

**Tome 2 a.**

SIXIÈME PARTIE : LA PRODUCTION ET LE		
TRANSFERT DE LA CHALEUR .....		17
22	<i>La combustion</i> .....	19
22.1	Généralités sur la combustion .....	19
22.2	Les combustibles industriels .....	23
22.3	Problèmes particuliers de la combustion ...	47
22.4	Les diagrammes de combustion .....	61
22.5	Le contrôle de la composition des fumées..	84
22.6	La température de combustion .....	88
22.7	La combustion dans les moteurs .....	108
23	<i>Le transfert de la chaleur par conduction</i> .....	111
23.1	Les divers modes de transfert de la chaleur	111
23.2	Etude de la conduction. Equation fondamentale de Fourier .....	113
23.3	Problème du mur plan .....	119
23.4	Problème du corps cylindrique .....	168
23.5	Problème du corps sphérique .....	183
23.6	Procédés analogiques et méthodes d'approximations .....	187
24	<i>Le transfert de chaleur par convection</i> .....	205
24.1	Généralités .....	205
24.2	Les divers modes d'écoulement .....	206
24.3	Les « nombres » de l'analyse dimensionnelle	207
24.4	Conclusion .....	211
25	<i>Le transfert de chaleur par rayonnement</i> .....	213
25.1	Le phénomène de rayonnement .....	213
25.2	Calcul du rayonnement émis par une source	218

- 25.3 Absorption et réflexion..... 251
- 25.4 Etude particulière du rayonnement thermique..... 257
- 25.5 Le rayonnement des gaz ..... 275
- 26 *Le processus d'échauffement d'un corps* ..... 287
  - 26.1 Généralités ..... 287
  - 26.2 Echauffement d'un produit immobile dans un four ..... 290
  - 26.3 Echauffement d'un produit immobile dans un courant gazeux ..... 296
  - 26.4 Echauffement d'un produit en mouvement dans un courant gazeux ..... 302

SEPTIÈME PARTIE : L'ÉCOULEMENT DES FLUIDES ..... 313

- 27 *L'écoulement des fluides incompressibles*..... 315
  - 27.1 Le théorème de Bernoulli ..... 315
  - 27.2 Applications de la formule de Bernoulli ... 320
- 28 *L'écoulement des fluides compressibles* ..... 337
  - 28.1 Equation de l'écoulement des fluides compressibles ..... 337
  - 28.2 Célérité du son ..... 344
  - 28.3 Etude thermodynamique des écoulements .. 348
  - 28.4 Les problèmes d'écoulement ..... 359
  - 28.5 Détermination d'une tuyère ..... 383
  - 28.6 Exemples numériques ..... 390
  - 28.7 Interprétation graphique des phénomènes d'écoulement dans une tuyère ..... 398
  - 28.8 Les phénomènes d'écoulement dans un diffuseur ..... 404
  - 28.9 Influence des frottements ..... 405
  - 28.10 Vidange et remplissage d'un réservoir de gaz 405

