

# SOMMAIRE

	Les cahiers techniques, mode d'emploi.....	6
<b>Dossier 1</b>	<b>Chauffage</b> .....	8
	<b>Fiche 1</b> Calculer les déperditions de chaleur par transmission.....	10
	<b>Fiche 2</b> Calculer les déperditions de chaleur par renouvellement d'air .....	16
	<b>Fiche 3</b> Estimer les besoins en chauffage .....	22
	<b>Fiche 4</b> Choisir un système de chauffage .....	30
	<b>Fiche 5</b> Installer un plancher chauffant/rafraîchissant.....	40
<b>Dossier 2</b>	<b>Climatisation</b> .....	56
	<b>Fiche 6</b> Les paramètres d'une climatisation.....	58
	<b>Fiche 7</b> Calculer les charges extérieures dues à l'ensoleillement sur les parois vitrées .....	62
	<b>Fiche 8</b> Calculer les charges extérieures dues à l'ensoleillement sur les parois opaques .....	70
	<b>Fiche 9</b> Calculer les charges intérieures et les charges totales..	74
	<b>Fiche 10</b> Installer un système de climatisation à débit d'air constant.....	82
	<b>Fiche 11</b> Installer un système de climatisation à deux conduits d'air .....	90
	<b>Fiche 12</b> Installer un système de climatisation à débit d'air variable.....	94
	<b>Fiche 13</b> Choisir un équipement autonome de climatisation ....	98
	<b>Fiche 14</b> Installer une climatisation à eau pulsée .....	104
	<b>Fiche 15</b> Installer un système de climatisation mixte .....	108
	<b>Fiche 16</b> Installer un système réversible PAC sur boucle d'eau ou un système à débit réfrigérant variable (DRV) .....	112
	<b>Fiche 17</b> Assurer la qualité de l'air d'un système de climatisation.....	118
<b>Dossier 3</b>	<b>Isolation</b> .....	128
	<b>Fiche 18</b> Les critères de choix d'un isolant.....	130
	<b>Fiche 19</b> Choisir un isolant naturel .....	134
	<b>Fiche 20</b> Choisir un isolant synthétique.....	140
	<b>Fiche 21</b> Traiter les ponts thermiques.....	144
	<b>Fiche 22</b> Déterminer les échanges thermiques à travers un mur.....	148
	<b>Fiche 23</b> Réaliser une isolation thermique .....	152
	<b>Fiche 24</b> Améliorer l'inertie thermique d'un bâtiment.....	156
	<b>Fiche 25</b> Installer une ventilation .....	166

<b>Dossier 4</b>	<b>Régulation</b> .....	174
	<b>Fiche 26</b> Rechercher la température de confort .....	176
	<b>Fiche 27</b> Choisir entre boucle ouverte et boucle fermée pour une régulation.....	180
	<b>Fiche 28</b> Choisir le mode de régulation .....	186
	<b>Fiche 29</b> Installer une régulation pour le chauffage à l'eau chaude.....	190
	<b>Fiche 30</b> Déterminer les paramètres de confort thermique....	198
<b>Dossier 5</b>	<b>Législation</b> .....	204
	<b>Fiche 31</b> Historique de la réglementation thermique .....	206
	<b>Fiche 32</b> La Réglementation thermique 2005 .....	210
	<b>Fiche 33</b> La Réglementation thermique 2012 .....	218
	<b>Fiche 34</b> Réaliser un diagnostic de performance énergétique (DPE) .....	226
	<b>Fiche 35</b> La démarche HQE.....	232
	<b>Fiche 36</b> Les labels de performance énergétique .....	238
	<b>Fiche 37</b> Le crédit d'impôt.....	242
	<b>Annexes</b> .....	250
	<b>Annexe 1</b> Unités de mesure et grandeurs .....	252
	<b>Annexe 2</b> Symboles utilisés en génie climatique.....	256
	<b>Annexe 3</b> Transformation de l'énergie.....	262
	<b>Annexe 4</b> Transferts thermiques .....	264
	<b>Annexe 5</b> Calorimétrie .....	272
	<b>Annexe 6</b> Traitements de l'air .....	278
	<b>Annexe 7</b> Température virtuelle extérieure.....	288
	<b>Annexe 8</b> Coefficient de transmission thermique surfactive utile sur les doubles vitrages .....	292
	<b>Annexe 9</b> Caractéristiques thermiques des matériaux d'application générale dans le bâtiment (RT 2012) .....	302
	<b>Annexe 10</b> Ponts thermiques, valeur par défaut pour $\psi$ (RT 2012) .....	316
	Bibliographie .....	325
	Index .....	326

