

Aide à l'application EN-102

# Isolation thermique des bâtiments

Edition août 2016

## Contenu et objectif

Cette aide à l'application traite des exigences relatives à la protection thermique des bâtiments en hiver et en été. Celles-ci se fondent sur la norme SIA 380/1 «L'énergie thermique dans les bâtiments», édition 2009, ce sont les définitions, les principes, les méthodes de calculs et les paramètres de cette norme qui s'appliquent. Le présent document contient des informations complémentaires et le cas échéant des facilités ou des simplifications pour la mise en œuvre.

La présente aide est structurée de la façon suivante :

1. Domaine d'application, état de la technique
2. Protection thermique en hiver
3. Surface de référence énergétique
4. Délimitation entre transformation / changement d'affectation et bâtiment neuf
5. Performances ponctuelles pour constructions neuves
6. Performances ponctuelles pour transformations / changements d'affectation
7. Performance globale
8. Protection thermique en été

## 1. Domaine d'application, état de la technique

*Les exigences requises s'appliquent :*

- a) *aux bâtiments à construire destinés à être chauffés, rafraîchis ou humidifiés ;*
- b) *aux transformations et changements d'affectation des bâtiments existants destinés à être chauffés, rafraîchis ou humidifiés, même si les travaux entrepris ne sont pas soumis à autorisation en vertu des dispositions légales en matière de construction. L'autorité compétente peut réduire les exigences dans le cas où l'intérêt public peut être mieux protégé.*

*Hormis les projets de moindre importance, la réalisation de constructions annexes et les transformations s'apparentant à la construction – par exemple murs intérieurs et dalles évacués – sont assimilées à des bâtiments à construire. Elles doivent à ce titre répondre aux exigences fixées pour ceux-ci.*

**Application des exigences**

<b>Besoins énergétiques des bâtiments à construire</b>	Des exigences supplémentaires concernant la couverture des besoins de chaleur sont imposées pour les constructions neuves et les agrandissements de bâtiments existants (surélévations, adjonctions, etc. ; voir l'aide à l'application EN-101).
<b>Etanchéité à l'air</b>	Les exigences concernant l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment sont définies uniquement dans le cadre des exigences de base pour la réalisation de bâtiments. Pour les respecter, les principes de la norme SIA 180 doivent être suivis.
<b>Hygiène de l'air</b>	Selon la norme SIA 180, un concept d'aération est exigé pour chaque construction. Dans le formulaire EN-102 (a ou b), il faut indiquer de quelle façon l'hygiène de l'air est garantie.
<b>Transformation, changement d'affectation : définition</b>	Ces notions ne recoupent pas forcément les usages cantonaux. Les transformations sont désignées dans certains cantons par assainissements, rénovations, modernisations, restaurations, etc.
<b>Constructions provisoires</b>	Pour les bâtiments dont l'autorisation de construire est limitée à trois ans au maximum, des allègements sont possibles. Ces allègements ne sont accordés qu'une seule fois. Si ces bâtiments sont reconstruits ailleurs (p. ex. constructions préfabriquées pour salles de classes), les exigences en matière d'isolation thermique doivent être respectées. <sup>1</sup>
<b>Constructions saisonnières</b>	Pour les constructions régulièrement montées durant la saison froide (p. ex. halles de tennis gonflables), il est possible, sous certaines conditions, de déroger aux exigences normalement imposées aux bâtiments à construire. L'autorisation pour de telles constructions n'étant en général pas limitée dans le temps, celles-ci ne peuvent pas être considérées comme des constructions provisoires. Il convient ainsi de faire une demande motivée d'allègement des exigences (voir à ce sujet la recommandation EN-132 « Halles gonflables chauffées » de l'EnFK).

## 2. Protection thermique en hiver

### 2.1 Exigences

<b>Base</b>	<i>Excepté pour les locaux frigorifiques, les serres et les halles gonflables, les exigences requises en matière d'isolation thermique des constructions se basent sur les tableaux 1-4 des chapitres 5-7.</i>
-------------	--

### 2.2 Explications

<b>Locaux frigorifiques</b>	Les exigences concernant les locaux frigorifiques se trouvent dans l'aide à l'application EN-112 « Locaux frigorifiques ».
-----------------------------	--

---

<sup>1</sup> Les dispositions concernant les constructions provisoires ne sont pas identiques dans tous les cantons.

Les exigences relatives aux serres chauffées se trouvent dans la recommandation EN-131 « Serres chauffées » avec un exemple.

**Serres**

Les exigences concernant les halles gonflables se trouvent dans la recommandation EN-132 « Halles gonflables ».

**Halles gonflables**

La législation laisse le libre choix du mode de justification, à savoir la *justification par performances ponctuelles* ou *par performance globale*, à deux exceptions près: en présence de façades rideaux ou lorsque le taux de transmission d'énergie globale des vitrages est inférieur à 0,3, la justification par performances ponctuelles ne peut être utilisée (cf. norme SIA 380/1, chiffre 2.2.1.4).

**Choix du mode de justification**

La justification par performances ponctuelles fixe les valeurs U maximales admises pour chaque élément de construction. Cette procédure est plus simple que le calcul du besoin de chaleur de la justification par performance globale. Si les seuils de certaines valeurs U individuelles et/ou de ponts thermiques ne peuvent être respectés, une justification par performance globale sera nécessaire.

**Justification par performances ponctuelles**

La norme SIA 380/1 constitue la base pour optimiser techniquement et économiquement l'isolation thermique de l'enveloppe d'un bâtiment. Seul l'objectif global est défini par la performance globale requise. Les valeurs U des différents éléments de construction peuvent être choisies librement – en respectant les limites imposées par la physique du bâtiment (voir norme SIA 380/1, chiffre 0.3.4).

