

SCIENCES SUP

*Cours et exercices corrigés*

**BTS • IUT • Classes préparatoires**

# MÉCANIQUE APPLIQUÉE



**Résistance des matériaux  
Mécanique des fluides  
Thermodynamique**

2<sup>e</sup> édition

***Pierre Agati  
Frédéric Lerouge  
Nicolas Mattera***

**DUNOD**

# Table des matières

## PARTIE 1 • MODÉLISATION. RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. NOTIONS D'ÉLASTICITÉ

CHAPITRE 1 • MODÉLISATION DES LIAISONS ET DES ACTIONS MÉCANIQUES DE LIAISON	3
1.1 Étude et modélisation des contacts	3
1.2 Modélisation et paramétrage des liaisons parfaites	5
1.3 Étude des liaisons parfaites	6
1.4 Modélisation de quelques liaisons réelles	19
1.5 Modélisation de l'action mécanique de pesanteur	24
1.6 Application : bride hydraulique	25
EXERCICES	30
CHAPITRE 2 • CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES D'UNE SECTION	36
2.1 Moment statique d'une surface plane par rapport à un axe de son plan	36
2.2 Moment quadratique d'une surface plane par rapport à un axe de son plan	37
2.3 Moment quadratique polaire d'une surface plane par rapport à un point de son plan	37
2.4 Moments quadratiques à connaître ( $O$ est en $G$ )	38
2.5 Moment produit $I(O, \vec{y}, \vec{z})$ de la surface plane ( $S$ ) par rapport aux axes ( $O, \vec{y}$ ) et ( $O, \vec{z}$ ) de son plan	38
2.6 Changement de direction des axes. Moment quadratique par rapport à des axes concourants	39
2.7 Axes principaux, axes centraux	41
2.8 Calcul des moments quadratiques maximal et minimal	42
2.9 Application	42
2.10 Détermination des caractéristiques de section à l'aide d'un logiciel	44
EXERCICES	45
CHAPITRE 3 • SOLLICITATIONS DANS UNE POUTRE. NOTION DE CONTRAINTE. LOI DE HOOKE	48
3.1 Éléments de réduction des efforts de cohésion dans une section droite	48
3.2 Composantes des éléments de réduction en $G$ des efforts de cohésion	51
3.3 Vecteur contrainte en un point	55
3.4 État de contrainte en un point. Notions d'élasticité plane	59
3.5 Loi de Hooke	64
3.6 Conditions de résistance	72
EXERCICES	75

CHAPITRE 4 • EXTENSION COMPRESSION	79
4.1 Extension simple	79
4.2 Compression simple	83
4.3 Applications	85
EXERCICES	91
CHAPITRE 5 • CISAILLEMENT SIMPLE	96
5.1 Définitions	96
5.2 Exemples	97
5.3 Étude expérimentale	98
5.4 Étude des déformations élastiques	99
5.5 Étude des contraintes	99
5.6 Application	100
EXERCICES	103
CHAPITRE 6 • TORSION SIMPLE	107
6.1 Définition et hypothèses	107
6.2 Étude expérimentale des déformations	108
6.3 Étude des contraintes	109
6.4 Déformation de torsion. Rigidité	110
6.5 Condition de résistance	111
6.6 Système hyperstatique en torsion	114
6.7 Détermination d'un arbre creux	116
6.8 Détermination d'un ressort hélicoïdal à fil rond	117
EXERCICES	122
CHAPITRE 7 • FLEXION PLANE SIMPLE	126
7.1 Différents types de flexion	126
7.2 Hypothèses particulières à la flexion plane simple	128
7.3 Modélisation des actions mécaniques	129
7.4 Étude expérimentale	132
7.5 Étude et répartition des contraintes	134
7.6 Étude de la déformée	139
7.7 Poutre d'égale résistance à la flexion simple	148
7.8 Systèmes hyperstatiques d'ordre 1	151
EXERCICES	153

