

4 • EXPOSITION À LA CHALEUR DANS LES LOGEMENTS : DU CONFORT AU RISQUE

UNE APPROCHE LIMITÉE DU CONFORT

Littéralement, le « confort » traduit un bien-être. Il est donc l'expression d'un état global de l'individu. En donner une définition consensuelle et objective (selon une dimension) est une gageure. Il en est ainsi du confort thermique.

Défini par les conditions d'ambiance

Le glissement sémantique vers l'ergonomie permet de réduire le confort thermique à la définition des conditions d'ambiance les plus adaptées pour exercer une activité.

Les paramètres thermophysiques (température de l'air et des parois, humidité et vitesse d'air) identifiés comme pouvant altérer l'activité étudiée dessinent le périmètre des conditions d'ambiance à recueillir. La détermination de ces conditions appliquée à une population élargie permet de tendre vers une normalisation¹.

Du confort au risque

L'individu au repos dépense de l'énergie pour maintenir en fonctionnement ses organes. L'énergie dépensée est fonction de ses caractéristiques (poids, âge et taille), de son état (éveillé ou endormi) et des conditions d'ambiance. Sous l'effet d'une exposition croissante à la chaleur, le fonctionnement du corps va être modifié pour réguler la température corporelle (thermorégulation). Cela entraîne des conséquences allant de la gêne, avec l'expression d'un

inconfort ou une dégradation du sommeil, jusqu'à des manifestations cliniques telles que la déshydratation, l'hyperthermie ou l'aggravation de pathologies chroniques, comme illustré ci-après.

La complexité de la thermorégulation et la diversité au sein de la population ne permet pas de définir une frontière nette entre les zones de confort, d'inconfort et de risque.

La diversité des indicateurs mobilisés pour qualifier le confort thermique est la conséquence de la nature multifactorielle de l'ambiance thermique et des échanges entre l'ambiance et le corps.

UNE APPROCHE PRAGMATIQUE DE L'AMBIANCE THERMIQUE POUR PRÉVENIR LE RISQUE LIÉ À LA CHALEUR

Une démarche de prévention du risque se situe bien en amont de l'événement sanitaire, sans considération de la limite entre confort et inconfort. Dans un souci d'être comprise par le plus grand nombre, l'OMS s'appuie sur la température de l'air, une grandeur accessible et mesurable aisément,

1. ISO TC 159 : comité technique de normalisation, dont le sous-comité numéro 5 traite de l'ergonomie de l'environnement physique. Il assure, notamment, la rédaction et la mise à jour des normes NF EN ISO 7730 et 7243 pour, respectivement, l'évaluation des ambiances modérées et chaudes. www.iso.org/fr/committee/53348.html

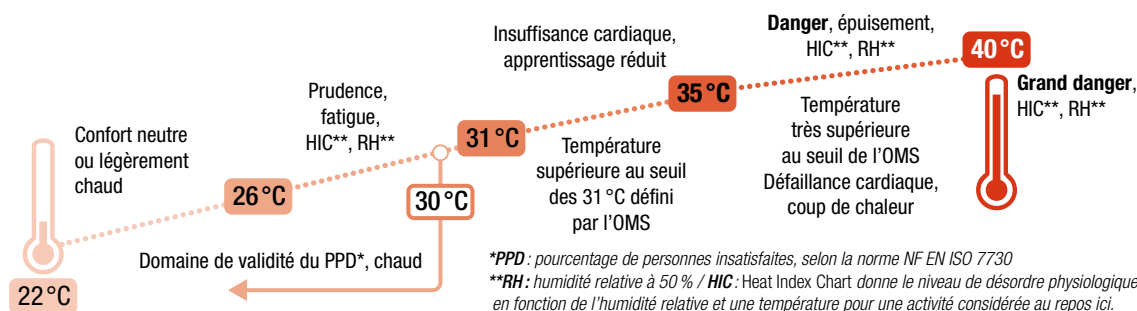


Figure 1: Flèche du continuum du confort thermique au risque sanitaire dû à l'exposition à la chaleur

Source : CSTB

pour donner des recommandations². À l'échelle européenne, la température préconisée dans les ambiances intérieures ne doit pas excéder 24 °C la nuit (de 22 h à 7 h du matin) et 32 °C le jour. D'autres textes³ donnent des températures plus faibles (30 °C), notamment pour les personnes de plus de 65 ans.

La nuit : une exigence forte

L'abaissement du seuil à 24 °C, la nuit, alerte sur l'importance de la qualité du sommeil pour la santé et dépasse les conséquences sanitaires directement liées à l'exposition à la chaleur.

