



2 Connaître

Qu'est-ce que le confort thermique ?

Les paramètres du confort thermique
Créer les conditions du confort thermique

5 Regarder

Isolation des parois opaques
Parties vitrées
Ventilation
Production et diffusion de la chaleur

7 Entretenir

L'enveloppe du bâtiment
Les équipements

8 Améliorer

Démarche d'amélioration
Isoler le logement
Améliorer le confort d'été

10 Pour en savoir plus

L'appréciation du confort thermique dépend des personnes. Cependant, en jouant sur des paramètres essentiels comme la température, les mouvements d'air et l'humidité, un équilibre satisfaisant peut être trouvé. L'ajustement de ces paramètres s'obtient en isolant thermiquement le logement, en améliorant les performances des fenêtres, en choisissant des systèmes de chauffage et d'aération adaptés au bâtiment et au mode d'occupation, en installant une régulation. On peut se protéger des surchauffes l'été en créant des courants d'air, en équipant les portes et les fenêtres de protections solaires adaptées, éventuellement en installant un climatiseur.

Qu'est-ce que le confort thermique ?

Ne pas avoir trop froid, ne pas avoir trop chaud, ne pas sentir de courants d'air gênant : ainsi pourrait-on essayer de définir le confort thermique. Il est plus aisé d'essayer de le définir en précisant ce qui crée de l'inconfort qu'en voulant définir des critères de confort. Dans une même ambiance, quelqu'un pourra se sentir à l'aise (sensation de confort) alors que quelqu'un d'autre pourra être gêné (sensation d'inconfort).

Il y a en effet une part personnelle dans l'appréciation du confort thermique, liée en particulier au métabolisme de chacun, c'est-à-dire à la production de chaleur du corps. Cette production de chaleur dépend des personnes, de leur état de santé, de leur activité.

Lorsqu'il fait froid, le corps stimule sa production de chaleur par des mécanismes biologiques. Lorsqu'il fait chaud, d'autres mécanismes biologiques sont activés pour refroidir la surface de la peau (sudation en particulier).

Le corps échange en permanence de la chaleur avec son environnement immédiat.

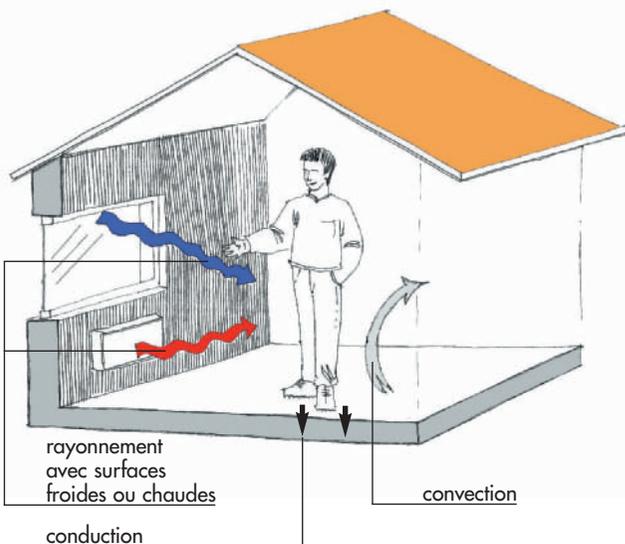
L'habillement joue un rôle très important dans la manière dont sont ressentis les effets de ces échanges qui se font suivant trois mécanismes distincts :

- par conduction : il s'agit des échanges thermiques qui ont lieu quand le corps est en contact avec une surface (lorsque la main touche une surface chaude ou froide par exemple ou lorsque l'on marche pieds nus sur un carrelage frais). Ces échanges sont limités en importance,
- par convection : il s'agit des échanges de chaleur liés au mouvement de l'air autour du corps. Ils sont d'autant plus intenses que la vitesse de l'air est importante et que l'écart de température entre l'air et le corps est grand,
- par rayonnement : il s'agit des échanges de rayonnements infrarouges avec les parois qui peuvent être chaudes ou froides. Chacun peut expérimenter ce phénomène en se plaçant, un soir d'été, à proximité d'un mur qui a été exposé au soleil dans la journée : on ressent une sensation de chaleur, sans toucher le mur, du fait du rayonnement infra rouge émis par le mur chaud.

