



PROTECTION THERMIQUE D'ÉTÉ – UN SUJET BRÛLANT

Grâce aux standards d'isolation élevés des enveloppes du bâtiment actuels, la protection contre le froid en hiver, donc le confort thermique, est généralement pleinement satisfait du point de vue énergétique pour les habitants de constructions neuves ou modernisées. Par contre, les habitants se plaignent de plus en plus des températures intérieures estivales élevées, en particulier lors de périodes de canicule prolongées.

Pour trouver une solution à ce problème, les maîtres d'ouvrage s'informeront de façon approfondie concernant la modernisation énergétique prévue, via Internet, par exemple. Ils accordent une grande importance aux conseils du spécialiste, notamment à celui de l'enveloppe du bâtiment. La présente fiche technique est destinée à harmoniser l'état d'information du maître d'ouvrage avec l'état des connaissances du spécialiste de l'enveloppe du bâtiment.

Contenu

1 Situation initiale et conditions générales	3
2 Facteurs d'influence sur la température intérieure	4
3 Mise en œuvre pratique dans la construction	7
4 Évaluation des risques et planification	9
5 Résumé	10

1 SITUATION INITIALE ET CONDITIONS GÉNÉRALES

1 Situation initiale et conditions générales

Le besoin de confort général de notre société, les conditions climatiques et les contraintes de la construction, telles que la proportion de verre dans l'enveloppe du bâtiment, ont constamment évolué au cours des dernières années. Ce n'est par contre aucunement le cas de la justification des techniques de construction et des mesures techniques destinées à assurer des températures intérieures agréables.

Conditions cadres climatiques

Les mesures météorologiques en Suisse le confirment: la comparaison des températures moyennes estivales de 1961 à 1990 indique qu'en plus d'une évidente tendance à la hausse de ces températures dès 1980, des valeurs record ont été atteintes en 2003 (+4.8 °C) et 2006. Le rapport de l'OcCC* «Les changements climatiques et la Suisse en 2050» définit ces vagues de chaleur, qui devraient continuer à augmenter, comme étant «l'influence météorologique la plus importante sur la santé humaine» et recommande des méthodes de construction et une planification urbaine adaptées à ces changements.

*) OcCC: «Organe consultatif sur les changements climatiques» instauré par le DFI/DETEC

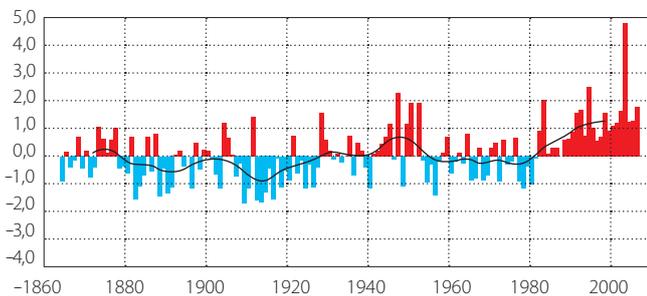


Fig. 1: Écart-type des températures estivales en Suisse de 1864 à 2007 par rapport à la moyenne OMM 1961 – 1990; rouge: années plus chaudes que la moyenne de 1961 à 1990, bleu: années plus froides que la moyenne 1961 à 1990. (Source: MétéoSuisse)

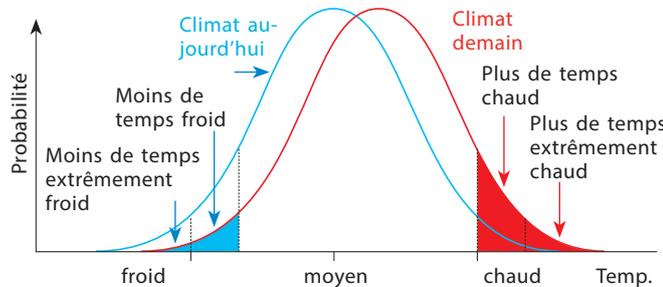


Fig. 2: Écart-type des températures estivales en Suisse de 1864 à 2007 par rapport à la moyenne OMM 1961 – 1990; Les températures extrêmement élevées seront beaucoup plus fréquentes – les températures extrêmement basses beaucoup plus rares. (Source: Rapport OcCC, sept. 2003)

Conditions cadres techniques

La procédure de vérification et l'évaluation de l'isolation thermique estivale reposent en premier lieu sur la supposition de trois jours de canicule de suite. Les étés 2003 et 2006 ont toutefois compté onze ou dix jours successifs de canicule. Il faut donc tenir compte de cette situation et des modifications d'influences extérieures dans la planification. La norme SIA 180 ainsi que la norme EN 15251 définissent la limite de confort pour l'habitant de locaux exposés sur la base d'essais sur place. Aussi, le planificateur est-il tenu de justifier l'isolation thermique estivale pour la mise à l'enquête (MuKE, www.endk.ch). De même, la preuve de la protection thermique estivale est obligatoire lors de la demande de certification MINERGIE® (www.minergie.ch).

