Pratique de la climatisation

CAHIERS TECHNIQUES

>> EN **24** FICHES-OUTILS <<

Jack Bossard · Christian Feldmann
Jean Hrabovsky

- Logements
- Petits tertiaires
- Résidences

Préface de Jean Lannaud

DUNOD

Mise en page : Belle Page

© Dunod, 2015, 2020 pour la nouvelle présentation
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-081315-5

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

PRÉFACE

Par certaines journées torrides, surtout si le temps devient orageux, il peut nous arriver de souhaiter vivre dans un espace frais.

La climatisation nous en donne la possibilité car elle permet de réduire la température ambiante mais aussi de diminuer l'hygrométrie absolue de l'air ambiant. Température et hygrométrie sont les éléments essentiels du confort.

Une installation de climatisation ne s'improvise pas. Son dimensionnement doit être correct. Pour ce faire, il faut commencer par une étude. Celle-ci doit prendre en compte les contraintes réglementaires. Leur mise en place a été faite pour limiter les consommations estivales d'électricité, devenues prépondérantes dans certains pays.

Il est aussi possible de contrôler les apports solaires. Il faut également maîtriser les apports internes qui ont tendance à prendre une part majeure avec les bâtiments à basse consommation. La gestion de ces apports peut permettre d'envisager d'autres solutions que la climatisation.

Le confort nécessite aussi de respecter à minima les niveaux sonores réglementaires mais surtout de faire mieux et également de maintenir une part d'éclairage naturel.

Une installation de climatisation doit aussi être maintenue en bon état de fonctionnement. Il faut pour cela respecter les consignes d'entretien et de maintenance que doit remettre tout installateur. Une attention particulière doit être portée à la filtration de l'air.

Je terminerai par une recommandation : maîtriser le confort estival commence par la lecture de cet ouvrage.

Jean Lannaud
Président du Comité technique de l'AICVF

Cet ouvrage a été réalisé avec la collaboration de :
Jacques Daliphard et de Philippe Ménard.

SOMMAIRE

Préface 5
Les cahiers techniques, mode d'emploi 8
Avant-Propos : Le contexte réglementaire de la climatisation 10

Dossier 1 **Classification des installations de climatisation et réglementation** 12

Rappels Climatisation et conditionnement d'air 14
Fiche 1 Le confort d'été, les apports et les protections solaires 20
Fiche 2 La détermination des besoins en Climatisation 28
Fiche 3 La réglementation relative à la climatisation 32
Fiche 4 La réglementation visant les fluides frigorigènes 38
Fiche 5 Climatisation et ventilation 42
Fiche 6 Air humide et qualité de l'air intérieur 48

Dossier 2 **La production de froid** 60

Rappels Principes de la production de froid 62
Fiche 7 La production de froid par machine frigorifique à compression 66
Fiche 8 Les groupes frigorifiques à détente directe et les Pompes à chaleur réversibles 72
Fiche 9 Les groupes frigorifiques à eau glacée 78

Dossier 3 **Les solutions durables de rafraîchissement** 84

Fiche 10 L'aération et la ventilation 86
Fiche 11 La surventilation nocturne 96
Fiche 12 Le puits climatique 106
Fiche 13 Le rafraîchissement adiabatique 120
Fiche 14 La pompe à chaleur et la géothermie 130

Dossier 4 **Les systèmes de climatisation individuelle** 144

Fiche 15 Climatisation en maison individuelle 146
Fiche 16 Climatisation en appartements en immeuble collectif 160
Fiche 17 Climatisation en petit tertiaire 168
Fiche 18 Climatisation pour une pièce dans une maison de santé 178

Dossier 5 **Réalisation des installations de climatisation** 180

Fiche 19 Dimensionnement des installations 182
Fiche 20 La diffusion de l'air 198
Fiche 21 Conception des installations 206
Fiche 22 Aspects acoustiques 220
Fiche 23 Mise en service des installations 224
Fiche 24 Inspection et maintenance des installations 230

