

# Protection thermique estivale

Confort climatique dans les bâtiments Minergie

## Contenu

Moins chauffer, plus refroidir	4
Protéger et stocker	6
Protection solaire	8
Piloter et gérer	10
Variantes du justificatif	12
Planification intégrale	14
Une maison pour l'avenir	16
Plus d'infos	18

## Impressum

### Éditeur

Association Minergie

### Publication

2019, révision août 2023

### Production

**Concept et contenu:** Sandra Aeberhard et Othmar Humm, Faktor Journalisten AG, Zurich; Sebastian El Khouli et Binta Anderegg, Bob Gysin + Partner BGP, Zurich; Christian Dietrich, Gartenmann Engineering AG, Bâle; Robert Minovsky, Minergie, Bâle

**Rédaction:** Sandra Aeberhard, Faktor Journalisten AG, Zurich

**Graphique:** Christine Sidler, Faktor Journalisten AG, Zurich

**Photos:** Glas Trösch (page 9), BE Netz AG (page 11), Griesser AG (page 11), Regazzi SA (page 11), Dominique Wehrli (page 15), Arento AG (page 17)

**Impression:** Birkhäuser + GBC AG, Reinach

**Traduction:** Messerknecht Traductions spécialisées, Monthey

**Photo de couverture:** EAWAG Forum Chriesbach Dübendorf (Photo: Roger Frei)



## Construire pour l'avenir

Les températures ont augmenté de près de 2 °C en Suisse ces 150 dernières années.

Selon les projections, cette tendance se poursuivra encore. À cause du changement climatique, nous devons, à l'avenir, chauffer et rafraîchir les bâtiments. Une bonne planification est donc nécessaire pour assurer des températures intérieures agréables, été comme hiver.

Car ce que nous construisons aujourd'hui devra toujours être viable dans 50 ans. Une température ambiante confortable peut être assurée grâce à une protection solaire optimale, une évacuation efficace de la chaleur et comportement adapté – si possible sans installations de climatisation.

# Moins chauffer, plus refroidir

## Hausse nette des jours de canicule

Depuis le début des mesures il y a 155 ans, la température moyenne annuelle sous nos latitudes a augmenté d'environ 2°C et les records de chaleur sont battus à des intervalles toujours plus rapprochés. Outre des étés secs et des hivers peu enneigés, le réchauffement climatique se traduit par une hausse des fortes précipitations et des jours de canicule (avec des températures maximales journalières de 30°C et plus). Si d'importants efforts sont accomplis à travers le monde pour préserver le climat, la Suisse peut s'attendre à observer 12 jours de canicule supplémentaires (le double) d'ici 40 ans. Dans des scénarios moins optimistes, ce nombre s'élève à 22 jours. Une hausse des températures en hiver entraîne une baisse des besoins en chauffage. À l'avenir, le défi consistera donc à éviter que les bâtiments ne surchauffent en été.

## Hausse exponentielle des besoins en climatisation

Dans leur étude intitulée «ClimaBau – Planen angesichts des Klimawandels» menée par la Haute École de Lucerne sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie, les auteurs concluent que le changement climatique a un impact significatif sur les besoins énergétiques et le confort des bâtiments. Pour comparer les périodes «1995» (1980 – 2009) et «2060» (2045 – 2074), ils ont étudié quatre bâtiments types (bâtiment ancien standard, bâtiment ancien protégé, bâtiment neuf mas-

sif, bâtiment neuf hybride). Alors que les besoins en chauffage diminuent, ceux en climatisation augmentent de manière exponentielle. La structure de la façade et la capacité de stockage du bâtiment influent dans une large mesure sur la température ambiante intérieure lors des périodes de canicule. La qualité, la taille, l'orientation et le degré d'ouverture des fenêtres, les systèmes d'ombrage, idéalement automatiques, et le rafraîchissement nocturne sont particulièrement importants.

## Le confort commence dès la planification

Nos bâtiments ont une durée de vie de 50 à 100 ans. Ce que nous construisons aujourd'hui doit donc pouvoir résister aux conditions climatiques de demain. L'objectif est d'obtenir des températures ambiantes confortables avec le minimum de mesures de refroidissement possible durant le cycle d'utilisation. Certains paramètres de conception tels que l'orientation du bâtiment, sa surface vitrée et sa capacité de stockage sont déterminants. Une protection solaire extérieure mobile et pilotée pour les éléments transparents rejette la chaleur en été et l'absorbe en hiver. La chaleur excédentaire peut-être efficacement évacuée par les fenêtres lors d'un rafraîchissement nocturne (freecooling) ou par le chauffage au sol (geocooling).

Un concept optimal de protection thermique estivale peut atteindre plusieurs objectifs divergents: la contradiction, par exemple, entre la réduction des apports solaires thermiques et la nécessité d'une

L'étude «Climabau» montre l'évolution des besoins en chauffage et en climatisation. Les bâtiments anciens offrent généralement une plus grande capacité thermique avec une plus faible part vitrée en façade (Source: HSLU).

### Influence du changement climatique – comparaison entre «1995» et «2060»

	Bâtiments anciens	Bâtiments neufs
<b>Réduction des besoins en chauffage</b>	env. 20%	env. 30%
<b>Augmentation des besoins en climatisation</b>	exponentielle, mais nettement plus faible que dans les nouvelles constructions	élevée, à env. 50% de la chaleur de chauffage
<b>Puissance frigorifique pour la période 2060</b>	25 à 40% de la puissance de chauffage	jusqu'au double de la puissance de chauffage

lumière naturelle suffisante, ou entre les gains solaires désirés en hiver et le risque de surchauffe en été.