Catégorie	Description	Pourcentage prévisible de personnes insatisfaites PPD (PPD est l'abréviation et la traduction de «pourcentage de personnes insatisfaites»)	Plage de tolérance
A	Attentes élevées en matière de climat intérieur, conseillée pour les pièces occupées par des personnes de santé fragile ou handicapées, des personnes âgées et malades ainsi que des enfants en bas âge	<6%	23,5–25,5 °C
B	Attentes normales en matière de climat intérieur, conseillées pour les nouvelles constructions et les bâtiments modernisés	<10%	23,0–26,0 °C
C	Attente normale et acceptable en matière de climat intérieur: utilisée dans les bâtiments existants	<15%	22,0–27,0 °C

Fig. 3: Domaines de températures ambiantes en été pour 1,2 met et 0,5 clo selon EN 15251. (Source: Norme SIA 180)

2 FACTEURS D'INFLUENCE SIGNIFICATIFS SUR LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE

2 Facteurs d'influence sur la température intérieure

La température intérieure est définie par les charges thermiques intérieures et extérieures. Les appareils ménagers et les habitants génèrent des charges thermiques intérieures, l'énergie solaire détermine en premier lieu la charge de chaleur extérieure. Il s'en suit deux importants mécanismes de gestion en ce qui concerne la planification et le fonctionnement: minimiser et évacuer.

Minimiser les charges thermiques

Une protection solaire planifiée, des dimensions de fenêtres adaptées ainsi que la mise en œuvre et l'application planifiées d'appareils et d'éclairages efficaces permettent de minimiser les charges thermiques.

Évacuer les charges thermiques

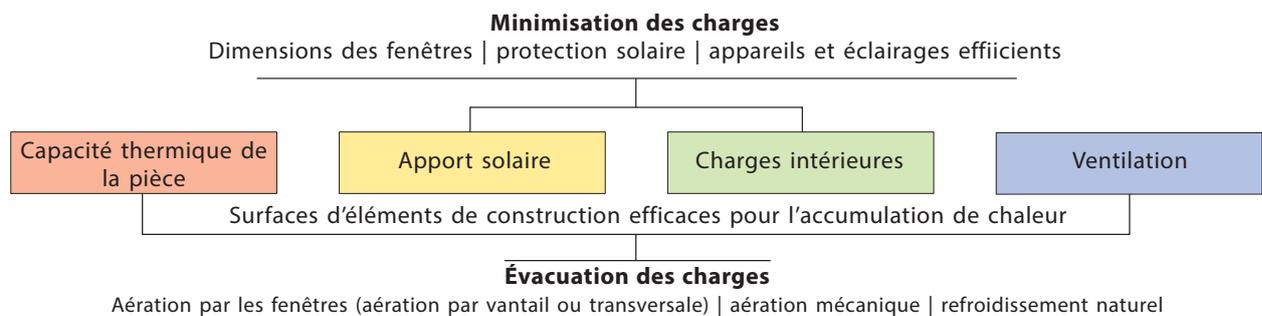
Des surfaces de constructions efficaces pour l'accumulation de chaleur, telles que carreaux ou panneaux de revêtements

en plâtre, peuvent absorber de la chaleur en peu de temps et atténuer ainsi les pointes de température dans la pièce. Les accumulateurs thermiques de la pièce doivent pouvoir évacuer la chaleur accumulée par une aération efficace, afin d'être de nouveau en mesure d'accumuler de la chaleur le jour de canicule suivant.

Quatre facteurs d'influence agissent sur la température intérieure:

- les charges intérieures
- les charges extérieures
- la capacité thermique intérieure de la pièce
- l'aération diurne ou nocturne.

Le tableau suivant présente les différents facteurs d'influence des planificateurs et des habitants avec leur importance ainsi que leur potentiel d'influence.