28.11 Le laminage d'une veine gazeuse ..... 424

28.12 L'écoulement des vapeurs ..... 429

28.13 Ecoulement à travers une paroi poreuse ... 445

29 *L'écoulement des fluides visqueux* ..... 447

29.1 Le fluide parfait ..... 447

29.2 Ecoulement des fluides visqueux ..... 448

29.3 Unités industrielles de viscosité ..... 455

30 *La statique des fluides compressibles* ..... 457

30.1 Etude de la pression atmosphérique ..... 457

**Tome 2 b.**

HUITIÈME PARTIE : LES MACHINES THERMIQUES ..... 467

31 *Généralités* ..... 469

31.1 Définitions ..... 469

31.2 Evolution cyclique du fluide moteur dans une machine thermique ..... 469

31.3 Le cycle de Carnot des machines thermiques ..... 471

32 *La machine à vapeur* ..... 475

32.1 Le cycle de Carnot pour la vapeur saturante ..... 475

32.2 Le cycle de Rankine ..... 480

32.3 Le cycle à surchauffe (ou cycle de Hirn) . 485

32.4 Le cycle à resurchauffe ..... 490

32.5 Le cycle à soutirages ..... 492

32.6 Possibilités d'amélioration du rendement thermique des cycles à vapeur ..... 506

32.7 Comparaison entre les cycles de Carnot et de Rankine ..... 519

32.8	Les machines à vapeur .....	540
32.9	Les rendements dans une installation à vapeur .....	542
33	<i>Le moteur à air chaud</i> .....	545
33.1	Le moteur Stirling .....	545
33.2	Le moteur Ericson .....	556
34	<i>Le moteur à combustion interne</i> .....	565
34.1	Généralités .....	565
34.2	Cycle d'un moteur à combustion interne..	566
34.3	Cycle de combustion à volume constant...	569
34.4	Cycle de combustion à pression constante..	599
35	<i>La turbine à gaz</i> .....	621
35.1	Généralités .....	621
35.2	La turbine à gaz à combustion interne ...	622
35.3	La turbine à gaz à circuit fermé (ou à combustion externe).....	651
35.4	La chaudière Velox .....	655
35.5	Le générateur à pistons libres .....	658
35.6	Conclusions relatives à la turbine à gaz ...	661
36	<i>Le moteur à réaction</i> .....	663
36.1	Principe .....	663
36.2	Divers types de moteurs à réaction .....	665
36.3	Le turboréacteur .....	665
36.4	Le statoréacteur.....	680
36.5	Le pulsoréacteur .....	684
36.6	Carburants des moteurs à réaction .....	685
36.7	Les fusées .....	686
36.8	Le turboréacteur à double flux .....	686
37	<i>Les chaudières à vapeur</i> .....	687
37.1	Aperçu historique .....	687
37.2	Classification des chaudières .....	688
37.3	Éléments principaux d'une chaudière .....	689

38	<i>Le froid</i> .....	697
38.1	Généralités .....	697
38.2	Les installations frigorifiques en circuit fermé .....	699
38.3	Les fluides frigorigènes .....	751
38.4	La pompe à chaleur .....	757
38.5	Comparaison entre les différents fluides frigorigènes .....	771
39	<i>La liquéfaction des gaz</i> .....	775
39.1	Les conditions critiques .....	775
39.2	Le refroidissement par détente .....	776
40	<i>Questions diverses relatives au froid</i> .....	791
40.1	La neige carbonique.....	791
40.2	Utilisation de l'effet thermoélectrique.....	797
40.3	La désaimantation adiabatique .....	802
40.4	Les mélanges réfrigérants.....	803
NEUVIÈME PARTIE : AIR HUMIDE, SÉCHAGE, CONDITIONNEMENT .....		807
41	<i>L'air humide</i> .....	809
41.1	Généralités .....	809
41.2	Définitions.....	809
41.3	Détermination des caractéristiques de l'air humide. Mesure de l'humidité .....	817
41.4	Calculs relatifs à l'air humide .....	824
41.5	Diagrammes de l'air humide .....	832
41.6	L'humidité dans l'air comprimé .....	848
41.7	Problème d'application.....	855
42	<i>Le conditionnement</i> .....	861
42.1	But du conditionnement .....	861
42.2	Divers aspects du conditionnement .....	863

42.3	Zone de confort.....	864
42.4	Eléments d'un conditionnement .....	865
42.5	Installations de conditionnement .....	869
42.6	Utilisation des diagrammes .....	872
Appendice A	: Le troisième principe de la thermodynamique.....	881
Appendice B	: Construction d'un diagramme entropique à partir d'un diagramme ( $p, V$ ) .....	887
Appendice C	: Note sur la détermination de la température de combustion en tenant compte de la dissociation .....	893
Appendice D	: Exemple de calcul d'un échangeur de températures .....	909
Appendice E	: Nomogramme pour la détermination de l'écart logarithmique moyen .....	923
Appendice F	: La détermination expérimentale du titre d'une vapeur humide .....	927
Appendice G	: Note sur les calculs de combustion.....	937
Appendice H	: La combustion dans les moteurs à combustion interne .....	945
TABLES	.....	953
1	Masse volumique et constante $r$ de différents gaz usuels .....	955
2	Chaleur de combustion et pouvoir calorifique inférieur de divers combustibles.....	955
3	Chaleur molaire vraie à pression constante de différents gaz .....	956
4	Chaleur volumique vraie à pression constante de différents gaz .....	957
5	Chaleur massique moyenne à pression constante entre 0 et $t$ °C de différents gaz.....	958
5 bis	Chaleur massique moyenne à volume constant entre 0° et $t$ °C de différents gaz .....	959

6	Chaleur volumique moyenne à pression constante entre 0 et $t^{\circ}\text{C}$ de différents gaz .....	959
7	Constantes thermodynamiques de l'eau en ébullition et de la vapeur d'eau saturante (entrée par les pressions) .....	960
8	Constantes thermodynamiques de l'eau en ébullition et de la vapeur d'eau saturante (entrée par les températures) .....	965
9	Constantes thermodynamiques de la vapeur d'eau saturante de degré en degré .....	970
10	Constantes thermodynamiques de la vapeur d'eau surchauffée .....	973
11	Constantes thermodynamiques de l'eau hors ébullition .....	991
12	Chaleur massique moyenne de la vapeur d'eau surchauffée .....	1011
13	Constantes thermodynamiques de $\text{NH}_3$ .....	1014
14	Constantes thermodynamiques de $\text{CO}_2$ .....	1016
15	Constantes thermodynamiques de $\text{SO}_2$ .....	1017
16	Constantes thermodynamiques du fréon 12 .....	1018
17	Constantes physiques de quelques gaz .....	1020
18	Tableau de correspondance de quelques unités de pression .....	1022
ABRÉVIATIONS, SYMBOLES ET UNITÉS .....		1023
INDEX .....		1027