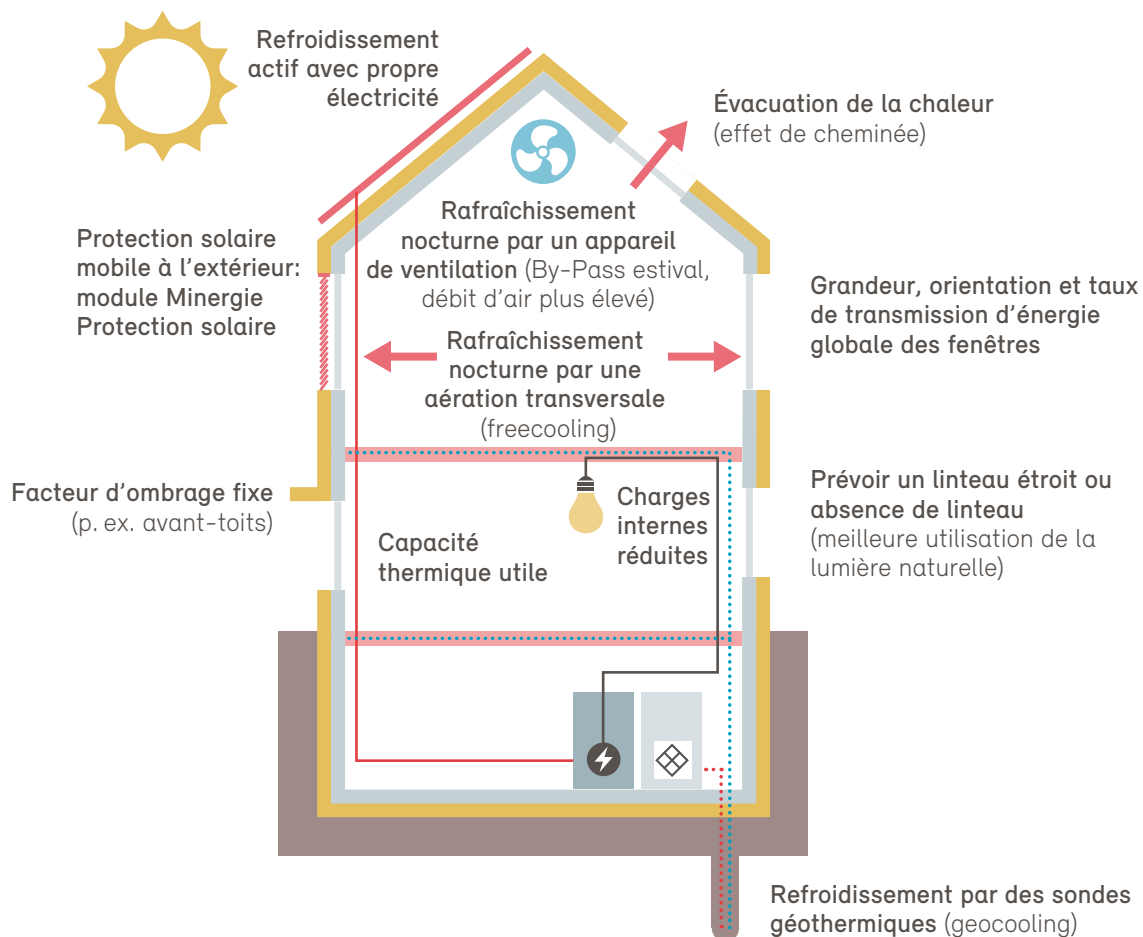
## Confort

Le confort thermique varie grandement d'une personne à l'autre. Une situation est optimale lorsque la température est perçue comme neutre par la plupart des utilisateurs, c'est-à-dire ni trop chaude ni trop froide. La norme SIA 180 considère que les conditions de confort sont approchées si au moins 90% des utilisateurs se sentent à l'aise en exerçant une activité normale tout en portant des vêtements saisonniers. La température ambiante estivale recommandée par la SIA se situe entre 22°C et 26,5°C.

### Contexte urbain

En ville, les températures estivales augmenteront encore plus rapidement que dans les zones rurales, principalement en raison de l'étanchéité des sols, créant des îlots thermiques. Il est important que les axes d'air froid naturels ne soient pas bloqués par des barrières architecturales, par exemple par des bâtiments de grand volume. L'environnement des bâtiments doit également contribuer à réduire la production de chaleur. Cela signifie plus d'espaces verts et de plans d'eau et moins de surfaces étanches. Les façades et toits végétalisés ont également un impact positif sur l'évolution des températures à l'intérieur des bâtiments. Les exigences d'un quartier Minergie préviennent la création d'îlots de chaleur.

## Protection thermique estivale dans le bâtiment Minergie



# Protéger et stocker

La protection thermique estivale doit être planifiée par les architectes en tenant compte de leur multidisciplinarité. Les décisions fondamentales concernant la planification doivent être prises dès le début, le volume et l'orientation d'un bâtiment, ainsi que la forme de sa façade (nombre d'ouvertures), ayant une grande importance pour la planification urbaine. Les divers aspects et exigences de la construction durable dont fait partie la protection estivale ne doivent pas être assurés a posteriori par des installations techniques. Au contraire, les aspects technologiques et architecturaux doivent être étroitement liés.