La recherche d'une ambiance de confort d'un point de vue thermique consiste à trouver un équilibre entre tous ces processus d'échange thermique de manière à ce que les occupants des pièces du logement n'aient ni trop chaud, ni trop froid.

Cette recherche doit également se faire en ménageant les consommations d'énergie.

Echanges de chaleur



Les paramètres du confort thermique

Température, vitesse de l'air et humidité sont les principaux paramètres physiques qui régissent la sensation de confort thermique.

Température

Compte tenu de son importance dans l'intensité des échanges thermiques, il est naturel de s'intéresser à la température qui caractérise l'ambiance du logement. Oui, mais quelle température ?

Les spécialistes ont défini plusieurs températures destinées à caractériser les échanges thermiques notamment par convection et par rayonnement. Citons par exemple :

- la température sèche de l'air : c'est la température indiquée par un thermomètre placé dans une pièce. La plupart des personnes considèrent que 20°C en hiver, 26°C en été sont des températures d'air associées à une appréciation de confort,
- la température rayonnante : il s'agit de la température des parois avec lesquelles le corps échange de la chaleur par rayonnement (une vitre aura une température rayonnante faible en hiver),
- la température d'ambiance : il s'agit de la température mesurée, lorsque les mouvements d'air sont faibles, à l'intérieur d'une sphère de couleur sombre placée au milieu de la pièce (la sphère à une forme qui lui permet de "sentir" tout l'espace, la couleur sombre est choisie pour mieux absorber le rayonnement). Elle indique une valeur qui prend en compte les échanges par convection et les échanges radiatifs avec les parois.

Vitesse de l'air

La vitesse de l'air autour du corps est également un paramètre important. Là aussi, l'appréciation des vitesses d'air "confortables" est fonction des personnes, de leur habillement, de leur activité,...

Si l'air est plus froid que la peau, la sensation de baisse de la température due aux mouvements d'air est d'autant plus élevée que la température d'ambiance est faible. Pour une vitesse de 1 mètre par seconde (3,6 km/h), la chute de la température ressentie sera d'environ 4°C pour une température d'ambiance de 10°C et ne sera que de 1°C pour une température d'ambiance de 30°C.

Humidité

L'air contient de la vapeur d'eau. On mesure la quantité d'eau par un taux d'humidité qui peut varier de 0% (air parfaitement sec) à 100% (air saturé). La quantité de vapeur d'eau que peut contenir l'air augmente avec la température. Par exemple, de l'air à 15°C pourra contenir jusqu'à environ 10 grammes de vapeur d'eau par kilogramme d'air sec, alors que cette limite passe à 15 grammes pour une température de 20°C.

Toutes les parties du logement qui vont influencer sur les paramètres précédents participeront à la création de la sensation de confort (ou d'inconfort) par les habitants.

Créer les conditions du confort thermique

Plusieurs procédés sont utilisés pour réchauffer l'air ou créer les conditions d'un échange par rayonnement.

Chauffer, climatiser

La diffusion de la chaleur dans les pièces du logement est assurée par convection ou par rayonnement. L'importance de la part de chacun de ces modes de diffusion varie suivant le type d'émetteur de chaleur.

Les radiateurs des installations de chauffage central cèdent une partie de leur chaleur par convection en réchauffant l'air et une autre partie par rayonnement.

Les convecteurs électriques fonctionnent essentiellement par convection.

Les panneaux rayonnants fonctionnent principalement par rayonnement. Ils peuvent être muraux, disposés au sol ou au plafond. Le refroidissement de l'air s'obtient à l'aide d'un climatiseur, qui fonctionne principalement par convection (un ventilateur force l'air à passer sur des surfaces froides). Il existe également des procédés de refroidissement des plafonds ou des planchers qui créent un échange par rayonnement avec une surface froide.

Les parois naturellement froides en hiver comme les surfaces vitrées participent également aux échanges par rayonnement. Un double vitrage permet d'éviter le refroidissement de la vitre intérieure et diminue de ce fait la gêne procurée par une surface froide.

Maîtriser les mouvements d'air

Les mouvements d'air peuvent résulter de causes diverses. L'ouverture de fenêtres ou de portes situées sur des façades différentes crée des courants d'air. Ce phénomène peut également être provoqué, dans une moindre mesure, par les défauts d'étanchéité des menuiseries. C'est souvent le cas des fenêtres de conception ancienne et/ou en mauvais état.

