

Recommandation Construction durable 2008/2

Construire, quand le climat se réchauffe



Les températures de Turin sur le Plateau suisse

Les bâtiments sont conçus pour durer 50 ans et plus. Puisqu'il faut s'attendre d'ici à 2050 à une augmentation des températures, on peut se demander si nos constructions sont préparées à ce changement climatique. Si l'on en croit les prévisions, d'ici à 2050, le mercure devrait grimper de deux à trois degrés Celsius en moyenne – comme durant l'été 2003.

Ces températures correspondent à celles de Turin actuellement.

Cette question s'adresse aux maîtres d'ouvrage et aux entrepreneurs généraux, mais également à leurs mandataires, aux architectes et techniciens en bâtiment. Pour y répondre, il est essentiel de tenir compte des paramètres qui génèrent des températures ambiantes peu agréables et une forte augmentation de la consommation d'électricité. Cette recommandation expose les facteurs majeurs et montre comment adapter nos maisons aux grandes chaleurs estivales.

Il va faire plus chaud

Aujourd'hui, lorsque nous concevons et construisons de nouveaux bâtiments, nous nous intéressons aux conditions climatiques auxquelles ils seront soumis. Bien que les déclarations précises soient quasi impossibles à l'avance, les climatologues ont établi une prévision qui se traduit par une fourchette.

L'évolution des températures extérieures, de l'humidité et du rayonnement solaire global joue un rôle particulièrement important en ce qui concerne les aspects énergétiques du projet de construction. Que doit-on faire pour que nos maisons restent confortables? Et pour que, dans le même temps, elles consomment moins d'énergie?

Plus chaud mais de combien de degrés?

D'ici à 2050, il est prévu une hausse de la température annuelle moyenne d'environ 2 à 3°C par rapport aux données climatologiques de 1990 utilisées aujourd'hui. Les températures que nous avons connues au cours de l'été 2003 vont devenir la normalité.

En été et en hiver?

Le réchauffement sera plus fort en été (environ 2,5°C) qu'en hiver (environ 1,5°C). Cela concerne les régions du Nord des Alpes et du Sud des Alpes pratiquement dans la même mesure. Cela implique que l'on aura besoin de légèrement moins d'énergie de chauffage en hiver et que l'on connaîtra fréquemment des périodes plus chaudes et plus longues en été. Cela se traduira dans des bâtiments existants, qui étaient jusqu'ici tout à fait confortables en été, par des températures élevées désagréables.

Le jour et la nuit?

Le changement de température prévu sera plus sensible pour les températures nocturnes. Cette donnée est importante car les bâtiments se refroidiront donc moins la nuit.

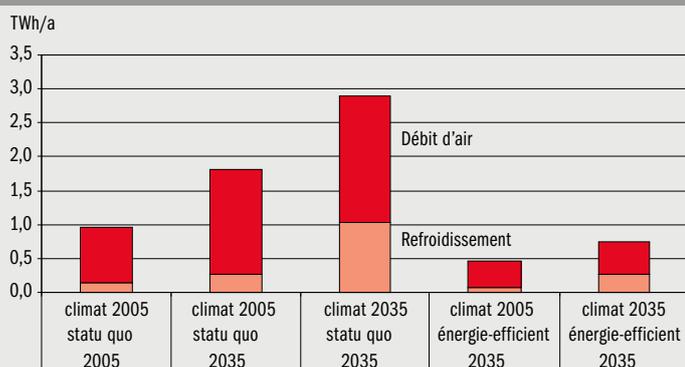
En ville et à la campagne?

Les zones urbaines sont moins bien aérées et présentent davantage de surfaces emmagasinant la chaleur au niveau des immeubles et des rues. Si les zones urbaines sont certes légèrement plus fraîches le jour, elles sont en revanche nettement plus chaudes la nuit que les régions rurales.

Et maintenant?