**Justification par performance globale**

Les locaux chauffés de manière active doivent être inclus dans l'enveloppe thermique du bâtiment. Les locaux non chauffés peuvent également être inclus dans cette enveloppe, ils sont alors désignés comme locaux «non activement chauffés». Cette démarche s'avère particulièrement judicieuse lorsqu'elle permet d'éviter des ponts thermiques

**Enveloppe thermique du bâtiment**

Les coefficients de transmission thermique (valeurs U) sont calculés selon la norme SIA 180, édition 2014 (chiffre 4.2, uniquement renvoi aux normes EN). Pour les éléments opaques les plus courants, les valeurs U peuvent également être déterminées en se basant sur la brochure « Catalogue de valeurs U. Détermination simple de la valeur U d'éléments de construction » (disponible sur [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)). Informations sur les matériaux de construction : les registres de la SIA ([www.sia.ch/registres](http://www.sia.ch/registres)) incluent les valeurs déclarées pour la conductibilité thermique des isolants thermiques, des produits de maçonnerie et autres matériaux pertinents pour l'isolation thermique ainsi que des informations sur les matériaux généraux de construction.

**Calcul de la valeur U**

La « Fiche technique Fenêtres » de l'EnFK ([www.endk.ch](http://www.endk.ch)) donne les valeurs actuelles des propriétés physiques et la méthode de calcul (p. ex. valeur U de la fenêtre normalisée, valeur g) ainsi que les dimensions normalisées. Un outil de calcul est également disponible sur le site [www.endk.ch](http://www.endk.ch).

**Fenêtres**

Les ponts thermiques doivent être traités selon les méthodes de calcul définies par les normes SIA. A cet effet, plusieurs outils sont disponibles, notamment la « Check-list des ponts thermiques » (voir [www.endk.ch](http://www.endk.ch)),

**Ponts thermiques**

qui contient tant des explications que les données nécessaires pour les différents types de justification.

Dans la justification par performance globale, les ponts thermiques doivent, selon la norme SIA 380/1, être pris en compte.

#### Rejets thermiques dans des locaux non chauffés

Les locaux situés hors de l'enveloppe thermique du bâtiment, qui sont tempérés en raison de rejets thermiques, doivent quand même être considérés comme non chauffés. Aucun dispositif d'émission de chaleur ne doit être installé dans ces locaux. Les installations de chauffage et de distribution d'eau chaude doivent dans tous les cas être protégées contre les déperditions de chaleur.

#### Déshumidification des locaux non chauffés

La déshumidification des locaux non chauffés (dans une cave par exemple) fait généralement appel à des déshumidificateurs à condensation. S'il s'agit en revanche d'un déshumidificateur à absorption, on veillera à ce qu'il inclue un générateur d'air chaud (généralement un chauffage électrique à résistance pour les petites installations). L'absence de récupération de chaleur entre les conduites d'air neuf et d'air rejeté ne permet pas de respecter les exigences concernant la récupération de chaleur (voir aide à l'application EN-105, chap. 2). Le générateur d'air chaud implique, par ailleurs, un réchauffement du local, ce qui n'est pas admis en dehors de l'enveloppe thermique du bâtiment (chauffages électriques : voir également aide à l'application EN-103, chap. 3). Afin de respecter les exigences concernant les installations de ventilation et pour que le générateur d'air chaud ne serve pas au chauffage électrique du local, un système de récupération de chaleur doit être utilisé entre les conduites d'air neuf et d'air rejeté.

## 3. Surface de référence énergétique

#### Définition de la surface de référence énergétique

La surface de référence énergétique (abréviation : SRE ; symbole :  $A_E$ ) est la somme de toutes les surfaces de plancher des étages et des sous-sols incluses dans l'enveloppe thermique et dont l'utilisation nécessite un chauffage ou un rafraîchissement. Les surfaces de plancher dont la hauteur libre est inférieure à 1,0 m ne font pas partie de la surface de référence énergétique  $A_E$  (exemple dans la norme SIA 380 :2015, chiffre 3.2). La surface de référence énergétique  $A_E$  étant une surface *brute*, elle est basée sur les dimensions extérieures.

#### Eléments inclus dans la SRE

Font partie de la surface de référence énergétique, les surfaces utiles principales  $A_{SUP}$ , les surfaces de dégagement  $A_{SD}$  (excepté les surfaces de dégagement pour véhicules, y c. les rampes ou ascenseurs pour véhicules) ainsi que les surfaces de plancher correspondant à celles de locaux sanitaires et de vestiaires (faisant partie des surfaces utiles secondaires  $A_{SUS}$ ), pour autant que celles-ci soient incluses dans l'enveloppe thermique du bâtiment. Il en va de même lorsque ces surfaces ne sont pas chauffées, p. ex. dans les locaux suivants:

- cages d'escaliers et corridors, s'ils sont séparés de l'extérieur,
- chambres à coucher (comme toutes les autres pièces),
- ateliers de bricolages, pièces disponibles, etc.
- les gaines techniques ainsi que les débarras inférieurs à 10 m<sup>2</sup> entourés par des locaux inclus dans la SRE ou compris dans l'enveloppe thermique du bâtiment.

Ne sont pas incluses dans la SRE les surfaces de plancher correspondant aux surfaces utiles secondaires  $A_{SUS}$  (sauf les locaux sanitaires et les vestiaires), aux surfaces de dégagement pour véhicules (y c. les rampes ou ascenseurs pour véhicules) ainsi qu'aux surfaces d'installations  $A_{SI}$ , même si elles sont comprises dans l'enveloppe thermique du bâtiment et qu'elles sont chauffées:

#### Eléments non inclus dans la SRE

- débarras,
- aires de stationnement,
- aires destinées aux passagers (quais, aires d'embarquement ou de débarquement, y c. les accès, escaliers ou trottoirs roulants qui y sont rattachés),
- abris (abris de protection civile, même s'ils sont temporairement utilisés à d'autres fins),
- locaux pour les installations du bâtiment destinées à la distribution et à l'évacuation, y c. les surfaces qui y sont directement rattachées, à savoir celles pour les combustibles, l'eau d'extinction, les eaux usées et les déchets, les locaux de raccordement du bâtiment ainsi que les locaux, gaines ou galeries techniques ainsi que les locaux destinés à accueillir de grands accumulateurs de chaleur généralement saisonniers.