## Un refroidissement actif peut être utile

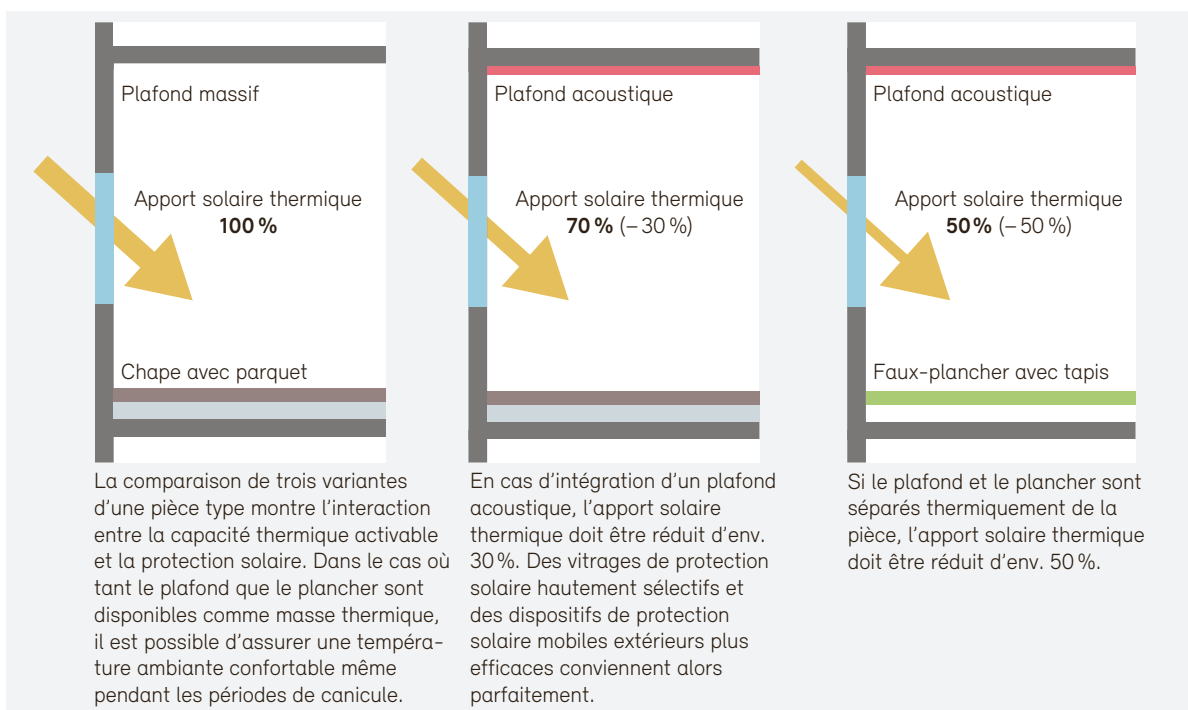
Dans un avenir proche, les différences saisonnières au niveau de l'offre en électricité augmenteront. Alors que la mise hors service des centrales à combustion fossile et nucléaire entraîne des pénuries d'électricité en hiver, les systèmes photovoltaïques permettent de produire davantage d'électricité en été. L'utilisation d'électricité PV produite dans le logement pour le refroidissement actif des espaces de vie et de travail lors des périodes de canicule peut être utile, notamment parce qu'une grande quantité d'électricité solaire est produite durant ces périodes et peut conduire à un excédent.

## Exigences de base

La norme SIA 180 exige qu'un bâtiment soit conçu de manière à assurer une atmosphère ambiante agréable sans besoin de système de refroidissement actif lorsque sa charge thermique est modérée, que sa protection solaire fonctionne correctement et qu'il bénéficie d'une aération naturelle. En principe, il convient pour cela de respecter trois points: d'abord, réduire les charges thermiques internes et externes; ensuite, stocker temporairement les charges thermiques résiduelles dans les éléments architecturaux et, finalement, les évacuer le plus efficacement possible.

## Réduire les charges thermiques, utiliser un dispositif de stockage

L'apport solaire thermique et la capacité de stockage des éléments architecturaux sont des facteurs clés. Si la capacité de stockage est faible, la protection solaire doit être plus efficace. À l'inverse, une capacité de stockage plus élevée permet

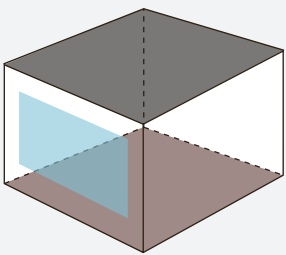
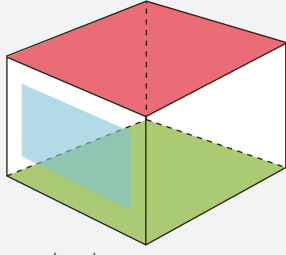


davantage de liberté lors de la conception de la façade et de la protection solaire. Il faut être particulièrement vigilant lorsque des mesures acoustiques doivent être prises, la capacité thermique pouvant s'en trouver réduite. Attention: la réduction de l'isolation thermique ne contribue pas à diminuer les températures estivales élevées, au contraire: l'isolation diminue l'apport de chaleur de l'extérieur. La protection solaire n'entravant idéalement que l'ensoleillement direct, le vitrage joue un rôle essentiel, en particulier dans les pièces à faible capacité thermique dont l'orientation permet une bonne diffusion des rayons du soleil. C'est pour cette raison que des vitrages isolants très sélectifs sont souvent recommandés pour les bâtiments administratifs.

### Mesures

- Nombre équilibré de surfaces vitrées: logements 20 à 30%; bureaux 30 à 40%
- Faibles valeurs U et g des fenêtres
- Excellente protection solaire mobile
- Capacité thermique optimisée: plafonds et planchers activables, pas de faux-plafond, de préférence des plafonds en béton brut et des parois intérieures épaisses

- Excellente isolation de l'enveloppe du bâtiment
- Pas de vitrage d'angle en cas de surface vitrée importante et de capacité thermique réduite
- Linteau étroit ou absence de linteau pour une meilleure utilisation de la lumière naturelle avec le même apport thermique
- Bonne transmission de lumière (valeur  $\tau$  ou  $T_{vis}$ )
- La structure de la façade (massive ou en bois) joue un rôle secondaire si la surface est réduite.
- Un ombrage fixe intelligemment planifié permet de réduire l'apport de chaleur lorsque le soleil est haut (été).
- Minimisation des charges internes (ampoules LED et matériel informatique efficaces, appareils électriques performants, veiller aux étiquettes-énergie)

Caractéristiques de deux pièces typiques		
	Séjour	Bureau
	Plafond massif	Plafond séparé thermiquement à 80% avec des panneaux acoustiques
		
	Chape avec parquet	Faux-plancher avec espace d'installation
Point fort	Capacité de stockage	Réduction de l'apport solaire thermique
Valeur g du vitrage	50%	27%
Valeur g totale (avec protection solaire)	10%	7%
Capacité d'accumulation thermique spécifique	50 Wh/m <sup>2</sup> K	30 Wh/m <sup>2</sup> K

Deux pièces typiques avec une surface de plancher nette de 25 m<sup>2</sup> chacune, des stores à lamelles orientables à l'extérieur identiques et orientation à l'ouest. Le nombre de surfaces vitrées s'élève à 30% pour les deux variantes.