# LES CAHIERS TECHNIQUES, MODE D'EMPLOI

Les fiches sont classées par dossier

**1**  
DOSSIER

## CHAUFFAGE

L'objectif du chauffage est d'améliorer le confort thermique des êtres vivants pendant la saison froide. Le chauffage des locaux, des volumes de vie, de l'ÉCS ou de l'eau des piscines implique la conception d'un système de chauffage avec ses quatre composants principaux :

- › la production de chaleur ;
- › la distribution de chaleur ;
- › l'émission de chaleur ;
- › la régulation.

Un système de chauffage fonctionne en utilisant une énergie primaire, qui peut être d'origine fossile (fuel, gaz naturel, GPL, charbon, etc.) ou renouvelable (le soleil, le bois énergie, la géothermie, la pompe à chaleur, etc.), pour la transformer en énergie finale, c'est-à-dire en chaleur. Il existe plusieurs systèmes de chauffage. La conception et le choix du système doit se faire en fonction :

- › des besoins en confort ;
- › des déperditions surfaciques, linéaires et ponctuelles ;
- › des déperditions par renouvellement d'air ;
- › des gains thermiques intérieurs.

Un bilan thermique d'hiver signifie trouver la puissance calorifique nécessaire de l'installation de chauffage capable d'assurer les besoins en confort.

Ce dossier met à votre disposition des données concrètes conformément à la réglementation thermique en vigueur (RT 2012), afin de pouvoir effectuer un bilan thermique pour l'habitat collectif que pour l'habitat individuel, en neuf et en rénovation. Les méthodes de calcul des déperditions de base détaillées ici sont conformes à la norme NF EN 12 831 appliquée pour les bâtiments de configuration classique avec des pièces dont la hauteur n'excède pas 5 mètres et supposées chauffées à régime constant aux conditions nominales. En rénovation, ou pour un calcul plus rapide des déperditions, vous pouvez réaliser un bilan thermique simplifié en utilisant le coefficient G.

Les données présentées dans cet ouvrage vous permettront de trouver les caractéristiques techniques des matériaux d'application générale dans le

**1**  
DOSSIER

bâtiment ainsi que les notions de calorimétrie et de transfert thermique, nécessaires pour la bonne conception d'un système de chauffage.

Les systèmes de chauffage à eau chaude comme fluide caloporteur présentés dans cet ouvrage sont à ECBT (eau chaude basse température, dont la température est inférieure ou égale à 110 °C - définition donnée par le décret de 2 avril 1926).

Concernant le système de chauffage, vous devrez :

- › choisir des équipements respectueux de l'environnement (chaudières de nouvelle génération) ;
- › réaliser une installation fiable et durable ;
- › adapter parfaitement l'installation de chauffage à l'habitation ;
- › tenir compte des besoins en confort ;
- › ne pas négliger les possibilités financières ;
- › favoriser l'usage des énergies renouvelables ou la possibilité d'avoir deux sources d'énergie primaire, en diminuant ainsi l'utilisation de combustibles fossiles ;
- › utiliser des systèmes de récupération de chaleur ;
- › favoriser l'utilisation des radiateurs à « chaleur douce » ou le plancher chauffant en utilisant ainsi les régimes de fonctionnement de très basse température.