Lors de l'étude du projet, les architectes et techniciens en bâtiment doivent intégrer dès aujourd'hui le climat de demain dans la conception et les calculs. Pour ce faire, il existe outre les nouvelles valeurs moyennes relatives à la température et au rayonnement solaire global de nouvelles données pour les étés chauds: Cahier technique SIA 2028, (seulement en allemand), 2008, DRY warm (DRY: Design Reference Year). Si l'on continue à appliquer les solutions techniques utilisées actuellement, il faut s'attendre dans les années à venir, même en l'absence de réchauffement climatique, à une augmentation de la consommation d'électricité pour le refroidissement et la ventilation. Cette hausse sera nettement supérieure en cas de réchauffement climatique. Les études menées dans le cadre du projet de recherche «Construire, quand le climat se réchauffe» montrent que la mise en œuvre de techniques adaptées et efficaces sur le plan énergétique peut permettre de contenir non seulement l'augmentation générale des besoins en électricité mais également la hausse due au réchauffement du climat.

Refroidissement et ventilation: triple consommation d'électricité



Graphique 1: Besoins en électricité pour le refroidissement et le débit d'air

Selon les prévisions, les besoins en électricité connaîtront un taux de progression élevé jusqu'en 2035 (graphique 1). Outre le changement climatique, d'autres facteurs influencent de manière significative cette augmentation des besoins en électricité. C'est pourquoi il est important d'opter pour des appareils et des systèmes efficaces sur le plan énergétique et d'apporter le plus grand soin à la conception des protections solaires. Il ne faut pas attendre 2035 pour cela car l'été caniculaire de 2003 en a été la preuve.

Les points clés pour les

Maîtres d'ouvrage et les entrepreneurs généraux

Les maîtres d'ouvrage doivent confier une mission supplémentaire et nouvelle à leur groupe d'étude. Deux questions essentielles doivent alors être formulées:

- Comment se comportera la maison dans 50 ans, avec un climat plus chaud?
- Le confort thermique des occupants sera-t-il garanti sans consommer plus d'énergie pour le refroidissement des logements?

Démarche

1. La conception et l'étude d'un projet de construction doivent contribuer à la diminution du risque.
2. La question de la nécessité d'un refroidissement n'intervient qu'après (tableau 2).
3. Lorsque le refroidissement est souhaitable ou nécessaire, la diminution du risque doit être garantie par une bonne protection solaire, de faibles charges ther-

Concours et sélection des projets

Les spécifications relatives aux constructions durables doivent avoir un rôle décisif dans la sélection d'un projet. Cet apport doit intervenir au cours de la phase d'études préliminaires: au niveau du programme pour les concours et au niveau du cahier des charges du projet pour les mandats directs. Cela s'applique en particulier aux:

- **Concours d'idées** Le jury doit juger les paramètres fondamentaux de l'orientation et du vitrage des façades ainsi que de la géométrie des bâtiments et des pièces (voir page 4).
- **Concours de projets** Il s'agit ici d'évaluer la façade avec le fenestration et la protection solaire, la géométrie des pièces et la masse thermique ainsi que les conditions préalables à des installations techniques optimales (voir pages 4 et 5). Les informations détaillées à ce sujet figurent dans le programme d'appel d'offre.
- **Concours des entreprises générales** Il s'agit ici de décrire les matériaux, constructions, et systèmes des installations techniques. Un certain nombre de spécifications précises et vérifiables lors de l'achat doivent être respectées en matière de protection solaire, d'éléments massifs internes thermiquement actifs et de qualité énergétique des installations de ventilation et de climatisation (voir pages 5 et 6). Les pièces justificatives doivent être exigées sous forme détaillée au cours de l'étude du projet et lors de l'achat (voir page 4).

miques internes, des plans et une géométrie des pièces adaptés ainsi que des éléments massifs thermiques suffisants.

4. Lorsqu'une installation de refroidissement est mise en œuvre, elle doit être pourvue de fonctions de production et de distribution du froid efficaces. La conception, la construction et l'utilisation appropriées d'une installation sont des facteurs de réussite.

Nécessité du refroidissement

Trois éléments permettent d'étudier la nécessité d'un refroidissement:

1. Des sources de chaleur internes
2. Possibilité d'aération par les fenêtres
3. Températures de l'air intérieur

Le tableau 2 de la norme SIA 382/1 permet une évaluation approximative. Lorsque l'on peut effectuer l'évaluation à l'aide des températures ambiantes calculées (calcul de simulation thermique nécessaire) ou, dans le cas des constructions existantes, à l'aide des températures ambiantes mesurées, la norme SIA 382/1 est également adaptée pour réaliser l'évaluation. La procédure consiste alors à déterminer le nombre d'heures sur une courbe limite (tableau 1).