# Protection solaire

De nos jours, la protection solaire est généralement assurée par des stores à lamelles extérieurs ou par des marquises. Des éléments d'ombrage comme des balcons peuvent aussi contribuer à réduire les apports solaires. Ces solutions peuvent toutefois avoir une influence déterminante sur la luminosité naturelle. Elles ne conviennent pas à toutes les utilisations et leur impact sur l'apport thermique (désiré) en hiver doit également être pris en compte. Cela vaut aussi en cas d'utilisation d'un vitrage de protection solaire. Il en résulte un conflit d'objectifs entre l'exploitation de la lumière naturelle et la protection solaire estivale. Les architectes et les maîtres d'ouvrage doivent par conséquent évaluer avec soin les avantages respectifs de ces mesures.

## Rapport entre la transmission lumineuse et la transmission énergétique totale (indice de sélectivité)

Une bonne transmission lumineuse est souhaitable pour économiser l'électricité nécessaire à l'éclairage. En revanche, la transmission énergétique totale doit être la plus faible possible pour assurer la protection thermique estivale dans les bureaux. Le rapport entre ces deux grandeurs indique la qualité du vitrage et comment ils peuvent être utiles pour des bureaux, par exemple 2,0 (sélectivité). Dans les logements, l'apport solaire thermique en hiver est très appréciable (valeur g élevée).

### 3 variantes de protection solaire, caractéristiques

Situation	Fenêtre de 1,7 m de haut avec protection solaire mobile à l'extérieur	Avant-toit devant une fenêtre haute avec protection solaire extérieure	Fenêtre haute et étroite avec embrasure sur le pourtour (sans protection solaire à l'extérieur)
Utilisation de la lumière naturelle			
Ombrage de la construction	aucun	1,8 m	0,4 m
Transmission lumineuse $T_{vis}$ par le vitrage	70%	65%	52%
Valeur g du vitrage	50%	45%	26%
Rapport $T_{vis}$ et valeur g	1,4	1,4	2,0
Part vitrée	30%	30%	30%
Valeur g totale	10%	10%	26%

Principes de la protection solaire pour une pièce orientée à l'ouest avec différentes qualités de verre et de parts vitrées. La capacité d'accumulation thermique spécifique est de  $50 \text{ Wh/m}^2 \text{ K}$  pour toutes les variantes.



## Critères de sélection

Lors de la sélection du système de protection solaire, d'autres aspects doivent être pris en compte:

- Classe de résistance au vent requise selon la région, la catégorie de terrain et la hauteur de l'installation
- Nécessité d'une protection supplémentaire contre l'éblouissement
- Protection des regards extérieurs
- Danger de vandalisme
- Prévention de la formation d'ombres

## Lumière, oui; chaleur, non

Les vitrages de protection solaire ont une fonction filtrante: leurs couches sélectives réfléchissent principalement les rayons infrarouges à ondes longues et laissent passer la plupart des rayons visibles à ondes courtes. Cela permet de réduire l'apport thermique dans la pièce, sans diminuer fortement la luminosité naturelle. La majorité des fabricants de vitrages de protection solaire différencient les couches du vitrage. Le verre contre l'extérieur est doté d'un film de réflexion sur sa surface contre intérieure alors que les deux autres couches de verre sont dotés d'un film de réflexion sur leurs surfaces contre l'extérieur.

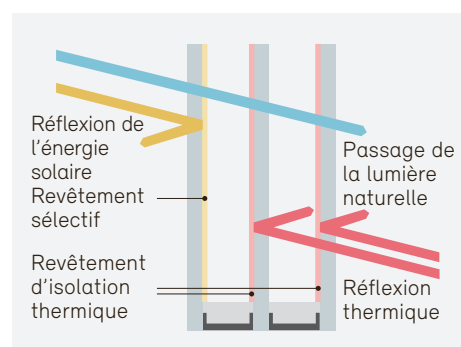
Les vitrages de protection solaire doivent donc permettre la transmission lumineuse la plus élevée possible et réduire au maximum la transmission énergétique. Le rapport entre ces deux grandeurs est qualifié d'indice de sélectivité (IS) par les professionnels ( $S = \tau/g$ ). Si le vitrage contribue à la protection solaire, cet indice doit être le

plus élevé possible. Attention: les valeurs  $\tau$  et  $g$  n'ont pas de corrélation linéaire.

Les valeurs  $g$  faibles réduisent l'exploitation passive de l'énergie solaire, même lorsque la chaleur solaire est la bienvenue. Pour les logements, l'apport de chaleur solaire doit donc être évalué de manière adéquate. Dans ces bâtiments, la protection thermique estivale peut généralement être assurée par d'autres mesures, notamment par une protection solaire extérieure mobile, une masse thermique importante et le free-cooling.

Lors de la commande de vitrages de protection solaire, le facteur  $b$ , rapport entre les valeurs  $g$  d'un vitrage de protection solaire et d'un vitrage sans couche de protection solaire (normalisé sur une valeur  $g$  de 80%), joue parfois un rôle.

**Exemple:** valeur  $g$  de la protection solaire 24%; valeur  $g$  sans protection solaire 80%, le facteur  $b$  équivaut donc à 0,3.