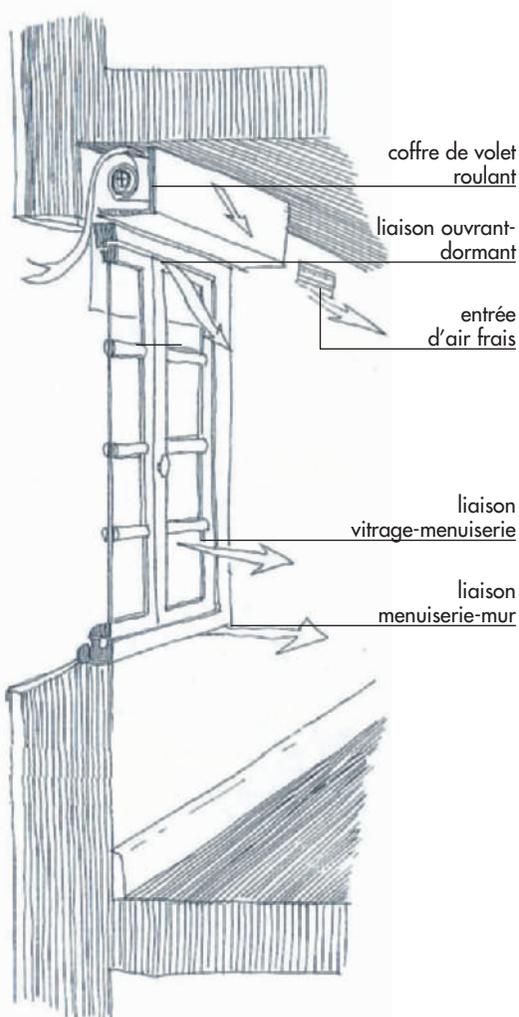
Les mouvements d'air peuvent par ailleurs être produits par un ventilateur, de manière à refroidir la peau par évaporation de la sueur.

En soufflant de l'air refroidi, les systèmes de climatisation provoquent également des mouvements d'air. Il est important que le soufflage soit orienté de manière à ne pas gêner les occupants.

En hiver, à proximité des parois froides d'un logement (fenêtre ou mur mal isolé donnant sur l'extérieur ou sur un local mal chauffé), l'air se refroidit, devient plus lourd que l'air ambiant du reste du logement et a tendance à descendre, créant ainsi un mouvement.

L'aération générale du logement, dont le principe consiste à faire entrer de l'air neuf dans les pièces de

Passage d'air à travers une façade



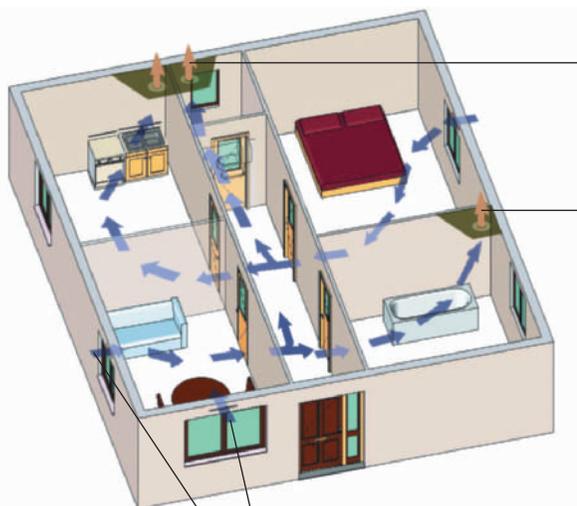
séjour et les chambres et à l'extraire dans la cuisine, la salle de bains et les WC, crée un mouvement d'air, qui peut être ressenti comme gênant si l'installation est mal conçue.

Evacuer l'humidité

L'humidité peut avoir de nombreuses origines. Une cause importante est l'activité des occupants : cuisine, douches, repassage avec un fer à vapeur... Les conséquences sur le bâtiment sont en général visibles : condensation sur les parois froides (vitres), moisissures sur les cloisons, les murs, le sol. Il est impératif de remédier à ces situations qui sont néfastes à la santé des occupants du logement. Le seul moyen est d'évacuer la vapeur d'eau en aérant le logement tout en maintenant une température évitant sa condensation.

