



08

CONFORT HYGRO- THERMIQUE

INTRODUCTION

Le confort hygrothermique est relatif à la nécessité de dissiper la puissance métabolique du corps humain par des échanges de chaleur sensible et latente (évaporation d'eau) avec l'ambiance dans laquelle il se trouve.

Aux réactions purement physiologiques de l'individu (thermorégulation) se superposent des réactions d'ordre psychosociologique, liées à des sensations hygrothermiques (chaud, neutre, froid), variables dans l'espace et dans le temps, auxquelles on peut associer une satisfaction ou une insatisfaction plus ou moins marquée, différant selon les individus.

De plus, il convient de prendre en compte différents facteurs :

- les conditions de confort hygrothermique dépendent de certaines caractéristiques liées à l'individu (sexe, âge, activité, habillement) ;
- la satisfaction dépend de l'homogénéité thermique de l'ambiance dans laquelle on se trouve ;
- les sensations thermiques sont marquées par les phénomènes transitoires auxquelles on est soumis (entrée dans un bâtiment, passage d'une ambiance intérieure à une autre, évolution / fluctuation des paramètres hygrothermiques dans le temps).

Pour évaluer la QEB liée à cette cible, l'approche retenue consiste à fournir des indicateurs sur les caractéristiques du bâtiment et de ses équipements, mais également des dispositions mises en œuvre permettant de satisfaire à l'exigence de confort hygrothermique de l'utilisateur. Ces indicateurs peuvent être orientés "résultats" ou orientés "moyens".

Ces indicateurs, ou du moins leur valeur, et ces dispositions sont différents selon que l'on se préoccupe du confort d'été ou d'hiver. De même, en confort d'été, les exigences pour les locaux n'ayant pas recours à un rafraîchissement avec régulation des températures intérieures ne peuvent pas être aussi fortes que pour des locaux à rafraîchissement régulé.

Les choix architecturaux effectués en phase amont de conception influencent le confort d'hiver et le confort d'été. Comme en matière d'énergie notamment (voir cible n°4) il convient de trouver un bon compromis entre l'hiver et l'été.

La structure qui a été adoptée ici distingue le confort d'hiver (en conditions de chauffage) et le confort d'été. Pour le confort d'été sont distingués les locaux climatisés (système actif de rafraîchissement régulé en température) des locaux non climatisés (évolution non régulée des températures intérieures). L'opération peut comporter une partie des locaux non climatisée et une partie climatisée.

Le maître d'ouvrage devra justifier la climatisation active par l'impossibilité d'obtenir le confort en été par des moyens passifs.

La présente cible est structurée ainsi :

- Dispositions architecturales visant à optimiser le confort hygrothermique en hiver et en été ;
- Création de conditions de confort hygrothermique en hiver ;
- Création de conditions de confort hygrothermique en été dans les locaux non climatisés ;
- Création de conditions de confort hygrothermique en été dans les locaux climatisés

NotesChamp d'application du présent référentiel :

Les exigences sur les paramètres du confort hygrothermique (définies dans la sous-cible 8.2) ont été calibrées pour un contexte "France métropolitaine et Corse". Aussi, il est probable que le principe d'équivalence ait à être utilisé pour valoriser les dispositions mises en œuvre dans les D.O.M..

Terminologie employée dans cette cible :

La notion de "dispositions architecturales" est prise dans son sens le plus large :

- Organisation du plan masse en fonction des éléments environnants
- Disposition intérieure des locaux
- Techniques de construction

Saison de traitement de l'ambiance thermique :

- Hiver : période de chauffage
- Été (RR) : période de rafraîchissement par un système actif régulant la température intérieure (RR = rafraîchissement régulé)
- Été (RNR) : période de rafraîchissement par un système passif non régulé en température (RNR = rafraîchissement non régulé)

EVALUATION DE LA CIBLE 08

CIBLE 08	SOUS-CIBLES											
	8.1			8.2			8.3			8.4		
	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP
BASE												
PERFORMANT												
TRES PERFORMANT												

Note :

Le choix de la combinaison de performances pour le niveau TP doit être en accord avec la hiérarchisation des sous-cibles : priorité du confort d'été sur le confort d'hiver ou vice-versa.