Structure d'un verre de protection solaire.

### Vitrages de protection solaire: caractéristiques typiques et exemples de grandeur\*

	Valeurs élevées	Valeurs basses	Haute performance
Transmission de la lumière $\tau$	66 %	17 %	52 %
Degré de perméabilité énergétique totale $g$	39 %	13 %	26 %
Coefficient sélectif	1,7	1,3	2

\* Ces caractéristiques typiques se rapportent à des triples vitrages de protection solaire thermique.

# Piloter et gérer



La protection thermique estivale dépend beaucoup du comportement des résidents et des utilisateurs. Dans les bâtiments résidentiels, la «gestion thermique» s'effectue généralement manuellement (selon le «bon sens», pour ainsi dire). Les systèmes automatiques sont plus commodes dans les bureaux et les bâtiments commerciaux ou liés à la santé. Ces fonctions sont souvent combinées à l'automatisation du bâtiment. Le module Minergie Protection solaire est la solution idéale pour tous ces types de bâtiment.

## Évacuer la chaleur

Les charges thermiques devraient si possible être évacuées de manière naturelle, par exemple par une aération par les fenêtres (freecooling). L'aération nocturne, notamment, peut contribuer à améliorer le climat intérieur en été, sous réserve que les températures extérieures soient fraîches et que la capacité thermique de la pièce et la forme de l'ouverture des fenêtres le permettent. Pour une même surface d'ouverture, les fenêtres hautes sont nettement plus efficaces que les basses. L'aération nocturne naturelle atteint cependant rapidement ses limites en milieu urbain: le bruit, la qualité de l'air et les températures estivales en ville peuvent restreindre, voire annuler, les avantages d'un refroidissement naturel par les fenêtres. Il en va de même lorsque les possibilités d'ouverture des fenêtres ou d'une partie de la façade sont limitées pour des raisons de sécurité. Idéalement, la solution passe par des mesures structurelles permettant de réduire les apports solaires. Des solutions techniques efficaces et économes en ressources peuvent contribuer au confort thermique. Toutefois, sans mesures supplémentaires, l'aération contrôlée seule ne suffit généralement pas pour des débits d'air relativement faibles. Une approche courante consiste à recourir au geocooling, qui abaisse la température ambiante grâce au «froid terrestre». L'eau

souterraine peut également être utilisée comme source de froid, mais avec prudence dans la mesure où elle peut s'être réchauffée. En présence d'une sonde géothermique, la chaleur est renvoyée au sous-sol, dont elle permet la régénération. L'extraction de la chaleur se fait généralement par un appareil de chauffage au sol ou par le préconditionnement de l'air d'arrivée. Dans les deux cas, le risque de condensation et la qualité du revêtement au sol (en cas de refroidissement par le sol) doivent être pris en compte. La puissance frigorifique effective est donc généralement limitée. Cela peut également se faire avec une pompe à chaleur air-eau. Le refroidissement par installation PV est également un moyen d'améliorer l'atmosphère ambiante en été.

## La simplicité avant la complexité

Il vaut toujours mieux privilégier les systèmes de commande les plus simples. Une faible complexité réduit la probabilité d'erreurs dans la planification et le fonctionnement. Les utilisateurs et les utilisatrices doivent donc être renseignés sur leur mode d'emploi.

## Mesures

Outre une protection solaire extérieure mobile, si possible commandée en fonction de la lumière du jour (déjà largement utilisé dans les immeubles administratifs) et ayant une classe de résistance au vent élevée, les mesures spécifiques suivantes peuvent contribuer au rafraîchissement nocturne:

- Permettre l'aération transversale
- Prévoir un vantail oscillo-battant, avec moteur si besoin
- Exploiter l'effet de cheminée: équiper les escaliers de lanterneaux pilotables. Les associer si possible à des ouvertures de renouvellement d'air anti-effraction dans

la façade et à des portes anti-incendie au niveau du rez-de-chaussée

- Exploiter atrioms et cours intérieures
- Rafraîchissement nocturne par système d'aération avec fonction bypass si le rafraîchissement nocturne par les fenêtres n'est pas possible
- Instructions et optimisations du fonctionnement (bonne aération, bon fonctionnement de la protection solaire, bonne commande de l'aération)

## Solutions selon l'affectation

### Logements

Situation initiale: longue absence durant la journée et généralement pas de protection solaire à commande, faibles charges thermiques internes, longue présence durant la nuit (pendant un éventuel rafraîchissement nocturne).

Mesures: aération nocturne par les fenêtres ou système d'aération; rafraîchissement via les serpentins de chauffage au sol et sonde géothermique, viser une utilisation simple. Le module Minergie Protection solaire offre une solution complète pour les logements, régulation incluse.

À gauche: utilisation de l'électricité de la propre installation PV pour le refroidissement.

Centre: module de protection solaire certifié selon Minergie

À droite: Le comportement des usagers contribue beaucoup à une bonne atmosphère ambiante.

### Bureaux et bâtiments commerciaux

Situation initiale: longue présence durant la journée, charges internes élevées, commande du bâtiment généralement disponible, peu de présence durant la phase de rafraîchissement nocturne.

Mesures: niveau de technologie plus élevé, la commande de l'automatisation du bâtiment doit être accessible aux utilisateurs pour la satisfaction des usagers, nécessité d'un rafraîchissement nocturne efficace avec un taux de renouvellement d'air élevé; pour plus d'efficacité, systèmes manuels, automatisés, fonctionnant à l'eau si besoin, comme les systèmes d'éléments de construction thermoactifs. Nécessite une capacité de stockage suffisante. Possibles conflits avec des aspects liés à la sécurité tels que la protection contre les effractions et les orages. Le module Minergie Protection solaire est tout à fait adapté à un usage commercial.

