

TABLE DES MATIÈRES

2. Chauffage.....	1
21. Généralités.....	3
211. Du rôle des installations de chauffage	3
212. Symboles utilisés dans les installations de chauffage	4
22. Différents systèmes de chauffage.....	9
221. Installations de chauffage par appareils indépendants	9
-1. Cheminées ouvertes, inserts et foyers fermés	9
-2. Poêles en faïence.....	15
-21. Généralités	15
-22. Classification	16
-23. Construction.....	16
-24. Puissance thermique	16
-25. Cheminée	17
-3. Poêles à pétrole	19
-4. Poêles à bois.....	20
-5. Poêles à charbon	25
-51. Généralités	25
-52. Classification	25
-53. Construction.....	27
-54. Régulation.....	27
-55. Puissance thermique	28
-6. Poêles à fuel	29
-7. Appareils à gaz.....	35
-71. Généralités	35
-72. Différents matériels	35
-721. Panneaux radiants lumineux.....	35
-722. Tubes rayonnants basse température.....	39
-723. Appareils mobiles.....	43
-724. Appareils à circuit étanche et appareils à circuit non étanche raccordés	45
-73. Dispositifs de sécurité et de sûreté	51
-74. Dispositifs d'allumage	53
-75. Dispositifs de régulation.....	54
-76. Puissance nécessaire	55
-761. Méthode française	55
-762. Méthodes allemandes	58
-7621. Méthode simplifiée.....	58
-7622. Méthodes spécifiques	59
-77. Choix d'un appareil, certification	61
-78. Consommation de gaz, distribution de gaz.....	63
-781. Consommation de gaz	63
-782. Distribution de gaz	63

-79.	Règles techniques et de sécurité des installations de chauffage au gaz	66
	Avertissement.....	66
-791.	Liste non exhaustive des principaux documents techniques et de sécurité.....	66
	Lois, décrets, arrêtés.....	66
	Documents techniques unifiés (D.T.U.) et normes.....	67
	Spécifications ATG.....	68
	Ancien Règlement Sanitaire Départemental Type.....	68
	Règlement de Sécurité contre l'incendie.....	68
	Guide de diagnostic et de maintenance des installations de VMC-gaz.....	68
	Dispositifs de sécurité collective.....	68
-792.	Arrêté du 2 août 1977 modifié par les arrêtés du 23 novembre 1992 et du 28 octobre 1993.....	68
-793.	DTU 61.1 « Installations de gaz ».....	72
-794.	« Guide pratique des installations de gaz ».....	76
-795.	Certificats de conformité et rôle de Qualigaz.....	76
-796.	Résumé des différents règlements techniques et de sécurité concernant les installations de gaz naturel dans le secteur résidentiel.....	77
-8.	Appareils et systèmes électriques.....	77
-81.	Généralités.....	77
-82.	Appareils et systèmes de chauffage électrique direct.....	86
-821.	Appareils transportables.....	86
-822.	Appareils à demeure du type à rayonnement.....	88
-823.	Appareils à demeure du type à convection naturelle à un seul circuit d'alimentation.....	90
-824.	Appareils à demeure du type à convection naturelle à deux circuits d'alimentation.....	94
-825.	Appareils à demeure du type à convection forcée.....	94
-826.	Systèmes de chauffage par le plafond.....	95
-827.	Systèmes de chauffage par le sol.....	98
-828.	Rubans chauffants.....	101
-83.	Appareils et systèmes de chauffage électrique par accumulation.....	104
-831.	Appareils à accumulation.....	104
-832.	Systèmes de chauffage par le sol.....	111
-84.	Synoptique des installations de chauffage électrique.....	122
222.	Installations de chauffage central.....	122
-1.	Chauffage à eau chaude.....	122
-11.	Chauffage à eau chaude par thermosiphon.....	124
-12.	Chauffage à eau chaude accélérée.....	125
-121.	Généralités.....	125
-122.	Des corps de chauffe à la chaudière ou à la chaufferie.....	125
A.	Réseau d'alimentation des corps de chauffe.....	125
A1.	Système monotube.....	125
A2.	Système bitube traditionnel.....	130
A3.	Système bitube hydrocâblé.....	132
B.	Raccordement d'une chaudières sur le réseau d'alimentation des corps de chauffe.....	137
C.	Chaudière sans chaufferie et chaudière(s) en chaufferie.....	139
-123.	Cas particulier du chauffage individuel centralisé (CIC).....	149
A.	Concept du chauffage individuel centralisé.....	149
B.	Description du chauffage individuel centralisé.....	152
B1.	Moyens de production de chaleur.....	152
B2.	Boucle de distribution primaire.....	152

B3.	Interfaces distribution primaire/distribution individuelle	153
B31.	Module thermique avec bouteille de dérivation individuelle	153
B32.	Module thermique avec vanne électrothermique	155
B33.	Satellite	156
B4.	Boucles individuelles horizontales	156
C.	Considérations diverses	159
-124.	Purge d'air	160
-125.	Répartition des pressions	160
-126.	Circulation parasite	161
-127.	Pompes de circulation	165
-128.	Régulation de la puissance de l'installation de chauffage	165
-13.	Dispositifs de sécurité	167
-131.	Technique française	167
A.	D.T.U. 65.11	167
B.	Installations en communication avec l'atmosphère	169
B1.	Dispositif d'expansion	169
B2.	Dispositif de sécurité	170
B3.	Dispositif de limitation de température	172
B4.	Dispositions particulières	172
C.	Installations sans communication avec l'atmosphère	172
C1.	Dispositions générales	173
C11.	Dispositif d'expansion	173
C12.	Dispositif de sûreté ; soupapes de sûreté	173
C13.	Dispositif de limitation de température	173
C2.	Installations à vase d'expansion fermé	174
C3.	Installations sans vase d'expansion	175
-132.	Technique allemande	177
A.	Installations ouvertes et fermées à dispositifs de sécurité physiques	177
B.	Installations fermées à dispositifs de sécurité thermostatiques	177
-2.	Chauffage à vapeur	180
-21.	Chauffage à vapeur basse pression de type ouvert	180
-211.	Généralités	180
-212.	Tuyauteries	182
-213.	Dispositifs de sécurité	184
a.	Dispositif de sûreté hydraulique	185
b.	Soupape de sûreté	185
-214.	Corps de chauffe	186
-215.	Régulation	186
-22.	Chauffage à vapeur basse pression de type fermé	186
-23.	Chauffage à vapeur haute pression	186
-231.	Généralités	186
-232.	Différents types de fonctionnement	187
a.	Fonctionnement à vapeur vive	187
b.	Fonctionnement à contre-pression	187
c.	Fonctionnement à partir d'un poste d'échange	188
-233.	Tuyauteries de condensats	188
-234.	Dispositifs de sécurité	188
-235.	Corps de chauffe	188
-236.	Régulation	188
-237.	Postévaporation	189
-238.	Exemple	189