INTERACTIONS AVEC LES AUTRES CIBLES

- Cible 01 "Relation du bâtiment avec son environnement immédiat"
Prise en compte des caractéristiques du site dans l'aménagement du plan-masse
- Cible 02 "Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction"
Performances hygrothermiques des produits
- Cible 04 "Gestion de l'énergie"
Trouver le meilleur compromis entre un bon confort hygrothermique et des consommations d'énergie maîtrisées
- Cible 07 "Maintenance – Pérennité des performances environnementales"
Minimiser l'inconfort des usagers pendant les interventions, mise en place d'équipements pour assurer la pérennité du confort hygrothermique
- Cible 09 "Confort acoustique"
Assurer le confort hygrothermique fenêtres fermées pour les locaux à baies exposées au bruit

- Cible 10 "Confort visuel"
Choix de conception relatifs aux parties vitrées, compromis à trouver entre confort hygrothermique et confort visuel
- Cible 11 "Confort olfactif"
Trouver le meilleur compromis pour les débits de ventilation : ventilation suffisante pour limiter la présence d'odeurs, tout en n'induisant pas d'inconfort dû aux courants d'air générés
- Cible 13 "Qualité sanitaire de l'air"
Trouver le meilleur compromis pour les débits de ventilation : ventilation suffisante pour limiter la présence de polluants, tout en n'induisant pas d'inconfort dû aux courants d'air générés

INTERACTIONS AVEC LE SMO

Rien de particulier à signaler.

REFERENCES COMPLEMENTAIRES

- [A] Thèse de Nadège CHATAGNON sur la méthode ESCALE, module « confort thermique », CSTB et Université de Savoie, mars 1999
- [B] RT 2000 - Arrêté du 29 novembre 2000 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments
- [C] Projet de norme NF EN ISO 7730:2003 – Ergonomie des ambiances thermiques - Détermination analytique et interprétation du confort thermique à l'aide de calculs des indices PMV et PPD et du confort thermique local - Avant-projet de norme soumis à enquête probatoire jusqu'au 20 novembre 2003
- [D] ASHRAE Handbook of fundamentals. Chapter 8: Thermal Comfort - Chapter 9: Indoor Environmental health. Atlanta: SI, 1997.
- [E] Candas, V. Confort thermique. Génie énergétique. BE4. Paris: Techniques de l'Ingénieur, 1998.
- [F] Fanger P.O. Toftum J. Extension of the PMV model to non-air- conditioned buildings in warm climates. Energy and buildings. 2002.

08.1. DISPOSITIONS ARCHITECTURALES VISANT A OPTIMISER LE CONFORT HYGROTHERMIQUE EN HIVER ET EN ETE

La démarche HQE[®] suppose de tirer profit des avantages du site et de limiter ses contraintes dans les dispositions architecturales afin d'assurer un optimum de confort hygrothermique par des moyens passifs. Cela consiste à mettre l'accent sur la structure et l'enveloppe du bâtiment, y compris les protections solaires.

Cette exigence est d'autant plus vraie pour le confort thermique d'été pour lequel il est recommandé, pour des questions énergétiques et environnementales, de n'envisager les systèmes de rafraîchissement ou de climatisation avec régulation de la température qu'en complément des systèmes passifs si ceux-ci s'avèrent insuffisants.

Préoccupation	Caractéristique	Critère	
		Intitulé	Etat *
8.1.1. Prendre en compte les caractéristiques du site (été principalement)	Dispositions prises pour se protéger de manière optimale du soleil	Dispositions justifiées et satisfaisantes ⁽¹⁾	Atteint
	Dispositions prises pour exploiter de manière optimale les caractéristiques aérauliques du site	Dispositions justifiées et satisfaisantes ⁽²⁾	
8.1.2. Regrouper les locaux à besoin hygrothermique homogène (été ou hiver)	Organisation spatiale des locaux en fonction de leur besoin hygrothermique (zonage)	Dispositions justifiées et satisfaisantes ⁽³⁾	Atteint
8.1.3. Améliorer l'aptitude du bâtiment à favoriser de bonnes conditions de confort hygrothermique en hiver et en été	Conception architecturale cherchant à optimiser confort d'hiver et confort d'été.	Dispositions justifiées et satisfaisantes ⁽⁴⁾	Atteint

(1) Exemples de dispositions :

- orientation des baies, protections solaires fixes et mobiles,
 - orientation au nord des locaux à forts apports internes
 - exploitation des zones d'ombres, et des masques pour le rafraîchissement
- Note : en matière de confort, le soleil est principalement un élément perturbateur.