Mesure	Facteurs d'influence	Importance	Potentiel d'influence		Principes pour la planification et l'exploitation
			Planificateur	Habitant/utilisateur	
Minimisation de l'apport d'énergie solaire	Part de vitrage	très élevée	élevé		Limiter la part de vitrage, ne pas choisir plus que ce qui est nécessaire pour la luminosité de l'espace.
	Orientation des fenêtres	très élevée	élevé		Les vitrages en toiture et les fenêtres exposées au sud, à l'est et à l'ouest (dans cet ordre) agissent de manière cruciale sur la température intérieure en été.
	Protection solaire	très élevée	très élevée	très élevée	Protection solaire extérieure, faibles valeurs g (coefficient de transmission énergétique global) pour le vitrage. Utilisation correcte du dispositif de protection solaire.
	Isolation des éléments de construction	très élevée	très élevée		Plus le coefficient de transmission thermique U et U24 est faible, meilleure sera la protection.
Maximisation du refroidissement nocturne	Type d'aération	très élevée	élevé	très élevée	L'aération transversale à l'aide des lucarnes et des fenêtres est la mesure la plus efficace.
	Géométrie des fenêtres	moyen	élevé		Pour une même surface de fenêtre, planifier des vantaux en hauteur plutôt qu'en largeur.
Minimisation des charges thermiques intérieures	Occupation des locaux	moyen	moyen		Une faible occupation des locaux diminue les charges thermiques intérieures.
	Appareils techniques	élevé	moyen	élevé	Des appareils et un éclairage efficaces contribuent à réduire les charges thermiques intérieures.
Maximisation de la capacité thermique de la pièce	Éléments de construction	élevé	très élevée		Des éléments de construction massifs et des chapes en ciment influencent positivement la capacité thermique.
	Surface des éléments de construction	élevé	élevé		Les matériaux de revêtement possédant des capacités d'absorption thermique élevées, comme des plaques de plâtre, ont une influence positive.
	Aménagements/revêtements	moyen	élevé	moyen	Les plafonds suspendus, les tapis et les éléments acoustiques réduisent la capacité d'absorption thermique.

Fig. 4: Minimisation et évacuation de charges thermiques

2 FACTEURS D'INFLUENCE SIGNIFICATIFS SUR LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE

Les facteurs et les possibilités d'influences indiqués montrent clairement que la seule prise en considération du composant de construction, c'est à dire l'amortissement des amplitudes et le décalage des phases, est un non-sens pour la qualification de la protection de chaleur estivale et ne mène pas à l'objectif de confort voulu. Le standard d'isolation (valeur U) de l'enveloppe du bâtiment est actuellement de telle qualité qu'aucune charge thermique significative ne pénètre plus par les éléments de construction vers l'intérieur, mais rend aussi impossible tout refroidissement. Du fait que les valeurs U sont actuellement très basses, il n'existe du point de vue des éléments de construction plus que la capacité thermique (k_i) de la pièce comme paramètre de construction décisif.

Une évaluation sérieuse du climat intérieur en été doit obligatoirement se faire à l'aide d'une étude complète de la pièce. L'exemple de combles de 20 m² de surface au sol et situés sous une toiture inclinée orientée au sud, montre l'influence

de trois moyens d'ombrage avec scénarios d'aération nocturne (fig. 5 à 8).

L'importance de la protection solaire est très grande et peut être nettement influencée par le planificateur, l'entrepreneur et l'habitant lui-même.

L'évolution des températures intérieures est complexe. Les constructions qui remplissent les exigences MuKEn 2008 ou MINERGIE® peuvent atteindre, avec une bonne probabilité, les exigences d'isolation thermique estivales à l'aide d'ombrages efficaces et d'une aération nocturne optimale. De même, le choix du revêtement intérieur influence significativement la température ambiante. La matérialisation des premiers centimètres de surfaces des éléments de construction influence dans une grande mesure la température intérieure. Un revêtement de sol en céramique offre une contribution nettement plus élevée à la capacité thermique de la pièce qu'un tapis de sol.

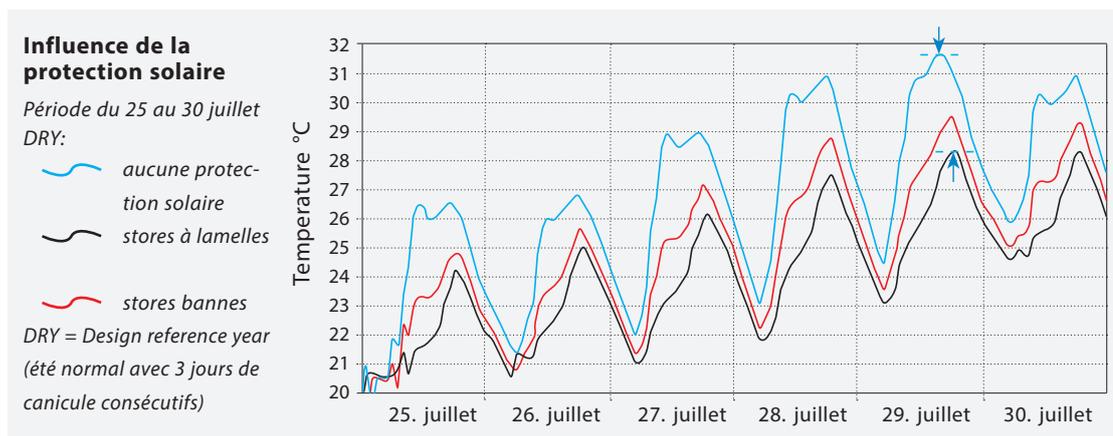


Fig. 5: Ce diagramme montre le profil de la température intérieure en fonction de différentes mesures de protection solaire (absence de protection solaire – stores bannes extérieurs – stores à lamelles). Une dimension de fenêtres modérée (20% de la surface du plancher, exposition à l'est, peut provoquer une différence de température allant jusqu'à 3,5 °C. Des fenêtres plus grandes et exposées au sud ou des fenêtres de toiture engendrent des différences beaucoup plus marquées (source: Rapport EMPA 444 '383d).