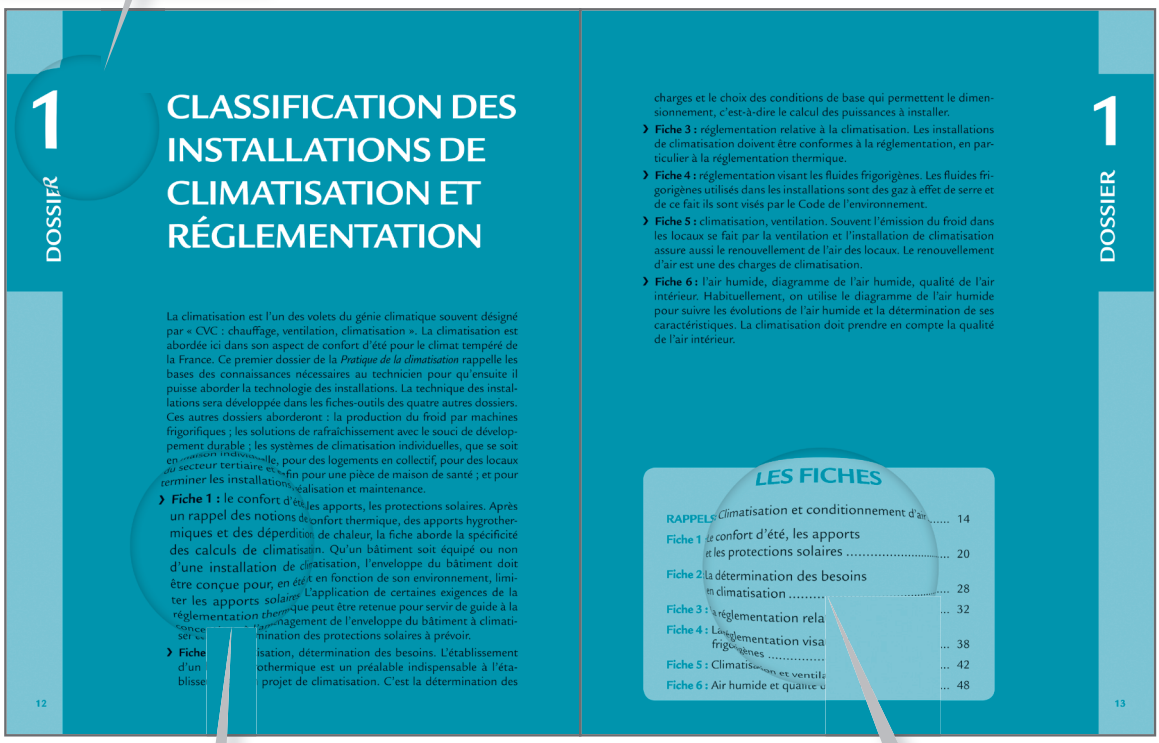
Annexes 236

Annexe 1 Petit historique des solutions de climatisation 238
Annexe 2 Symboles graphiques 240
Annexe 3 Glossaire 243
Annexe 4 Bibliographie et références des ouvrages et recommandations 256
Annexe 5 Abréviations 260

Index 261

LES CAHIERS TECHNIQUES, MODE D'EMPLOI

Les fiches sont classées par dossier



1 DOSSIER

CLASSIFICATION DES INSTALLATIONS DE CLIMATISATION ET RÉGLEMENTATION

La climatisation est l'un des volets du génie climatique souvent désigné par « CVC : chauffage, ventilation, climatisation ». La climatisation est abordée ici dans son aspect de confort d'été pour le climat tempéré de la France. Ce premier dossier de la *Pratique de la climatisation* rappelle les bases des connaissances nécessaires au technicien pour qu'ensuite il puisse aborder la technologie des installations. La technique des installations sera développée dans les fiches-outils des quatre autres dossiers. Ces autres dossiers aborderont : la production du froid par machines frigorifiques ; les solutions de rafraîchissement avec le souci de développement durable ; les systèmes de climatisation individuelles, que se soit en ... elle, pour des logements en collectif, pour des locaux du secteur tertiaire et ... fin pour une pièce de maison de santé ; et pour terminer les installations ... réalisation et maintenance.

› **Fiche 1 :** le confort d'été, les apports, les protections solaires. Après un rappel des notions de confort thermique, des apports hygrothermiques et des déperdition de chaleur, la fiche aborde la spécificité des calculs de climatisation. Qu'un bâtiment soit équipé ou non d'une installation de climatisation, l'enveloppe du bâtiment doit être conçue pour, en été, ... t en fonction de son environnement, limiter les apports solaires. L'application de certaines exigences de la réglementation thermique peut être retenue pour servir de guide à la conception ... nagement de l'enveloppe du bâtiment à climatiser ... mination des protections solaires à prévoir.

› **Fiche ...** isation, détermination des besoins. L'établissement d'un ... othermique est un préalable indispensable à l'établissement ... projet de climatisation. C'est la détermination des charges et le choix des conditions de base qui permettent le dimensionnement, c'est-à-dire le calcul des puissances à installer.

