

sia

schweizerischer ingenieur- und architektenverein
société suisse des ingénieurs et des architectes
società svizzera degli ingegneri e degli architetti
swiss society of engineers and architects

Norme SIA 180:2014

Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments – Questions fréquentes et Réponses

Édition 06-2017

Le présent document contient des directives d'interprétation relatives à certains alinéas de la norme SIA 180 Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments édition 2014.
Il est enregistré sous www.sia.ch/korrigenda > SIA 180 et il sera mis à jour selon les besoins.

Répartition par groupes :

Groupe A : Lois, directives, interprétation de la norme, questions juridiques	3 questions
Groupe B : Critères de confort et application de ces critères.	5 questions
Groupe C : Qualité de l'air, ventilation, aération	4 questions
Groupe D : Protection thermique d'hiver	5 questions
Groupe E : Protection thermique d'été	5 questions
Groupe F : Protection contre l'humidité	2 questions

Note: ces 24 réponses résument les réponses données à une centaine de questions reçues depuis la parution de la norme.

Commission de normalisation SIA 180

QUESTIONS ET RÉPONSES SELON LES DIFFÉRENTS GROUPES

Groupe A: Directives, interprétation de la norme, questions juridiques

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
A 1		<p>Les méthodes de justification les plus simples sont rarement applicables et les méthodes généralement applicables sont trop complexes.</p> <p>Elles ne sont en particulier pas applicables pour vérifier réglementairement si les exigences sont remplies.</p>	<p>Les méthodes de justification ont été écrites pour aider le planificateur à vérifier que son projet satisfera les exigences. Elles n'ont pas été conçues pour être appliquées réglementairement.</p> <p>Par contre, la norme veut faciliter la tâche du planificateur en proposant, là où c'est possible, des méthodes simples, nécessitant peu de travail et de calcul. Dans ce cas, c'est la norme SIA 180 qui garantit, à travers la norme, que les exigences données sont remplies si le projet satisfait les critères simples donnés. Une certaine marge de sécurité est alors nécessaire, ce qui limite le domaine d'application et la liberté du projecteur.</p> <p>Les méthodes de justification générales laissent plus de liberté au planificateur, car c'est alors lui qui prend la responsabilité du respect des exigences de la norme. Il reste néanmoins libre de prendre cette responsabilité sur la base de son expérience, et de ne pas suivre à la lettre la méthode de justification.</p>
A 2		<p>Est-ce possible de ne pas respecter les exigences de la norme si les conditions d'occupation (p. ex. nécessité de sceller les fenêtres) ne le permettent pas?</p>	<p>La norme SIA 180 ne prévoit pas d'autre exception que celle mentionnée dans le chiffre 0.3. Si les conditions de confort ne peuvent pas être obtenues de manière naturelle, il faut envisager un conditionnement artificiel selon les normes SIA 382 [1, 2] et 384 [3-6]. Les exigences relatives à la protection thermique d'été et d'hiver pour les espaces occupés doivent néanmoins être respectées.</p>
A 3		<p>Quelle norme détermine le besoin de refroidissement mécanique?</p>	<p>La norme SIA 180 ne dit rien sur le besoin de refroidissement mécanique. Elle permet de déterminer si la protection solaire est suffisante ou si le confort thermique dans un espace est acceptable ou inacceptable pendant un certain nombre d'heures par année. Selon le chiffre 2.5, c'est la norme SIA 382/1 [1] qui détermine le besoin de refroidissement mécanique en fonction du nombre d'heures avec un confort inacceptable, et de le dimensionner si nécessaire.</p>