Le brasseur d'air : une solution encadrée

Ces seuils sont parfois réhaussés avec l'augmentation de la vitesse d'air. Le renouvellement rapide de l'air sur la peau permet d'évacuer la sueur, qui, pour s'évaporer, absorbe de la chaleur au corps. De plus, sous réserve que la température de l'air soit inférieure à la température de la peau, le corps est également refroidi par la masse d'air froid. En revanche, si la température de l'air dépasse celle de la peau, autour de 34 °C, alors, en l'absence de sueur, le corps s'échauffera. Au-delà de cette température, apparaît donc une limite au refroidissement lorsqu'il n'y a plus de sueur. Cette situation survient lorsque la vitesse d'évaporation, dépendante de l'humidité ambiante et de la vitesse d'air, dépasse la vitesse de sudation. Les brasseurs d'air peuvent finalement perturber la sudation. En conséquence, l'OMS recommande de limiter l'usage des brasseurs d'air à des températures inférieures à 35 °C sous le climat européen, qui est relativement sec par rapport au climat tropical.

L'ambiance thermique est multicritère et hétérogène

Une fois le seuil pour l'ambiance thermique établi, son évaluation pratique est complexe et exige la mesure de plusieurs paramètres⁴, en priorité les températures de l'air et des parois, l'humidité et la vitesse d'air. La température au thermomètre rend compte d'une infinité d'ambiances thermiques, qui, toutes, influencent différemment le corps humain. L'analyse du domaine d'application rend explicite certains paramètres de l'ambiance thermique :

- la référence au climat européen laisse entendre que l'humidité relative en période chaude est généralement inférieure à 60 % ;
- la vitesse d'air est supposée quasi nulle à l'intérieur des bâtiments en l'absence de dispositifs spécifiques.

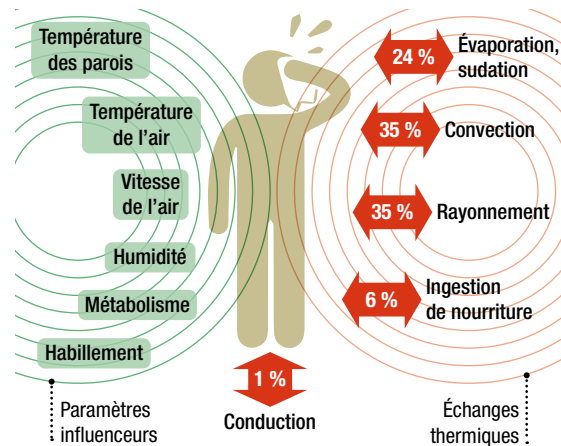


Figure 2 : Paramètres qui influencent les échanges thermiques avec le corps selon leur nature

Sources : Architecture et Climat - Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI) - Université catholique de Louvain (Belgique)

La température des parois est un autre paramètre majeur. En l'absence de mouvement d'air, son influence est similaire à celle de la température de l'air. Mais cette variable est plus délicate à estimer. La position du thermomètre peut être à l'origine de variations de mesure importantes, et éviter l'exposition aux rayons directs du soleil est une priorité.

LE BÂTIMENT PROTÉGÉ

L'enveloppe du bâtiment filtre les variations du climat extérieur. Selon sa conception et l'activité des occupants, elle peut réguler les flux de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur pour maintenir une ambiance thermique intérieure décente.

L'analogie hydraulique permet de visualiser plus facilement la dynamique des transferts de chaleur entre les ambiances intérieure et extérieure en les représentant par deux réservoirs à des niveaux de hauteur d'eau distincts assimilés à des températures en première intention. La chaleur est considérée comme une forme d'énergie qui s'écoule entre les deux sources à des niveaux différents.

Mis en contact, des flux vont s'échanger entre les réservoirs pour équilibrer les niveaux. Pour compléter l'analogie avec l'alternance jour/nuit, on distingue deux régimes :

- diurne, quand le niveau du réservoir « climat » est élevé, c'est-à-dire chaud, le flux s'écoule vers le réservoir « logement » avec un niveau plus bas et contribue à élever son niveau, donc à le réchauffer ;
- nocturne, à l'inverse, quand le niveau du réservoir « climat » est bas, le réservoir « logement » se vide vers le réservoir « climat » et l'ambiance intérieure se refroidit.

La présence d'un réservoir tampon, appelé « bâtiment », temporise les écoulements en stockant une partie du fluide qui a pénétré à l'intérieur. Son efficacité dépend de :

- sa capacité thermique, déterminée par sa masse et l'énergie consommée pour chauffer cette masse ;
- la vitesse d'écoulement du flux, fonction de la surface d'échange et de la résistance du matériau à l'écoulement de la chaleur.

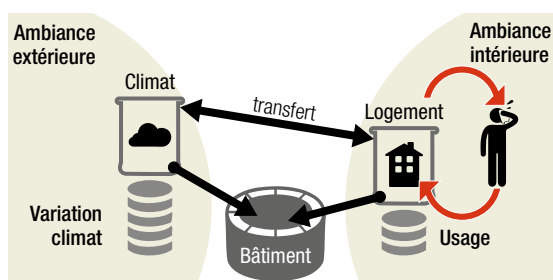


Figure 3 : Analogie hydraulique des transferts de chaleur
Source : CSTB

Les leviers pour améliorer la protection

Les moyens de protection visent à :

- limiter la chaleur émise ou transmise vers l'intérieur ;
- favoriser le stockage de la chaleur interne (inertie) ;
- évacuer la chaleur vers l'extérieur.

