

Pratique de la climatisation

>> EN 24 FICHES-OUTILS <<

Pratique de la climatisation

CAHIERS TECHNIQUES

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

Jack Bossard · Christian Feldmann
Jean Hrabovsky

Préface de Jean Lannaud

- Logements
- Petits tertiaires
- Résidences

DUNOD

Mise en page : Belle Page

<p>Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements</p>	 <p>DANGER LE PHOTOCOPIAGE TUE LE LIVRE</p>	<p>d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p>
--	--	--

© Dunod, 2015, 2020 pour la nouvelle présentation

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-081161-8

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'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 secteur tertiaire ou pour des logements en collectif, pour des locaux de soins, 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, 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 l'application de l'arrêté relatif à l'aménagement de l'enveloppe du bâtiment à climatiser, à l'établissement 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.

12

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 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

13

Une introduction reprenant les grandes thématiques du dossier

Un menu déroulant des fiches du dossier

FICHE 8

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

Une signalétique claire

Mise en avant de l'objectif de la fiche

Objectif

Dans les groupes frigorifiques à détente directe, l'évaporateur parcourt par le fluide frigorigène, sans intermédiaire, son énergie thermique (c'est-à-dire le froid) au fluide à refroidir qui est en général l'air, assurant la climatisation des ambiances.

Une partie Repères pour définir les bases

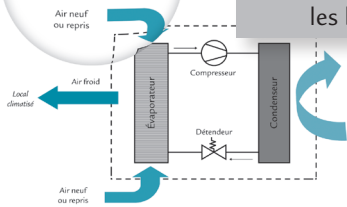


Figure 8.1 Groupe frigorifique à détente directe

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.

Le puits climatique

FICHE 12

SAVOIR-FAIRE

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

Une partie Savoir-faire qui détaille la mise en œuvre

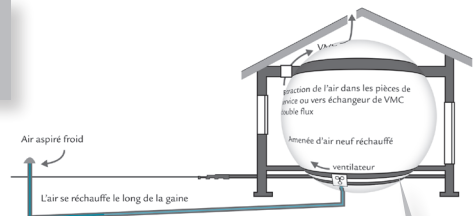


Figure 12.2 Principe de fonctionnement d'un puits climatique en hiver : l'air extérieur froid est chauffé par son passage souterrain avant de pénétrer dans le bâtiment

Caractéristiques thermo-géologiques du sol

Il importe d'optimiser les échanges de chaleur entre l'air et le sol en passant par un puits climatique. Les échanges sont principalement influencés par la conductivité thermique du sol et la capacité de stockage de chaleur du substrat environnant le conduit. Celle-ci dépend de la nature du sol (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 de la quantité de chaleur qu'il peut accumuler.

Des schémas clairs et complets

SOLUTIONS DURABLES DE RAFFRAÎCHISSEMENT

DOSS

FICHE 6

Air humide et qualité de l'air intérieur

Une partie En pratique pour une application terrain

Appartements en immeuble collectif

FICHE 16

Classification de la qualité de l'air neuf

En fonction des niveaux de concentration en polluants (CO₂, SO₂ et PM₁₀), la norme définit 3 catégories de qualité de l'air (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 CO₂, 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 CO₂, 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 m ³ /(h.personne)
IDA1 Haute	≤ 400	> 54
IDA2 Moyenne	400 à 600	36 à 54
IDA3 Modérée	600 à 1 000	22 à 36
IDA4 Faible	> 1 000	< 22

Tableau 6.3 Classe de filtre* recommandée selon la norme NF EN 779

Qualité de l'air extérieur (air neuf)	Qualité de l'air intérieur			
	IDA 1 Haut	IDA 2 Moyen	IDA 3 Modéré	IDA 4 Faible
propre	F9	F8	F7	F5
faible concentration en poussières et en gaz	F7 / F9	F6 / F8	F5 / F7	F5 / F6
ODA 3 Très 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 particle Size). GF : filtres à gaz / filtres à charbon actif

Des banques de données pour aider au dimensionnement

double flux avec récupération thermique sur simple flux) ; dans chaque pièce, la bouche de sortie est associée à celle de l'unité intérieure ;

- le chauffage des pièces de services par radiateurs équipés en eau chaude avec robinet thermostatique (cuisine, salle de bains, WC) ou convecteurs électriques.

