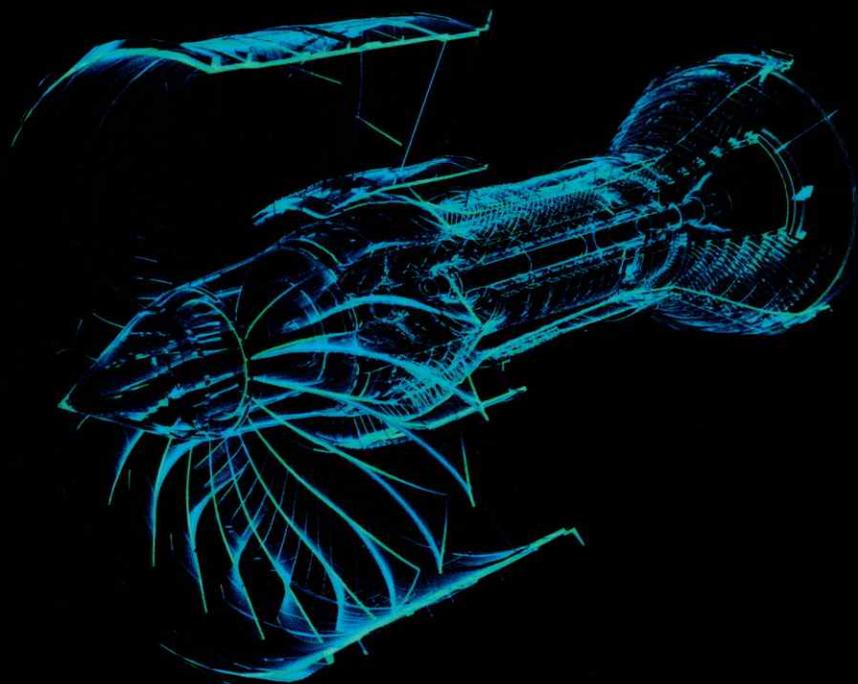


Michel Feidt

CLIMA CONFORT

Efficacité énergétique & confort intérieur des bâtiments



# GÉNIE ÉNERGÉTIQUE

Du dimensionnement des composants  
au pilotage des systèmes

DUNOD

# Table des matières

AVANT-PROPOS

XI

## PARTIE 1 INTRODUCTION À L'ÉNERGÉTIQUE

### CHAPITRE 1 • LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE

3

1.1 Définition de l'énergétique

3

1.2 État des lieux de la situation énergétique

3

1.3 Principaux usages de l'énergie

7

1.4 Développement durable

9

### CHAPITRE 2 • LES PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES

13

2.1 Une abondante littérature

13

2.2 Évolution probable de la demande et de l'offre

13

2.3 Les orientations technologiques

16

2.4 Conclusions

22

### CHAPITRE 3 • L'ÉNERGIE

25

3.1 Les formes de l'énergie

25

3.2 La conversion d'énergie

29

3.3	Transfert d'énergie	33
3.4	Stockage et transport d'énergie	35
3.5	Retour sur les usages de l'énergie	37
3.6	Conclusions	38

## PARTIE 2 LES OUTILS DE L'ÉNERGÉTIQUE

<b>CHAPITRE 4 • LES BASES THERMODYNAMIQUES : LA THERMOSTATIQUE</b>		43
4.1	Introduction	43
4.2	Notions essentielles de thermostatique	45
4.3	Conclusion	69
<b>CHAPITRE 5 • À LA RENCONTRE DE LA MÉCANIQUE DES FLUIDES ET DE LA THERMOCINÉTIQUE : LE PRINCIPE DE CONSERVATION ÉTENDU</b>		71
5.1	Introduction : extension de la notion de transformation thermodynamique	71
5.2	Conservation de la matière	73
5.3	Conservation de quantités mécaniques	81
5.4	Conservation de l'énergie	84
5.5	Conclusion	90
<b>CHAPITRE 6 • DONNÉES THERMOPHYSIQUES</b>		92
6.1	Retour sur la thermodynamique analytique	92
6.2	Fonctions d'état des fluides réels	95
6.3	Les données thermodynamiques	98
6.4	Disponibilités des données thermophysiques	118
6.5	Quelques exemples de données pour les corps courants	126
6.6	Conclusion	136
<b>CHAPITRE 7 • DÉGRADATIONS D'ÉNERGIE – PRINCIPE D'ÉVOLUTION</b>		137
7.1	Introduction	137
7.2	Équilibre et réversibilité	138
7.3	Transformation réelle et irréversibilité	140
7.4	Efficacité d'une machine ou d'un procédé	147
7.5	Bilans entropiques et exergétiques	152
7.6	Conclusions	156