L'ouverture des fenêtres contribue à cette aération au prix d'une perte importante de chaleur l'hiver. Depuis 1969, la réglementation impose une ventilation permanente des logements qui sont équipés d'entrées d'air dans le séjour et les chambres. L'air chargé d'humidité est extrait dans la cuisine, la salle de bains et les WC. Les systèmes de climatisation permettent un contrôle de l'humidité de l'air refroidi.

Aération du logement



L'air neuf entre dans le logement par les pièces principales.

L'air humide et pollué est rejeté vers l'extérieur du logement à partir de la salle de bains, de la cuisine et des WC.

Regarder

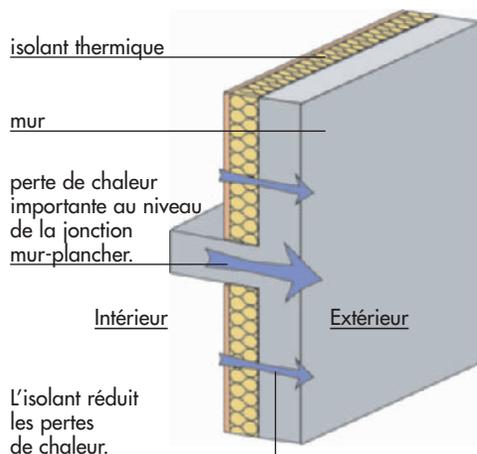
Isolation des parois opaques

L'isolation thermique permet d'éviter que les parois intérieures du logement ne soient trop froides en hiver ou trop chaudes en été. Elle peut être réalisée à l'intérieur des logements ou par l'extérieur.

L'isolation par l'intérieur présente l'inconvénient de laisser des parties non isolées (appelées "ponts thermiques") notamment au niveau de la jonction entre un plancher et un mur.

L'isolation par l'extérieur limite les ponts thermiques et permet d'augmenter « l'inertie » du bâtiment, c'est-à-dire la capacité d'un bâtiment à atténuer l'influence des variations de température extérieure. Cependant, cette technique modifie l'aspect du bâtiment et n'est de ce fait pas utilisable partout.

Pont thermique en isolation par l'intérieur



Caractéristiques thermiques des parties vitrées

La fenêtre assure de nombreuses fonctions : éclairage, aération, protection... Elle joue en particulier un rôle essentiel du point de vue thermique. Les fenêtres équipées de vitrages simples ont des performances thermiques faibles car la température de leur face intérieure est très voisine de celle de la face extérieure. Cela peut présenter des inconvénients, notamment en hiver : condensation et ruissellement d'eau sur la vitre à l'intérieur du logement.

Aération

Les menuiseries anciennes sont souvent très peu étanches à l'air pour différentes raisons : cadres déformés, joints inexistantes ou en mauvais état, jonction défailante entre la fenêtre et le mur. Pour ces raisons, des courants d'air sont fréquents en cas de vent, ce qui crée de l'inconfort.

La tentation peut être grande alors de remplacer ces fenêtres anciennes par des fenêtres récentes présentant une excellente étanchéité à l'air. Cette décision doit être mûrement réfléchie car, s'ils sont une source d'inconfort, ces courants d'air contribuent pour une large partie à l'aération du logement et notamment à l'évacuation de la vapeur d'eau contenue dans l'air. Les supprimer sans les compenser par des mesures appropriées conduit, plus ou moins rapidement en fonction du mode d'occupation du logement, à créer une ambiance humide et malsaine. La mesure la plus efficace pour éviter cet extrême est de créer des entrées et des sorties d'air qui assureront le renouvellement de l'air intérieur par apport d'air extérieur.

Production et diffusion de la chaleur

La chaleur peut être produite de manière centralisée (chauffage central) ou pièce par pièce. De nombreux dispositifs permettent de diffuser la chaleur dans le logement : radiateurs, convecteurs, plancher chauffant, plafond rayonnant. Les conditions de fonctionnement de ces dispositifs doivent être sûres pour les occupants :

- les appareils à combustion (gaz, fioul, bois...) doivent recevoir suffisamment d'air frais pour fonctionner correctement, sans risque de dégagement et d'accumulation de gaz toxiques,
- le système de ventilation, notamment dans la cuisine, ne doit pas conduire à un refoulement des gaz de combustion,
- les conduits d'évacuation des gaz brûlés doivent être ramonés, comme doit l'attester le certificat délivré par l'entreprise qualifiée qui effectue cette opération,
- les appareils électriques doivent être alimentés par une installation conforme.