› **Fiche 3 :** réglementation relative à la climatisation. Les installations de climatisation doivent être conformes à la réglementation, en particulier à la réglementation thermique.

› **Fiche 4 :** réglementation visant les fluides frigorigènes. Les fluides frigorigènes utilisés dans les installations sont des gaz à effet de serre et de ce fait ils sont visés par le Code de l'environnement.

› **Fiche 5 :** climatisation, ventilation. Souvent l'émission du froid dans les locaux se fait par la ventilation et l'installation de climatisation assure aussi le renouvellement de l'air des locaux. Le renouvellement d'air est une des charges de climatisation.

› **Fiche 6 :** l'air humide, diagramme de l'air humide, qualité de l'air intérieur. Habituellement, on utilise le diagramme de l'air humide pour suivre les évolutions de l'air humide et la détermination de ses caractéristiques. La climatisation doit prendre en compte la qualité de l'air intérieur.

1 DOSSIER

LES FICHES

RAPPELS Climatisation et conditionnement d'air 14
Fiche 1 Le confort d'été, les apports et les protections solaires 20
Fiche 2 La détermination des besoins en climatisation 28
Fiche 3 : La réglementation rela ... 32
Fiche 4 : La réglementation visa ... frigorigènes 38
Fiche 5 : Climatisation et ventila ... 42
Fiche 6 : Air humide et qualité ... 48

12

13

Une introduction reprenant les grandes thématiques du dossier

Un menu déroulant des fiches du dossier

Une signalétique claire

Mise en avant de l'objectif de la fiche

Une partie **Repères** pour définir les bases

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

Des schémas clairs et complets

Des banques de données pour aider au dimensionnement

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

Des compléments d'information pour aller plus loin

FICHE 8

LES GROUPES FRIGORIFIQUES À DÉTENTE DIRECTE ET LES POMPES À CHALEUR RÉVERSIBLES

Objectif

rcouru par le [illegible] (c'est-à-dire le froid) au fluide à refroidir qui est en général l'air, assurant la climatisation des [illegible].

REPÈRES

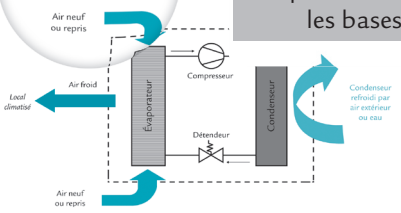


Figure 8.1 Groupe frigorifique à détente directe

Il existe plusieurs types de groupes frigorifiques à détente directe.

Climatiseurs de fenêtre ou « *Windows units* »

Ces climatiseurs comportent en général un compresseur de type rotatif, un condenseur à air, un évaporateur à air et un détendeur de type capillaire. L'évaporateur est placé côté intérieur du local à climatiser et le condenseur à l'extérieur.

SAVOIR-FAIRE

Le principe du puits climatique consiste à faire circuler l'air [illegible] ventilation dans un conduit enterré. En hiver, l'air qui circu[illegible] conduit se réchauffe car la température du substrat ento[illegible] conduit est supérieure à celle de l'air extérieur. On réalise c[illegible] préchauffage de l'air amené dans le bâtiment. À l'inverse, en [illegible] extérieur se refroidit au cours de sa circulation dans le conduit

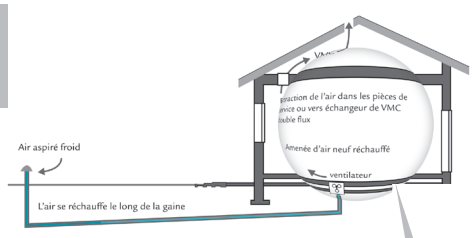


Figure 12.2 Principe de fonctionnement d'un puits climatique en hiver : l'air extérieur froid est cha[illegible] souterrain avant de pénétrer dans le bâtiment

Caractéristiques thermo-géologiques du s[illegible]

Il importe d'optimiser les échanges de chaleur entre l'air et le sol [illegible] nant au travers de la paroi du conduit dans lequel celui-ci circ[illegible] échanges sont principalement influencés par la conductivité th[illegible] λ du substrat environnant le conduit. Celle-ci dépend de la natur[illegible] (sable, limon, argile, tourbe) et de l'humidité qu'il contient.

Outre ses propriétés de transfert thermique, le sol doit posséder des qualités vis-à-vis du de la quantité de chaleur qu'il peut accumuler.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.