Diminution du risque

Quatre facteurs diminuent le risque de surchauffe en été et de consommation inutile d'énergie pour refroidir les logements:

1. Une bonne protection solaire
2. De faibles charges thermiques internes
3. Des plans et géométries des façades et des logements appropriés
4. Une masse thermique suffisante

Pas de dépassement	pas de refroidissement nécessaire
jusqu'à 100 h/an	refroidissement souhaité
plus de 100 h/an	refroidissement nécessaire

Tableau 1: Evaluation de la nécessité d'un refroidissement à l'aide des heures supérieures à la courbe limite pour le confort selon SIA 382/1

Somme des sources de chaleur internes par jour en Wh/m ²						
< 80	80-120	120-160	160-200	200-240	> 240	
pas nécessaire		souhaitable		nécessaire		Aération par les fenêtres possible jour et nuit
pas nécessaire		souhaitable		nécessaire		Aération par les fenêtres possible uniquement le jour
pas nécessaire		souhaitable		nécessaire		Sans aération par les fenêtres

Tableau 2: Première évaluation de la nécessité d'un refroidissement à l'aide de sources de chaleur internes et de l'aération par les fenêtres

Les points clés pour les Architectes

La conception architecturale a un impact considérable, voire décisif sur la résistance du bâtiment aux conditions estivales. En règle générale, il est difficile de corriger les caractéristiques essentielles de la conception du bâtiment par des installations techniques, sans faire d'importantes concessions sur la température ambiante, sans s'accommoder de dépenses d'investissement et de fonctionnement supplémentaires et de dépenses énergétiques inutilement élevées.

Bâtiments: géométrie, profondeur et hauteur des pièces

Les profondeurs des plans de construction (supérieures à 30 m), telles celles des anciens gros immeubles publics et grands immeubles de bureaux modernes, sont appropriées, car elles réduisent le rapport entre les zones extérieures fortement exposées et le volume total. Des profondeurs de locaux supérieures à 6 m et des hauteurs de 3 m conviennent également. Il est souhaitable d'appliquer une différenciation des zones en fonction des différences de température à l'intérieur du bâtiment et d'utiliser un coupe-vent à l'extérieur.

Façade et toiture

Toutes les surfaces opaques ont besoin d'une bonne protection thermique qui est déterminée par les conditions météorologiques hivernales. Il est également avantageux d'atteindre une bonne valeur U en été.

Fenêtres

La proportion de verre de la fenêtre ne doit pas dépasser 30 à 40 % de la surface de référence énergétique des pièces qui se trouvent derrière. Les fenêtres en diagonale ne sont pas appropriées. La part de lumière naturelle fournie par les fenêtres situées sous la hauteur des tables est extrêmement faible. En revanche, leur contribution sur le plan de l'apport de chaleur est significative. Les fenêtres situées en hauteur conviennent mieux sur le plan de l'utilisation de la lumière naturelle et du rayonnement solaire. Toutes les fenêtres doivent présenter une très bonne valeur U (inférieure à $0,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$), en particulier pour réduire les pertes en hiver et l'arrivée d'air froid près des fenêtres. Le passage de la lumière naturelle (transmission de la lumière τ) doit atteindre 60 % pour le verre seul lorsque la protection solaire est ouverte. Pour les postes

de travail situés à proximité de fenêtres, il est recommandé d'installer des systèmes internes facilement réglables de protection contre l'éblouissement. Pour une aération efficace par la fenêtre, l'ouverture libre (fenêtres et clapets d'aération) doit représenter au moins 3 % de la surface nette de plancher de la pièce concernée.