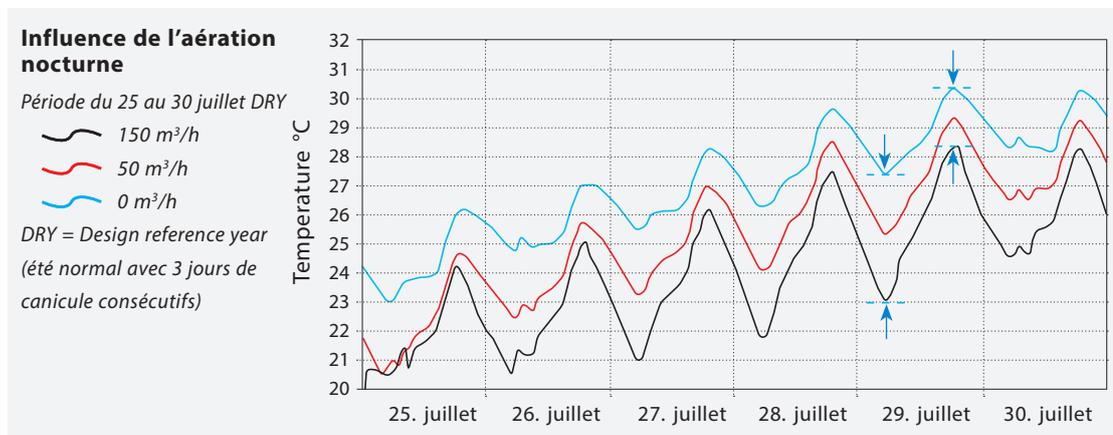


Fig. 6: Ce diagramme montre le profil de la température intérieure en fonction de différents scénarios d'aération nocturne (aucun, simple et triple renouvellement d'air par heure). Comme le montrent les profils de température noir et bleu (renouvellement d'air triple et inexistant), les différences de température peuvent atteindre jusqu'à 4,5 °C la nuit et jusqu'à 2 °C le jour (voir flèches). (Source: Rapport EMPA 444 '383d)

2 FACTEURS D'INFLUENCE SIGNIFICATIFS SUR LA TEMPÉRATURE INTÉRIEURE

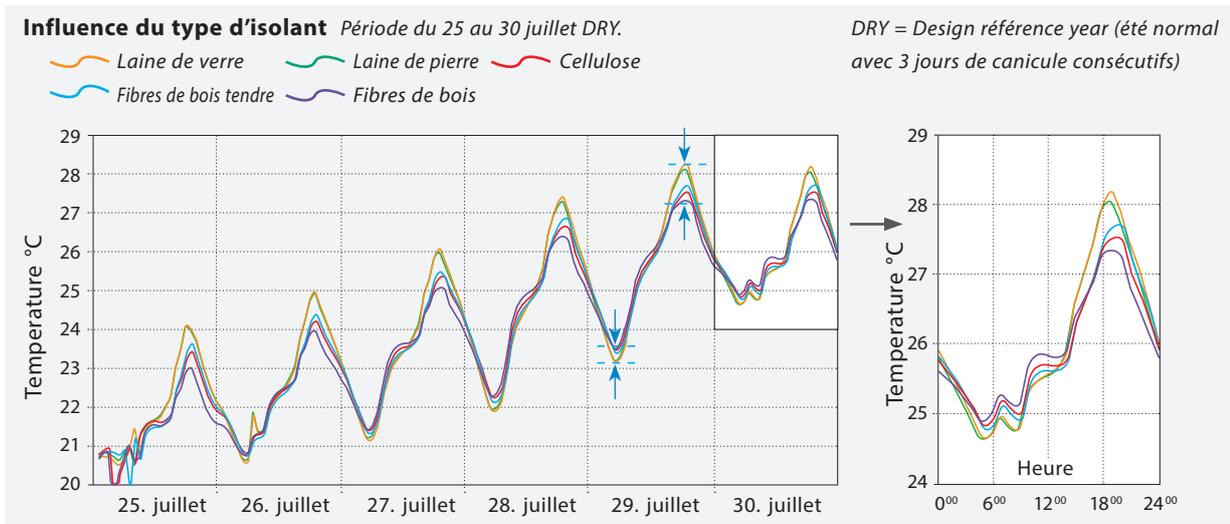


Fig. 7: Comme le montrent les courbes de température très rapprochées, le choix du type d'isolant est insignifiant (Source: Rapport Empa No.444'383d)

Fig. 8: Courbes de température au cours des 24 heures du 30 juillet DRY

Facteurs d'influence moins importants ou présumés tels

Il existe aussi des facteurs d'influence moins importants ou présumés tels.