### Centres pour personnes âgées et de soins

Situation initiale: longue présence durant la journée et la nuit, charges internes parfois élevées, usagères et usagers sensibles au confort, commande du bâtiment généralement disponible, présence du personnel 24 h/24.

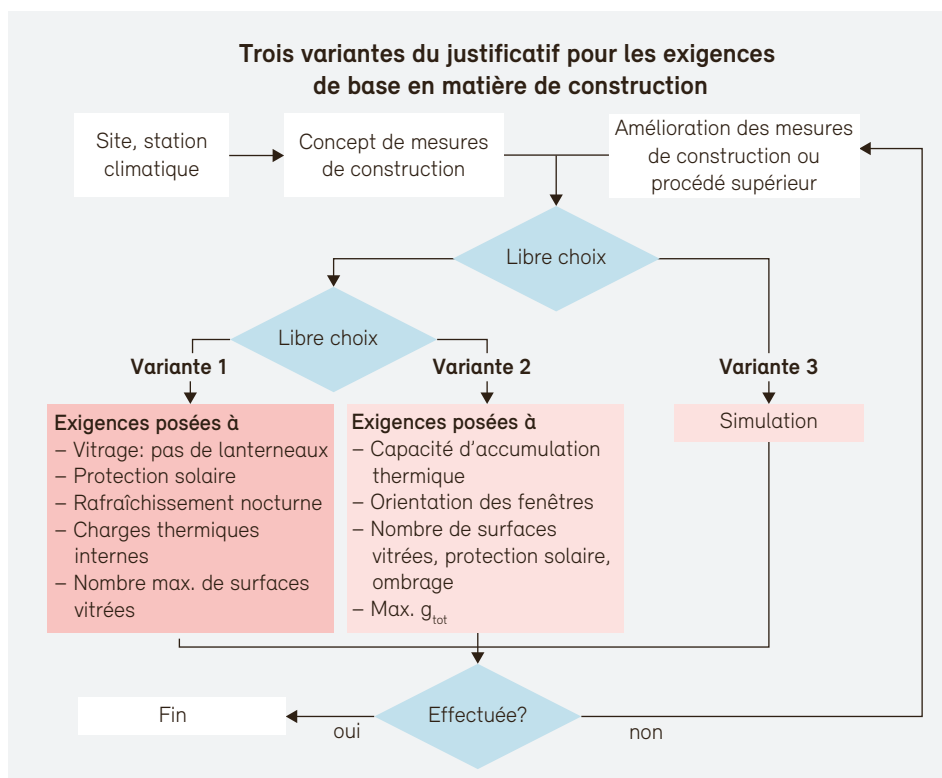
Mesures: la commande de l'automatisation du bâtiment doit être accessible au personnel dirigeant pour la satisfaction des usagers, rafraîchissement nocturne efficace mécanique ou manuel, possibles conflits avec des aspects liés à la sécurité tels que le risque d'orage (vantail battant). Les employés doivent être formés!



# Variante du justificatif

Le justificatif de la protection thermique estivale doit répondre à la norme SIA 180 «Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments», aux normes SIA 382/1, SIA 342 et SIA 416, et aux cahiers techniques SIA 2024 et 2028. Une certification Minergie nécessite un justificatif qui s'éloigne de la norme SIA. Minergie fixe des exigences en lien avec la géolocalisation du bâtiment, indépendamment du justificatif. Ces exigences sont en outre plus strictes pour les bâtiments d'habitation: au lieu de 400 h de surchauffe, Minergie n'autorise que 100 h par an de températures supérieures à 26,5 °C. De plus, les données météo de 2035 doivent être utilisées pour l'évaluation. Minergie propose trois variantes: **la variante 1** avec «l'évaluation globale des cas standard» étant suffisante, notamment pour les bâtiments résidentiels. **La variante 2** se base sur un justificatif effectué pièce par pièce qui règle les éléments clés de la construction (surface vitrée, capacité d'accumulation thermique et protection solaire). La variante 2 de Minergie permet d'optimiser l'ensemble

du système «maison» pour toutes les installations techniques, en compensant par exemple une faible capacité thermique du bâtiment par une meilleure protection solaire ou par un nombre réduit de surfaces vitrées. La variante 2 de Minergie, comme la variante 3, évalue également le confort, notamment les températures ambiantes supérieures à 26,5 °C pendant moins de 100 heures. Le justificatif est établi au moyen de l'outil d'aide pour la protection solaire estivale, disponible gratuitement sur [minergie.ch/certification](http://minergie.ch/certification). La méthode de justification convient également comme outil de planification. **La variante 3** du justificatif nécessite une simulation thermique du bâtiment. Cette variante est nécessaire si le plan prévoit un système de refroidissement actif sous la forme d'une machine frigorifique ou dans les cas particuliers. La simulation doit prouver que les températures ambiantes sont supérieures à 26,5 °C pendant 100 h maximum par an. Dans certains cas, la norme SIA 180 autorise les températures excessives pendant un temps allant jusqu'à 400 h.



Minergie propose trois variantes pour le justificatif de la protection thermique estivale. La variante 1, «Évaluation globale de cas standard», est suffisante pour la plupart des bâtiments.