-24.	Chauffage à vapeur sous vide	189
-241.	Généralités	189
-242.	Chauffage à vapeur sous vide classique	190
-243.	Chauffage à vapeur sous vide de type différentiel.....	191
-3.	Chauffage aéraulique.....	191
-31.	Chauffage aéraulique à réchauffage direct de l'air et soufflage direct de l'air (chauffage par générateur d'air chaud sans conduits d'air)	192
-32.	Chauffage aéraulique à réchauffage direct de l'air et soufflage indirect (chauffage par générateur d'air chaud avec conduits d'air)	201
-321.	Cas d'une installation desservant plusieurs locaux	203
a.	Généralités	203
b.	Générateur d'air chaud.....	204
c.	Réseaux de conduits d'air	204
d.	Régulation de la température	205
e.	Récupération de chaleur.....	206
f.	Extension en installation de climatisation.....	206
g.	Chauffage aéraulique et chauffage par le sol conjugués.....	207
h.	Calcul	207
-322.	Cas d'une installation desservant un seul grand local.....	208
-33.	Chauffage aéraulique à réchauffage indirect de l'air et soufflage direct (chauffage par aérotherme sans conduits d'air).....	210
-34.	Chauffage aéraulique à réchauffage indirect de l'air et soufflage indirect (chauffage par aérotherme avec conduits d'air).....	217
-35.	Déstratificateurs et antistratificateurs.....	219
-4.	Chauffage par pompe à chaleur.....	222
-41.	Généralités	222
-42.	Fondements théoriques	222
-43.	Éléments constitutifs.....	224
-44.	Sources de chaleur	226
-441.	L'eau comme source de chaleur	226
-442.	L'air comme source de chaleur.....	226
-443.	Le sol comme source de chaleur	228
-444.	L'environnement comme source de chaleur	229
-45.	Désignation d'une pompe à chaleur et normes sur les pompes à chaleur.....	229
-46.	Pompes à chaleur à compression d'une vapeur entraînées par un moteur électrique	232
-461.	Pompes à chaleur destinées au chauffage d'habitations	232
-4611.	Pompes à chaleur air/eau	232
-4612.	Pompes à chaleur air/air.....	238
-4613.	Pompes à chaleur eau/eau.....	239
-4614.	Pompes à chaleur saumure/eau	239
-4615.	Rentabilité d'une pompe à chaleur	240
-462.	Pompes à chaleur destinées au chauffage de piscines	243
-4621.	Cas des piscines publiques couvertes	243
-4622.	Cas des piscines privées couvertes	245
-4623.	Cas des piscines de plein air.....	246
-463.	Pompes à chaleur destinées au chauffage de bureaux	246
-464.	Grosses pompes à chaleur	247
-47.	Pompes à chaleur à absorption.....	248
-48.	Pompes à chaleur à compression d'une vapeur entraînées par une machine thermique à combustion interne	249
-49.	Rentabilités comparatives	253

-5.	Chauffage solaire	257
-51.	Généralités	257
-52.	Capteurs	262
-53.	Rendement	264
-54.	Utilisation de capteurs à des fins de chauffage	266
-55.	Utilisation de capteurs à des fins de production d'eau chaude sanitaire ...	268
-56.	Utilisation de capteurs à des fins de chauffage de piscines	269
-57.	Utilisation de capteurs à des fins de chauffage et de refroidissement	271
-58.	Perspectives	272
223.	Réseaux de chaleur	273
-1.	Réseaux de chaleur alimentés à partir d'une chaufferie	273
-11.	Généralités	273
-12.	Réseaux à eau chaude	280
-121.	Généralités	280
-122.	Production de chaleur	281
-123.	Températures aller et retour	282
-124.	Pompes de circulation	284
-125.	Réserve de chaleur	284
-126.	Répartition des pressions dans le réseau	284
-127.	Sous-stations	285
-128.	Dispositifs de sécurité	290
-13.	Réseaux à eau surchauffée	290
-131.	Généralités	290
-132.	Production de chaleur	290
-133.	Températures aller et retour	293
-134.	Pompes de circulation	293
-135.	Réserve de chaleur	294
-136.	Répartition des pressions dans le réseau	294
-137.	Sous-stations	294
-138.	Dispositifs de sécurité	297
-14.	Réseaux à vapeur	297
-141.	Généralités	297
-142.	Production de vapeur	298
-143.	Canalisations	298
-144.	Répartition des pressions dans le réseau	299
-145.	Retour des condensats	299
-146.	Limitation des puissances	300
-147.	Réserve de chaleur	300
-148.	Sous-stations	301
-149.	Dispositifs de sécurité	305
-15.	Canalisations	305
-151.	Différents types de pose	307
-1511.	Pose en aérien	307
-1512.	Pose en caniveau enterré	307
-1513.	Pose en tranchée	309
-1514.	Autres procédés de pose	322
-152.	Tubes	323
-153.	Calorifuge	325
-16.	Nouvelles normes	326
-161.	NF EN 448	327
-162.	NF EN 488	327
-163.	NF EN 489	327
-164.	NF P 52-211	328
-165.	NF P 52-304	329
-166.	NF E 39-001	331