Contrairement à l'opinion courante, la structure ou le choix du matériau d'un comble de toiture inclinée a peu d'influence sur les températures intérieures, abstraction faite du matériau de surface de la pièce. Dans le cas d'un ombrage optimal, la dimension des fenêtres perd encore de l'importance.

La différence entre un lourd panneau de fibres de bois (150 kg/m^3 , courbe violette) et une légère laine de verre (20 kg/m^3 , courbe jaune) ne modifie la température intérieure dans notre comble que de 1°C au maximum (cf. fig. 7).

Le choix du matériau isolant est ainsi insignifiant (conclusion du rapport EMPA).

Autres exemples de facteurs d'influence existants, non quantifiables pour l'instant

• Choix de la couleur de la couverture

La couleur de la couverture influence la part de réflexion et de transmission du rayonnement. Une couverture sombre a pour effet de générer des températures superficielles extérieures plus élevées qu'une couverture claire. L'influence de la couleur sur la température intérieure n'a pas encore été estimée pour le moment.

• Hauteur de la lame d'air dans la toiture inclinée (contre-lattage)

La hauteur de la lame d'air de ventilation est décrite comme suit dans la norme SIA 180 (1999), article 5.1.5.2: «Les toitures doivent comporter sous la couche supérieure une couche d'air ventilée d'épaisseur suffisante pour évacuer la majeure partie de la chaleur solaire captée». En plus, les dimensionnements des lames d'air sont décrits dans la norme SIA 232/1. Une analyse détaillée de l'EMPA, dont les résultats sont indiqués dans le rapport N° 452'731d, montre que la hauteur de la lame d'air de ventilation est un facteur d'influence dont l'effet sur

la température intérieure n'est pas encore entièrement connu et ne peut donc pas être attribué à des facteurs d'influence importants.

• Valeurs U en diminution

La tendance vers des coefficients U toujours plus bas réduit automatiquement l'influence de la ventilation dans l'isolation thermique estivale. Plus l'isolation d'un bâtiment est élevée, plus la charge calorifique estivale se réduit pour les habitants.

• Processus de physique du bâtiment

Dans d'autres processus de physique du bâtiment, en particulier la diffusion de vapeur et le rayonnement de chaleur des modules solaires (installations photovoltaïques intégrées), la lame d'air de ventilation de la toiture inclinée joue un rôle important. Des expériences pratiques ont montré que des températures de plus de 70°C peuvent être atteintes sur la face arrière de panneaux solaires. Si, dans ce cas, la lame d'air présente une dimension trop faible, il existe un danger de dégradation ou même de destruction des matériaux en matières synthétiques des panneaux, ce qui réduirait considérablement la capacité de production de ces derniers.

Dans l'ensemble, il faut attribuer une grande importance à la lame de ventilation du point de vue de la technique de construction et de la physique du bâtiment.

Choix du matériau de sous-couverture

Comme pour le choix de la couleur de couverture, la part de réflexion et de transmission du rayonnement dépend du choix du matériau de sous-couverture. Dans ce cas également, la répercussion de la sous-toiture sur la température intérieure ne peut pas encore être prouvée pour le moment.

3 Mise en œuvre pratique dans le conseil, la planification et l'utilisation

Les méthodes de construction modernes comprenant des enveloppes du bâtiment isolées thermiquement qui, en combinaison avec la tendance architecturale vers des surfaces de vitrage de plus en plus importantes, exigent des charges de chaleur minimisées à l'intérieur, ainsi que des mesures d'aération ciblées pour évacuer celles-ci la nuit. Une bonne isolation thermique estivale est obtenue par l'application de principes de planification (fig. 9), une simple estimation du risque est ensuite obtenue à l'aide de différentes étapes de planification (page 8).

En connaissant l'importance des facteurs d'influence, notamment celui des ombrages et de l'aération nocturne, le spécialiste de l'enveloppe du bâtiment est en mesure de conseiller objectivement les maîtres d'ouvrage sur la «Protection thermique estivale».

L'ombrage des fenêtres de toitures, ainsi que l'aération nocturne effectuée par les habitants et les charges intérieures constituent environ 62% de la protection thermique estivale. Autrement dit, c'est l'habitant qui possède l'influence majeure pour assurer son propre confort, à condition qu'il utilise les ombrages extérieurs des fenêtres, aère systématiquement la nuit, ferme les fenêtres le jour et veille à l'efficacité des appareils ménagers et de l'éclairage.

Le meilleur effet d'aération nocturne est obtenu par l'ouverture complète de deux fenêtres face à face. Le plus faible effet est obtenu lorsque la fenêtre reste en imposte et les volets à rouleaux sont fermés pendant la nuit. Les taux de renouvellement d'air en fonction du type d'aération sont résumés dans l'aperçu ci-dessous (fig. 10).