Protection solaire

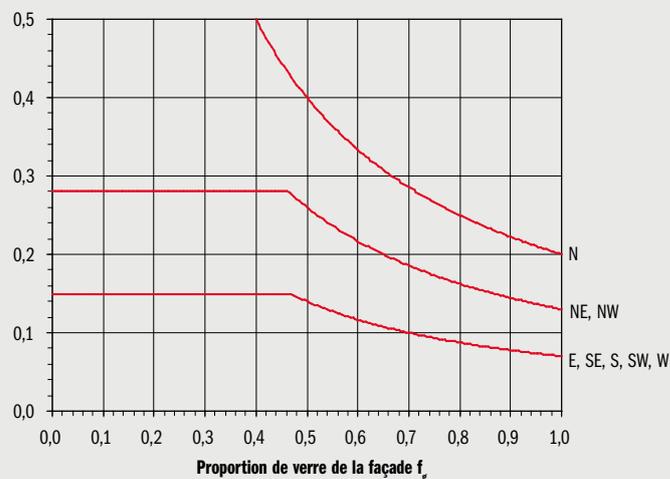
L'ensemble des surfaces vitrées exposées aux rayons du soleil doit être équipé d'une protection solaire performante, mobile et si possible installée à l'extérieur. Il convient de respecter un taux de passage d'énergie globale (valeur g) du verre et de la protection solaire réunis de 0,07 à 0,15, selon l'orientation (graphique 2).

Justificatifs

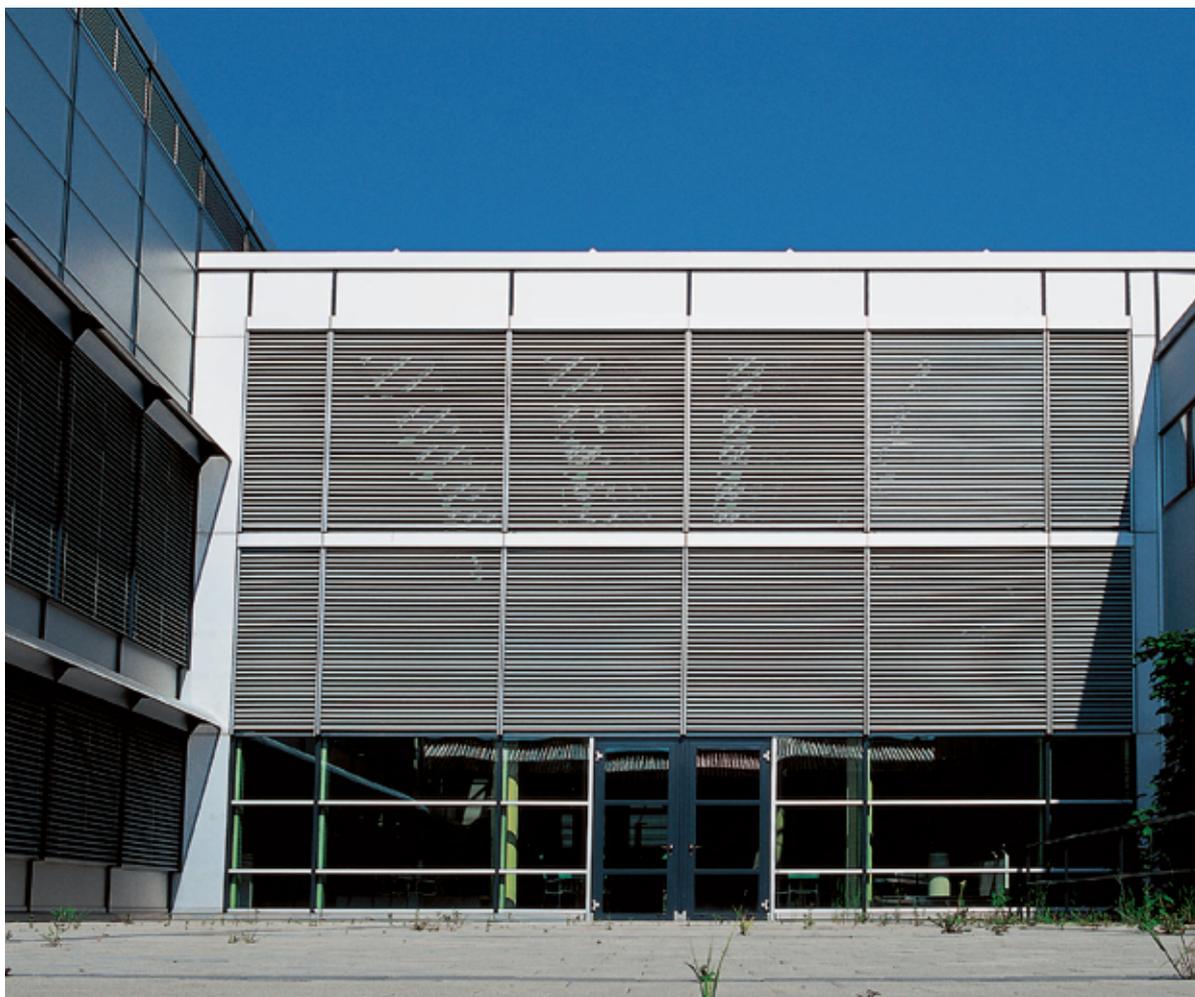
Les principaux facteurs d'influence des besoins de refroidissement et de la production et de la distribution efficace de froid ainsi que la réduction du risque doivent être démontrés et documentés dans les études des architectes et ingénieurs spécialisés:

1. Protection solaire en fonction de la part de vitrage et de l'orientation (SIA 382/1, chiffre 2.1.3)
2. Capacité d'accumulation thermique (SIA 382/1, chiffre 2.1.4)
3. Puissance totale installée pour la circulation et le conditionnement des agents réfrigérateurs (SIA 382/1, chiffre 5.5)
4. Coefficient de performance de la production de froid y compris le post-refroidissement (SIA 382/1, chiffre 5.6)
5. Classes d'efficacité énergétique pour les appareils de climatisation (au moins A)

Taux de passage d'énergie globale g



Graphique 2: Nouvelles exigences posées à la valeur g en relation avec la proportion de vitrage de la façade et de l'orientation de celle-ci (Source: SIA 382/1 (2007)).



Les éléments de protection solaire immobiles, horizontaux, inclinés ou verticaux ne sont pas recommandés sous nos latitudes car ils ne sont pas efficaces tout au long de la course du soleil, et entraînent une perte continue de l'utilisation de la lumière naturelle disponible.

Pour réduire les charges internes, il convient de tenir compte du rapport entre la protection solaire et l'éclairage: la protection solaire doit laisser passer assez de lumière naturelle ou être réglée de telle manière pour ne pas avoir à allumer l'éclairage et pour que la chaleur émise par celui-ci n'ait pas de conséquences négatives ou ne doive pas être évacuée. Cependant, l'apport du soleil est en général plus important que la chaleur émise par un éclairage efficace.

Constructions hautes

Les installations de protection solaire à l'extérieur doivent résister sans dommages à des rafales de vent pouvant atteindre 75 km/h, ce qui est rarement possible pour les bâtiments de plus de 30 m de hauteur. Dans ce cas, il faut donc utiliser des moyens de protection solaire plus complexes et plus coûteux qui sont malheureusement moins efficaces:

1. Insérer la protection solaire à l'intérieur du vitrage

isolant dans l'espace intermédiaire.

2. Des façades doubles pourvues d'une lame d'air ventilée. Les façades doubles occasionnent des dépenses supplémentaires.

3. Combinaison de la faible valeur g du verre (0,3 à 0,4) et d'une protection solaire intérieure. Mauvaise utilisation de la lumière naturelle.

Capacité d'accumulation

La capacité d'accumulation thermique devrait être supérieure à $30 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$. Par ailleurs, l'intérieur des bâtiments devrait présenter des surfaces (cloisons, plafond, sol) pouvant être activées pour accumuler de la chaleur. Elles représenteraient près de la totalité de la surface de référence énergétique (pas de tapis, plafonds suspendus, etc.).

Matériau à changement de phase

Un matériau à changement de phase adapté permet d'emmagasiner une quantité supplémentaire de chaleur le jour et de la déstocker la nuit. Cependant, sa fabrication génère une dépense considérable en énergie grise. Ces matériaux ne devraient donc être employés que lorsque la mise en œuvre d'autres solutions n'a pas été jugée satisfaisante ou possible.

Les points clés pour les

Concepteurs en installations du bâtiment et les experts en énergie

Réduction des charges thermiques externes (protection solaire)

- Qualité de la protection solaire
- Fonctionnement optimal de la protection solaire, si possible grâce à un système de commande:
 - Prévoir commande en façade
 - Tenir compte des aspects de l'utilisation de la lumière naturelle
- Ne pas oublier les fenêtres en toiture

Réduction des charges thermiques internes

- La réduction des charges internes passe par l'utilisation d'appareils et d'éclairages efficaces sur le plan énergétique.
- Prévoir une commande et une régulation intelligentes.