Respectivement, les moyens d'action traditionnels sont les protections solaires extérieures et l'isolation, en priorité en toiture, puis l'inertie de l'enveloppe, apportée essentiellement par les surfaces horizontales en béton ou en carrelage, et enfin la taille des fenêtres et leur ouverture la nuit. En climat océanique dégradé, caractérisé par l'alternance entre jours chauds et nuits fraîches en été, ils permettent de conserver des ambiances thermiques modérées dans les logements.

Les freins en ville

Sous l'effet cumulé du changement climatique et de l'îlot de chaleur urbain, les nuits chaudes sont plus fréquentes. En conséquence, « le ressort climat » est toujours en extension, potentiellement à un niveau au-delà des seuils recommandés (par l'OMS, par exemple). L'écoulement ne peut être stoppé et l'effet tampon ne peut que retarder le moment où le niveau acceptable de température au sein du logement sera atteint si la température extérieure ne baisse pas. L'évolution de la température intérieure (en bleu), au fil du temps, dans un logement intermédiaire soumis aux températures enregistrées par la station de

référence de Météo-France installée au parc Montsouris, durant la canicule de 2003, illustre les limites de la résistance de l'enveloppe (Fig. 4).

Pour le cas illustré, au bout de quatre jours, les conditions d'ambiance intérieure dépassent le seuil de 24 °C la nuit tandis que le seuil de 30 °C est dépassé au huitième jour (seuils recommandés en pointillés rouges).

Ces limites liées au climat sont à compléter avec la difficulté d'ouvrir les fenêtres la nuit en ville. Du risque d'intrusion aux bruits extérieurs, toutes les nuisances véhiculées par l'air sont transmises à l'intérieur, altérant la quiétude et la santé des occupants. Identifier et comprendre ces freins sont un préalable nécessaire à la portée de la recommandation.

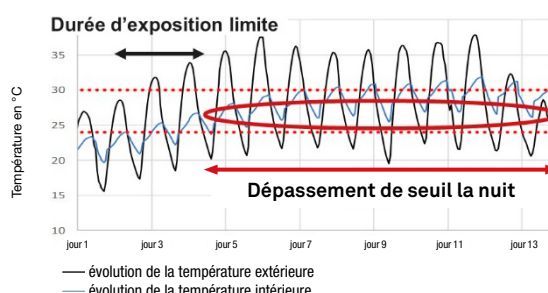


Figure 4 : Températures intérieure et extérieure au cours de l'été 2003, à Paris
Source : CSTB

Les limites des systèmes de rafraîchissement

Une fois les seuils dépassés, il faut extraire la chaleur de l'ambiance intérieure en pompant dans le réservoir « logement » pour abaisser son niveau. Mécaniquement, cela revient à envoyer le fluide de la source froide à la source chaude. Ce transfert à contre-courant consomme de l'énergie. Bien que la climatisation soit un système efficace pour réaliser cette action, elle présente des inconvénients, dont :

- l'influence du rejet de chaleur dans l'environnement extérieur et donc sur les bâtiments à proximité ;
- la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre associées ;
- les émissions des fluides frigorigènes à fort pouvoir de réchauffement.

2. *On preventing health effects of heat*, World Health Organization (WHO), 2011.
3. *Ministry of social affairs and health decree (525/2015) on housing health*, Ministry of social affairs and health, Helsinki, Finland, 2015.
4. Norme NF EN ISO 7726, « Ergonomie des ambiances thermiques. Appareils de mesure des grandeurs physiques », Afnor, 1998.



Des alternatives à la climatisation individuelle existent :

- utiliser le pouvoir refroidissant de l'évaporation (avec des humidificateurs, par exemple) ;
- exploiter des sources froides locales (à l'instar d'une rivière ou du sol) ;
- développer un système collectif (réseau de froid, boucle tempérée) en s'appuyant sur la densité des besoins en ville, voire en exploitant la présence simultanée de besoins de froid et de chaud, fréquente dans des zones avec une forte diversité d'usages.

Toutes ces solutions, y compris la climatisation, ont des limites à établir afin d'avoir des solutions fiables pour prévenir le risque. H2C contribue à cette connaissance.

Jean-Marie Alessandrini et Maeva Sabre du CSTB

MESSAGES CLÉS

- Le confort thermique et le risque sanitaire lié à la chaleur s'appuient sur une multitude d'indicateurs et de seuils du fait des phénomènes complexes mis en jeu et de situations hétérogènes.
- Pour prévenir le risque sanitaire lié à la chaleur, l'OMS recommande de ne pas dépasser 24 °C la nuit et 32 °C le jour dans les ambiances intérieures.
- Les protections solaires extérieures, l'isolation et l'ouverture nocturne des fenêtres offrent des solutions intéressantes mais une protection limitée.
- La ville est un frein à l'évacuation de la chaleur :
 - l'ouverture des fenêtres, la nuit, une nécessité sous contrainte (intrusion, pollution, bruit, etc.) ;
 - l'îlot de chaleur urbain, avec des températures nocturnes élevées.
- La climatisation est un système efficace mais comportant des inconvénients forts pour l'adaptation et l'atténuation au changement climatique.