Classification de la qualité de l'air neuf

En fonction des niveaux de concentration en polluants (C[illegible] SO_2 et PM_{10}, la norme définit 3 catégories de qualité de l'a[illegible] *Outdoor Air Quality*) :

- ODA 1 qui correspond à de l'air de zones rurales sans source de pollution importante ;
- ODA 2 qui correspond à l'air des petites villes ;
- ODA 3 qui correspond à l'air des centres urbains.

Qualité recherchée pour l'air intérieur

L'objectif de filtration correspond à un certain niveau de qualité d'air intérieur (IDA, *Indoor Air Quality*) dont on distingue quatre niveaux : IDA 1 est le niveau le plus propre, IDA 4 est le plus pollué. Le tableau 6.2 donne la classification IDA en fonction de la combinaison du niveau de CO_2, par rapport à la qualité de l'air extérieur, et le renouvellement d'air par personne d'air extérieur.

Tableau 6.2 Classification IDA en fonction de la combinaison du niveau de CO_2, par rapport à la qualité de l'air extérieur et le renouvellement d'air par personne d'air extérieur

Qualité de l'air intérieur	Niveau CO_2 (ppm) par rapport à l'air neuf	Renouvellement d'air m³/(h.personne)
	≤ 400	> 54
	400 à 600	36 à 54
	600 à 1 000	22 à 36
	> 1 000	< 22

Tableau 6.3 [illegible]e* recommandée selon la norme NF EN 779

[illegible] de l'air extérieur / air neuf)	Qualité de l'air intérieur			
	IDA 1 Haut	IDA 2 Moyen	IDA 3 Modéré	IDA 4 Faible
[illegible]	F9	F8	F7	F5
[illegible]centration en poussières	F7 / F9	F6 / F8	F5 /F7	F5 / F6
[illegible] forte concentration en poussières et en gaz	F7 / GF / F9	F7 / GF / F9	F5 / F7	F5 / F6

* La norme NF EN 1822 classe les filtres suivant leur efficacité MPPS (Most Penetrating particule Size). GF : filtres à gaz / filtres à charbon actif

[illegible]ble flux avec récupération thermique sur [illegible]le flux) ; dans chaque pièce, la bouche de [illegible]e à celle de l'unité intérieure ;

[illegible]es de services par radiateurs équipés en eau [illegible]thermostatique (cuisine, salle de bains, WC) convecteurs électriques.

Construction existante

[illegible]u de la réalisation est dans le cas du système DRV précédent.

EN PRATIQUE

En [illegible] qui concerne la solution DRV :

- [illegible] une ventilation des gaines [illegible]palières ;
- choisir des unités consoles sur la vitesse moyenne de l'air ;
- installer une évacuation les condensats gravitairement si possible et éviter le relevage des bacs de condensats par pompe ;
- penser sur les canalisations véhiculant du froid à prévoir u[illegible] pare-vapeur.

Réglementation acoustique

Les installations doivent respecter la réglementation acoustique pour les bâtiments neufs : article R.11-4 du CH, arrêtés du 30 juin 1999, circulaire du 28 janvier 2000 ; Décret du 30 mai 2011, Arrêté du 27 novembre 2012.

Les recommandations pour les tuyauteries sont do[illegible]

En ce qui concerne la **solution unités gainables** :

- installer une évacuation des condensats gravita[illegible] et éviter le relevage des bacs de condensats pa[illegible]
- choisir l'unité gainable sur la vitesse moyenne [illegible]
- s'assurer que la pression disponible en so[illegible] convient pour les pertes de charge hors unité [illegible]
- afin d'éviter au maximum toute condensation[illegible] été élever la température de départ au minimum à + 10 °C (cas de détérioration de l'isolant avec son pare-vapeur conduisant à des condensations).

AVANT-PROPOS

LE CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE DE LA CLIMATISATION

POUR UN USAGE RESPONSABLE DE LA CLIMATISATION

Les 24 fiches qui composent cet ouvrage de la collection des Cahiers techniques portent sur la pratique de la climatisation. Destinées principalement aux ingénieurs et techniciens du génie climatique, elles rassemblent les principales données nécessaires à la conception d'installations de climatisation. Elles s'adressent aussi à la maîtrise d'œuvre pour l'aider dans la mise en place des systèmes de climatisation.

L'ensemble des techniques de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) constituent le génie climatique. La climatisation vise à établir ou à corriger un climat de confort vis-à-vis de la température ambiante, de l'humidité et de la qualité de l'air intérieur, en premier lieu en été dans les locaux où nous vivons ou séjournons.