79	CHAPITRE 8 • SOLLICITATIONS COMPOSÉES	160
79	8.1 Généralités. Principe de superposition	160
83	8.2 Flexion et torsion	160
85	8.3 Flexion plane simple et extension ou compression	168
91	8.4 Flexion déviée	171
	EXERCICES	177
96	CHAPITRE 9 • FLAMBEMENT	184
96	9.1 Étude du flambement théorique d'Euler	184
97	9.2 Étude de cas réels	191
98	9.3 Principe de la méthode de Dutheil	194
99	9.4 Calcul pratique d'une poutre	196
99	9.5 Vérification du flambement selon l'EC3-DAN des structures en acier	199
100	EXERCICES	203
103	CHAPITRE 10 • UTILISATION DE LOGICIELS EN RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX	206
107	10.1 Présentation du logiciel et limite des études présentées	206
107	10.2 Rappels et notions préalables pour les structures de poutres	207
108	10.3 Étude d'une structure	208
109	10.4 Autres applications	215
110	10.5 Autres résultats issus du module RDM-Éléments finis	224
111	<b>PARTIE 2 • HYDRAULIQUE ET THERMODYNAMIQUE APPLIQUÉES</b>	
114	CHAPITRE 11 • MÉCANIQUE DES FLUIDES. RAPPELS D'HYDROSTATIQUE.	
116	ÉCOULEMENT DES FLUIDES RÉELS	229
117	11.1 Pression	229
122	11.2 Écoulement permanent d'un fluide parfait incompressible	235
126	11.3 Notions de pertes de charge	240
126	11.4 Écoulement permanent des fluides réels	240
128	11.5 Applications	246
129	EXERCICES	253
132	CHAPITRE 12 • NOTION DE QUANTITÉ DE CHALEUR. PRINCIPE DE L'ÉQUIVALENCE	258
134	12.1 Notion de température	258
139	12.2 Notion de quantité de chaleur	260
148	12.3 Échanges de chaleur	260
151	12.4 Premier principe de la thermodynamique	262
153	12.5 Notion de transformation thermodynamique	264
	EXERCICES	267

CHAPITRE 13 • TRANSFORMATIONS THERMODYNAMIQUES. PRINCIPE DE CARNOT. APPLICATIONS	270
13.1 Rappel des lois relatives aux gaz parfaits	270
13.2 Étude des transformations thermodynamiques en vase clos (ou sans transvasement)	275
13.3 Principe de Carnot	281
13.4 Applications. Machines réelles	287
EXERCICES	296
ANNEXES	299
INDEX	301

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

## Modélisation

### Notions

SCIENCES SUP



2<sup>e</sup> édition

Pierre Agati • Frédéric Lerouge • Nicolas Mattera

## MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Résistance des matériaux

Mécanique des fluides

Thermodynamique

Ce cours présente les fondements de la résistance des matériaux, depuis la modélisation des liaisons et des actions mécaniques jusqu'à la détermination des contraintes et des déformations principalement pour des pièces de type « poutre » soumises à des sollicitations simples ou composées (extension, compression, cisaillement simple, torsion, flexion simple ou déviée, flambement). L'étude de notions essentielles de mécanique des fluides et de thermodynamique permet l'approche de la circulation des fluides dans les machines et des problèmes d'échange, de rendement...

L'approche de la résolution par les logiciels de calcul de structure est abordée à l'aide de RDM6-Le Mans.

Cet ouvrage, par ses nombreux exemples, applications et exercices corrigés, est conçu pour développer les capacités de raisonnement et de déduction des étudiants de l'enseignement technique supérieur (BTS, IUT, classes préparatoires, écoles d'ingénieurs). Il s'adresse également aux auditeurs de la formation continue.

PIERRE AGATI  
est professeur agrégé  
honoraire à l'Institut  
National Polytechnique  
de Grenoble.

FRÉDÉRIC LEROUGE  
est professeur agrégé de  
mécanique au lycée  
Réaumur de Laval.

NICOLAS MATTERA  
était professeur certifié.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE



[www.dunod.com](http://www.dunod.com)

  
DUNOD