipient pourvu d'un mouvement uniforme .....	160

2. DYNAMIQUE DES FLUIDES .....	163
2.1. Ecoulement continu .....	163
2.1.1. Cas d'un fluide parfait (incompressible et non visqueux) .....	163
2.1.1.1. Conservation de l'énergie. Loi de Bernoulli .	163
2.1.1.2. Conservation de la quantité de mouvement ....	166
2.1.1.3. Notion de pression régnant dans un fluide en déplacement .....	167
2.1.1.4. Ecoulement en mince paroi .....	169
2.1.1.5. Présence d'une hélice .....	170
2.1.1.6. Action sur les parois .....	170
2.1.2. Cas d'un fluide réel (compressible et visqueux) .....	171
2.1.2.1. Perte d'énergie inhérente à l'écoulement ....	171
2.1.2.2. Régimes d'écoulement (laminaire, turbulent)..	173
2.1.2.3. Pertes de charge .....	175
2.1.2.4. Mesure d'un débit .....	177
2.1.2.5. Similitude .....	177
2.1.2.6. Cavitation .....	178
2.2. Influence d'un mouvement relatif .....	178
2.3. Ecoulement non permanent d'un fluide réel .....	180
2.3.1. Vitesse de propagation de la perturbation .....	180
2.3.2. Coup de bélier .....	182

## CHAPITRE V

### **frottement, lubrification et usure**

1. LOIS DU FROTTEMENT SEC .....	187
1.1. Contact entre deux surfaces immobiles chargées .....	187
1.1.1. Nature du contact .....	187
1.1.2. Contraintes de Hertz .....	188

CHAPITRE VI  
**similitudes**

1. EFFORTS STATIQUES .....	231
2. EFFETS CINETIQUES .....	232
2.1. Déplacement de fluide. Nombre de Reynolds .....	232
2.2. Déplacement de chaleur. Nombre de Fourier .....	233
2.3. Déplacements d'onde. Nombre de Cauchy .....	234