Groupe B: Critères de confort et application de ces critères

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
B 1	2	Pourquoi avoir des exigences différentes pour les espaces à ventilation naturelle, chauffage et refroidissement déclenchés ou absents, et les espaces dont la ventilation ou la température est contrôlée par une installation mécanique? Et pourquoi les exigences de confort sont-elles plus strictes pour les espaces à ventilation mécanique que pour les espaces à ventilation naturelle?	<p>De nombreux travaux [7-14] ont montré que les occupants de locaux à ventilation naturelle et sans conditionnement sont moins exigeants relativement au confort thermique que les occupants de locaux à ventilation mécanique ou avec contrôle de la température. Les résultats de ces travaux se retrouvent dans les normes internationales [15]. Ils permettent notamment sous nos climats de garantir que le confort estival peut être acceptable sans refroidissement mécanique dans des bâtiments bien conçus.</p> <p>Les exigences pour les espaces à ventilation mécanique ou conditionnés sont très proches de celles des versions de 1999 et 1988 ainsi que de celles de toutes les normes de confort internationales. Elles ne sont donc pas renforcées.</p>
B 2	2	Pourquoi exprimer les exigences de confort thermique en termes de température opérative, qui est un concept difficile à comprendre?	<p>C'est un fait avéré que le sentiment de confort dépend d'une combinaison des températures de l'air et des surfaces environnantes, que l'on appelle température opérative. C'est notamment ce qui permet aux plafonds froids, planchers chauds et autres radiateurs d'améliorer notre confort. Ce concept existe dans la norme SIA 180 depuis 1988 et devrait maintenant être compris des architectes. Lorsqu'on l'explique, il est rapidement compris, car chacun a fait l'expérience du bienfait d'un calorifère ou d'un feu de camp dans une ambiance froide, ou du réchauffement du corps par le soleil lors d'une belle journée d'hiver.</p>
B 3	2.1	Pourquoi utiliser la température extérieure en moyenne glissante, plus compliquée à comprendre que la température extérieure du jour?	<p>C'est un fait maintenant connu que le sentiment de confort dépend de l'évolution de la température ambiante pendant les derniers jours. Notre corps a une mémoire, et une surchauffe d'une faible durée est mieux supportée que si elle dure plus longtemps. Ce n'est pas parce que la température maximale dépasse un jour 30 °C pendant deux heures qu'il fait trop chaud, mais parce que la température moyenne des derniers jours est trop élevée (par ex. 27°C). De ce fait, les critères de confort en espace à ventilation naturelle sont donnés dans les normes internationales en fonction d'une moyenne courante pondérée dégressivement. Ce concept étant effectivement relativement complexe, la norme SIA 180 utilise la moyenne des deux derniers jours (soit 48 heures) plus simple à comprendre et suffisamment précise pour correspondre à la réalité.</p>

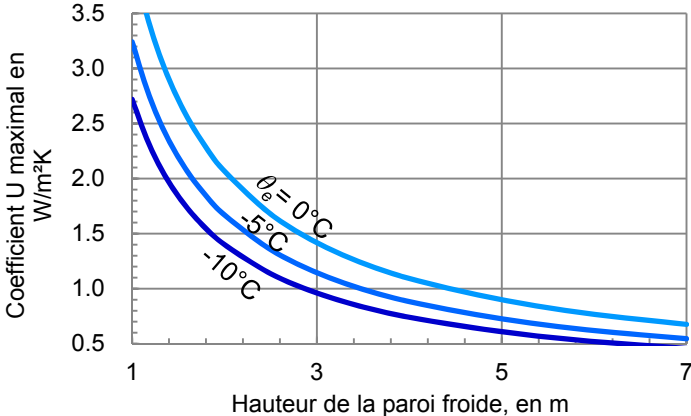
N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
B 4	2.2 2.3	Pouvez-vous préciser la différence entre les locaux concernés par les chiffres 2.2 (espaces à ventilation naturelle et non conditionnés) et 2.3 (espaces conditionnés)?	<p>La distinction entre chauffé ou non chauffé, refroidi ou non refroidi résulte de l'enclenchement ou du déclenchement des systèmes de chauffage ou de refroidissement. Il en va de même pour n'importe quel système de ventilation.</p> <p>Pendant la saison de chauffage, les espaces devant être confortables sont chauffés et c'est évidemment le chiffre 2.3 qui s'applique.</p> <p>En dehors de la saison de chauffage, le chiffre 2.3 s'applique aussi aux espaces refroidis artificiellement et aux espaces aérés par ventilation mécanique (définition sous chiffre 1.1.1.5).</p> <p>Toujours en dehors de la saison de chauffage, il est établi que dans les espaces à ventilation naturelle (définition sous chiffre 1.1.1.4) équipés de fenêtres ouvrantes et où les occupants peuvent adapter leur habillement et leur activité en fonction de la saison, les occupants sont plus tolérants, et les conditions de confort moins restrictives du chiffre 2.2 s'appliquent (voir question B 1).</p> <p>Il est tout à fait possible qu'un espace qui est chauffé et ventilé mécaniquement en hiver ne soit pas refroidi et que son système de ventilation mécanique soit déclenché en été pour économiser de l'énergie. Il doit alors avoir un concept de ventilation naturelle pour l'été. Pour cet espace à ventilation hybride, le chiffre 2.3 s'applique en saison de chauffage, alors que le chiffre 2.2 s'applique en dehors de la saison de chauffage.</p>
B 5	2.2, 2.3. C1, C2	<p>Pourquoi n'y a-t-il pas de tolérance pour les limites de confort des figures 3 et 4?</p> <p>Où peut-on trouver d'éventuelles tolérances?</p>	<p>La norme SIA 180 donne la définition du confort hygro-thermique et les exigences relatives au bâtiment pour obtenir ce confort. La figure 4 définit le domaine de température opérative admissible dans un espace conditionné pour une activité sédentaire et un habillement adapté à la saison. Ce sont les installations de chauffage et le cas échéant de refroidissement qui doivent compenser les lacunes du bâtiment et permettre de rester dans cette zone en toute saison.</p> <p>Les tolérances se trouvent donc dans les normes SIA 382/1 et SIA 384/1, qui fixent les exigences pour les installations de refroidissement et de chauffage.</p> <p>Toutes les tolérances possibles sont déjà incluses dans la figure 3 pour les espaces naturellement ventilés, pendant qu'ils ne sont ni chauffés ni refroidis. C'est pourquoi aucune tolérance supplémentaire n'est admise dans l'annexe C2.</p>