Construction existante
Au niveau de la réalisation on est dans le cas du système DRV précédent.

EN PRATIQUE

En ce qui concerne la solution DRV :

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

Les recommandations pour les tuyauteries sont donc :

- En ce qui concerne la solution unités gainables :
 - installer une évacuation des condensats gravitairement et éviter le relavage des bacs de condensats par pompe ;
 - choisir l'unité gainable sur la vitesse moyenne de l'air ;
 - s'assurer que la pression disponible en sortie est suffisante pour les pertes de charge hors unité (bouche, gaine) ;
 - afin d'éviter au maximum toute condensation en phase froid on peut élever la température de départ au minimum à +10 °C (cas de détérioration de l'isolant avec son pare-vapeur conduisant à des condensations).

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 2003 ; Décret du 30 mai 2011, Arrêté du 27 novembre 2012.

Des compléments d'information pour aller plus loin

DE CLIMATISATION INDIVIDUELLE

DOSSIER 4

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.

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

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.

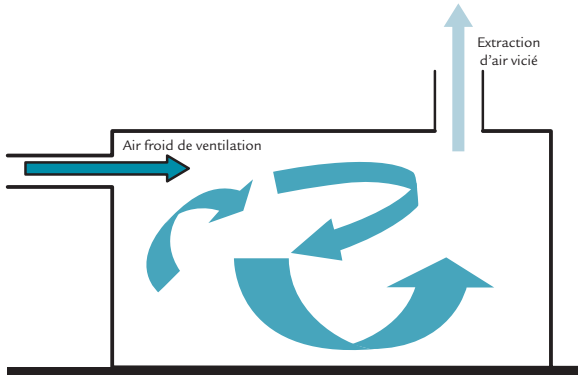


Figure 1 Ventilation par mélange

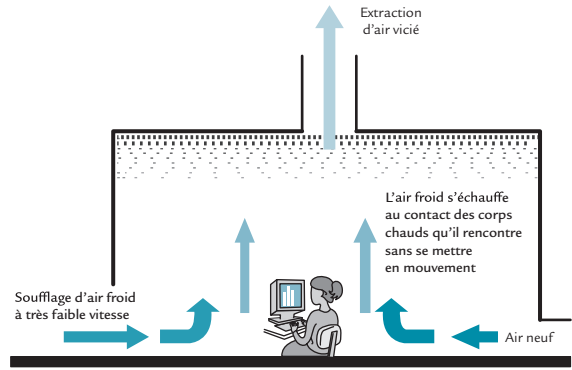


Figure 2 Ventilation par déplacement

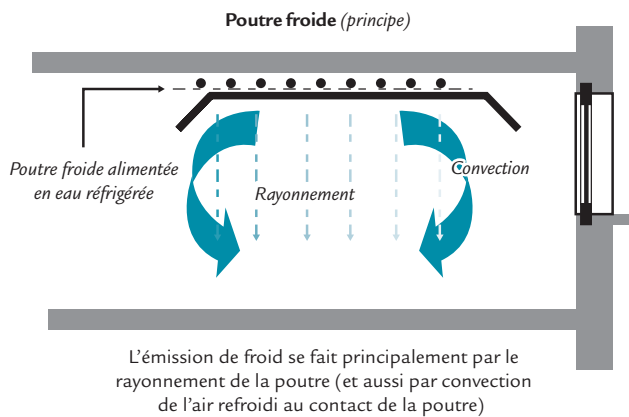
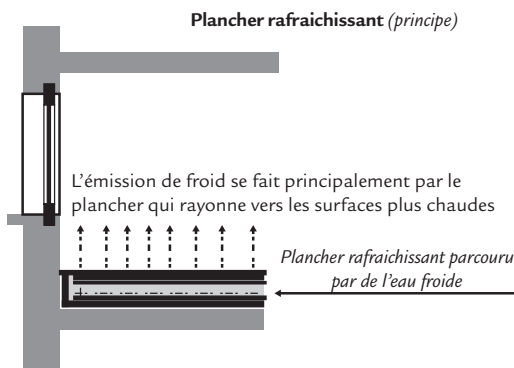


Figure 3 Émission du froid par rayonnement de surfaces rafraichissantes

Fluide frigoporteur entre production ou source de froid et émission

- le fluide frigorigène comme dans les split systèmes ;
- de l'eau dite glacée comme dans les installations centralisées.