Régulation

Un régulateur est un appareil qui donne ordre à l'installation de chauffage de fonctionner ou de s'arrêter de manière à maintenir le confort souhaité par l'occupant. La régulation permet ainsi de ne pas gaspiller d'énergie. En général, le paramètre pris en compte par un régulateur pour juger du niveau de confort est la température. Cette température est prise localement par un thermomètre (aussi appelé sonde de température). Elle ne reflète qu'un des aspects du confort comme nous l'avons signalé. L'emplacement de la sonde jouera énormément sur le fonctionnement de la régulation. Une sonde placée en un lieu très ensoleillé derrière une vitre "sentira" une température qui pourra conduire la régulation à donner des ordres erronés. Ainsi, elle pourra décider d'arrêter le chauffage dans tout le logement alors que des pièces situées au nord auraient besoin d'un apport de chaleur pour que les occupants se sentent dans une ambiance confortable.

Le choix des sondes de température et du régulateur est fonction de l'installation de chauffage. Les professionnels sauront vous guider vers des solutions adaptées à votre installation, en fonction de l'énergie utilisée, de l'importance de l'installation, de la disposition des pièces, de leur isolation...

Entretien

L'enveloppe du bâtiment

Les fenêtres sont les points les plus sensibles de l'enveloppe du bâtiment (on désigne ainsi tout ce qui recouvre la structure du bâtiment). Les joints d'étanchéité à l'air doivent être surveillés et remplacés si nécessaire. Toutes les parties qui assurent la fermeture des fenêtres ainsi que les coffres de volets roulants doivent également être surveillés de façon à ce qu'il n'y ait pas d'entrées d'air parasites.

Les entrées d'air en façade doivent être dépoussiérées régulièrement de manière à assurer le renouvellement de l'air du logement. Ce nettoyage limite également le dépôt de salissures sur le mur et le plafond au voisinage des entrées d'air.

Les isolants thermiques doivent rester secs pour assurer leur fonction. Une surveillance de la toiture et des combles permet de détecter d'éventuels défauts d'étanchéité à l'eau qu'il faut immédiatement réparer. Les systèmes d'isolation par l'extérieur peuvent également présenter des défauts de protection du matériau isolant qu'il faut réparer sans délai.

Les équipements

Toutes les parties d'un système de chauffage (central ou par émetteurs séparés) doivent être entretenues conformément aux dispositions fournies par le constructeur ou l'installateur.

Conclure un contrat d'entretien avec un installateur est un moyen sûr d'avoir toujours une installation en bon état de marche, c'est-à-dire qui assure le confort désiré en consommant un minimum d'énergie. Un carnet d'entretien dans lequel sont notées toutes les interventions permet de garder une trace écrite des événements survenus.

Améliorer

Le confort d'hiver

Améliorer le confort thermique d'hiver passe par un diagnostic du bâtiment et des installations de chauffage.

Des spécialistes (architectes, entreprises, bureaux d'études) sont susceptibles d'effectuer ces diagnostics et de préconiser des solutions.

Quelques réflexes permettent d'orienter les choix parmi les mesures proposées :

- commencer par isoler les combles avant les parois verticales en maison individuelle (la majeure partie des pertes de chaleur se fait par le toit),
- isoler les murs en contact avec l'extérieur (résultat qui peut être obtenu soit en plaçant un matériau isolant à l'intérieur du logement ou à l'extérieur du bâtiment),
- veiller à maintenir ou à rétablir la circulation d'air dans le logement en cas de changement de fenêtres (il ne suffit pas que les nouvelles fenêtres présentent des entrées d'air, il faut aussi que l'air puisse ressortir du logement),
- remplacer des simples vitrages par des doubles vitrages,
- mettre en place une régulation du système de chauffage,
- examiner les possibilités de changement de mode de chauffage ou d'énergie utilisée.