Aujourd'hui, l'époque est révolue où la climatisation a pu être considéré, par certains, comme le remède à des températures excessives en été dans des locaux conçus indépendamment du climat, de l'environnement et de la consommation d'énergie primaire. Climatiser ne se limite pas au choix d'un climatiseur ! C'est l'ensemble enveloppe du bâtiment dans son environnement, occupation, équipements techniques et consommation d'énergie qu'il faut étudier et prendre en compte. Il est certain que, pour des bâtiments avec de très fortes isolations thermiques, et/ou des apports internes importants, des protections solaires insuffisantes, la climatisation devient nécessaire. Mais de nos jours, que ce soit pour les bâtiments neufs comme pour les bâtiments existants, la climatisation ne peut pas être abordée sans aussi prendre en compte la réglementation thermique qui vise à réduire nos consommations d'énergie et nos émissions de gaz à effet de serre.

Précisons qu'habituellement un système est qualifié de :

- « climatisation » lorsque la température de l'air intérieur est maintenue, en été, en dessous d'une valeur de consigne ;
- « rafraîchissement » lorsque la température de l'air intérieur est abaissée mais non contrôlée ;
- « climatisation réversible » s'il peut aussi assurer une fonction de chauffage.

C'est dans une « démarche de sobriété énergétique » que nous abordons ces fiches outils de *La pratique de la climatisation*. Il faut concilier respect de l'environnement et recherche du confort thermique même en été. Grâce à des solutions architecturales ou des techniques, des comportements adaptés, une bonne aération, etc. les besoins de climatisation peuvent souvent être limités. Un système de climatisation, dans le neuf comme dans l'existant, doit, préalablement à son installation, être étudié évitant ainsi qu'il soit énergivore et mal adapté. Nous avons principalement orienté l'application de ces fiches outils aux logements, maisons individuelles ou logements aux petits collectifs (environ 50 logements au maximum) ainsi qu'aux petits tertiaires

Les 24 fiches qui suivent sont classées dans cinq dossiers :

- Dossier 1 : Climatisation : fonctions et classification des installations ; Réglementation. Climatisation et conditionnement d'air sont définis dans une introduction puis sont précisés les paramètres du climat intérieur. Ensuite est abordé les différentes façons de classer les installations de climatisation ;
- Dossier 2 : La production de froid. La production de froid se fait généralement par des machines frigorifiques. Il est rappelé quelques principes de thermodynamique ;
- Dossier 3 : Les solutions durables de rafraîchissement ;
- Dossier 4 : Les systèmes de climatisation ;
- Dossier 5 : La réalisation des installations de climatisation.

DOSSIER 1

CLASSIFICATION DES INSTALLATIONS DE CLIMATISATION ET RÉGLEMENTATION

La climatisation est l'un des volets du génie climatique souvent désigné par « CVC : chauffage, ventilation, climatisation ». La climatisation est abordée ici dans son aspect de confort d'été pour le climat tempéré de la France. Ce premier dossier de la *Pratique de la climatisation* rappelle les bases des connaissances nécessaires au technicien pour qu'ensuite il puisse aborder la technologie des installations. La technique des installations sera développée dans les fiches-outils des quatre autres dossiers. Ces autres dossiers aborderont : la production du froid par machines frigorifiques ; les solutions de rafraîchissement avec le souci de développement durable ; les systèmes de climatisation individuelles, que se soit en maison individuelle, pour des logements en collectif, pour des locaux du secteur tertiaire et enfin pour une pièce de maison de santé ; et pour terminer les installations, réalisation et maintenance.

- **Fiche 1 :** le confort d'été, les apports, les protections solaires. Après un rappel des notions de confort thermique, des apports hygrothermiques et des déperditions de chaleur, la fiche aborde la spécificité des calculs de climatisation. Qu'un bâtiment soit équipé ou non d'une installation de climatisation, l'enveloppe du bâtiment doit être conçue pour, en été et en fonction de son environnement, limiter les apports solaires. L'application de certaines exigences de la réglementation thermique peut être retenue pour servir de guide à la conception, à l'aménagement de l'enveloppe du bâtiment à climatiser et à la détermination des protections solaires à prévoir.
- **Fiche 2 :** climatisation, détermination des besoins. L'établissement d'un bilan hygrothermique est un préalable indispensable à l'établissement d'un projet de climatisation. C'est la détermination des

charges et le choix des conditions de base qui permettent le dimensionnement, c'est-à-dire le calcul des puissances à installer.