Dans le périmètre d'isolation			En dehors du périmètre d'isolation	
Inclus dans la SRE		Non inclus dans la SRE		
Non activement chauffé, mais chauffage « habituel »	Activement chauffé		Non activement chauffé	
Exemples : • Escaliers • Ascenseur • Corridor • Atelier	Exemples : • Salon • Chambre à coucher • Cuisine • Salle de bains	Exemples : • Local de séchage déshumidifié • Buanderie déshumidifiée • Locaux annexes	Exemples : • Local de séchage déshumidifié • Buanderie déshumidifiée • Pièces tampons • Cave	Exemples : • Local de séchage non déshumidifié • Buanderie non déshumidifiée • Cave • Garage

Tableau 1 : affectation à la surface de référence énergétique  
(source : Documentation SIA 0221)

## 4. Délimitation entre « transformation / changement d'affectation » et « bâtiment neuf »

Pour les bâtiments existants, on différencie deux cas de figure:

- Annexes, surélévations et transformations assimilables à de nouvelles constructions
- Transformations et changements d'affectation.

Les différentes exigences appliquées en matière d'isolation thermique à chacun des cas sont mentionnées ci-dessous.

### **Surélévations et transformations assimilables à de nouvelles constructions**

La construction d'annexes et les surélévations (augmentation du volume du bâtiment) ainsi que les transformations assimilables à de nouvelles constructions (p. ex. murs intérieurs et dalles évacués) doivent être traitées comme des bâtiments à construire.

### **Transformations : définition**

Un élément de construction est considéré comme étant touché par la transformation si des travaux plus importants que de simples réparations ou travaux d'entretien (nettoyages, peinture, réparation du crépi extérieur) sont entrepris. Si le crépi extérieur est par exemple remplacé sur toute sa surface, ces éléments d'enveloppe sont alors considérés comme étant « touchés par la transformation ».

### **Nouvel élément lors de transformations : définition**

En cas de rénovation, on parle d'un "nouvel élément" lorsque celui-ci est refait à neuf. Les exemples typiques sont ceux de la fenêtre où, en général, on remplace l'élément entier, ou ceux d'une paroi de séparation entre un local chauffé et un local non chauffé. Ces nouveaux éléments doivent respecter les exigences pour bâtiments à construire.

### **Changement d'affectation : définition**

Lors de changement d'affectation, tous les éléments de construction du volume concerné sont considérés comme étant touchés, si ceux-ci sont liés à une élévation ou à une diminution de la température de l'air ambiant, même si des travaux effectifs de transformation ne sont pas prévus. Les exigences relatives aux transformations doivent être respectées dès l'instant où un changement d'affectation entraîne une modification de la différence de température à travers l'enveloppe thermique du bâtiment.

### **Exigences lors de transformations et changements d'affectation**

Dans la justification par performances ponctuelles d'éléments opaques pour les transformations et les changements d'affectation, on différencie les éléments nouveaux (valeurs ponctuelles pour constructions nouvelles) des éléments concernés (valeurs ponctuelles pour transformations/rénovations). Une justification par performance globale est aussi possible.

### **Différences d'exigences par rapport aux nouvelles constructions**

Les différences dans les exigences requises pour les transformations et les changements d'affectations par rapport aux bâtiments à construire peuvent se résumer comme suit:

### **Exigences uniquement pour les éléments concernés**

1. Les performances ponctuelles requises ne doivent être respectées que pour les éléments de construction concernés par la transformation (valeurs limites pour transformations) ou nouveaux,

c'est-à-dire remplacés ou refaits à neuf (valeurs limites pour bâtiments à construire). Une alternative consiste à établir un justificatif par performance globale.

2. Au contraire des bâtiments à construire, délimiter les transformations de bâtiments existants n'est pas toujours aisé: souvent, seules certaines parties du projet de transformation sont soumises à autorisation. Le requérant est libre d'intégrer dans sa justification par performance globale (calcul des besoins de chaleur pour le chauffage selon la norme SIA 380/1) des éléments de construction pour lesquels aucune transformation ou aucun assainissement ne sont prévus. Ceci offre l'avantage d'inclure dans les calculs, des éléments de construction déjà bien isolés (plafonds de caves, etc.). La justification par performance globale pour les transformations et les changements d'affectations doit couvrir tous les locaux qui comprennent des éléments concernés par les transformations et par les changements d'affectation.

### **Délimitation des transformations**

3. La norme SIA 380/1, chiffre 2.2.3.6, exige uniquement que les ponts thermiques dont les éléments de construction adjacents sont concernés par une transformation soient assainis, pour autant que cette opération soient techniquement réalisable et économiquement supportable. En cas de performances ponctuelles, les ponts thermiques ne sont soumis à aucune valeur limite, par contre, ils doivent être pris en compte en cas de justification par performance globale.

### **Ponts thermiques**

Si une demande de permis de construire doit être déposée auprès des autorités compétentes pour des projets de transformation, nombre de petits travaux de rénovation et de réparation, tels que le remplacement d'éléments de construction, peuvent être réalisés sans autorisation. Lors de tels travaux, les prescriptions relatives à la construction et à l'isolation thermique doivent également être respectées tout en tenant compte des éventuels critères cantonaux.

### **Rénovation sans permis de construire**

Si l'enveloppe du bâtiment n'est pas touchée par les travaux de transformation ou si elle ne l'est que légèrement (peinture, tapisserie), il n'est pas obligatoire d'améliorer son isolation; il n'y a alors en effet pas d'«éléments de construction concernés par les transformations». Les rénovations de cuisines ou de salles de bains constituent des exemples types de tels travaux.