Groupe C: Qualité de l'air, ventilation, aération

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
C 1	3.2	Pouvez-vous donner des exemples de concepts de ventilation?	Les principes utiles à l'élaboration de ces concepts se trouvent sous chiffre 3.2. Ceux relatifs au choix du système de ventilation sont l'objet des normes SIA 382/1 et 382/5 [16], cette dernière remplaçant le cahier technique SAI 2023[17], qui contient notamment des directives détaillées pour les immeubles d'habitation. Des informations supplémentaires sont disponibles (en allemand) dans la documentation D0166 <i>Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau</i> (Ausgabe 1999)[18]. Cette documentation est en révision et contiendra des exemples pour d'autres types de bâtiments.
C 2	3.2.1	Une ventilation contrôlée est-elle nécessairement mécanique?	Dans un concept de ventilation correct, la ventilation doit être toujours contrôlée. Tant la ventilation naturelle que la ventilation mécanique peuvent et doivent être contrôlées (voir la section 3.2). Le contrôle peut néanmoins être manuel ou automatique. En allemand, «contrôlé» désigne «automatiquement contrôlé». En raison de cette différence linguistique le terme «ventilation contrôlée» n'est pas utilisé dans la norme.
C 3	3.3	Pouvez-vous préciser les mesures à prendre pour réduire l'immission de radon?	La concentration de radon dans l'air intérieur d'un bâtiment correctement aéré dépend de la nature du terrain sur lequel le bâtiment est construit, de la conception et de la construction du bâtiment. Afin de prendre les mesures adéquates sans que l'investissement ne soit exagéré, il convient d'évaluer le risque. En fonction du risque, c'est alors au maître de l'ouvrage, d'entente avec son architecte ou son entreprise générale, et de préférence avec l'aide d'un consultant en radon, de décider s'il prend des mesures préventives légères ou lourdes, ou s'il prend le risque de devoir assainir après achèvement de la construction. L'Office Fédéral de la Santé Publique donne plus d'information à ce sujet.
C 4	3.5.1.3	Comment éviter une humidité relative trop basse en hiver sans humidifier?	Il suffit d'adapter le débit d'air aux sources de pollution et de ne pas surchauffer. Si les occupants sont la seule source de pollution et d'humidité, la production d'humidité de ces occupants suffit pour assurer une humidité relative suffisante à une température confortable avec un débit d'air correct. Par exemple à la Chaux-de-Fonds, la température extérieure est supérieure à -2 °C pendant 90% du temps d'occupation (SIA 2028 page 40). En hiver, cet air extérieur contient au moins 3.73 g de vapeur d'eau par mètre cube. A 21 °C (température de confort en hiver) un air à 30% d'humidité contient 5,18 g/m ³ de vapeur d'eau. Comme une personne produit environ 70 g de vapeur d'eau par heure, un débit d'air inférieur à 48 m ³ /h et par personne permet de garder les 1,45 g/m ³ qui manquent et d'assurer une humidité suffisante. Si on admet que l'air extérieur ne contient que 1 g/m ³ (ce qui n'est pratiquement jamais le cas), un débit d'air de 15 m ³ /h et par personne, comme indiqué par SIA382/1 en saison très froide, suffit encore pour assurer une humidité relative de 34%.