-2.	Réseaux de chaleur alimentés à partir d'une installation de cogénération.....	341
-21.	Généralités	341
-22.	Emplacement des installations de cogénération	344
-23.	Installations de cogénération équipées de turbines à vapeur	345
-231.	Fonctionnement d'une turbine à contrepression.....	345
-232.	Fonctionnement d'une turbine à soutirage	346
-233.	Réseaux de chaleur très basse température.....	347
-24.	Installations de cogénération équipées de turbines à gaz.....	348
-25.	Indice de production électrique.....	351
-26.	Réseaux de distribution.....	353
-27.	Courbe de charge	355
-28.	Cas particulier des petites installations de cogénération à modules	356
-281.	Généralités	356
-282.	Fonctionnement	356
-283.	Bilan thermique	360
-284.	Rentabilité.....	360
-285.	Exemple d'installation.....	362
-3.	Réseaux de chaleur alimentés à partir d'une usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM)	363
-4.	Réseaux de chaleur alimentés à partir d'une centrale électrogène d'Électricité de France	365
-5.	Réseaux doubles de chaleur et de froid.....	367
-6.	Faisabilité d'un réseau et études économiques, techniques et juridiques	368
-7.	Coût d'investissement, prix de revient de la chaleur produite et prix de vente de la chaleur.....	371
-8.	Organisations professionnelles.....	375
23.	Composants des installations de chauffage	377
231.	Générateurs de chaleur et échangeurs de chaleur.....	377
-1.	Généralités.....	377
-2.	Générateurs de chaleur.....	383
-21.	Chaudières à combustibles solides	383
-211.	Chaudières à éléments en fonte	383
-212.	Chaudières en acier.....	384
A.	Généralités	384
B.	Chaudières en acier de petite et moyenne puissance	386
C.	Chaudières automatiques	386
-213.	Combustion et combustible	388
-214.	Caractéristiques normatives.....	390
-215.	Dispositifs de sécurité.....	394
-216.	Accessoires	394
-217.	Chaufferie	396
-22.	Chaudières à gaz à brûleur atmosphérique	396
-221.	Généralités	396
-222.	Classification	400
-223.	Technologie	400
A.	Généralités	400
B.	Chaudières spéciales	401
C.	Chaudières à condensation.....	409
D.	Chaudières murales.....	412
-224.	Dispositifs de sécurité et de sûreté	418
-225.	Régulation.....	420
-226.	Cheminée.....	420
-227.	Rendement.....	421

-228.	Émissions polluantes	421
-229.	Ventilation des locaux contenant des appareils à gaz	421
-23.	Chaudières à gaz ou à fuel à brûleur à air soufflé	423
-231.	Généralités	423
-232.	Technologie	426
	A. Chaudières spéciales	426
	B. Chaudières basse température	433
	C. Chaudières à condensation	439
	D. Chaudières de grosse puissance	448
	E. Groupement de chaudières	450
-233.	Brûleur	453
-234.	Principales caractéristiques	453
-235.	Émissions polluantes	454
-24.	Chaudières particulières	454
-241.	Chaudières à tubes d'eau	454
-242.	Générateurs instantanés de vapeur	457
-243.	Chaudières à huile thermique	457
-25.	Chaudières électriques	459
-251.	Chaudières électriques directes	459
-252.	Chaudières électriques à accumulation	461
	A. Chaudières dont la masse accumulatrice est de l'eau	461
	B. Chaudières dont la masse accumulatrice est un matériau solide	465
	C. Chaudières à masse accumulatrice spéciale	467
	D. Chaudières à masse accumulatrice solide pour chauffage aéraulique	467
-26.	Générateurs d'air chaud	467
-261.	Générateurs d'air chaud industriels à combustible solide	468
-262.	Générateurs d'air chaud industriels à gaz	468
-263.	Générateurs d'air chaud industriels à fuel	471
-264.	Générateurs d'air chaud domestiques à gaz ou à fuel	475
-265.	Dispositions réglementaires	476
-266.	Documents normatifs	476
-27.	Pertes de combustion et rendements	477
-271.	Pertes par les gaz brûlés	477
-272.	Pertes par les gaz non brûlés	478
-273.	Pertes par les résidus combustibles	478
-274.	Pertes par rayonnement et convection	478
-275.	Rendement de chaudière	478
-276.	Rendement annuel d'exploitation d'une chaudière	480
-28.	Générateurs de chaleur spéciaux	482
-3.	Échangeurs de chaleur	483
232.	Brûleurs et leur alimentation en combustible	485
-1.	Brûleurs à fuel	485
-11.	Généralités	485
-12.	Brûleurs à gazéification	486
-13.	Brûleurs à pulvérisation mécanique de fuel sous pression	488
-14.	Brûleurs à pulvérisation par air sous pression	496
-15.	Brûleurs à pulvérisation par vapeur d'eau sous pression	497
-16.	Brûleurs à pulvérisation par air à basse pression	498
-17.	Dispositifs de régulation et de sécurité des brûleurs à pulvérisation de fuel	498
-18.	Organes particuliers des brûleurs à fuel	502
-181.	Contrôleurs et détecteurs de flamme	502
-182.	Gicleurs	503

-183.	Tête de combustion.....	504
-184.	Dispositif d'allumage électrique.....	505
-185.	Ventilateur.....	505
-186.	Filtre à fuel et séparateur d'air.....	505
-187.	Pompe à fuel.....	506
-2.	Alimentation des brûleurs à fuel.....	507
-21.	Le matériel.....	507
-211.	Réservoirs de stockage en acier.....	507
-212.	Réservoirs de stockage en matière plastique renforcée.....	508
-213.	Réservoirs de stockage en acier et plastique.....	511
-214.	Réservoirs de stockage en acier et béton.....	511
-215.	Limiteur de remplissage.....	511
-216.	Double enveloppe et détecteur de fuite.....	512
-217.	Dispositifs de jaugeage.....	512
-218.	Dispositions anticorrosion.....	512
-219.	Mise à la terre.....	513
-22.	Les installations.....	513
-23.	La réglementation.....	517
-3.	Brûleurs à gaz.....	519
-31.	Généralités.....	519
-32.	Brûleurs sans mélange préalable de l'air et du gaz.....	520
-33.	Brûleurs à injection.....	520
-34.	Brûleurs à induction.....	520
-35.	Brûleurs hémisphériques radiants.....	522
-36.	Brûleurs à air soufflé.....	523
-37.	Équipement et dispositifs de sécurité.....	528
-38.	Régulation.....	532
-4.	Alimentation des brûleurs à gaz.....	533
-5.	Brûleurs mixtes fuel/gaz.....	536
-6.	Apport d'air comburant et volet de fermeture.....	536
-7.	Pannes des brûleurs, maintenance.....	537
233.	Évacuation des produits de la combustion.....	539
-1.	Généralités.....	539
-2.	Construction des conduits de fumée.....	543
-3.	Calcul des conduits de fumée.....	544
-31.	Conduits de fumée à tirage naturel.....	544
-311.	Conduits de fumée desservant une cheminée à feu ouvert.....	544
-312.	Conduits de fumée desservant un ou plusieurs générateurs : méthode de calcul simple pour avant-projet.....	544
-313.	Conduits de fumée desservant un ou plusieurs générateurs : méthode de calcul du CSTB.....	548
-32.	Conduits à tirage mécanique.....	549
-33.	Conduits de fumée et réglementation anti-pollution.....	550
-34.	Documents réglementaires.....	551
-4.	Système Permanent d'Observation du Tirage Thermique (SPOTT).....	551
234.	Tuyauteries.....	553
	Généralités.....	553
-1.	Tubes en acier.....	555
-11.	Principales caractéristiques.....	555
-12.	Choix d'un tube.....	556
-13.	Calcul de l'épaisseur d'un tube.....	558
-14.	Assemblage des tubes.....	559
-141.	Assemblage par filetage.....	559
-142.	Assemblage par brides.....	560