### **Pas de modification de l'enveloppe**

Les locaux existants et non chauffés jusqu'à ce jour, situés au sous-sol et transformés en chambres ou en locaux de bricolage chauffés, doivent respecter les exigences pour transformation (y c. celles concernant l'isolation du sol contre le terrain). Si un changement d'affectation de caves ou de galetas existants et non chauffés n'engendre pas d'agrandissement du bâtiment existant (pas d'adjonction ni de surélévation), les exigences sur la couverture des besoins de chaleur décrites dans l'aide à l'application EN-101 ne sont pas applicables.

### **Changement d'affectation de locaux en sous-sol / dans les combles**

Exemples de délimitation et explications : voir aide à l'application EN-106 « Définition de la surface des éléments de construction ».

### **Exemples de délimitation**

## 5. Performances ponctuelles pour constructions neuves

### 5.1 Exigences

**Bâtiments à construire et nouveaux éléments de constructions**

*Les exigences suivantes sont à respecter pour les bâtiments à construire et les nouveaux éléments lors de transformations et de changements d'affectation :*

Eléments contre	Valeurs limites $U_{ij}$ en $W/(m^2 \cdot K)$	
	l'extérieur ou enterrés à moins de 2 m	des locaux non chauffés ou enterrés à plus de 2 m
Eléments opaques : Toit, plafond, mur, sol	0,17	0,25
Fenêtres, portes vitrées	1,0	1,3
Portes	1,2	1,5
Portes pour véhicules selon SIA 343	1,7	2,0
Caissons de stores	0,50	0,50

Tableau 1: Valeurs limites des coefficients de transmission thermique  $U$  pour une température ambiante de 20°C

**Valeurs limites pour les ponts thermiques**

*Les exigences suivantes sont valables pour tous les ponts thermiques :*

Coefficient linéique de transmission thermique $\Psi$	Valeurs limites $W/(m \cdot K)$
Type 1: partie saillante telles que balcon, avant-toit	0,30
Type 2: interruption de l'isolation thermique par des parois, des dalles ou des plafonds	0,20
Type 3: interruption de l'enveloppe isolante vers les arêtes horizontales ou verticales	0,20
Type 5: appui de fenêtre contre mur	0,15
<b>Coefficient ponctuel de transmission thermique <math>\chi</math></b>	
Elément ponctuel traversant l'isolation thermique	valeur limite $W/K$ 0,30

Tableau 2: ponts thermiques

### 5.2 Explications

**Valeurs  $U$  admissibles**

En cas de justification par valeurs  $U$  ponctuelles, chaque exigence doit être respectée. Si cela n'est pas le cas, une justification par performance globale sera nécessaire.

**Adaptation des valeurs limites**

Si la température ambiante selon conditions normales d'utilisation s'écarte de 20°C, les valeurs limites pour température ambiante plus élevée deviennent plus sévères. Dans le cas où la température

ambiante diminue, les valeurs limites à respecter sont moins sévères (voir norme SIA 380/1, chiffre 2.2.2.5)

La valeur U des fenêtres pour la justification par performances ponctuelles se réfère à des fenêtres de dimensions standard (voir norme SIA 380/1, chiffre 2.2.2.X).

**Valeurs U des fenêtres**

## 6. Performances ponctuelles pour transformations / changements d'affectation

### 6.1 Exigences

*Les exigences suivantes doivent être respectées pour tous les éléments touchés par une transformation ou un changement d'affectation :*

**Transformation ou changement d'affectation**

Éléments :	Valeurs limites $U_{li}$ en $W/(m^2K)$	
	l'extérieur ou enterrés à moins de 2 m	des locaux non chauffés ou enterrés à plus de 2 m
Éléments opaques : toit, plafond, mur, sol	0,25	0,28
Fenêtres, portes vitrées	1,0	1,3
Portes	1,2	1,5
Portes pour véhicules selon SIA 343	1,7	2,0
Caissons de stores	0,50	0,50

Tableau 3: Valeurs U limites pour les éléments de construction touchés par une transformation ou un changement d'affectation, à une température ambiante de 20°.

### 6.2 Explications

Dans le cas d'une justification avec valeurs U ponctuelles, chaque exigence doit être respectée. Si ce n'est pas le cas, une justification par performance globale sera nécessaire.

**Valeurs U admissibles**

Si la température ambiante selon les conditions normales d'utilisation s'écarte de 20°C, les valeurs limites pour température ambiante plus élevée deviennent plus sévères. Dans le cas où la température ambiante diminue, les valeurs limites à respecter sont moins sévères (voir norme SIA 380/1, chiffre 2.2.2.5).

**Adaptation des valeurs limites**

Pour les transformations et les changements d'affectations, la norme SIA 380/1, chiffre 2.2.3.6, exige uniquement que les ponts thermiques d'éléments d'enveloppe adjacents concernés par la transformation

**Ponts thermiques**

soient dans la mesure du possible assainis. Il n'y a cependant pas de valeurs limites.

### Allègement des exigences

Si, pour des raisons de physique du bâtiment ou de protection du patrimoine, les exigences pour des éléments particuliers ne peuvent être respectées, il faut démontrer, comme dans le cas d'une amélioration des éléments non touchés par une transformation, que la justification par performance globale pour des transformation est respectée. Ce n'est que sur cette base que l'autorité pourra, le cas échéant, octroyer un allègement.

## 7. Performance globale

### 7.1 Exigences

#### Correction due au climat

Pour le calcul des besoins de chaleur  $Q_h$ , on utilisera les données climatiques spécifiées par le canton concerné.