Groupe D: Protection thermique d'hiver

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
D 1	4.1.1.3	Il faut éviter les ponts thermiques. Est-il obligatoire de prévoir des éléments de coupure de pont thermique (par ex. Thermur) sous tous les murs posés sur une dalle séparant les locaux chauffés des locaux non chauffés?	Ce n'est pas toujours nécessaire. Le critère à respecter est l'absence d'inconfort et de dégât (chiffre 4.1.1). Donc un pont thermique ne doit ni causer de l'inconfort (par ex. grand élément trop froid en hiver) ni favoriser l'apparition de moisissures, donc respecter les exigences du chiffre 6.2.
D 2	4.1.3 B4	<p>Wurden die Anforderungen gegenüber der alten SIA 382/1 :2007 und dem noch bestehenden Merkblatt SIA 2021 verschärft ?</p> <p>Les exigences relatives aux parois froides ont elles été durcies par rapport à l'ancienne norme SIA 382/1:2007 et au cahier technique SIA 2021?</p>	<p>L'exigence fondamentale, à savoir que seuls les occupants les plus sensibles puissent être gênés par des courants d'air n'a pas changé. Le pourcentage admissible d'insatisfaits (SIA 180:2014 chiffre 2.3.3) est resté le même, à savoir 20% pour les espaces à ventilation naturelle (SIA 180:1999 chiffre 2.1.3.2), et 15 % pour les locaux à ventilation mécanique (SIA 382/1:2007 chiffre 2.2.4.5).</p> <p>La norme SIA 180 donne dans l'annexe B4 une méthode permettant d'estimer la vitesse maximale du courant d'air - donc le risque de plaintes - au bas d'éléments de façades peu isolés. Cette méthode est basée sur les publications citées dans l'annexe B4.4, elles-mêmes basées sur de nombreuses simulations numériques. Ces simulations ont été faites avec des éléments homogènes, donc sans faire de différence entre les vitrages et leur cadre. Une étude récente [19] a montré que cette méthode est précise et fiable.</p> <p>L'air se refroidit au contact de toute surface froide, et si une fenêtre comporte un bon vitrage mais un cadre mal isolé, le risque de courants d'air désagréable peut se présenter. Il est donc logique et cohérent de considérer l'élément de façade dans son ensemble et non le vitrage pris isolément.</p> <p>La norme SIA 382/1:2007 chiffre 2.2.4.6 et le cahier technique SIA 2021 annexe A4 [20] mentionnent un coefficient U limite pour les vitrages, alors que le même cahier au chiffre 3.4 parle d'élément de façade complet, comme d'ailleurs la norme SIA 180:2014 au chiffre 4.1.3 et dans l'annexe B4.</p> <p>Depuis 1999, l'isolation des vitrages s'est améliorée plus vite que celle des cadres utilisés en pratique, donc le fait de considérer l'élément entier plutôt que le vitrage seul peut être considéré (à tort) comme un durcissement des exigences.</p>