-143.	Assemblage par soudage	562
-144.	Assemblage par raccords spéciaux.....	563
-145.	Matériaux d'étanchéité.....	564
-15.	Fixation et supportage des tuyauteries.....	565
-2.	Tubes en cuivre	570
-21.	Généralités	570
-22.	Assemblage.....	575
-221.	Assemblage par fusion	575
-222.	Assemblage par raccords mécaniques.....	576
-223.	Assemblage sans raccord intermédiaire	576
-23.	Production.....	577
-3.	Tubes en matériau synthétique.....	577
	Généralités	577
-31.	Tubes en polychlorure de vinyle (PVC).....	578
-32.	Tubes en polyéthylène (PE).....	578
-33.	Tubes en polypropylène (PP).....	581
-34.	Tubes en polybutylène (PB)	582
-35.	Autres tubes thermoplastiques	582
-4.	Tubes flexibles	582
235.	Appareils de robinetterie.....	584
-1.	Organes de sectionnement et de réglage.....	584
-11.	Robinets à soupape	584
-12.	Robinets-vannes.....	588
-13.	Robinets à papillon	589
-14.	Robinets à tournant sphérique	591
-15.	Clapets de non-retour.....	592
-16.	Autres organes de robinetterie	593
-2.	Régulateurs de pression	594
-3.	Compensateurs de dilatation	598
-31.	Compensateurs en forme de L, de U et de Z	599
-32.	Lyres de compensation	601
-33.	Compensateurs à presse-étoupe	601
-34.	Compensateurs axiaux.....	601
-35.	Compensateurs latéraux.....	603
-36.	Compensateurs angulaires	605
-37.	Compensateurs en caoutchouc armé.....	605
-38.	Manchons antivibratoires	606
-4.	Purgeurs de condensats de vapeur d'eau	607
-41.	Purgeurs à flotteur.....	608
-42.	Purgeurs thermostatiques.....	610
-43.	Purgeurs à tuyère	611
-44.	Purgeurs thermodynamiques	612
-5.	Contrôleurs visuels d'écoulement (regards)	613
-6.	Purgeurs/séparateurs d'air et aérateurs	613
-7.	Soupapes de sûreté.....	616
-71.	Nécessité des soupapes de sûreté.....	616
-72.	Définitions	616
-73.	Différents types de soupapes et classification	616
-74.	Exemples de soupapes de sûreté.....	618
-75.	Montage, mise en service, réglage et réparation	620
-76.	Documents normatifs.....	622
-761.	Documents français.....	622
-762.	Document allemand.....	622
-8.	Autres organes de robinetterie	622

236.	Appareils divers.....	624
-1.	Pompes à entraînement par moteur électrique	624
-11.	Généralités	624
-12.	Puissance absorbée par la pompe.....	626
-13.	Courbes caractéristiques	627
-14.	Règles de similitude.....	628
-141.	Lois de proportionnalité	628
-142.	Lois d'affinité	629
-15.	Régulation et pilotage d'une pompe	629
-16.	Technologie des pompes	631
-17.	Montage d'une pompe sur l'aller ou le retour	636
-2.	Pompes à entraînement par petite turbine à vapeur.....	637
-3.	Vannes-pompes à injecteur.....	637
-4.	Bâches à condensats	639
-41.	Nécessité d'une récupération des condensats	639
-42.	Les différents dispositifs de relevage.....	639
-421.	Dispositif de relevage mécanique.....	639
-422.	Dispositif de relevage électrique	640
-423.	Dispositifs de relevage à vapeur.....	640
-424.	Évacuation des condensats sous vide	641
-43.	Les bâches à condensats	641
-5.	Vases de décantation	642
-6.	Vases d'expansion et dispositifs de maintien en pression.....	643
-61.	Cas des installations de chauffage à eau chaude en communication avec l'atmosphère.....	643
-62.	Cas des installations de chauffage à eau chaude sans communication avec l'atmosphère	646
-7.	Matériel de régulation	651
-71.	Régulation d'une température ambiante	651
-711.	Régulateurs à fonctionnement de l'organe de réglage sans énergie auxiliaire	651
A.	Appareils de régulation de la température d'un seul local	651
B.	Systèmes de régulation de la température de plusieurs locaux.....	657
-712.	Régulateurs à fonctionnement de l'organe de réglage avec une énergie auxiliaire	658
-72.	Régulation d'une chaudière	658
-721.	Régulateurs de tirage sans énergie auxiliaire pour chaudières à charbon	658
a.	Régulateurs à flotteur	658
b.	Régulateurs à membrane.....	658
c.	Régulateurs à soufflet et à cartouche.....	658
-722.	Régulateurs de tirage à énergie auxiliaire pour chaudière à charbon	659
-723.	Régulateurs de température d'eau de chaudière	659
-724.	Régulation en fonction de la température ambiante-Local témoin	661
-725.	Régulation de la température aller en fonction de la température extérieure	664
-726.	Optimiseurs de chauffage	675
-727.	Régulation de chaudières en cascade	679
-73.	Vannes et boucle de réglage	680
-731.	Vannes 2 voies	680
-732.	Vannes 3 voies	683
-733.	Montages hydrauliques.....	686