(2) Exemples de dispositions :

- organisation architecturale de façon à profiter au mieux des vents dominants, la ventilation naturelle et pour la ventilation traversante
- dispositions favorisant le tirage thermique et les forts débits naturels en été,
- prises d'air évitées sur les façades chaudes en été.

Nota : penser à étudier les solutions pour assurer un confort acceptable dans les locaux exposés aux bruits extérieurs pour lesquels le rafraîchissement ne pourra a priori pas être effectué, même en appoint, par ouverture des fenêtres.

(3) Les études visent à organiser la répartition spatiale des locaux au regard des logiques de programmation/régulation exigées par les différents types de locaux. Ces logiques de programmation/régulation sont induites par l'activité du local, le type d'occupants, les heures d'occupation, etc. Cette organisation évitera la perception d'inconfort du fait d'une régulation non adaptée au local (valable en chauffage et en climatisation régulée)

(4) Exemples de dispositions :

- inertie thermique adaptée
- surfaces de baies vitrées raisonnables
- protections solaires adaptées à chaque saison

Nota : le compromis à rechercher entre confort d'hiver et d'été sera précisé, par exemple selon les zones climatiques d'été et d'hiver définies par la RT2000, ou des données climatiques plus précises. Dans certaines régions, on recherchera un équilibre entre hiver et été, dans d'autres, c'est le confort d'été qui primera.

* Conditions pour que le critère soit validé

Différentes dispositions visant à satisfaire la préoccupation (notamment celles citées en note) doivent être étudiées et l'efficacité de leur mise en œuvre sur le projet doit être démontrée.

Dans le cas contraire,, il convient de justifier la non pertinence ou la non applicabilité des dispositions pour le projet.

EVALUATION

SOUS-CIBLE	PREOCCUPATIONS					
	8.1.1		8.1.2		8.1.3	
	Atteint	NA	Atteint	NA	Atteint	NA
8.1						
B	1 préoccupation atteinte sur les 3					
P	2 préoccupations atteintes sur les 3					
TP	3 préoccupations atteintes sur les 3					

08.2. CREATION DE CONDITIONS DE CONFORT HYGROTHERMIQUE EN HIVER

L'être humain échangeant à peu près autant de chaleur par convection que par rayonnement, il convient de raisonner en température résultante et non seulement en température d'air. Malheureusement, la grande majorité des équipements de régulation tient uniquement compte de la température d'air.

Les paramètres qui influencent le confort d'hiver sont les suivants :

- la température d'air (ou résultante si possible) en termes de niveau (selon l'usage réservé à chaque local, s'exprimant par une valeur cible et par un intervalle), et, pour certains locaux, de stabilité temporelle en période d'occupation (dans différentes conditions comme le lundi matin après une période d'intermittence, ou lors d'apports gratuits) ;
- la vitesse d'air ;
- l'hygrométrie (ce paramètre ne joue que par rapport à la sensation de sécheresse de l'air intérieur en hiver, mais n'est finalement pas considéré dans le présent référentiel) ;
- la maîtrise des apports solaires source d'inconfort en particulier pour les locaux de faible inertie.

A cela, il conviendrait de rajouter, pour certains locaux, la maîtrise de l'ambiance thermique par les usagers, vu les disparités de sensibilité de ceux-ci, en veillant à ce que cela n'entraîne pas des consommations d'énergie excessives (**Cible de QEB n° 04 : Gestion de l'énergie**). Vu l'avis défavorable des concepteurs vis-à-vis de dispositifs de régulation laissés à la discrétion des usagers, cette préoccupation n'a pas été retenue dans le présent référentiel.

Préoccupation	Caractéristique	Critère	Niveau
8.2.1. Définir/obtenir un niveau adéquat de température dans les différents locaux en période d'occupation, compte tenu de leur destination	Définition des températures de consigne par local	Evaluation des documents définissant les valeurs ⁽¹⁾	B
8.2.2. Assurer une vitesse d'air ne nuisant pas au confort	Vitesse d'air limite au niveau des zones d'occupation des différents types de locaux Présence d'un système de ventilation spécifique ⁽²⁾	$V \leq 0,20$ m/s Description et justification du dispositif	P
8.2.3. Assurer la stabilité des températures en période d'occupation (pour des locaux à usage intermittent)	Présence d'un dispositif assurant le redémarrage du chauffage avant le début de la période d'occupation	Description et justification du dispositif	B
	Présence de dispositifs adaptés et performants de redémarrage des installations de chauffage dans les zones à intermittence prolongée ou aléatoire	Description et justification du dispositif	TP
8.2.4. Maîtriser l'inconfort dû aux apports solaires	Facteur solaire	Facteur solaire inférieur au cas de référence Ea BR1 de la RT 2000 ⁽³⁾	TP

Notes :

- (1) Les valeurs de température de consigne sont à justifier, et à apprécier par rapport à la norme ISO 7730 où la température résultante est fonction de l'activité et de la vêtue. Il est rappelé que les niveaux de température pour les conditions d'hiver sont des exigences de résultat.