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
D 3	B4	La figure 15 peut elle être utilisée pour limiter la hauteur des fenêtres?	<p>Le risque de courants d'air au bas d'éléments de façade froids dépend de nombreux facteurs, et la figure 15 n'est qu'un exemple valable dans des conditions particulières définies dans la légende. Cet exemple ne peut donc pas être utilisé dans d'autres conditions, pour lesquelles il faut alors faire le calcul selon l'annexe B4.</p> <p>Prenons un autre exemple en admettant que le local a peu de charges thermiques et qu'il n'est occupé que de jour. On obtient alors la figure ci-dessous, avec les conditions suivantes :</p> <p>$\theta_i = 21\text{ °C}$, $I_s = 50\text{ W/m}^2$, $DR = 20\%$, $T_u = 30\%$, distance 1 m</p>  <p>On voit que les coefficients U peuvent être beaucoup plus élevés, à hauteur égale, ou que les hauteurs peuvent être plus grandes pour un coefficient U donné, que dans la figure 15.</p> <p>Il est toujours possible, si le risque de courants d'air reste trop élevé dans des conditions particulières, de prendre les autres mesures données sous 4.1.3.1.</p>
D 4	B4	Quelles conditions climatiques adopter pour ce calcul?	Il faut prendre la température extérieure la plus basse à laquelle on désire peu de plaintes pour courants d'air. L'annexe A du cahier technique SIA 2028 :2010 [21] donne des courbes de fréquence facilitant ce choix.
D 5	B4	Que signifie avec ou sans charges thermiques?	Il est prudent de calculer avec charges thermiques, mais les espaces avec des sources de chaleur totalisant moins de 5 W/m^2 peuvent utiliser l'option sans charge thermique.

Groupe E: Protection thermique d'été

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
E 1	5.1	Peut-on préciser l'exigence 5.1?	<p>L'exigence 5.1 revient à dire qu'un bâtiment doit être autant que possible naturellement confortable, ou en d'autres termes, qu'il doit respecter les exigences des chiffres 2.1 et 2.2 pendant l'été sans refroidissement artificiel.</p> <p>Cet article vise en particulier à éviter la construction de "capteurs solaires climatisés", à savoir de bâtiments dont l'enveloppe est d'une part mal isolée, d'autre part très transparente (grands vitrages) sans protection solaire. Le confort thermique de ces bâtiments doit alors être assuré par un refroidissement et un chauffage artificiels. De tels bâtiments existent malheureusement. Ils sont inconfortables (plusieurs d'entre eux sont de plus malsains) et grands consommateurs d'énergie.</p> <p>Ces exigences sont facilement satisfaites en Suisse si les protections solaires, l'inertie et l'isolation thermiques ainsi que l'aération nocturne sont suffisantes, pour autant que les charges thermiques internes soient modérées.</p> <p>Si les charges thermiques internes sont trop élevées, la norme SIA 382/1 permet de décider s'il est nécessaire de refroidir artificiellement, mais le local doit tout de même avoir une protection thermique d'été suffisante selon SIA 180.</p>
E 2	5.2 C1 C2	Quand et comment appliquer les trois méthodes de justification?	<p>Il convient de préciser que le chiffre 5.2 a été écrit pour aider le concepteur à satisfaire les exigences du chiffre 5.1. Il n'a pas été écrit dans un but réglementaire.</p> <p>Le concepteur qui sait, par expérience, comment satisfaire les exigences données sous 5.1 n'a pas besoin du chapitre 5. C'est le concepteur qui est responsable du projet et il n'est pas nécessaire de faire vérifier a priori par une autorité si un projet est conforme à cette norme.</p> <p>Les trois méthodes de vérification vont de la plus simple à la plus complexe. La méthode 1 est basée sur une liste de critères simples ne nécessitant aucun calcul. La norme garantit que la protection thermique d'été est suffisante si tous ces critères sont respectés. Une marge de sécurité est alors prise, notamment éviter que les protections solaires remontent automatiquement lorsqu'il y a du vent.</p> <p>Il en est de même pour la méthode 2. Toutefois, cette méthode, moyennant quelques calculs simples ou une meilleure connaissance du projet (notamment son emplacement et son orientation) permet plus de liberté.</p> <p>Il est toujours possible de vérifier si une caractéristique qui ne satisfait pas un critère de la méthode 1 satisfait néanmoins le critère correspondant de la méthode 2.</p> <p>Par exemple, si on ne désire pas poser des volets (classe de résistance au vent 6) mais que la protection solaire prévue satisfait l'article 5.2.4.5, elle est parfaitement acceptable du point de vue de la résistance au vent.</p> <p>De même, si la structure prévue n'est pas décrite dans l'article 5.2.2.2 mais que le local est conforme à l'article 5.2.5, on peut affirmer que l'inertie thermique est suffisante.</p> <p>S'il n'est pas possible d'appliquer la méthode 1 ou 2, on peut appliquer la méthode 3, en utilisant les données selon l'annexe C1 si on désire vérifier que la protection thermique d'été est suffi-</p>