Concept des installations

- Prévoir, si possible, une aération complémentaire par les fenêtres.
- Permettre l'aération des pièces par les fenêtres.
- Renouvellement d'air conformément à SIA 382/1, p. ex. 36 m³ par heure et par personne
- Ce taux doit en général rester le plus bas possible.
- L'évacuation de la chaleur et des substances nocives par le biais de l'installation de ventilation est inefficace.

Débit d'air nominal m ³ /h	Rendement global	
	Valeur limite	Valeur cible
≤ 100	0,04	0,25
250	0,20	0,40
500	0,30	0,48
1000	0,40	0,55
2500	0,50	0,64
5000	0,56	0,70
10 000	0,63	0,77
15 000	0,67	0,82
≥ 20 000	0,70	0,85

Tableau 3: Rendements minimaux globaux des ventilateurs (382/1).

Puissance totale de l'installation en kW à 100 %		1	10	20	50	100	200	500	1000
Coefficient de performance à charge partielle à 50 %	Valeur limite	3,2	4,4	4,8	5,5	6,0	6,2	6,2	6,2
	Valeur cible	4,0	5,2	5,8	6,6	7,3	8,0	8,2	8,2
Coefficient de performance à pleine charge à 100 %	Valeur limite	3,2	3,3	3,5	3,8	4,1	4,2	4,2	4,2
	Valeur cible	4,0	4,1	4,3	4,6	4,9	5,0	5,0	5,0

Tableau 4: Coefficients de performance minimaux d'installations de refroidissement y c. post-refroidissement (pompes et ventilateurs), norme SIA 382/1

L'évacuation directe est un procédé mieux adapté.

- Concept de cheminée d'aération et détermination de l'emplacement des centrales de ventilation au cours d'une étape précédente; prévoir suffisamment de place (pour réduire la consommation d'énergie).
- Peser soigneusement les avantages et les inconvénients des concepts d'installations centralisées et décentralisées.

Dimensionnement et optimisation

- En ce qui concerne le dimensionnement, il convient d'appliquer les données climatologiques de l'année de référence «chaude» (DRY warm) qui figurent dans le cahier technique SIA 2028.
- Prévoir un système de refroidissement en retour avec un dimensionnement suffisamment grand, pour garantir des réserves suffisantes en cas de températures extérieures supérieures.
- En ce qui concerne le transport de l'air, veiller à limiter les chutes de pression grâce à des trajets courts, de faibles vitesses de l'air, une conception des conduites favorisant la circulation.
- Privilégier des ventilateurs à rendement élevé (tableau 3).
- Les chiffres de puissance des installations de refroidissement figurent dans le tableau 4.
- Exiger des moteurs électriques appartenant au moins à la classe d'efficacité (IE2) ou Premium (IE3) (tableau 3).

Installations à faible consommation électrique

- Les installations ayant une consommation d'énergie électrique maximale de 7 W/m² (surface nette de plancher refroidie) sont considérées comme efficaces sur le plan énergétique; il n'est donc pas nécessaire de présenter une preuve du besoin pour le refroidissement. Pour les installations existantes et rénovées, la limite est fixée à 12 W/m².

Un fonctionnement en fonction des besoins

- La régulation par l'intermédiaire d'un détecteur de CO₂ ou de gaz mixte est particulièrement judicieuse lorsque l'utilisation varie considérablement. Cela suppose un fonctionnement individuel par pièce ou par groupe de pièces.
- Adapter les installations aux conditions d'utilisation très variables.

Conséquences pour les constructions existantes

Les constructions existantes ne peuvent tout simplement pas être modifiées pour s'adapter au réchauffement climatique. Il est pratiquement impossible de changer leur emplacement, leur géométrie, leur fenêtrage, leurs dimensions, etc. On peut éventuellement adapter et moderniser leurs surfaces intérieures, fenêtres, protections solaires et installations techniques.