-734.	Régulation au moyen de vannes de mélange à secteurs à trois voies	687
-735.	Régulation par zones	689
-736.	Relevage de la température retour d'une chaudière	690
-74.	Régulation des échangeurs vapeur/eau surchauffée	691
-741.	Régulateurs sans énergie auxiliaire	691
-742.	Régulateurs à énergie auxiliaire	692
-75.	Régulateurs de tirage	693
-76.	Régulateurs de température retour	694
-77.	Réglage et équilibrage des installations de chauffage	695
237.	Corps de chauffe fonctionnant à l'eau chaude, à l'eau surchauffée ou à la vapeur	699
-1.	Radiateurs à tubes	701
-2.	Radiateurs-panneaux	704
-3.	Radiateurs à éléments	708
-4.	Radiateurs-convecteurs	714
-5.	Plinthes chauffantes	716
-6.	Panneaux rayonnants à suspendre	717
-7.	Autres corps de chauffe non intégrés dans la paroi d'une construction	719
-71.	Tubes à ailettes sans habillage	719
-72.	Radiateurs haute pression	719
-8.	Corps de chauffe intégrés au plancher haut d'un local (plafond chauffant rayonnant)	720
-81.	Cas de tubes simples disposés dans l'épaisseur du plafond	720
-82.	Cas des tubes à diffuseurs	720
-83.	Cas des tubes en faux plafond	721
-84.	Tubes des plafonds chauffants	722
-85.	Cas des plafonds rafraîchissants	723
-9.	Corps de chauffe intégrés au plancher bas d'un local (chauffage par le sol)	725
-91.	Généralités	725
-92.	Les planchers chauffants domestiques en pose humide	729
-921.	Principe	729
-922.	Tubes	730
-923.	Réalisation	733
-924.	Régulation	737
a.	Cas où le plancher chauffant assure la totalité des besoins	737
b.	Cas où le plancher chauffant n'assure pas la totalité des besoins	737
-93.	Les planchers chauffants industriels en pose humide	740
-94.	Les sols d'extérieur chauffants	740
-95.	Extension aux planchers rafraîchissants	742
-10.	Corps de chauffe intégrés dans les murs d'un local	743
238.	Isolation thermique et isolation phonique	743
-1.	Isolation thermique	743
-11.	Généralités	743
-12.	Les différentes familles d'isolants thermiques	745
-121.	Isolants d'origine minérale	745
-122.	Isolants d'origine végétale	746
-123.	Isolants plastiques et élastomères alvéolaires	746
-13.	Caractéristiques techniques des isolants thermiques	747
-131.	Conductivité thermique utile et résistance thermique utile	747
-132.	Caractéristiques thermodynamiques	752
-133.	Caractéristiques physico-chimiques	753
-134.	Corrosions	753

-135.	Réactions à l'eau.....	753
-136.	Propriétés acoustiques	754
-137.	Résistance mécanique à la compression.....	754
-138.	Comportement au feu	754
-139.	Certification Acermi des isolants thermiques	755
-14.	Dépénalités à travers une paroi plane isolée ou courbe calorifugée	757
-141.	Cas d'une paroi plane isolée.....	757
-142.	Cas d'une paroi courbe calorifugée.....	758
-15.	Épaisseur d'isolant ou de calorifuge anticondensation.....	763
-151.	Cas des parois planes de construction	763
-152.	Cas des parois courbes de tuyauteries	766
-16.	Épaisseur optimale d'isolant thermique ou de calorifuge.....	767
-17.	Mise en œuvre des isolants et des calorifuges	768
-171.	Cas des parois planes isolées des constructions	768
-172.	Cas des parois courbes calorifugées des tuyauteries	770
-18.	Adresses utiles	771
-2.	Isolation phonique	771
-21.	Généralités	771
-22.	Réglementation	772
-23.	Isolation acoustique aux bruits aériens	779
-24.	Isolation acoustique aux bruits solidiens	784
239.	Prévention des corrosions et de l'entartrage	784
-1.	Généralités sur les corrosions.....	784
-11.	Définitions.....	784
-12.	Origine électrochimique des corrosions	785
-13.	Influence de la nature du matériau agresseur	786
-14.	Influence de la nature de l'agent agresseur	787
-15.	Influence des conditions de fonctionnement de l'installation.....	788
-2.	Les corrosions dans les installations de chauffage à eau chaude	789
-21.	Généralités	789
-22.	Perforation de la paroi de matériaux en fer.....	790
-23.	Formation de gaz et de boues	793
-231.	Formation de gaz	793
-232.	Formation de boues	795
-24.	Formation de carbonate de fer	796
-25.	Corrosion de divers matériaux	797
-251.	Corrosion de matériaux en cuivre.....	797
-252.	Corrosion de matériaux en aluminium	798
-253.	Corrosion de matériaux en acier galvanisé par dépôt de zinc	799
-254.	Corrosion de matériaux en acier inoxydable	799
-26.	Corrosions de contact.....	800
-27.	Prévention des corrosions	800
-271.	Prévention des corrosions au niveau du projet et de la mise en route	800
-272.	Prévention des corrosions par non mise en dépression de l'installation	802
-273.	Prévention des corrosions par traitement d'eau.....	805
-28.	Antigels.....	806
-3.	Les corrosions dans les installations de chauffage à vapeur basse pression	808
-31.	Origine des corrosions	808
-32.	Prévention des corrosions	809
-33.	Qualités de l'eau alimentaire	810
-34.	Mode de fonctionnement de l'installation	812
-4.	Les corrosions dans les installations de production d'eau chaude sanitaire	813

-41.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire en acier émaillé	813
-42.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire en acier revêtu d'un matériau synthétique	814
-43.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire en acier inoxydable	815
-44.	Protection cathodique	816
-5.	Les corrosions dues aux gaz brûlés	817
-51.	Généralités	817
-52.	Origine des corrosions	818
-53.	Sinistres dus à des corrosions	820
-54.	Prévention des corrosions	821
-6.	Formation et prévention du tartre	823
-61.	Généralités	823
-62.	Formation du tartre dans les installations de chauffage	825
-63.	Formation du tartre dans les installations de production d'eau chaude sanitaire	826
-64.	Prévention du tartre	827
-7.	Les principaux matériels utilisés dans la prévention des corrosions et de l'entartrage	830
-71.	Généralités	830
-72.	Installations d'élimination physique de l'oxygène	830
-73.	Installations de traitement chimique de l'oxygène par réactif	831
-74.	Installations de traitement électrochimique de l'oxygène par réactif	831
-75.	Installations d'échangeurs d'ions	832
-8.	Réglementation, documents spécialisés, normes, bibliographie	833
-81.	Réglementation	833
-82.	Documents spécialisés	835
-83.	Normes	835
-84.	Bibliographie	836
24.	Calcul des installations de chauffage	839
241.	Calcul des déperditions de base des bâtiments neufs d'habitation	839
-1.	Généralités	839
-2.	Déperditions de base par transmission à travers les parois	839
-21.	Déperditions de base à travers des parois extérieures	840
-22.	Déperditions de base à travers des parois intérieures	840
-23.	Déperditions de base à travers des parois en contact avec un espace non chauffé	840
-24.	Déperditions de base à travers des parois en contact avec le sol	841
-25.	Déperditions de base par transmission à travers les parois d'un local donné	841
-3.	Déperditions de base par renouvellement d'air	841
-31.	Cas du secteur résidentiel	841
-311.	Expression des déperditions de base par renouvellement d'air d'un logement	841
-312.	Valeurs des débits spécifique et supplémentaire de ventilation	841
-313.	Calcul pièce par pièce	841
-32.	Cas du secteur non résidentiel	842
-4.	Température intérieure de base	842
-5.	Température extérieure de base	842
-6.	Coefficient de transmission thermique surfacique K et de transmission thermique linéique k	844
-61.	Valeur précalculée d'un coefficient K ou k	844
-62.	Valeur calculée d'un coefficient K ou k	845
-621.	Valeur calculée d'un coefficient K	845