Dans ce dossier, vous trouverez aussi comment estimer la consommation du combustible pendant la saison de chauffe, en tenant compte des DJU (degrés jours unifiés), du type de local et de son volume, de la durée de mise en température, du PCI du combustible et du rendement global de l'installation de chauffage.

### LES FICHES

Fiche 1 : Calculer les déperditions de chaleur par transmission .....	10
Fiche 2 : Calculer les déperditions de chaleur par renouvellement d'air .....	16
Fiche 3 : Estimer les besoins en chauffage .....	22
Fiche 4 : Choisir un système de chauffage .....	30
Fiche 5 : Installer un plancher chauffant rafraîchissant .....	40

Une introduction reprenant les grandes thématiques du dossier

Un menu déroulant des fiches du dossier

Une signalétique claire

## FICHE 16

### INSTALLER UN SYSTÈME RÉVERSIBLE PAC SUR BOUCLE D'EAU OU UN SYSTÈME À DÉBIT RÉFRIGÉRANT VARIABLE (DRV)

Mise en avant de l'objectif de la fiche

**Objectif**  
Assurer le chauffage ou la climatisation suivant les zones et suivant les besoins, en constructions neuves et en rénovation dans les immeubles tertiaires afin d'assurer une climatisation dans différentes zones, dont les charges thermiques sont variables au cours de la journée.

## REPÈRES

La circulation de l'eau se fait en permanence des pompes à chaleur.

- La PAC réchauffe le local climatisé.
- La PAC refroidit le local à climatiser, l'eau de la boucle est la source chaude.

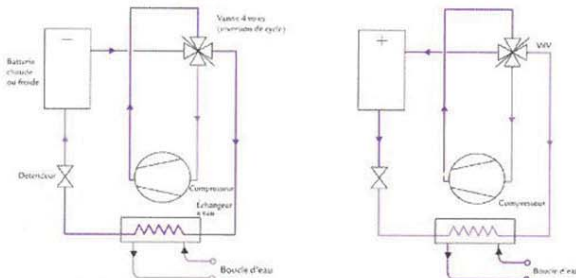


Figure 16.1 Fonctionnement en refroidissement (à gauche) et fonctionnement en chauffage (à droite)

112

## Installer un système réversible PAC sur boucle d'eau...

## FICHE 16



Une partie **Savoir-faire** qui détaille la mise en œuvre

### Les systèmes PAC sur boucle d'eau

Ce système de conception simple et facile à mettre en œuvre assure une régulation individuelle. Du point de vue énergétique, l'efficacité est maximale lorsque les charges des différents locaux sont équilibrées et que la boucle est proche de l'équilibre thermique.

En revanche, le système n'assure pas le contrôle d'hygrométrie, le niveau sonore n'est pas négligeable, les économies d'énergie sont moyennes et une panne ou une intervention sur la boucle d'eau rend le système inutilisable.

Le système peut être utilisé pour :

- les locaux qui changent de signe de charge au cours de la journée ;
- les centres commerciaux ;
- la rénovation de locaux ;
- les locaux de grand volume ayant des orientations diverses ;
- des occupations irrégulières ;
- des bâtiments avec des salles aveugles à fort éclairage ;
- des bâtiments avec des apports thermiques élevés ou fortes déperditions.

En chauffage, la température de la boucle d'eau sera maintenue entre 15 et 30 °C à l'aide d'un réchauffeur (échangeur de chaleur).

En refroidissement, la température de la boucle sera également maintenue entre 15 à 30 °C à l'aide d'un refroidisseur d'eau (tour de refroidissement à circuit fermé). Le système est intéressant du point de vue économique, surtout dans le cas où les besoins en chaud et en froid des locaux permettent d'obtenir un équilibre thermique sur la boucle d'eau, donc l'arrêt de l'échangeur de chaleur et de la tour de refroidissement.