#### Valeurs limites des besoins de chaleur pour le chauffage

Le calcul des exigences  $Q_{h,li}$  doit être fait avec les valeurs suivantes :

Catégorie d'ouvrages		Valeurs limites pour bâtiments à construire		
		$Q_{h,li0}$ kWh/m <sup>2</sup>	$\Delta Q_{h,li}$ kWh/m <sup>2</sup>	$p_{h,li}$ W/m <sup>2</sup>
I	Habitat collectif	14	16	20
II	Habitat individuel	16	16	25
III	Administration	16	21	25
IV	Écoles	18	18	20
V	Commerces	13	16	
VI	Restauration	24	19	
VII	Lieux de rassemblement	24	19	
VIII	Hôpitaux	20	20	
IX	Industries	15	18	
X	Entrepôts	15	18	
XI	Bâtiments sportifs	19	18	
XII	Piscines couvertes	19	25	

Tableau 4 : Valeurs limites pour les besoins de chaleur pour le chauffage (pour une température annuelle moyenne de 8,5°C) et puissance de chauffage spécifique (pour une température de dimensionnement de -8°C)

#### Valeur limite pour les transformations ou les changements d'affectation

La valeur limite  $Q_{h,li\_transformations/chang. d'affectation}$  est égale à 1,5 fois la valeur limite  $Q_{h,li\_bâtiments à construire}$ .

*Lors de transformations ou de changements d'affectation, la performance globale porte sur tous les locaux comprenant des éléments de construction touchés par les travaux ou le changement d'affectation. Les locaux qui ne sont pas concernés par les travaux ou le changement d'affectation peuvent aussi être pris en compte dans la performance globale. Les besoins de chaleur pour le chauffage ne peuvent pas dépasser, directement ou indirectement à partir des performances ponctuelles, la limite fixée dans un permis de construire antérieur.*

**Transformations et changements d'affectation**

La puissance de chauffage spécifique (besoin en puissance de chauffage rapporté à la surface de référence énergétique) pour une température de dimensionnement donnée, peut être déterminée en utilisant la norme SIA 384.201 ou SIA 384/3. De manière simplifiée, elle peut être calculée à partir de la température intérieure dans tous les bâtiments conformément à la norme SIA 380/1. Les pertes dues à la ventilation peuvent également être prises en compte (autrement dit, la récupération de chaleur peut être incluse). L'adaptation de la valeur limite  $P_{h,li}$  (voir le tableau 4 ci-dessus) est effectuée proportionnellement à la différence de température entre la température ambiante et la température de dimensionnement et entre la température ambiante et  $-8^{\circ}\text{C}$ . La méthode de calcul pour l'adaptation en fonction de la station climatique figure dans la norme SIA 384.201.

**Puissance de chauffage spécifique**

## 7.2 Explications

Le planificateur est responsable du respect des valeurs U admissibles du point de vue de la physique du bâtiment. La norme SIA 180 «Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments», édition 2014, définit les exigences correspondantes.

**Norme SIA 180**

Les besoins de chaleur pour le chauffage seront en règle générale calculés à l'aide d'un logiciel certifié. Ces calculs doivent être annexés au formulaire officiel EN-102b «Justificatif énergétique – isolation – performance globale». La justification contient également des esquisses des plans et des coupes, sur lesquelles sont reportés les éléments utilisés pour le calcul ainsi que les surfaces chauffées (SRE). Il faut également prouver que le volume chauffé est entouré d'une enveloppe isolée sans faille.

**Forme de la justification**

En l'absence de justificatif spécifique, les valeurs pouvant être utilisées pour déterminer le facteur d'ombrage  $F_{S1}$  (facteur pour déterminer la réduction d'apport solaire dû à l'horizon) sont les suivantes:

**Facteur d'ombrage pour les fenêtres**

- lorsque les prescriptions de zone autorisent la construction de bâtiments de trois étages ou plus à proximité du bâtiment concerné, ou que des bâtiments plus hauts que celui-ci existent déjà: angle horizontal  $\alpha = 30^{\circ}$ ;
- dans les autres cas: angle horizontal  $\alpha = 20^{\circ}$ .

Pour simplifier le calcul des ponts thermiques des fenêtres, on peut admettre une longueur de pont thermique de 3 m par mètre carré de surface de fenêtre (selon norme SIA 380/1, chiffre 3.5.3.4).

**Ponts thermiques des fenêtres**

**Logiciels SIA 380/1**

Les fabricants qui sont en mesure de prouver que leur logiciel correspond aux exigences de la Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK) obtiennent un numéro de certification et figurent dans la liste s'y rapportant (voir [www.endk.ch](http://www.endk.ch) > Professionnels > Outils > Autres outils).

## 8. Protection thermique en été

### 8.1 Exigences

**Locaux rafraîchis**

*Pour des locaux rafraîchis ou des locaux pour lesquels un rafraîchissement est nécessaire ou souhaité, les exigences à respecter concernant la valeur g, la commande et la résistance au vent de la protection solaire sont celles fixées par l'état de la technique.*

**Autres locaux**

*Pour les autres locaux, les exigences relatives à la valeur g de la protection solaire sont fixées par l'état de la technique.*

**Dispense**

*Une dispense de respect des exigences en matière de protection thermique en été est possible pour :*

- a. *des constructions dont le permis de construire est limité à trois ans au maximum (constructions provisoires)<sup>2</sup>,*
- b. *des changements d'affectation, pour autant qu'aucun local concerné par une telle opération ne tombe sous le coup des exigences en matière de protection thermique en été*
- c. *des projets pour lesquels il est établi, sur la base d'une procédure de calcul reconnue, qu'il n'y aura pas de consommation accrue d'énergie*
- d. *les bâtiments de catégorie XII et les locaux qui ne sont pas destinés à un séjour prolongé des personnes (moins d'une heure par jour)*
- e. *les éléments de construction qui, pour des raisons d'exploitation, ne peuvent pas être équipés en conséquence.*

**Bases**

La protection thermique en été deviendra de plus en plus importante, vu que les utilisateurs ont des exigences de confort de plus en plus élevées et que les températures extérieures augmentent. C'est pourquoi, une bonne protection solaire pour tous les locaux (y compris les appartements) est un devoir.

Sont énumérés ci-dessous les points à suivre dans un cas typique respectant les prescriptions énergétiques :

- Valeur g de la protection solaire
- Commande automatique de la protection solaire lorsqu'un dispositif de rafraîchissement de bâtiment y est intégré.
- Celle-ci est également requise lorsque le calcul selon la norme SIA 382/1 stipule qu'un rafraîchissement est nécessaire ou souhaité.