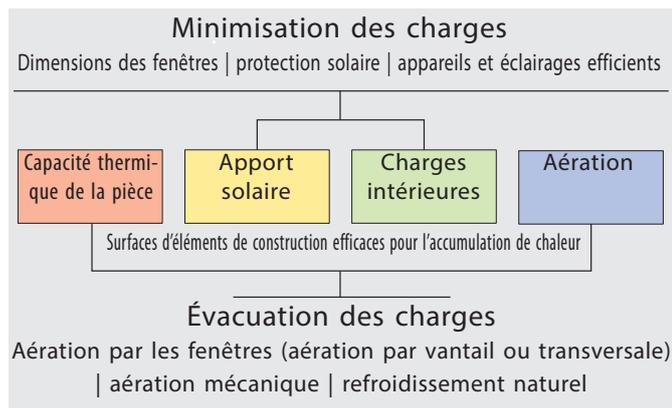


Fig. 9: Principes de planification (minimisation et évacuation de charges thermiques) et les quatre facteurs d'influence

Taux de renouvellement de l'air en fonction du type d'aération de la fenêtre	
Fenêtre en imposte, volet roulant fermé 0,3 à 1,5 renouvellement d'air/heure	
Fenêtre en imposte, pas de volet roulant 0,8 à 4 renouvellements d'air/heure	
Fenêtre semi-ouverte 5 à 10 renouvellements d'air/heure	
Fenêtre entièrement ouverte 9 à 15 renouvellements d'air/heure	
Deux fenêtres face à face entièrement ouvertes Env. 40 renouvellements d'air/heure	

Fig. 10: Variantes d'aération par les fenêtres et leur efficacité, mesurée en nombre de renouvellement d'air par heure

més dans l'aperçu ci-dessous (fig. 10). Le facteur d'influence principal, l'ombrage, n'est vraiment efficace que s'il est placé du côté extérieur de la fenêtre. La plus grande partie de l'énergie de rayonnement est réfléchiée par des stores vénitiens à paquet. Une autre partie de l'énergie est réfléchiée par le verre et, seule, une faible quantité d'énergie pénètre à l'intérieur par transmission thermique. Un ombrage placé du côté intérieur de la fenêtre est meilleur que pas d'ombrage, mais est très nettement moins efficace qu'un ombrage situé à l'extérieur de la fenêtre, comme décrit ci-dessus.

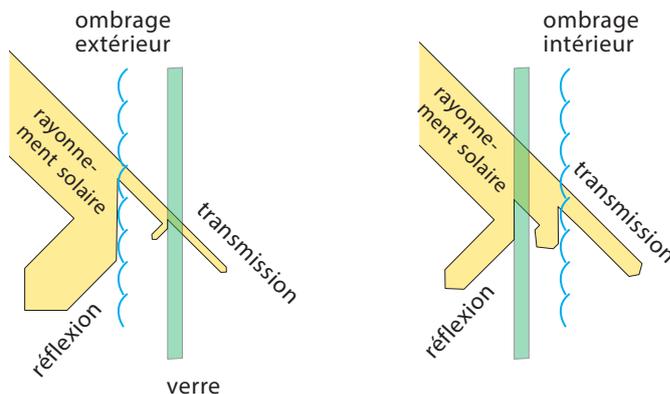


Fig. 11: Ombrage avec stores vénitiens à paquet

3 MISE EN OEUVRE PRATIQUE DANS LE CONSEIL, LA PLANIFICATION ET L'UTILISATION

Valeurs solaires de vitrages typiques avec protection solaire					
Vitrage	Protection solaire	Couleur	Coefficient de transmission de la protection solaire $\tau_{e,B}$	Coefficient de transmission lumineuse τ_v	Coefficient de transmission énergétique global g
Vitrage double normal	extérieure	pastel	0,1	0,09	0,13
Vitrage double normal	intérieure	claire	0,1	0,09	0,37
Vitrage double antisolaire	extérieure	pastel	0,1	0,08	0,09
Vitrage double antisolaire	intérieure	claire	0,2	0,16	0,40
Vitrage double combiné 73/41	intérieure	claire	0,2	0,15	0,32
Vitrage double combiné 50/24	intérieure	claire	0,2	0,11	0,23
Vitrage triple normal	extérieure	pastel	0,1	0,08	0,11
Vitrage triple normal	intérieure	claire	0,1	0,09	0,37
Vitrage triple antisolaire	extérieure	pastel	0,1	0,07	0,07
Vitrage triple antisolaire	intérieure	pastel	0,2	0,15	0,40
Vitrage triple antisolaire	intérieure	claire	0,2	0,15	0,36

Fig. 12: Le vitrage et la protection solaire ont une influence considérable sur les charges thermiques solaires. (Source: norme SIA 382/1)

Les ombrages, mais aussi le type de verre lui-même ont une influence sur la transmission de la lumière. Les caractéristiques solaires des vitrages typiques avec protection solaire sont indiquées dans le tableau ci-dessus.