## Évaluation globale de cas standard selon la variante 1

Le justificatif de la variante 1 de Minergie respecte cinq conditions:

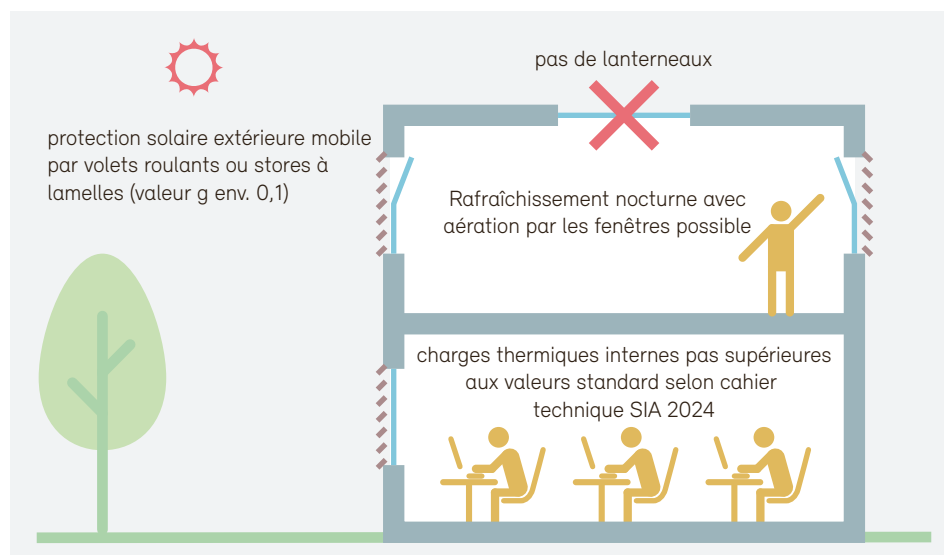
- Vitrage: pas de lanterneaux
- Protection solaire: volets roulants ou stores à lamelles extérieurs, mobiles, avec une valeur de transmission énergétique globale  $g_{tot}$  de maximum 0,1. La résistance au vent doit être au moins de classe 5 selon la norme SIA 342, ce qui permet une vitesse du vent allant jusqu'à 75 km/h en position abaissée.
- Le rafraîchissement nocturne par ouverture des fenêtres doit être possible. (La protection anti-effraction n'entre pas dans le cadre de la certification Minergie.)
- Les charges thermiques internes ne dépassent pas les valeurs standard du Cahier technique SIA 2024. Pour les bâtiments d'habitation, cette valeur standard s'élève à 113 Wh/m<sup>2</sup>d, ce qui, dans un appartement de 100 m<sup>2</sup>, correspond à un apport de chaleur dû à des charges internes de 11,3 kWh par jour.
- Facteur de vitrage: en fonction du site et des caractéristiques de la pièce, la valeur maximale admissible se situe entre 0,11 et 0,46.

Le justificatif de la variante 1, comme celui des variantes 2 et 3, dépend de l'emplacement. Pour tenir compte du climat

sur le site du bâtiment, Minergie a fixé un nombre maximum de surfaces vitrées pour cinq groupes climatiques et quatre types de pièces. Le nombre  $n_g$  correspond au rapport entre la surface vitrée translucide et la surface nette au sol, soit  $n_g = A_{SV}/A_{SNS}$ . Le facteur de vitrage ne doit pas être confondu avec la part vitrée, pour laquelle la surface vitrée translucide se réfère à la surface de façade correspondante.

**Groupes climatiques.** A: Tessin; B: région du lac Léman et du lac de Neuchâtel; C: Bas-Valais, Plateau, Suisse orientale, Zurich; D: Préalpes; E: sites alpins.

**Typologie des pièces.** Pièces avec une ou deux façades, avec plafond en béton ou en bois, chape de structures variées, avec plafond en béton majoritairement libre ou couvert et ombrage extérieur par balcons. Exemple pour un bâtiment du Plateau: un séjour de 20 m<sup>2</sup> avec jusqu'à deux façades et un plafond en béton libre à plus de 80 % peut avoir une surface vitrée de 4,8 m<sup>2</sup> maximum (facteur de vitrage 0,24). Pour la même pièce, mais avec un plafond en bois et une chape en ciment de 6 cm d'épaisseur, la surface vitrée transparente ne doit pas dépasser 3,6 m<sup>2</sup> (facteur de vitrage 0,18). Pour les tableaux complets et davantage d'informations, se référer au document «Aide à l'utilisation».



Les cinq conditions pour le justificatif selon la variante 1 Minergie.

# Planification intégrale

**Objet**  
Büro und Produktion,  
Winterthour

**Maître de l'ouvrage**  
Baltensperger AG et  
3-Plan AG,  
Winterthour

**Architecte**  
Bob Gysin Partner  
BGP Architekten ETH  
SIA BSA, Zurich

**Ingénieur civil**  
Wetli Partner,  
Winterthour

**Installations techniques**  
3-Plan AG, Winterthour

**Énergie et durabilité**  
3-Plan AG, Winterthour

**Protection solaire**  
Griesser AG, Aadorf

**Année de construction**  
2014 – 2017

**Standard**  
Minergie-P  
(ZH-414-P)

L'ensemble de trois bâtiments différents à Winterthour se caractérise par un procédé de construction économe en ressources, un concept énergétique innovant sans sources d'énergie fossile et un taux élevé d'éléments préfabriqués. Le bâtiment de production de la menuiserie long de 100 mètres conduit aux bureaux. À cela s'ajoute un nouveau bâtiment de bureaux de cinq étages à l'architecture différente. Doté d'une ossature en béton avec éléments en fibre de verre, il peut être divisé en trois zones: un noyau renforcé massif, une zone de circulation concentrique avec des niches à café, et un espace de travail en open space délimité extérieur.