<b>CHAPITRE 8 • THERMODYNAMIQUE DES PHÉNOMÈNES IRRÉVERSIBLES LINÉARISÉE</b>	158
8.1 Introduction	158
8.2 Les irréversibilités et le flux de création d'entropie	158
8.3 Relations flux-force et entropie créée	166
8.4 Expression des flux en fonction des forces – approximation linéaire	169
8.5 États stationnaires de non-équilibre	172
8.6 Conclusion	176

<b>CHAPITRE 9 • ÉCONOMIE ET ENVIRONNEMENT</b>	178
9.1 Introduction : l'analyse de projet	178
9.2 Les bases de l'analyse économique	182
9.3 Thermoéconomie et prolongements	193
9.4 Études de cas sur l'optimisation thermoéconomique	215

<b>CHAPITRE 10 • MODÈLES ET SIMULATION</b>	218
10.1 Introduction	218
10.2 Modélisation	221
10.3 Simulation de systèmes et procédés	250
10.4 Quelques logiciels de simulation	255

<b>CHAPITRE 11 • THÉORIE DE LA VALEUR ET OPTIMISATION</b>	260
11.1 De la simulation à l'optimisation	260
11.2 Théorie de la valeur ; critère d'optimisation	265
11.3 L'optimisation	283

### **PARTIE 3 LES APPLICATIONS DE L'ÉNERGÉTIQUE**

<b>CHAPITRE 12 • ISOLATION – CONDUCTION</b>	331
12.1 Introduction	331
12.2 Les bases du modèle de conduction thermique	334
12.3 Les mécanismes de la conduction : notions et conséquences	351
12.4 Des applications de la conduction	359
12.5 Étude de cas sur régime dynamique stationnaire d'un barreau en fission	371
12.6 Études de cas sur l'isolation thermique	373

<b>CHAPITRE 13 • TRANSFERTS CONVECTIFS – ÉCHANGEURS DE CHALEUR</b>	381
13.1 Introduction aux transferts couplés (chaleur-matière)	381
13.2 Convection et transferts	382
13.3 Échangeurs de chaleur	412
13.4 Échangeurs de chaleur latente	428
13.5 Optimisation d'échangeurs de chaleur	450
13.6 Études de cas sur les échangeurs de chaleur	465
13.7 Conclusion générale	469
<b>CHAPITRE 14 • TRANSFERTS DE MATIÈRE (ET MACHINES)</b>	472
14.1 Mécanique des fluides et transfert de matière	472
14.2 Turbomachines	480
14.3 Compression-détente	514
14.4 Physique du vide	527
14.5 Étude de cas sur l'optimisation d'un tube de Ranque	545
14.6 Conclusion	551
<b>CHAPITRE 15 • MACHINES À CYCLES INVERSES</b>	553
15.1 De la production de froid à la revalorisation de la chaleur	553
15.2 Les machines à compression mécanique de vapeur	567
15.3 Les machines thermiques	601
15.4 Autres machines	610
15.5 Très basses températures (TBT), la cryogénie	616
15.6 Conclusions	634
<b>CHAPITRE 16 • COMBUSTION ET MOTEURS À COMBUSTION</b>	637
16.1 Combustion et combustibles	637
16.2 Chaudières et fours	663
16.3 Moteurs à combustion interne alternatifs	668
16.4 Autres moteurs	696
<b>CHAPITRE 17 • LA VAPEUR D'EAU</b>	721
17.1 Introduction	721
17.2 Production et utilisation de la vapeur d'eau	721
17.3 L'air humide	742
17.4 Études de cas sur la vapeur d'eau et l'air humide	760