	A. Cas des parties courantes d'épaisseur constante composées de couches homogènes soit sans hétérogénéités soit à hétérogénéités faibles et régulières.....	845
	B. Cas des parties courantes d'épaisseur constante comportant des hétérogénéités importantes mais régulières..	851
	C. Autres cas.....	851
	D. Exemple de calcul du coefficient de transmission surfacique K d'un mur	851
-622.	Valeur calculée d'un coefficient k	852
242.	Calcul de la puissance de la ou des chaudières	852
243.	Calcul de la cheminée	856
244.	Calcul du réseau de tuyauteries	856
-1.	Tuyauteries d'eau chaude.....	857
-11.	Cas des installations à pompe de circulation	857
-12.	Cas des installations sans pompe de circulation (fonctionnement en thermosiphon).....	868
-2.	Tuyauteries de vapeur et de condensats	869
-21.	Cas des installations de chauffage à vapeur basse pression.....	869
-22.	Cas des installations de chauffage à vapeur haute pression.....	872
-3.	Conduites de gaz	876
245.	Calcul des corps de chauffe.....	887
-1.	Généralités.....	887
-2.	Corps de chauffe classiques	887
-3.	Corps de chauffe pour chauffage par rayonnement par le plafond	896
-31.	Corps de chauffe (panneaux rayonnants) suspendus	896
-32.	Corps de chauffe à tubes d'acier intégrés dans le plafond.....	898
-33.	Corps de chauffe à tubes de cuivre intégrés dans le plafond	900
-34.	Corps de chauffe à diffuseurs en aluminium intégrés dans le plafond	900
-35.	Chauffage par les entrevous d'un plafond	902
-4.	Corps de chauffe pour chauffage par rayonnement par le sol.....	902
-41.	Généralités	902
-42.	Calcul d'un plancher chauffant.....	904
-43.	Perte de charge dans les grilles ou serpents.....	907
-5.	Convecteurs et plinthes chauffantes.....	908
-6.	Corps de chauffe pour chauffage par rayonnement par les parois	908
246.	Calculs relatifs à la maîtrise de l'énergie dans le cadre de la Réglementation Thermique	908
-1.	Généralités.....	908
-2.	Cas du secteur résidentiel.....	909
-21.	La législation.....	909
-211.	Décret du 5 avril 1988	909
-212.	Arrêté du 5 avril 1988 relatif aux équipements et aux caractéristiques thermiques des bâtiments d'habitation.....	909
-2121.	Généralités	909
-2122.	Les quatre options de la réglementation	910
A.	Option 1 : les solutions techniques sans calculs.....	910
B.	Option 2 : coefficient GV de référence à ne pas dépasser et système de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire de référence.....	912
B1.	Coefficient GV	912

	B2. Systèmes de référence de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire	913
	B3. Document d'application	916
	C. Option 3 : coefficient BV de référence à ne pas dépasser, système de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire de référence et valeur du coefficient GV	917
	D. Option 4 : coefficient C de référence à ne pas dépasser et valeur du coefficient GV	918
	-2123. Dispositions diverses	919
	-213. Arrêté du 5 avril 1988 (second arrêté)	920
-22.	Choix d'une option	920
-23.	Labels Haute Performance Énergétique et Solaire	920
-24.	Label Qualitel	922
-3.	Cas du secteur non résidentiel	922
-31.	Généralités	922
-32.	Le décret du 12 avril 1988	922
-33.	Les sept arrêtés spécifiques	923
	-331. Articles spécifiques des sept arrêtés	923
	-332. Articles ou parties d'articles communs aux sept arrêtés et traitant d'isolation thermique	925
	-333. Articles ou parties d'articles communs aux sept arrêtés et traitant de régulation et de programmation du chauffage	927
	-334. Articles ou parties d'articles communs aux sept arrêtés et traitant de ventilation	928
	-335. Articles ou parties d'articles communs aux sept arrêtés et traitant de climatisation par machine frigorifique	929
	-336. Annexe I commune aux sept arrêtés	930
	-3361. Calcul de l'indice solaire	930
	-3362. Classe d'inertie thermique	931
	-337. Annexe II commune aux sept arrêtés	931
25.	Équipement de chauffage des différentes catégories de bâtiments	933
251.	Bâtiments d'habitation	933
-1.	Maisons individuelles	933
-11.	Chauffage pièce par pièce par appareils indépendants	933
-12.	Chauffage de plusieurs pièces à partir d'un appareil central	933
-13.	Chauffage aéraulique	934
-14.	Chauffage central à eau chaude	934
-15.	Chauffage par pompe à chaleur	935
-16.	Chauffage central à vapeur	935
-17.	Frais de chauffage	935
-2.	Immeubles d'habitation	937
-21.	Chauffage par appareils indépendants	937
-22.	Chauffage électrique à accumulation en heures creuses	937
-23.	Chauffage central à eau chaude individuel en immeuble	937
-24.	Chauffage central à eau chaude collectif en immeuble	938
-25.	Chauffage central à vapeur basse pression	939
-26.	Chauffage central à vapeur sous vide	939
-27.	Chauffage central aéraulique	939
-28.	Chauffage par pompe à chaleur	939
-29.	Coût du chauffage	940
252.	Salles de réunions, théâtres, cinémas, magasins	940