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
			<p>sante (donc respect de l'article 5.1) dans des conditions d'utilisation conventionnelles.</p> <p>Les données de l'annexe C2 permettent de vérifier si un local reste (ou non) confortable dans des conditions réelles, par exemple avec de fortes charges thermiques internes ou si l'aération nocturne n'est pas possible.</p>
E 3	5.2	<p>Ne pourrait on pas proposer une méthode simple mais dont le domaine d'application est moins limité que celui des méthodes 1 et 2?</p>	<p>Il est impossible d'écrire une méthode exacte et simple qui s'applique à tous les types de bâtiments et à tous les climats en Suisse.</p> <p>Toutefois, les méthodes 1 et 2 considèrent les caractéristiques du local une à une, séparément. Il serait probablement possible, après une étude approfondie, de disposer d'une méthode un peu plus complexe que la méthode 2, dans la quelle la vérification se ferait sur une combinaison des caractéristiques du local et du climat auquel ce local est soumis</p>
E 4	5.2.4.9	<p>Comment faire le calcul de la température de surface intérieure du vitrage? Calcul unique ou calcul horaire?</p> <p>Comment obtenir la valeur q_i ?</p>	<p>Le calcul peut se faire soit une seule fois pour les conditions extrêmes, soit heure par heure avec les données de planification pour le refroidissement du CT SIA 2028.</p> <p>Les fabricants de protections solaires et de vitrages fournissent le coefficient de transmission énergétique g et la transmission lumineuse τ. La valeur q_i est la différence des deux.</p> <p>Les normes SN EN 410 [22] et ISO 9050 [23] fournissent des méthodes de calcul de ces propriétés pour les vitrages.</p> <p>Les normes SN EN 13363-1 et -2 [24, 25] fournissent des méthodes de calcul de ces propriétés pour les combinaisons de vitrages et de protections solaires.</p> <p>Une méthode approximative simple est de ne prendre que le facteur q_i de la protection solaire. La température superficielle intérieure réelle sera alors plus basse que la température calculée.</p>
E.5	1.1.6.2 5.2.2.3	<p>Comment calculer la surface de façade si celle-ci est partiellement enterrée? Le terme «Façade» désigne usuellement seulement la partie au-dessus du sol. Cela conduit à une évaluation trop pessimiste du risque de surchauffe.</p> <p>Exemple : Une salle de sport, dont l'essentiel du volume est au-dessous du niveau du sol, mais éclairée par une étroite bande de vitrée située en façade, ne respecte pas les critères des procédures 1 et 2 de l'article 5.2, bien que la protection contre la chaleur l'été soit évidemment suffisante.</p>	<p>Dans SIA 380, chiffre 1.1.2.10, la surface de façade est effectivement la surface extérieure exposée au climat.</p> <p>Il est évident que cette méthode de calcul surestime le taux de surface vitrée influant sur la protection thermique d'été, et que, dans de tels cas, c'est logiquement la surface intérieure de la façade qui doit être utilisée pour la détermination du taux de surface vitrée.</p>