<sup>2</sup> Les dispositions concernant les constructions provisoires ne sont pas identiques dans tous les cantons.

- L'exigence de la résistance au vent de la protection solaire s'applique uniquement aux mêmes critères que ceux de la commande automatique. Cette exigence résulte de la méthode de calcul choisie selon SIA 382/1.

Une protection solaire est nécessaire lorsqu'une installation de *rafraîchissement* est mise en place lors d'un changement d'affectation ou d'une transformation. Les exigences concernant la protection thermique estivale doivent être respectées.

**Changement  
d'affectation/  
transformation**

## 8.2 Explications sur la valeur g

Les exigences relatives à la valeur g s'appuient sur la norme SIA 180:2014, méthode 2 et doivent être respectées pour toutes les pièces. Si elles ne le sont pas, c'est la méthode 1 ou 3 qui sera appliquée.

**Exigence valeur g**

Dans les locaux sans *rafraîchissement* ou lorsque le *rafraîchissement* n'est ni nécessaire ni souhaité selon la norme SIA 382/1, les exigences sont considérées comme respectées si une protection solaire extérieure est mise en place. Il existe aussi des systèmes qui intègrent une protection solaire entre les deux verres, qui, cela est démontré, atteignent les performances de protection solaire comparables à celles des stores extérieurs.

**Locaux sans  
rafraîchissement**

Le taux de surface vitrée  $f_g$  est le rapport entre les surfaces de vitrage vues de l'intérieur et la surface totale la partie de façade considérée visible de l'extérieur. Des informations détaillées sont disponibles dans la norme SIA 180, chiffre 5.2.4.

**Taux de surface vitrée**

### Taux de transmission d'énergie globale g façade

En fonction de leur orientation et du taux de surface vitrée  $f_g$  de la pièce, le taux de transmission d'énergie globale g des fenêtres en façade ne doit pas dépasser, avec leur protection solaire, les valeurs suivantes (selon SIA 180, chiffre 5.2.4.1):

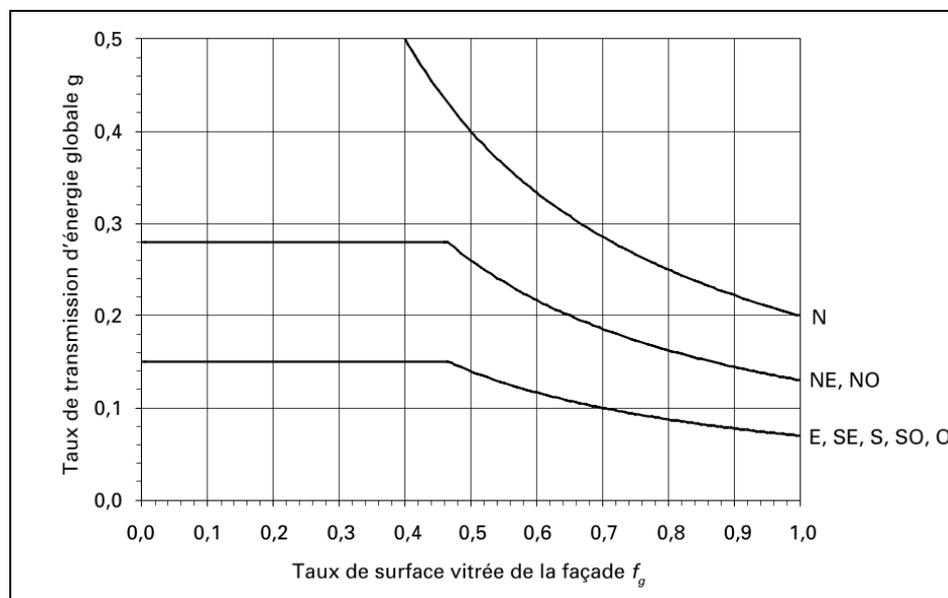


Figure 1: Exigences pour le coefficient  $g_{tot}$  des fenêtres en façade (vitrage et dispositif de protection solaire) selon le taux de surface vitrée et l'orientation. Source : SIA 180, figure 12

### Taux de transmission d'énergie globale g ouvertures en toiture

En fonction du taux de surface vitrée  $f_g$  de la pièce, le taux de transmission d'énergie globale g des ouvertures en toiture ne doit pas dépasser, avec leur protection solaire, les valeurs suivantes (selon SIA 180, chiffre 5.2.4.8) :

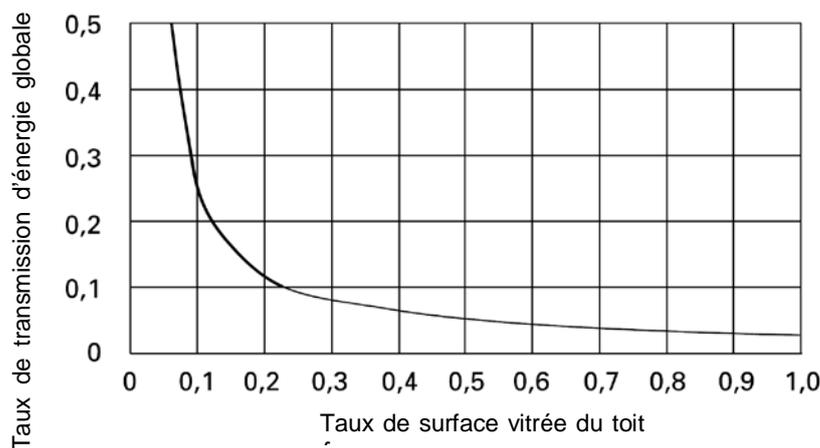


Figure 2: Exigences pour le coefficient  $g_{tot}$  des ouvertures en toiture (vitrage et dispositif de protection solaire) selon le taux de surface vitrée. Source : SIA 180, figure 13

### Exceptions pour les ouvertures en toiture

On considère ici la somme de toutes les ouvertures en toiture de la pièce concernée. Si le taux de surface vitrée est très élevé ( $f_g > 0,25$ ), il se peut que ces exigences ne puissent pas être respectées à l'aide d'un système d'ombrage conventionnel. Dans ce cas, la chaleur devra être éliminée p.ex. grâce à un système d'évacuation d'air.