L'isolation des murs par l'intérieur

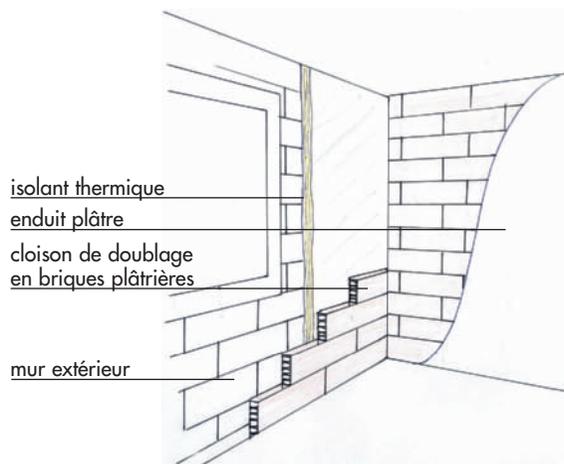
Elle consiste généralement à recouvrir la surface intérieure des murs concernés avec un matériau isolant et de réaliser un habillage qui aura notamment pour fonction de protéger l'isolant, de créer une surface pouvant recevoir les éléments décoratifs et

supporter rattachage de divers objets (appliques électriques, cadres, étagères...). On distingue principalement :

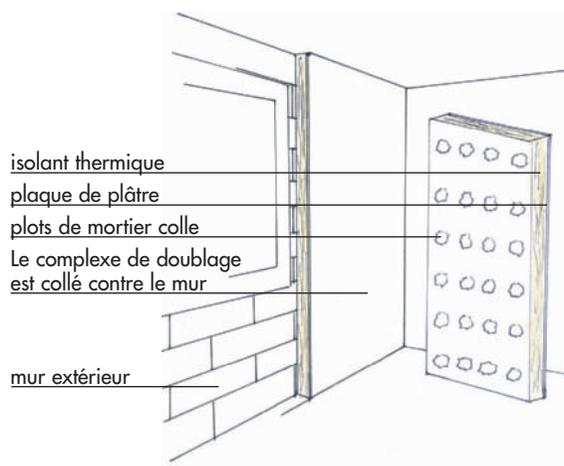
- les cloisons de doublage maçonnées recouvertes d'enduit plâtre,
- les complexes collés (constitués d'un matériau isolant collé à une plaque de plâtre),
- les doublages sur ossature métallique (plaque de plâtre vissée sur une ossature métallique solidaire de la structure du bâtiment).

Ces solutions ne sont pas interchangeables. Le choix est bien sûr fonction du budget disponible mais également des caractéristiques des murs. Ainsi un doublage thermique par complexe collé suppose un mur bien plan, alors qu'un système sur ossature peut se poser contre un mur présentant des irrégularités de surface. Cependant, dans tous les cas, les murs dont on envisage l'isolation devront être sains et secs. Il serait très dommageable de poser un isolant thermique sur un mur humide : quelques semaines ou quelques mois après la pose, les effets de l'humidité se feraient sentir à coup sûr (tâches d'humidité, moisissures...). Non seulement l'amélioration attendue ne serait pas au rendez-vous, mais les conditions créées par ces mauvaises décisions détérioreraient les conditions de confort et d'hygiène du logement. Le choix de l'isolant doit aussi être guidé par des considérations acoustiques. Les isolants thermiques ne sont pas tous de bons isolants acoustiques. Un mauvais choix pourrait conduire à dégrader le confort acoustique.

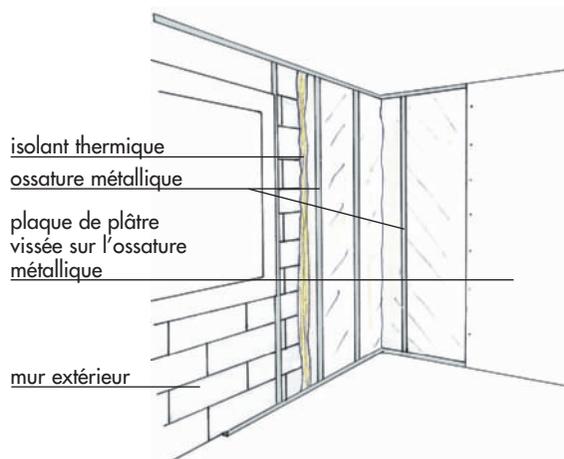
Isolation par l'intérieur par doublage maçonné