Dans le cas d'une modernisation, les facteurs d'influence «capacité thermique de la pièce» et «dimensions des fenêtres», qui font environ 32% du total, ne peuvent souvent être corrigés que partiellement et se situent dans ce cas en-deçà des possibilités constructives.

L'entrepreneur peut apporter une contribution de 5% et 34% à la protection thermique estivale en veillant à ce que l'étage des combles à moderniser énergétiquement atteigne un coefficient $U \leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (5%) et en garantissant que les fenêtres de toiture seront munies d'ombrages extérieurs (29%).

En résumé, on peut dire, sur la base de la figure 13, que les ombrages extérieurs ont une influence majeure sur la température intérieure en été, suivis par la capacité thermique de la pièce et l'aération nocturne.

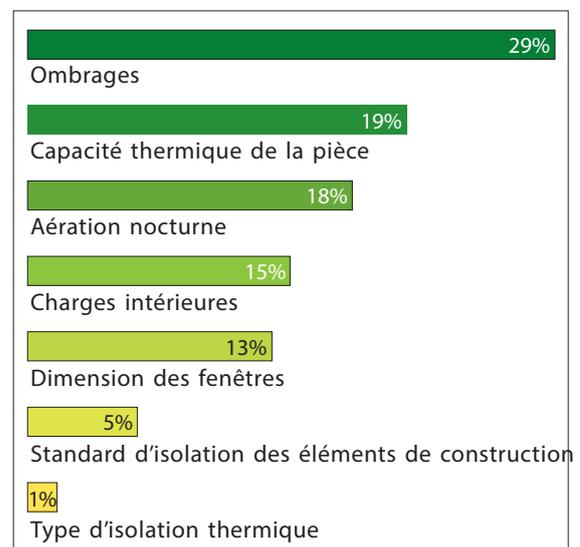


Fig. 13: Part en pourcentage des facteurs sur le potentiel d'influence

4 ÉVALUATION DES RISQUES ET ÉTAPES DE PLANIFICATION

4 Évaluation des risques et étapes de planification

L'EMPA a développé une méthode de calcul simple pour évaluer le risque de surchauffe d'une pièce en été. Cette méthode de calcul permet de qualifier la protection thermique estivale en six étapes de planification:

Étape 1: Estimer les charges solaires

Étape 2: Estimer les charges thermiques intérieures

Étape 3: Déterminer la charge thermique totale

Étape 4: Déterminer la capacité thermique de la pièce

Étape 5: Définir la gestion de ventilation

Étape 6: Évaluer les risques

Étape 1

Estimer les charges solaires (Q_s/A_{NGF})

• Fenêtres de toiture:

$$\text{Surface} \cdot \text{rayonnement solaire} \cdot \text{valeur g/surface au sol} = 2 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 7000 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]} \cdot 0,09 : 25 \text{ [m}^2\text{]} = 50 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]}$$

• Fenêtre à l'ouest:

$$\text{Surface} \cdot \text{rayonnement solaire} \cdot \text{valeur g/surface au sol} = 1,2 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 4000 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]} \cdot 0,13 : 25 \text{ [m}^2\text{]} = 25 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]}$$

Étape 2

Estimer les charges thermiques intérieures (Q_i/A_{NGF})

Charge intérieure moyenne dans un logement = 180 [Wh/(m² d)]

Étape 3

Déterminer la charge thermique totale (Q_{tot}/A_{NGF})

$$50 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]} + 25 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]} + 180 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]} = 255 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ d)]}$$

Étape 4

Déterminer la capacité thermique de la pièce (Q_R/A_{NGF})

• **Toiture inclinée:** surface · capacité thermique = 26 [m²] · 5 [Wh/(m² K)] = 130 [Wh/K]

• **Parois extérieures:** surface · capacité thermique = 20,1 [m²] · 9 [Wh/(m² K)] = 181 [Wh/K]

• **Parois intérieures:** surface · capacité thermique = 30,2 [m²] · 5 [Wh/(m² K)] = 151 [Wh/K]

• **Construction du plafond:** surface · capacité thermique = 25 [m²] · 36 [Wh/(m² K)] = 900 [Wh/K]

• **Porte:** surface · capacité thermique = 1,8 [m²] · 4 [Wh/(m² K)] = 7,2 [Wh/K]

• **Capacités thermiques de la pièce:**

$$Q_{R \text{ tot}} = 1369 \text{ [Wh/K]}$$

$$C_{R/A_{NGF}} = 1369 \text{ [Wh/K]} / 25 \text{ [m}^2\text{]} = 55 \text{ [Wh/(m}^2 \text{ K)]}$$

Étape 5

Définir la gestion de la ventilation

• Un triple renouvellement d'air par heure est possible grâce à l'aération par les fenêtres.