<b>CHAPITRE 18 • CONVERSION ET STOCKAGE D'ÉNERGIE</b>	768
18.1 Introduction	768
18.2 Énergie nucléaire	769
18.3 L'énergie solaire thermique	809
18.4 Autres conversions d'énergie	832
18.5 Stockage d'énergie	851
18.6 Conclusion	860
<b>CHAPITRE 19 • L'INTÉGRATION DE SYSTÈMES ET PROCÉDÉS</b>	861
19.1 Introduction	861
19.2 La cogénération	862
19.3 Intégration des systèmes et procédés énergétiques	872
19.4 Intégration et environnement	888
19.5 Conclusion	897
<b>ANNEXE</b>	
<b>ANNEXE 1 • MÉCANIQUE GÉNÉRALE</b>	899
A.1.1 Introduction	899
A.1.2 Cinématique du solide	899
A.1.3 Cinétique	901
<b>ANNEXE 2 • MATHÉMATIQUE – TRANSFORMATION DE LEGENDRE</b>	903
A.II.1 Expression des équations de Navier-Stokes en systèmes de coordonnées cartésien, cylindrique, sphérique	903
A.II.2 Facteur intégrant	905
A.II.3 Transformation de Legendre	908
<b>ANNEXE 3 • MÉCANIQUE DES FLUIDES</b>	911
<b>ANNEXE 4 • DONNÉES THERMOPHYSIQUES</b>	913
<b>INDEX</b>	923

ÉLECTRONIQUE

ÉNERGIES

FROID ET  
GÉNIE CLIMATIQUE

GESTION  
INDUSTRIELLE

ENVIRONNEMENT

MÉCANIQUE  
ET MATÉRIAUX

ÉLECTROTECHNIQUE  
ET AUTOMATIQUE

# GÉNIE ÉNERGÉTIQUE

## Du dimensionnement des composants au pilotage des systèmes

Les questions liées à l'efficacité et à la transition énergétiques sont un des enjeux majeurs du XXI<sup>e</sup> siècle, en relation avec les aspects environnementaux et économiques.

Cet ouvrage couvre l'ensemble des thèmes liés au génie énergétique : tous les outils fondamentaux sont détaillés et complétés par des applications concrètes.

Il offre aux techniciens, ingénieurs, ainsi qu'aux chercheurs et décideurs des domaines de l'énergie, un panorama complet de l'existant et des perspectives de développement du triptyque énergie - environnement - économie.

En partenariat avec

**CLIMA**CONFORT

### Michel Feidt

Ingénieur physicien, professeur et chercheur à l'université de Lorraine, l'auteur travaille depuis les années 1980 sur l'optimisation des systèmes et procédés énergétiques. Il a effectué de nombreuses recherches dans le cadre des programmes de l'Agence nationale de la recherche, et en relation avec l'ADEME et le monde industriel.

### POINTS FORTS

- ✓ Approche fondamentale exhaustive et nombreuses applications
- ✓ Illustration par des études de cas choisis
- ✓ Méthodologies d'études

### CONTENU DE L'OUVRAGE

- Contexte et perspectives énergétiques
- Les outils de l'énergétique :  
thermodynamique,  
économie - environnement,  
modélisation - simulation - optimisation
- Applications de l'énergétique : isolation  
- conduction, échangeurs de chaleur,  
compresseurs - turbines, moteurs à  
combustion, climatiseur - réfrigérateur -  
pompe à chaleur, humidification - séchage  
(procédés), énergies nucléaire et solaire,  
stockage d'énergie, intégration de systèmes



6227391  
ISBN 978-2-10-070545-0

Les actus  
  
du savoir