Isolation par l'intérieur par complexe collé



Isolation par l'intérieur par doublage sur ossature



Améliorer le confort d'été

Les moyens les plus employés pour se protéger de la chaleur estivale sont :

- la ventilation par ouverture des fenêtres lorsque cela est possible (zone peu bruyante, pas de risque d'intrusion...),
- la mise à profit de l'inertie thermique du bâtiment, c'est-à-dire profiter de la capacité que le bâtiment a de stocker la fraîcheur de la nuit pour limiter l'élévation de température le jour. Pour un bâtiment existant, l'inertie peut être augmentée par la pose d'une isolation thermique par l'extérieur,
- la limitation des apports solaires à travers les ouvertures (portes et fenêtres), à l'aide de volets ou de stores.

La réglementation thermique actuelle demande aux

concepteurs de nouveaux bâtiments de jouer sur ces trois moyens de manière à garantir que la température estivale, compte tenu du climat local, reste inférieure à un seuil fixé.

Dans des zones bruyantes, où l'ouverture des fenêtres pour bénéficier d'une bonne aération et d'un éventuel rafraîchissement nocturne n'est pas possible, l'installation d'une climatisation est une solution d'amélioration du confort d'été.

Pour en savoir plus

Adresses utiles :

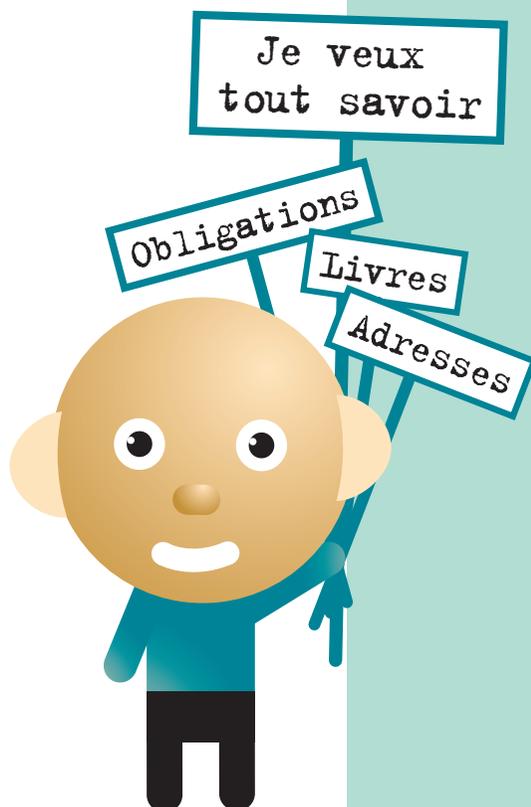
- > ADEME • Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
www.ademe.fr

La réglementation :

- > Depuis 1979, la réglementation fixe à 19°C la température maximum des logements occupés (article R. 131-20 du Code de la Construction et de l'Habitation). Pour les logements récents (permis de construire postérieur au 1/06/2001), cette limite a été abaissée à 18 °C (article R 111-6 du Code de la Construction et de l'Habitation).

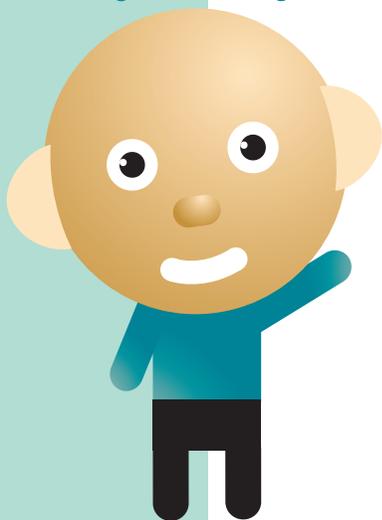
Autres fiches à consulter :

- > Travaux d'amélioration : du projet à la réception.
- > Isolation en façade.
- > Isolation et ventilation des combles.
- > Chauffage collectif.
- > Chauffage individuel.
- > Régulation du chauffage.
- > Humidité.
- > Aération du logement.



Fiche personnelle

Pour toute demande d'information



> ANAH
www.anah.fr
Tél : 0 826 80 39 39.

> Délégations locales de l'ANAH
au sein de chaque DDE.