La dernière norme SIA 382/1 fournissait des exemples pour le taux de transmission d'énergie globale  $g_{tot}$  : **Exemples de valeur g**

Vitrage et protection solaire (positionnée à 45°)	$U_g$ W/(m <sup>2</sup> K)	g -
Double vitrage normal + store extérieur pastel à lamelles	2,9	0,13
Double vitrage normal + store intérieur clair à lamelles	2,9	0,37
Double vitrage isolant + store extérieur pastel à lamelles	1,3	0,09
Double vitrage isolant + store intérieur clair à lamelles	1,3	0,40
Double vitrage combiné 73/40 + store intérieur clair à lamelles	1,2	0,32
Double vitrage combiné 50/24 + store intérieur clair à lamelles	1,1	0,23
Triple vitrage normal + store extérieur pastel à lamelles	1,9	0,11
Triple vitrage normal + store intérieur clair à lamelles	1,9	0,37
Triple vitrage isolant + store extérieur pastel à lamelles	0,7	0,07
Triple vitrage isolant + store intérieur clair à lamelles	0,7	0,36

Tableau 5: valeurs caractéristiques des vitrages courants avec protection solaire (source : SIA 382/1:2007 – annexe C)

### 8.3 Explications commande/résistance au vent

Les dispositifs de protection solaire équipant les fenêtres en façade doivent être asservis au rayonnement solaire global, au moins par façade (voir norme SIA 180, chiffre 5.2.4). Une subdivision multizones est requise lorsque la façade présente des conditions d'exposition hétérogènes. Une attention toute particulière devra être portée à la conception de la commande des dispositifs de protection solaire des bureaux d'angle.

**Commande de la protection solaire**

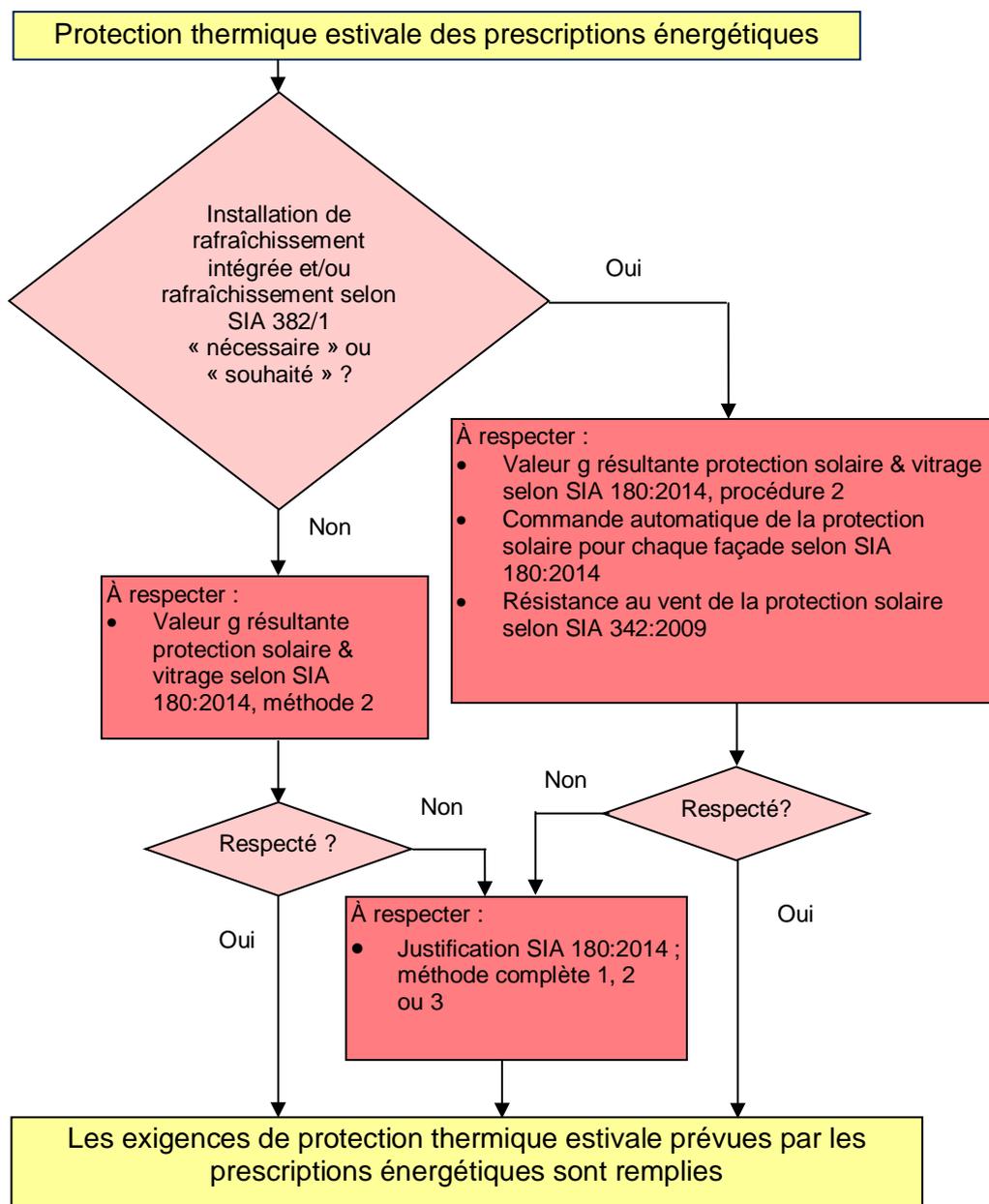
La norme SIA 342:2009 définit, comme état de la technique, les classes de résistance au vent comme suit pour la protection solaire :