Figure 16.2 Pompe à chaleur réversible air-eau 30RQ 039-160 (Photos propriétés et utilisées avec l'accord de Carrier SCS)

Des compléments d'information pour aller plus loin

### Remarque

Il existe des installations qui peuvent assurer le fonctionnement des unités inté-

© Dunod - Toute reproduction non autorisée est un délit.

DOSSIER 2 : CLIMATISATION

113

## FICHE 19

### Choisir un isolant naturel

## EN PRATIQUE

### Les isolants minéraux

Une partie **En pratique** pour une application terrain

Des banques de données pour aider au dimensionnement

Laines minérales	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] (NF EN 1602)	$\lambda$ [W/mK]	$c_p$ [J/kgK]	$\mu$ sec	humide
Laines de roche	15 ≤ ρ < 25	0,050	1030	1	1
	25 ≤ ρ < 40	0,044	1030	1	1
	40 ≤ ρ < 100	0,042	1030	1	1
	100 ≤ ρ < 150	0,040	1030	1	1
	150 ≤ ρ < 175	0,047	1030	1	1
	175 ≤ ρ < 200	0,048	1030	1	1
Laines obtenues par soufflage sur plancher de comble	7 ≤ ρ < 10	0,055	1030	1	1
	10 ≤ ρ < 15	0,047	1030	1	1
	15 ≤ ρ < 20	0,044	1030	1	1
	20 ≤ ρ < 30	0,041	1030	1	1
	30 ≤ ρ < 40	0,039	1030	1	1
	40 ≤ ρ < 80	0,038	1030	1	1
Laines obtenues par épandage manuel sur plancher de comble	80 ≤ ρ < 120	0,039	1030	1	1
	120 ≤ ρ < 150	0,040	1030	1	1
Laines obtenues par insufflation en mur, rampant,	10 ≤ ρ < 25	0,056	1030	1	1
Autres laines minérales	10 ≤ ρ < 80	0,060	1000	1	1
Laine de laitier ou de roche ou hydraulique appliquée en sous-faces de planchers ou sous-bardage DTU 27.1 (NF P 15-201-1 et NF P 15-201-2)	140 ≤ ρ < 200	0,045	1200	2	2
	200 ≤ ρ < 300	0,050	1200	2	2
	300 ≤ ρ < 500	0,070	1200	2	2

Tableau 19.2 Caractéristiques du verre cellulaire

Verre cellulaire	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/mK]	$c_p$ [J/kgK]	$\mu$ sec	humide
Fabrication postérieure à 1978	110 ≤ ρ < 140	0,051	1000	-	-
	140 ≤ ρ < 180	0,057	1000	-	-

138

## Choisir un système de chauffage

## FICHE 4

### Exemples d'installations de chauffage avec récupérateurs de chaleur

Des schémas d'installation clairs et complets

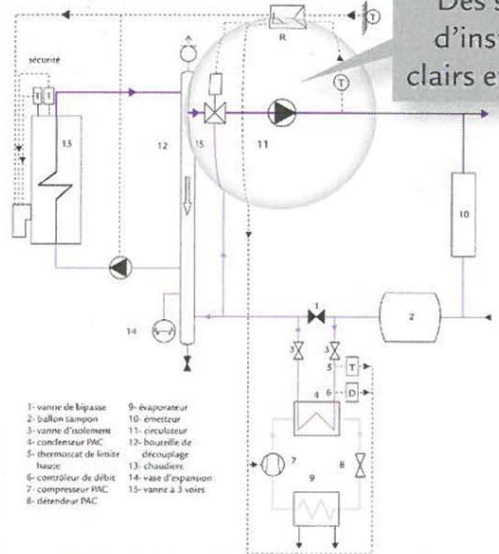


Figure 4.6 Installation de chauffage avec condenseur d'une PAC en série sur le circuit

© Dunod - Toute reproduction non autorisée est un délit.

DOSSIER 1 : CHAUFFAGE

35