A titre d'exemple, voici les niveaux de température retenus par la Ville de Paris :

Gymnases	de 14°C à 18°C Selon l'utilisation
Ecoles Bureaux Bibliothèques Musées	19°C
Dispensaires Crèches P.M.I.	22°C

(2) Système de ventilation spécifique : ventilation naturelle ou mécanique (simple ouverture des fenêtres exclue)

(3) Facteurs solaires EA BR1 :

Inertie	Orientation		
	Baies verticales nord	Autres baies verticales	Baies horizontales
Légère	0,45	0,25	0,15
Moyenne	0,65	0,45	0,25
Lourde	0,65	0,45	0,25
Très lourde	0,65	0,65	0,45
Avec protections solaires mobiles en place			

Remarque :

Si le maître d'ouvrage souhaite répondre aux préoccupations de confort hygrothermique d'hiver par l'utilisation d'un modèle de simulation complet, il peut le faire en revendiquant le « principe d'équivalence ». Les résultats seront alors soumis à un expert pour validation, et un avis sera donné sur le niveau de performance.

EVALUATION

SOUS-CIBLE	PREOCCUPATIONS											
	8.2.1			8.2.2			8.2.3			8.2.4		
	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP
8.2												
B	■						■					
P	■				■		■					
TP	■				■				■			■

08.3. CREATION DE CONDITIONS DE CONFORT HYGROTHERMIQUE EN ETE DANS LES LOCAUX NON CLIMATISES

Tout d'abord il convient de mettre l'accent sur la structure et l'enveloppe du bâtiment, y compris les protections solaires, et à bien maîtriser à toutes les phases de la conception, ce qui permet dans bon nombre de cas de limiter voire d'éviter le recours à des systèmes actifs de rafraîchissement gros consommateurs d'énergie.

L'indicateur proposé est la température résultante maximale lors d'une journée chaude type (voir règles Th-E de la RT2000). De plus, certains points critiques doivent retenir l'attention :

- veiller à ce que la vitesse d'air ne soit pas trop forte dans les zones d'occupation, notamment lorsqu'on fonctionne par ouverture des fenêtres ;
- apporter une attention particulière aux locaux exposés au bruit, où le confort devra être obtenu fenêtres fermées.

Préoccupation	Caractéristique	Critère	Niveau
8.3.1 Assurer un niveau minimal de confort thermique	Température maximale atteinte (a) Facteurs solaires des baies	Respect de la RT2000 : Par bâtiment : $T_{ic} \leq T_{icref}^{(2)}$	B
		Par local autre qu'à occupation temporaire ⁽³⁾ : $T_{ic} \leq T_{icref}$ Pour toutes les baies : $FS \leq FS_{ref}$	P
		Température résultante dans les locaux ne dépassant pas 28°C plus de 30 heures dans l'année ⁽⁴⁾	TP
8.3.2. Assurer une ventilation suffisante lorsque les protections solaires mobiles sont en place	Dispositions permettant d'avoir une ventilation suffisante protections solaires mobiles en place (stores baissés)	Ratio d'ouverture de baies > 30% avec protections solaires en place	P
8.3.3. Maîtriser le débit d'air par ouverture de fenêtre, si on est en zone BR1 et si le confort d'été est obtenu par l'ouverture des fenêtres	Dispositions permettant de moduler l'ouverture de fenêtre	Description et justification des équipements requis/installés ⁽⁵⁾	TP
8.3.4. Assurer un niveau de confort fenêtres fermées, pour prendre en compte l'exposition au bruit, si on est en zone de bruit BR2 ou BR3	Dispositions prises pour assurer un confort fenêtres fermées pour les baies exposées au bruit	Par local autre qu'à occupation temporaire : $T_{ic} \leq T_{icref}$ avec T_{icref} calculé en exposition BR2 ⁽⁶⁾	TP

Notes :

- (1) La température maximale atteinte est obtenue pour les niveaux B et P à l'aide de la méthode conventionnelle Th-E de la RT2000, et pour le niveau TP par simulation thermique dynamique.
- (2) La préoccupation 8.3.1 est vérifiée au niveau Base si l'ensemble de la RT 2000 fait l'objet d'une vérification.
- (3) Il suffit qu'il y ait un poste de travail à occupation prolongée dans le local en question pour qu'il ne soit plus à occupation temporaire : exemple d'un hall d'entrée où se trouve le poste de travail d'un(e) réceptionniste.