**Résistance au vent de la protection solaire**

Zone de charge de vent	Type de terrain selon SIA 261	Hauteur de montage en m			
		6	18	28	50
Plateau suisse, jusqu'à 600 m d'alt. Vallées, jusqu'à 850 m d'alt.	II Rive de lac	5	5	5	6
	IIa Grande étendue	4	5	5	5
	III Localités, champ ouvert	4	4	5	5
	IV Grandes zones urbaines	3	4	4	5
Préalpes, jusqu'à 1100 m d'alt.	II Rive de lac	5	6	6	6
	IIa Grande étendue	5	5	5	6
	III Localités, champ ouvert	4	5	5	5
	IV Grandes zones urbaines	4	4	5	5
Vallées soumises au foehn, jusqu'à 850 m d'alt.	II Rive de lac	6	6	6	>6
	IIa Grande étendue	5	6	6	6
	III Localités, champ ouvert	5	5	5	6
	IV Grandes zones urbaines	4	5	5	6

Tableau 6: classes de résistance au vent en fonction du type de terrain et de la hauteur de montage (source : SIA 342:2009 B.2)

## 8.4 Procédure



## 8.5 Renvoi aux normes SIA

### Considérations complémentaires

Toutes les exigences de la norme SIA 180:2014 ne sont pas requises par les prescriptions énergétiques cantonales. Les sollicitations estivales élevées s'associent très rarement à des charges de vent fortes et sont donc peu pertinentes pour la consommation d'énergie. Les simplifications décrites ci-dessus s'appuient sur la norme SIA 180:2014 et énumèrent les exigences des cas standards. Si les exigences ci-dessus sont respectées, la justification de la protection thermique estivale imposée par les prescriptions énergétiques est considérée comme remplie. Ainsi, seuls de rares cas spécifiques demanderont d'appliquer en plus les normes SIA 180 et SIA 382/1.

Les exigences en matière de protection thermique estivale se réfèrent à la norme SIA 180:2014 « Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments », complétée par la norme SIA 382/1:2014 « Installations de ventilation et de climatisation – bases générales et performances requises ».

**Normes**

Cette norme définit trois méthodes de justification pour la protection solaire estivale :

**SIA 180:2014**

- Méthode 1 : critères d'exclusion simples + rafraîchissement nocturne
- Méthode 2 : rafraîchissement nocturne, protection solaire, isolation thermique et capacité thermique
- Méthode 3 : simulation du confort thermique

Conditions générales :

**- SIA 180 – Méthode 1**

- Ouvertures en toiture avec protection solaire représentant moins de 5 % de la surface de la pièce en dessous
- Valeur U de la structure du toit  $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenêtres en façade avec protection solaire extérieure de classe 6 de résistance au vent
- Valeur g de la protection solaire et du vitrage  $\leq 0,10$
- Profondeur de local jusqu'aux fenêtres d'au moins 3,5 m et d'au moins 7 m entre fenêtres opposées

Capacité thermique :

- La capacité thermique doit atteindre la valeur « moyenne » conformément à la norme SIA 180:2014.

Taux de surface vitrée maximale :

- Exigences concernant le taux de surface vitrée en fonction de la capacité thermique moyenne ou élevée

Rafraîchissement nocturne :

- Rafraîchissement nocturne avec au moins  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  par  $\text{m}^2$  de surface de plancher nette
- Variante avec installation de ventilation
- Ouverture pour évacuation d'air à l'endroit le plus haut de la pièce

Rafraîchissement nocturne :

**- SIA 180 – Méthode 2**

- Rafraîchissement nocturne avec au moins  $10 \text{ m}^3/\text{h}$  par  $\text{m}^2$  de surface de plancher nette
- Variante avec installation de ventilation
- Ouverture pour évacuation d'air à l'endroit le plus haut de la pièce

Protection solaire :

- Valeur g en fonction de l'orientation et du taux de surface vitrée (dispositions particulières pour les pièces en angle, les fenêtres de toit et les lanterneaux) avec évaluation supplémentaire de la protection solaire fixe
- La protection solaire doit garantir un éclairage naturel
- La protection solaire doit respecter la classe de résistance au vent selon SIA 342, annexe B.2

Isolation et capacité thermiques

- Valeur  $U_{24}$  de la structure du toit  $\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Capacité thermique d'une pièce  $\geq 45 \text{ Wh/m}^2\text{K}$

- **SIA 180 – Méthode 3**      Calcul de simulation
- Méthode de calcul dynamique avec logiciel homologué
  - La justification est fournie lorsque toutes les températures sont inférieures à la valeur limite supérieure selon les exigences de confort
- Termes « nécessaire » et « souhaité »**      La nécessité d'un rafraîchissement est définie par la norme SIA 382/1:2014, chiffre 4.5.2, 4.5.3 ou 4.5.4.
- Nécessité d'un rafraîchissement**      La norme SIA 382/1:2014 différencie trois versions d'évaluation pour la nécessité d'un rafraîchissement. Les exigences d'une protection thermique estivale se réfèrent à cette évaluation :
- **SIA 382/1 – version 1**      • Dans certains cas spécifiques liés à des exigences particulières pour la température de l'air ambiant, un rafraîchissement peut être incontournable (par exemple : commerces et entrepôts pour marchandises sensibles à la température, laboratoires, locaux informatiques [26°C]).
- **SIA 382/1 – version 2**      • Une autre méthode d'évaluation de la nécessité d'un rafraîchissement peut se baser sur les apports thermiques internes par surface nette de plancher et les possibilités d'aération par les fenêtres venant s'ajouter à la ventilation mécanique.
- **SIA 382/1 – version 3**      • Une évaluation approfondie de la nécessité d'un rafraîchissement peut s'appuyer sur une simulation dynamique professionnelle ou, dans les bâtiments existants, en mesurant la température intérieure.