Étape 6

Évaluer les risques

La figure 14 permet de faire une évaluation des risques concernant les températures intérieures maximales à prévoir, basées sur des données météorologiques DRY Zurich-Kloten, avec 3 jours de canicule et des températures extérieures maximales de 35 °C. En admettant une capacité thermique de la pièce de 50 [Wh/(m² K)], une charge totale 250 [Wh/(m² d)] et l'aération nocturne 3 [1/h], il en résulte un climat intérieur acceptable (Fig. 14).

Capacité thermique de la pièce $C_{R/A_{NGF}}$ [Wh/(m ² K)]	Gestion de la ventilation	Somme journalière des charges $Q_{tot}/A_{NGF} = (Q_s + Q_i)/A_{NGF}$ [Wh/(m ² d)]		
		150	250	350
50	Aucune aération nocturne	~29°C $\theta_{i,max}$	~31°C $\theta_{i,max}$	~33°C $\theta_{i,max}$
	Aération nocturne $n_{LN} \sim 1$ [1/h]	~28°C $\theta_{i,max}$	~29°C $\theta_{i,max}$	~31°C $\theta_{i,max}$
	Aération nocturne $n_{LN} \sim 3$ [1/h]	~27°C $\theta_{i,max}$	~28°C $\theta_{i,max}$	~29°C $\theta_{i,max}$

■ inacceptable ■ problématique ■ limite ■ acceptable ■ bon

Fig. 14: Évaluation des risques

5 RÉSUMÉ

5 Résumé

- **Climat**

En raison de la tendance au réchauffement climatique et de l'augmentation des périodes de canicule, la protection thermique estivale prendra de plus en plus d'importance dans l'avenir.

- **Confort thermique**

Le confort thermique dépend principalement des facteurs suivants:

- température de l'air ambiant
- température moyenne des surfaces environnantes
- mouvements de l'air
- mais aussi de la personne elle-même, de son activité, de ses vêtements et de son état physiologique.

- **Planification**

Conditionnées par le bon standard d'isolation des enveloppes du bâtiment actuelles et de leur construction hermétique à l'air, des mesures doivent être prises pour minimiser les charges de chaleur dans la pièce, mais aussi pour évacuer celles-ci par une gestion d'aération ciblée la nuit.

Une évaluation des risques évite des surprises; les étapes «estimer les charges thermiques, déterminer la capacité thermique des pièces et définir la gestion de la ventilation» permettent de l'effectuer de façon simple.

- **Usagers du bâtiment**

À part les conditions architecturales, le comportement de l'habitant joue également un rôle important. Dans le cas d'un fonctionnement non automatisé cela signifie: utilisation intelligente des équipements de protection solaire ainsi qu'une aération ciblée, principalement la nuit. Ceci, sans oublier l'influence de l'efficacité des appareils techniques et de l'éclairage, ainsi que des surfaces du bâtiment tels que revêtements des sols, plafonds suspendus et isolations acoustiques.

- **Protection solaire et aération**

Grâce au programme de simulation dynamique des bâtiments HELIOS, tous les facteurs d'influence importants peuvent être modifiés et mesurés. Il apparaît qu'en présence d'une proportion de surface de vitrages modérée, les facteurs de protection solaire et l'aération nocturne ont la plus grande influence sur les températures intérieures. Crédo: «Maintenir les charges thermiques en été au niveau le plus bas possible et les évacuer la nuit par des mesures de ventilation efficaces».

- **Facteurs d'influence**

Les simulations effectuées permettent une évaluation exacte du potentiel d'influence et de l'interdépendance des différents facteurs d'influence, classés selon l'importance comme suit:

- mesures d'ombrages
- capacité thermique de la pièce et aération nocturne
- charges thermiques intérieures et dimensions des fenêtres.

Le choix du matériau d'isolation est insignifiant.

IMPRESSUM

Direction du projet

Christian Röthenmund, Benzenschwil, Commission technique Énergie
ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE
Hansueli Sahli, Uzwil, directeur technique ENVELOPPE DES ÉDIFICES
SUISSE

Équipe du projet/auteurs

Commission technique Énergie ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE

Couverture

Eternit AG, Niederurnen
Architecture
Althammer Hochuli Architekten AG, Zürich

Détails graphiques

Peter Stoller, Grafitext, Treiten

Impression

Cavelti AG Druck und Media, Gossau SG

Éditeur

ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE
Association suisse des entrepreneurs de l'enveloppe des édifices
Commission technique Énergie
Lindenstrasse 4
9240 Uzwil
T 0041 (0)71 955 70 30
F 0041 (0)71 955 70 40
info@edifices-suisse.ch
www.edifices-suisse.ch