253.	Musées, bibliothèques	940
254.	Lieux de culte	941
-1.	Généralités.....	941
-2.	Températures	941
-3.	Besoins thermiques	941
-4.	Système de chauffage.....	942
-5.	Chauffage des locaux contigus.....	944
-6.	Humidification.....	944
-7.	Consommation d'énergie	944
-8.	Choix d'un système de chauffage	945
255.	Immeubles de bureaux (hôtels et constructions similaires)	945
-1.	Généralités.....	945
-2.	Système de chauffage.....	946
-3.	Corps de chauffe.....	951
-4.	Chaudières et chaufferie.....	951
-5.	Production d'eau chaude sanitaire	952
-6.	Chauffage des locaux spécialisés	953
-61.	Salles de réunions	953
-62.	Halls d'entrée	953
-63.	Cantines	953
-64.	Entrepôts	953
-65.	Chambres fortes	953
256.	Hôpitaux (maisons de convalescence et de retraite)	953
-1.	Généralités.....	953
-2.	Chaudières.....	954
-21.	Cas des petits hôpitaux	954
-22.	Cas des hôpitaux de moyenne importance.....	955
-23.	Cas des grands hôpitaux	957
-231.	Production autonome d'énergie électrique	957
-232.	Production autonome d'énergie thermique.....	957
-3.	Systèmes de chauffage	961
-31.	Chauffage à eau chaude	961
-32.	Chauffage à vapeur basse pression	961
-33.	Chauffage à vapeur sous vide	961
-34.	Production d'eau chaude sanitaire	961
-4.	Corps de chauffe.....	961
-5.	Consommation d'énergie	962
-6.	Locaux spécialisés.....	964
-61.	Bloc opératoire.....	964
-62.	Maternité.....	964
-63.	Chambres d'hospitalisation.....	964
-64.	Radiologie.....	964
257.	Salles omnisports, piscines.....	964
-1.	Salles omnisports	964
-11.	Généralités	964
-12.	Sources de chaleur	965
-121.	Chauffage au gaz	965
-122.	Chauffage à vapeur ou à eau chaude	965

-13.	Réseau de conduits	965
-14.	Débits d'air	965
-15.	Besoins thermiques.....	965
-16.	Halls d'entrée.....	966
-2.	Piscines couvertes.....	966
-21.	Généralités	967
-22.	Besoins thermiques maximaux.....	967
-23.	Besoins thermiques annuels.....	969
-24.	Piscines privées intérieures.....	970
-25.	Différents types de chauffage	970
-251.	Réchauffage de l'eau du bassin.....	970
-252.	Chauffage et ventilation	972
-253.	Économies d'énergie	972
258.	Établissements scolaires.....	972
-1.	Généralités	972
-2.	Systèmes de chauffage	972
-3.	Corps de chauffe	973
-4.	Chaufferie	973
259.	Autres constructions ou applications	973
-1.	Parcs de stationnement couverts	973
-11.	Petits parkings.....	973
-12.	Grands parkings.....	974
-13.	Locaux annexes	974
-2.	Déneigement thermique	974
-21.	Généralités	974
-22.	Besoins thermiques à l'état d'équilibre	974
-23.	Mise en température	975
-24.	Mise en œuvre	975
-25.	Coûts.....	976
-3.	Autres constructions.....	976
26.	Du projet à l'exploitation des installations de chauffage	977
261.	Généralités	977
262.	Choix du mode de chauffage	977
-1.	Chauffage par appareils indépendants	978
-2.	Chauffage central individuel avec propre chaudière pour logement en collectif	978
-3.	Chauffage central	978
-31.	Chauffage à vapeur.....	978
-32.	Chauffage à eau chaude.....	979
-33.	Chauffage aéraulique	979
-4.	Réseau de chaleur	980
-5.	Chauffages non conventionnels	980
-51.	Chauffage par pompe à chaleur électrique	980
-52.	Chauffage par pompe à chaleur à absorption	980
-53.	Chauffage par pompe à chaleur à moteur à gaz.....	980
-54.	Chauffage solaire.....	980
263.	Dispositions constructives	981
-1.	Chaufferies	981

-11.	Cas général.....	981
-12.	Cas des chaufferies en terrasse	987
-13.	Cas des mini-chaufferies.....	988
-2.	Cheminée.....	992
-3.	Stockage du combustible.....	993
-31.	Situation du stockage	993
-32.	Dimensionnement des soutes à combustible solide	993
-33.	Réalisation des soutes à combustible solide	994
-4.	Local de répartition	994
-5.	Modes de chargement des chaudières à combustible solide	995
-6.	Transport des cendres	996
-7.	Corps de chauffe.....	996
-71.	Radiateurs à éléments	996
-72.	Radiateurs tubulaires.....	997
-73.	Convecteurs	997
-74.	Radiateurs-panneaux.....	997
-75.	Panneaux rayonnants	997
-76.	Chauffage aéraulique	997
-8.	Tuyauteries	997
264.	De la mission d'ingénierie à la passation des marchés	998
-1.	Options du maître d'ouvrage.....	998
-2.	Les missions de maîtrise d'œuvre et la loi MOP	1000
-3.	Passation des marchés avec les entrepreneurs.....	1001
-31.	Différents types de marchés.....	1001
-311.	Marchés par adjudication	1003
-312.	Marchés sur appel d'offres	1003
-32.	Formes du marché.....	1003
-321.	Marché passé d'après un devis quantitatif.....	1003
-322.	Marché passé d'après un devis descriptif	1003
-33.	Contenu de l'appel d'offres	1003
-331.	Plans divers.....	1003
-332.	Dépense de base.....	1003
-333.	Emplacements divers.....	1003
-334.	Nature du courant et tension.....	1003
-335.	Installation de ventilation	1004
-336.	Cas des installations destinées à l'industrie.....	1004
-34.	Examen des offres.....	1004
265.	Réception des installations de chauffage.....	1004
-1.	Généralités.....	1004
-2.	Contrôle des constituants de l'installation de chauffage et de son bon fonctionnement	1005
-3.	Réception de l'installation de chauffage et délais de garantie	1008
266.	Coût d'investissement et coût d'exploitation des installations de chauffage.....	1010
-1.	Coût d'investissement	1010
-2.	Frais d'exploitation	1011
-21.	Généralités	1011
-22.	Besoins annuels prévisionnels d'énergie thermique à fournir aux locaux d'une construction pour assurer leur chauffage.....	1012
-221.	Méthode de calcul française	1012
-222.	Méthode de calcul allemande	1012

-23.	Consommation annuelle de combustible	1016
-24.	Coût annuel du combustible	1021
-25.	Frais de conduite et d'entretien	1022
-26.	Coût total du chauffage.....	1022
-27.	Cas des logements chauffés à partir d'appareils indépendants.....	1023
-28.	Chauffage au ralenti et régulation améliorée.....	1024
267.	Exploitation des installations de chauffage.....	1026
-1.	Généralités	1026
-2.	Les catégories de contrats	1027
-3.	Les documents en vigueur	1028
268.	Réhabilitation d'installations de chauffage.....	1032
269.	Normes, Documents Techniques Unifiés et Avis Techniques : valeur juridique.....	1035