Adaptations des façades

Les fenêtres existantes et les volets/stores associés peuvent être remplacés, ce qui permet d'améliorer la protection thermique tant hivernale qu'estivale. En cas de remplacement, les exigences applicables sont identiques à celles des nouvelles constructions (page 4). Les fenêtres existantes peuvent éventuellement être équipées d'un meilleur vitrage. Dans certains cas, il est possible d'avoir recours à une protection solaire intégrée dans le vitrage. La protection solaire extérieure existante peut, quant à elle, être réparée, nettoyée, voire motorisée. On recommandera également l'installation d'une protection interne contre l'éblouissement pour les postes de travail situés près des fenêtres.

La végétalisation du toit et de la façade doit être étudiée. Il convient d'éviter les terrains réfléchissants en dur situés devant la façade. L'entrée du bâtiment peut être équipée d'un coupe-vent.

Adaptations intérieures

Au fil des années, les constructions existantes ont souvent été recouvertes de surfaces qui ne favorisent pas le confort thermique en été: revêtements muraux avec tapisseries isolantes, plafonds suspendus, matériaux d'absorption sonore, revêtements de sol en moquette, planchers surélevés, etc.

En été, les éléments massifs intérieurs ne peuvent réussir à compenser les températures du jour et de la nuit que si les masses thermiques et leurs surfaces sont thermiquement activables, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas séparées de la pièce sur le plan thermique par des couches d'isolation thermique.

Dans de nombreux cas, il est possible de retirer ces couches sans contrepartie. On étudiera dans d'autres cas l'utilisation évoquée à la page 5 du matériau à changement de phase dans des plaques de plâtre cartonné.

Adaptations du fonctionnement

Toutes les installations d'éclairage, de ventilation et de refroidissement doivent être utilisées en fonction des besoins. Les charges thermiques internes des appareils de bureau, des produits électroniques grand public, etc. doivent être réduites. Tous ces appareils doivent être débranchés lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

Les températures de consigne pour les appareils de ventilation et de climatisation doivent être réglées en été pour une amplitude de variation importante (24 °C +6/-3 °C). On peut éventuellement ajouter des détecteurs de présence, thermostats, interrupteurs horaires et régulateurs pour un fonctionnement suivant les besoins.

La mise en place d'un régime ciblé pour la ventilation nocturne en cas de températures extérieures inférieures à 20 °C est extrêmement avantageuse.

Evaluation de la nécessité d'un refroidissement

Dans les constructions existantes, les possibilités de protection thermique en été sont souvent limitées et l'adaptation des installations existantes en vue d'obtenir un refroidissement renforcé et efficace sur le plan énergétique est tout simplement impossible. De plus, les bâtiments existants tolèrent généralement mieux l'augmentation des températures à l'intérieur. C'est surtout vrai pour les pièces pouvant être aérées en ouvrant les fenêtres.

Des mesures effectuées dans des bureaux de la ville de Zurich et du canton de Zoug montrent que les critères d'évaluation présentés dans le tableau 1 de la page 3 peuvent être assouplis (tableau 5).

Modernisation des installations techniques

■ Les installations existantes de chauffage par le sol et le plafond peuvent servir de surfaces refroidissantes en été.

■ Vérification et rénovation des installations de ventilation et de climatisation existantes.

■ Utilisation ciblée d'appareils de climatisation dans des pièces importantes (voir page 8).

jusqu'à 200 h/an	pas de refroidissement nécessaire
201 h à 400 h/an	refroidissement souhaité
plus de 300 h/an	refroidissement nécessaire

Tableau 5: Evaluation de la nécessité d'un refroidissement dans les bâtiments existants (même courbe limite que dans le tableau 1).

Achat d'appareils

Outre les conditions architecturales, d'autres mesures techniques relatives aux appareils peuvent être adoptées pour pouvoir profiter de températures ambiantes agréables en été: d'une part pour réduire les charges internes, d'autre part au niveau des appareils de climatisation dans la mesure où ils sont absolument indispensables.

Des appareils de bureau efficaces sur le plan énergétique

L'ensemble de l'électricité consommée par les appareils de bureau et l'éclairage se dégage dans la pièce sous forme de chaleur et contribue au réchauffement non souhaité en été. Les cahiers des charges relatifs à l'achat d'appareils de bureau doivent également prendre en compte l'efficacité énergétique. Une liste des meilleurs produits est disponible sur le site Internet www.topten.ch.