- (4) A calculer à l'aide d'un outil de simulation thermique dynamique. Des précisions sont demandées sur la méthode de calcul utilisée, ainsi que sur les hypothèses et les scénarios considérés. Les 30 heures s'entendent sur l'année et pendant les périodes d'occupation.
- (5) Exemples de dispositions : fenêtres coulissantes, fenêtres battantes à positions intermédiaires stables.
- (6) Si on est en zone de bruit BR2 ou BR3, pour être Très Performant, le confort d'été doit être obtenu fenêtres fermées, le Tic doit être calculé fenêtres fermées, le Ticref doit être calculé pour l'exposition BR2 (et non plus BR1 comme pour le calcul réglementaire), et le calcul est demandé local par local.

EVALUATION

SOUS-CIBLE	PREOCCUPATIONS											
	8.3.1			8.3.2			8.3.3			8.3.4		
	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP
8.3												
B												
P												
TP									*			*

* : si la préoccupation est applicable

08.4. CREATION DE CONDITIONS DE CONFORT HYGROTHERMIQUE EN ETE DANS LES LOCAUX CLIMATISES

Les indicateurs retenus font intervenir :

- la définition des températures de consigne par type de local ;
- la vitesse d'air ;
- la stabilité des températures en début de période d'occupation ;
- la maîtrise des apports solaires, en évitant l'inconfort localisé près des baies vitrées.

Préoccupation	Caractéristique	Critère	Niveau
8.3.1. Démontrer le caractère indispensable de la climatisation pour les locaux climatisés	Evaluation du niveau de confort en l'absence de climatisation	Justification qualitative de l'impossibilité de satisfaire le confort sans recours à la climatisation active	B
		Justification par simulation thermique dynamique de l'impossibilité de satisfaire le confort sans recours à la climatisation active	P
8.3.2. Définir un niveau adéquat de température dans les différents locaux en période d'occupation, compte tenu de leur destination	Définition des températures de consigne par local (1)	Existence de documents définissant les températures de consigne par local, et justification de ces températures	B
8.3.3. Assurer une vitesse d'air ne nuisant pas au confort	Vitesse d'air maximale au niveau des zones d'occupation des différents types de locaux	$V \leq 0,25$ m/s pour une consigne proche des 26°C	P
		$V \leq 0,18$ m/s si $T_{\text{consigne}} = 24^{\circ}\text{C}$ $V \leq 0,20$ m/s si $T_{\text{consigne}} = 25^{\circ}\text{C}$ $V \leq 0,22$ m/s si $T_{\text{consigne}} = 26^{\circ}\text{C}$	TP
8.3.4. Assurer la stabilité des températures en début de période d'occupation (pour les locaux à usage intermittent)	Présence d'un dispositif assurant le redémarrage du refroidissement avant le début de la période d'occupation	Description et justification du dispositif	P
8.3.5. Maîtriser l'inconfort localisé dû aux apports solaires (2)	Facteur solaire des baies (Protection contre le rayonnement chaud)	Facteur solaire $\leq 0,25$ Sauf pour les orientations Nord	TP

Notes :

- (1) Valeurs recommandées : 24 à 26°C pour une activité de type bureaux.
- (2) L'inconfort localisé dont il est question ici s'entend à proximité des baies. Il s'agit de se protéger contre le rayonnement chaud.

Remarque :

Nous n'avons pas intégré dans cette sous-cible la préoccupation consistant à vouloir traiter un air trop humide par une déshumidification et un contrôle de l'humidité. En effet, il coûte de l'ordre de 10 fois plus cher en énergie de déshumidifier plutôt que de réduire la température, alors que l'impact de l'humidité est faible sur le confort (sauf cas extrêmes).

EVALUATION

SOUS-CIBLE 8.3	PREOCCUPATIONS														
	8.3.1			8.3.2			8.3.3			8.3.4			8.3.5		
	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP	B	P	TP
B	■			■											
P		■		■				■			■				
TP		■		■					■		■				■