3. Production d'eau chaude sanitaire 1037

31. Généralités..... 1039

311.	Du rôle des installations de production d'eau chaude sanitaire	1039
312.	Exigences requises d'une bonne installation de production d'eau chaude sanitaire.....	1039
313.	Classification des installations de production d'eau chaude sanitaire	1039
314.	Symboles graphiques	1040
315.	Normes.....	1042
316.	Législation sanitaire.....	1045
317.	Bibliographie.....	1045

32. Les différents systèmes de production d'eau chaude sanitaire 1047

321.	Installations individuelles de distribution d'eau chaude sanitaire : les différents systèmes de production	1047
-1.	Appareils de production d'eau chaude sanitaire à accumulation fonctionnant au charbon ou au fuel	1047
-11.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire à charbon	1047
-12.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire à fuel	1048
-2.	Appareils de production d'eau chaude sanitaire électriques.....	1049
-21.	Thermoplongeurs.....	1049
-22.	Chauffe-eau électriques à accumulation.....	1049
-221.	Chauffe-eau ouverts	1049
-222.	Chauffe-eau fermés	1051
-23.	Chauffe-eau électriques instantanés	1053
-24.	Chauffe-eau électriques à fonctionnement mixte	1054
-25.	Production d'eau chaude sanitaire par pompe à chaleur	1054
-3.	Appareils de production d'eau chaude sanitaire au gaz.....	1054

-31.	Généralités	1054
-32.	Chauffe-eau à gaz instantanés.....	1055
-33.	Chauffe-eau à gaz à accumulation	1059
-34.	Dispositifs de régulation et de sécurité.....	1061
-35.	Appareils à double service chauffage/eau.....	1062
-36.	Consommation de gaz.....	1065
322.	Installations collectives de distribution d'eau chaude sanitaire : les différents systèmes de production.....	1065
-1.	Installations collectives de production d'eau chaude sanitaire du type à accumulation	1065
-2.	Installations collectives de production d'eau chaude sanitaire du type instantané	1068
-3.	Limitation de la température de l'eau chaude sanitaire.....	1073
-31.	Système de limitation interne de la température de production de l'eau chaude sanitaire.....	1073
-32.	Système de limitation externe de la température de production de l'eau chaude sanitaire.....	1074
-4.	Raccordement du préparateur d'eau chaude sanitaire.....	1075
-41.	Généralités	1075
-42.	Chauffage central à partir d'une seule chaudière.....	1075
-43.	Chaudière d'hiver et chaudière d'été.....	1076
-44.	Cas des réseaux de chaleur	1076
-441.	Système instantané	1077
-442.	Système à accumulation	1078
-443.	Système à pompe de charge.....	1078
-444.	Système tertiaire	1078
-5.	Réseau bouclé et système de traçage.....	1080
-6.	Réseau de distribution	1080
323.	Production d'eau chaude sanitaire par pompe à chaleur (chauffe-eau thermodynamique)	1082
324.	Production d'eau chaude sanitaire par capteurs solaires.....	1084
33.	Composants des installations de production d'eau chaude sanitaire.....	1085
331.	Générateurs de chaleur utilisés en production d'eau chaude sanitaire.....	1085
-1.	Préparateurs à accumulation à réchauffage direct.....	1085
-2.	Chaudières double service à production d'eau chaude sanitaire instantanée par réchauffage indirect dans la chambre à eau	1086
-3.	Chaudières double service à production d'eau chaude sanitaire par ballon accumulateur couplé à une chaudière	1086
332.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire à accumulation.....	1090
-1.	Exigences sanitaires	1090
-2.	Caractéristiques techniques des préparateurs.....	1091
333.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire à accumulation à pompe de mise en charge	1094
-1.	Éléments chauffants à l'intérieur du préparateur	1094
-2.	Éléments chauffants à l'extérieur du préparateur.....	1094
334.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire instantanés	1095

335.	Préparateurs d'eau chaude sanitaire combinant les systèmes instantanés et à accumulation	1097
336.	Mélangeurs et mitigeurs.....	1097
-1.	Mélangeur	1098
-2.	Mitigeur mécanique	1098
-3.	Mitigeur thermostatique.....	1098
337.	Prévention des corrosions et de l'entartrage	1098
338.	Qualités hygiéniques de l'eau chaude sanitaire	1100
34.	Calcul des installations de production d'eau chaude sanitaire	1103
341.	Débits et températures nécessaires.....	1103
342.	Puissance nécessaire pour assurer la préparation de l'eau chaude sanitaire	1106
-1.	Calcul à partir du coefficient de simultanéité	1106
-11.	Système à accumulation	1107
-12.	Système instantané	1108
-13.	Production d'eau chaude sanitaire à partir d'un réseau urbain.....	1108
-2.	Calcul à partir du nombre de logements-types	1109
-21.	Logement-type.....	1109
-22.	Besoins en eau chaude sanitaire	1110
-23.	Puissance du préparateur d'eau chaude sanitaire	1110
-3.	Calcul d'après la courbe des consommations	1111
343.	Puissance du préparateur d'eau chaude sanitaire.....	1112
344.	Volume du préparateur d'eau chaude sanitaire	1113
-1.	Cas du système à accumulation	1113
-2.	Cas du système instantané	1114
-3.	Formules empiriques.....	1115
345.	Aire des surfaces de chauffe du préparateur	1115
346.	Vase d'expansion	1116
347.	Réseau de tuyauteries.....	1117
-1.	Tuyauteries d'eau chaude et d'eau froide	1117
-2.	Tuyauteries de bouclage.....	1121
-3.	Tuyauteries de fluide chauffant.....	1122
-4.	Calculs d'avant-projet.....	1122
348.	Exemples de calcul d'installations de production d'eau chaude sanitaire	1122
35.	Coût des installations de production d'eau chaude sanitaire	1127
351.	Coût d'investissement.....	1127
352.	Coût de l'énergie.....	1128
-1.	Besoins en eau chaude sanitaire.....	1128

-2. Pertes calorifiques 1128

-3. Consommation annuelle d'énergie..... 1129

-4. Rendement de production et rendement d'exploitation 1129

-5. Gains dus aux locaux chauffés 1129

-6. Coût de l'énergie 1129

-7. Exemple..... 1130

-8. Économies d'énergie 1130

-9. Rapports entre eau chaude sanitaire et chauffage 1130

353. Coût global 1132