Groupe F: Protection contre l'humidité

N°	Chiffre	Question / remarque	Réponse
F 1	6.2.1.3	La limite de 80% semble élevée. Dans de bonnes conditions de température et de substrat, des moisissures peuvent se développer à des humidités relatives plus basses. Pourquoi 80% ?	La limite de 80% (qui était aussi dans la norme SIA 180 :1999) a été adoptée parce que les moisissures toxiques ne se développent qu'à partir de cette humidité relative ci. Cette limite n'a apparemment pas posé problème à ce jour, alors qu'une limite plus basse pourrait accroître inutilement les exigences. Il faut également noter que SIA 180 applique un facteur de sécurité. Il est toutefois toujours permis d'adopter des limites plus strictes que celles des normes.
F 2	6.2.1.5	Comment calculer $F_{Rsi,min}$ pour des conditions autres que celles utilisées dans le tableau 10 ?	Le paragraphe 6.2.1.5 permet de calculer l'humidité intérieure maximale admissible pour éviter les moisissures dans n'importe quelle condition. Pour cela, le facteur de température superficielle le plus bas des ponts thermiques en contact avec l'air intérieur est nécessaire. La procédure inverse, pour calculer le $F_{Rsi,min}$ pour des conditions autres que celles utilisées dans le tableau 10 est donnée dans l'annexe E.1.

RÉFÉRENCES

1. SIA 382/1 Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises, 2014, SIA: Zurich. p. 78.
2. SIA 382/2 Puissance de réfrigération à installer dans le bâtiment, 1982, SIA: Zurich.
3. SIA 384/1 Installations de chauffage dans les bâtiments - Bases générales et performances requises, 2009, SIA: Zurich.
4. SIA 384/3 Installations de chauffage dans les bâtiments - Besoins en énergie, 2013, SIA: Zurich.
5. SIA 384/6 Sondes géothermiques, 2010, SIA: Zurich.
6. SIA 384.201 Systèmes de chauffage dans les bâtiments - Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base, 2003.
7. de Dear, R.J., et al., Progress in thermal comfort research over the last twenty years, in Indoor Air 2013. p. 442–461.
8. de Dear, R.J. and G.S. Brager, Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. Energy and Buildings, 2002. 34: p. 549–561.
9. Brager, G.S. and R.J. de Dear, "Historical and Cultural Influences on Comfort Expectations.", in Buildings, Culture and Environment, R. Cole and R. Lorsch, Editors. 2003, Blackwell Publishing.
10. Brager, G.S. and R.J. de Dear, Thermal adaptation in the built environment: a literature review. Energy and Buildings, 1998. 17: p. 83-96.
11. Nicol, F., Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. Energy and Buildings, 2004. 36: p. 628-637.
12. McCartney, K.J. and J.F. Nicol, Developing an adaptive control algorithm for Europe. Energy and Buildings, 2002. 34: p. 623–635.
13. Nicol, F. and M. Humphreys, Derivation of the adaptive equations for thermal comfort in free-running buildings in European standard EN15251. Building and Environment, 2010. 45 p. 11-17.
14. McCartney, K.J. and Nicol J.F., Developing an adaptive control algorithm for Europe. Energy and Buildings, 2002. 34: p. 623-635.
15. EN 15251 - Criteria for the indoor environment, including thermal, indoor air quality (ventilation), light and noise, 2006
16. SIA 382/5 Lüftung in Wohnbauten - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen 2017.
17. Cahier technique SIA 2023 Ventilation des habitations, 2008
18. Eggenberger, A., et al., Dokumentation D0166 Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau. 1999, Zurich: SIA. 110.
19. Frei, B. and D. Burkhardt, Zur Problematik des Kaltluftabfalls bei hohen Glasfassaden und internen Lasten, in 19. Status-Seminar «Forschen für den Bau im Kontext von Energie und Umwelt»2016: ETH Zurich.
20. Cahier technique SIA 2021: Bâtiments vitrés – Confort et efficacité énergétique, 2004, SIA, Zurich.
21. Cahier technique SIA 2028: Données climatiques pour la technique du bâtiment, SIA, Editor 2010, SIA.
22. EN 410 Verre dans la construction - Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages, 2010, CEN: Bruxelles.
23. ISO 9050 Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance and ultraviolet transmittance, and related glazing factors, 1990, ISO: Geneva.
24. EN 13363-1- Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages - Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse - Partie 1: Méthode simplifiée, 2006, CEN: Brussels. p. 13.
25. EN 13363-2- Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages - Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse - Partie 2: Méthode de calcul détaillée, 2005, CEN: Brussels.