- **Fiche 3 :** réglementation relative à la climatisation. Les installations de climatisation doivent être conformes à la réglementation, en particulier à la réglementation thermique.
- **Fiche 4 :** réglementation visant les fluides frigorigènes. Les fluides frigorigènes utilisés dans les installations sont des gaz à effet de serre et de ce fait ils sont visés par le Code de l'environnement.
- **Fiche 5 :** climatisation, ventilation. Souvent l'émission du froid dans les locaux se fait par la ventilation et l'installation de climatisation assure aussi le renouvellement de l'air des locaux. Le renouvellement d'air est une des charges de climatisation.
- **Fiche 6 :** l'air humide, diagramme de l'air humide, qualité de l'air intérieur. Habituellement, on utilise le diagramme de l'air humide pour suivre les évolutions de l'air humide et la détermination de ses caractéristiques. La climatisation doit prendre en compte la qualité de l'air intérieur.

LES FICHES

RAPPELS : Climatisation et conditionnement d'air 14

Fiche 1 : Le confort d'été, les apports et les protections solaires 20

Fiche 2 : La détermination des besoins en climatisation 28

Fiche 3 : La réglementation relative à la climatisation 32

Fiche 4 : La réglementation visant les fluides frigorigènes 38

Fiche 5 : Climatisation et ventilation 42

Fiche 6 : Air humide et qualité de l'air intérieur..... 48

CLIMATISATION ET CONDITIONNEMENT D'AIR

Objectif

Bien distinguer les différentes solutions de climatisation et de conditionnement d'air.



Repères

Climatisation désigne habituellement l'ensemble des techniques visant à établir dans les locaux une ambiance (parfois désignée par climat intérieur) de confort thermique (et hygrométrique) ou parfois des conditions particulières dues à des destinations spécifiques de ces locaux comme forte occupation et/ou dégagement de chaleur important. Climatisation sous-entend « refroidissement ».

En général, on distingue climatisation et conditionnement d'air. La **climatisation** vise en premier le confort en été pour protéger les occupants de températures excessives en « apportant du froid ». Le conditionnement d'air est davantage réservé aux installations devant maintenir des conditions données de température, d'humidité, de vitesse et de pureté d'air nécessaires, par exemple à un process industriel. En **conditionnement**, il est fait appel à certaines périodes à du chauffage et à d'autres à du froid. Maintenant la réglementation interdit qu'il soit fait appel simultanément à du chauffage et à du froid.



Savoir-Faire

La climatisation peut n'être que partielle. C'est le cas du rafraîchissement qui se limite à un abaissement de la température comme de l'humidification/déshumidification qui a pour objet d'augmenter ou de diminuer l'humidité d'une ambiance.

Tableau 1 Types d'installations en fonction des paramètres du climat intérieur

Installation	Paramètres du climat intérieur		
	Température	Humidité	Qualité de l'air
Chauffage	En hiver, élévation de la température et maintien à une valeur minimale		Contrôle de l'air renouvelé
Climatisation	En été, abaissement et contrôle de la température à une valeur maximale		Contrôle et filtration de l'air renouvelé
Conditionnement d'air	En toute saison maintien de la température à une valeur de consigne	Contrôle de l'humidité relative de l'ambiance	Contrôle, filtration et épuration de l'air renouvelé
Humidification/déshumidification		Augmentation ou réduction de l'humidité de l'ambiance	
Rafraîchissement	Abaissement de la température d'une certaine valeur		

On rencontre plusieurs types d'installations de climatisation que l'on peut classer suivant différents paramètres.

Vecteur d'émission du froid dans le local climatisé

L'émission de froid peut se faire :

- par convection de l'air froid de ventilation. Il peut s'agir de ventilation par mélange (solution classique) ou de ventilation par déplacement. Le plus souvent on rencontre pour l'émission du froid dans les locaux climatisés des batteries terminales : ventilo-convecteurs, cassettes ;
- par rayonnement de surfaces rafraîchissantes.

La conception bioclimatique d'été

Dans la démarche de la réglementation thermique, vis-à-vis du confort d'été, dans les situations habituelles, beaucoup de constructions neuves ne nécessitent pas d'avoir, systématiquement, recours à des équipements de climatisation ou de rafraîchissement. C'est aussi vrai pour l'existant et la mise en place de protections solaires doit être un préalable minimum à l'installation d'un équipement de climatisation. Des solutions durables de rafraîchissement seront abordées dans les fiches du dossier 3.

© Dunod – Toute reproduction non autorisée est un délit.