Ventilateurs de confort

Les ventilateurs de confort sont conçus pour palier à de courtes périodes de chaleur. Leur consommation électrique par poste de travail est près de 20 fois inférieure à celle des petits appareils de climatisation. Ils existent sous forme de ventilateurs de table, sur pied ou fixés au plafond.

Climatiseurs

Les climatiseurs décentralisés peuvent résoudre des problèmes locaux de surchauffe, par exemple pour les salles de serveurs ou de photocopieurs, ou peuvent même éviter le recours à une climatisation centralisée (avec machine de refroidissement), en évacuant de manière précise la charge thermique des pièces critiques.

Lorsqu'on opte pour un climatiseur, il est recommandé de s'orienter si possible vers un appareil split ou multisplit. Si cela est impossible: choisir un appareil compact à double conduit présentant un très bon rendement énergétique pour installation fixe; éviter absolument les appareils compacts à conduit unique. Les prescriptions d'efficacité énergétique doivent en général être effectuées lors de l'achat, au moins l'étiquette énergétique de classe A.

Énergie		Climatiseur	
Fabricant		Logo	
Unité extérieure		ABC 123	
Unité intérieure		ABC 123	
Écologie		A	
A		B	
B		C	
C		D	
D		E	
E		F	
F		G	
G		Peu économe	
Consommation annuelle d'énergie, kWh en mode refroidissement		X.Y	
Puissance frigorifique kW		X.Y	
Niveau de rendement énergétique à pleine charge (EER) dans le plus mauvais scénario		X.Y	
Type		Refroidissement seulement	
		Refroidissement et chauffage	
Refroidissement par air			
Refroidissement par eau			
Puissance de chauffage kW		X.Y	
Performance énergétique en mode chauffage		A B C D E F G	
A: économe			
D: peu économe			
Bruit (dB(A) re 1 pW)			
Une fiche d'information détaillée figure dans les prospectus			
Norme EN 141			
Climatiseurs			
Directive étiquetage énergétique 2002/91/CE			

RECOMMANDATION «CONSTRUIRE, QUAND LE CLIMAT SE RÉCHAUFFE»

Editeur (représenté par *)

KBOB Groupe spécialisé Construction durable c/o OFCL Office fédéral des constructions et de la logistique, Berne, Internet: www.kbob.ch, Publications Reinhard Friedli*, OFCL, Berne

Markus Jauslin, armasuisse, Berne

Michael Quetting, Conseil des EPF, Zurich

Ernst Ursenbacher*, OFCL, Conseils Energie, Berne

Verena Steiner, Office fédéral du logement, Granges

Andreas Eckmanns*, Office fédéral de l'énergie, Berne

Robin Quartier, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

Daniel Wachter, Office du développement territorial, Berne

Heinrich Gugerli*, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

AWEL: Office pour déchets, eaux, énergie et air du canton de Zurich, www.energie.zh.ch, Christoph Gmür*

UGZ Umwelt- und Gesundheitsschutz, Stadt Zürich, www.stadt-zuerich.ch/ugz Toni Püntener*

Auteurs: Conrad U. Brunner, Urs Steinemann, Jürg Nipkow

Révision et mise en page: Oerlikon Journalisten

Traduction: Ilsegrat Messerknecht

Photos: page de couverture: www.wordpress.com, page 5: Schenker Storen

Commande: www.kbob.ch, Publications, Recommandations, Construction durable

TRAVAUX DE RECHERCHE

Le contenu de la présente recommandation repose sur les résultats du travail de recherche «Construire, quand le climat se réchauffe» de Conrad U. Brunner, Urs Steinemann et Jürg Nipkow.

Ces travaux de recherche ont bénéficié du soutien financier de:

Office fédéral de l'énergie, Berne, Programme de recherche énergie dans les bâtiments

Canton de Bâle-Ville, Office de l'environnement et de l'énergie, Bâle

Coordination des Services fédéraux de la construction et de l'immobilier, Berne
Stromsparfonds der Stadt Zürich, Zürich

Commande: L'ouvrage de 100 pages «Construire, quand le climat se réchauffe» peut être commandé pour Fr. 50.- auprès de Faktor Verlag. www.faktor.ch, tél. 044 316 10 62