

Jean-Luc Godet-Lartigaud

LICENCE  
SCIENCES DE LA MATIÈRE  
LICENCE PROFESSIONNELLE  
ÉCOLES D'INGÉNIEURS  
CAPES ET AGRÉGATION  
DE PHYSIQUE



# Introduction à la thermodynamique

- Cours complet
- Exercices d'application
- Tous les corrigés détaillés

Vuibert

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>v</b>
<b>1 Pression et Température</b>	<b>1</b>
1.1 Introduction : des grandeurs pour scruter l'état de la matière . . . . .	1
1.2 La Pression, paramètre mécanique macroscopique . . . . .	1
1.3 La Température, grandeur thermique macroscopique . . . . .	10
1.4 Exercices sur la pression et la température . . . . .	18
<b>2 Travail et Transfert thermique</b>	<b>21</b>
2.1 Introduction : deux modes de transfert d'énergie . . . . .	21
2.2 Le Travail . . . . .	22
2.3 Le Transfert thermique . . . . .	27
2.4 Exercices sur le travail et le transfert thermique . . . . .	38
<b>3 Des lois de Fourier à la Thermique</b>	<b>41</b>
3.1 Introduction : observation empirique et mathématisation . . . . .	41
3.2 La Loi de Fourier de la conduction thermique . . . . .	42
3.3 L'équation aux dérivées partielles de la température (EDPT) . . . . .	45
3.4 Résistance thermique et coefficient de transmission thermique . . . . .	49
3.5 Application des lois de Fourier à la Thermique . . . . .	53
3.6 Exercices de thermique . . . . .	59
<b>4 Outils conceptuels de la Thermodynamique</b>	<b>63</b>
4.1 Introduction : des outils abstraits pour analyser le concret . . . . .	63
4.2 Une Science des systèmes . . . . .	63
4.3 Transformations d'un système . . . . .	69
4.4 Fonctions et différentielles à plusieurs variables . . . . .	74
4.5 Exercices sur les outils de la thermodynamique . . . . .	80
<b>5 Premier principe de la Thermodynamique</b>	<b>83</b>
5.1 Introduction : de la convertibilité à la conservation . . . . .	83
5.2 Le Principe de conservation de l'énergie . . . . .	85

5.3	Expressions différentielles du premier principe . . . . .	89
5.4	Application à l'étude de transformations simples . . . . .	94
5.5	Exercices sur le premier principe . . . . .	97
<b>6</b>	<b>Second principe de la thermodynamique</b>	<b>101</b>
6.1	Introduction : La Révolution carnotiste . . . . .	101
6.2	Une fonction mathématique de l'irréversibilité . . . . .	103
6.3	(Ir)réversibilité des transformations thermomécaniques . . . . .	109
6.4	Calcul de la fonction d'état entropie . . . . .	117
6.5	Exercices sur le second principe . . . . .	126
<b>7</b>	<b>Développements formels des deux principes</b>	<b>131</b>
7.1	Introduction : la nécessaire mathématisation des principes . . . . .	131
7.2	Coefficients thermiques et thermoélastiques . . . . .	132
7.3	Potentiels thermodynamiques . . . . .	140
7.4	Exercices sur les conséquences des deux principes . . . . .	155
<b>8</b>	<b>Machines thermiques : principes et machines à gaz</b>	<b>157</b>
8.1	Introduction : les moteurs, géniteurs de la thermodynamique . . . . .	157
8.2	Principe des cycles dithermes et cycle de Carnot . . . . .	158
8.3	Cycles des moteurs à gaz à combustion externe et des récepteurs correspondants . . . . .	164
8.4	Cycles dithermes réels à combustion interne . . . . .	168
8.5	Exercices sur les cycles moteurs et récepteurs . . . . .	175
<b>9</b>	<b>Transitions de phase des corps purs</b>	<b>181</b>
9.1	Généralités sur les transitions de phase . . . . .	181
9.2	Diagrammes de phases d'un corps pur . . . . .	186
9.3	À l'origine des transitions de phase, les interactions . . . . .	198
9.4	Exercices sur les transitions de phase . . . . .	203
<b>10</b>	<b>Machines thermiques : machines à vapeur</b>	<b>205</b>
10.1	Introduction . . . . .	205
10.2	Moteurs à vapeur . . . . .	206
10.3	Cycles réfrigérants et pompes à chaleur . . . . .	210
10.4	Exercices sur les machines à vapeur . . . . .	213
<b>11</b>	<b>Corrigés des exercices</b>	<b>217</b>
11.1	Pression et Température . . . . .	217
11.2	Travail et transfert thermique . . . . .	220
11.3	Des lois de Fourier à la Thermique . . . . .	223
11.4	Outils conceptuels de la Thermodynamique . . . . .	226
11.5	Premier principe de la Thermodynamique . . . . .	230
11.6	Second principe de la Thermodynamique . . . . .	234

11.7	Développements formels des deux principes . . . . .	240
11.8	Machines thermiques : principes et machines à gaz . . . . .	242
11.9	Transitions de phase des corps purs . . . . .	248
11.10	Machines thermiques : machines à vapeur . . . . .	251
12	Annexes	255
	Index	277

Jean-Luc Godet-Lartigaud

# Introduction à la thermodynamique

Cet ouvrage est une **introduction à la thermodynamique physique, dite « classique »** et à l'étude des machines thermiques. Il s'adresse principalement aux étudiants en Licence et Licence professionnelle de Sciences de la matière, aux élèves des écoles d'ingénieurs et aux candidats aux concours de l'enseignement.

Des **exercices corrigés** viennent en appui de chaque chapitre abordé.

## Sommaire

1. Pression et température
2. Travail et transfert thermique
3. Des lois de Fourier à la thermique
4. Outils conceptuels de la thermodynamique
5. Premier principe de la thermodynamique
6. Second principe de la thermodynamique
7. Développements formels des deux principes
8. Machines thermiques : principes et machines à gaz
9. Transitions de phase des corps purs
10. Machines thermiques : machines à vapeur
11. Corrigés des exercices
12. Annexes

Jean-Luc Godet-Lartigaud est maître de conférences à l'université d'Angers. Membre du laboratoire de photonique d'Angers (LPhiA), il est également chercheur associé au Centre François Viète de l'université de Nantes.

ISBN 978-2-311-40081-6



9 782311 400816

[www.VUIBERT.f](http://www.VUIBERT.f)