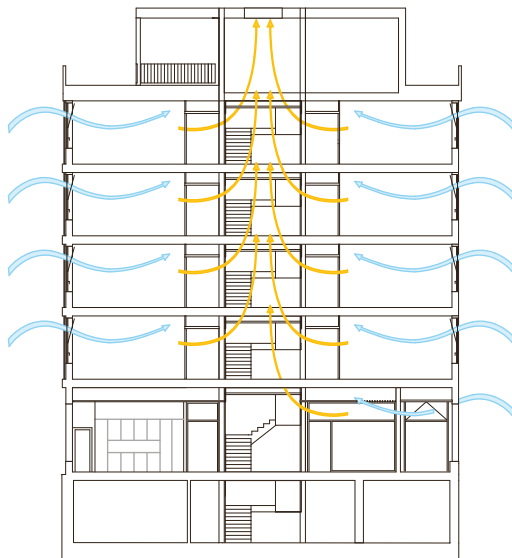
## Mesures techniques et structurelles

Le confort thermique des utilisateurs se trouvait déjà au cœur de la conception. Il respecte trois principes fondamentaux qui sont la minimisation de l'ensoleillement de la façade, l'utilisation de la masse comme tampon et l'évacuation efficace de la chaleur excédentaire. Une part vitrée équilibrée de 38 %, une isolation thermique élevée de l'enveloppe du bâtiment et une capacité thermique optimale (plafond et

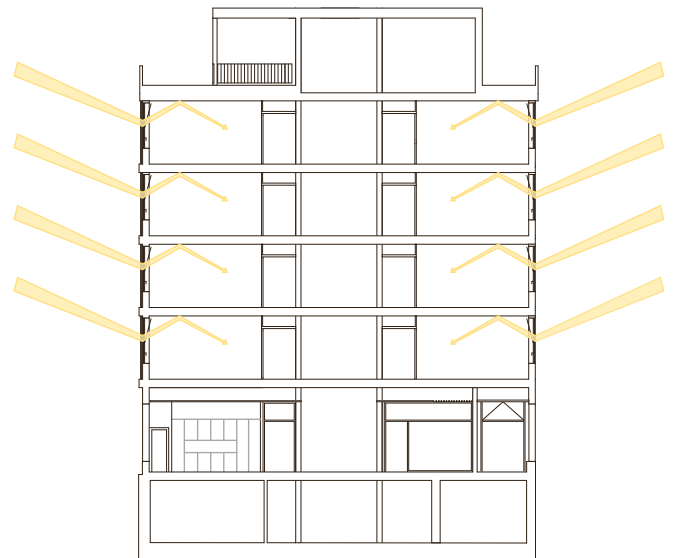
sol), ainsi que des surfaces minérales créent des conditions architecturales idéales pour des températures intérieures confortables. Pour un rafraîchissement nocturne efficace, le bâtiment utilise l'effet de cheminée. Les vantaux d'aération à commande motorisée au niveau de l'entrée, de la façade derrière les lamelles en bois et des escaliers permettent si besoin un rafraîchissement nocturne naturel en été. Les utilisateurs peuvent contrôler individuellement la température ambiante avec un vantail manuel. Une protection solaire externe intelligente optimisant l'utilisation de la lumière naturelle par orientation et réflexion a en outre été ajoutée.

Les charges internes sont minimisées au maximum, en partie grâce à des appareils optimisés et des lampes à LED. Une pompe à chaleur air-eau réversible assure une température ambiante agréable, été comme hiver. L'électricité nécessaire au chauffage et au refroidissement est produite par une installation photovoltaïque fonctionnant en grande partie avec sa propre électricité. Ce concept innovant a été rendu possible grâce à une planification globale prenant en compte toutes les installations techniques.

Rafraîchissement nocturne efficace



Éclairage naturel optimisé



Un éclairage naturel suffisant et une protection solaire thermique efficace ne sont pas contradictoires.



Un éclairage naturel suffisant et une protection solaire thermique efficace ne sont pas contradictoires. Une part vitrée appropriée, une grande capacité thermique et une enveloppe bien isolée constituent des conditions optimales pour une atmosphère ambiante agréable.

# Une maison pour l'avenir

<b>Objet</b> Sonnenpark Plus, Wetzikon	L'immeuble collectif Sonnenpark Plus à Wetzikon est habité depuis juin 2018. Ses dix appartements de 4,5 et 5,5 pièces répondent à des exigences élevées en matière d'efficacité énergétique et d'atmosphère ambiante. Le bâtiment, parfaitement adapté à l'ensoleillement, forme un corps compact avec, au sud, des éléments photovoltaïques et au nord par une enveloppe en bois grisée.
<b>Maître de l'ouvrage</b> Arento AG, Hinwil	
<b>Architecte</b> Arento AG, Hinwil	
<b>Ingénieur civil</b> Forster & Linsi AG, Pfäffikon	
<b>Installations techniques du bâtiment</b> Gasser Energy Oberhasli	
<b>Protection solaire</b> Griesser AG, Aadorf	
<b>Année de construction</b> 2017 – 2018	
<b>Standard</b> Minergie-P (ZH-447-P)	

25 tonnes d'argile ont été stockées à l'intérieur du bâtiment et servent de masse de stockage. Ce matériau contribue également à l'équilibre du taux d'humidité, permettant ainsi d'éviter l'assèchement de l'air ambiant pendant les périodes de fortes chaleurs. De grandes fenêtres relient l'espace intérieur à l'espace extérieur. Les balcons s'étirent sur toute la longueur de la maison. Les bâtiments Minergie-P utilisent l'eau de pluie et leur électricité propre. L'installation photovoltaïque du toit et de la façade produit, sur l'année, plus d'énergie que nécessaire pour le chauffage, l'eau chaude et l'électricité domestique. Les résidents disposent en outre d'une voiture électrique, également alimentée par énergie solaire.

## L'argile comme stockage thermique

## Température ambiante constante

L'équipe de planification a résolu la question de la protection thermique estivale par des mesures aussi bien techniques qu'architecturales. Les grandes fenêtres de la façade sud sont naturellement ombragées en été lorsque le soleil est haut. Les pièces sont ainsi protégées de la surchauffe. En hiver, lorsque le soleil est bas, il constitue une source de chaleur bienvenue. Les rayons pénètrent par les fenêtres et peuvent réchauffer les planchers massifs. Des murs d'argile assurent le chauffage et le refroidissement: les pièces atteignent une température ambiante agréable par chauffage mural et non par chauffage au sol. En été, l'eau froide est amenée par le système (écoulement à 20 °C, geocooling par sonde géothermique). Ce système de refroidissement permet de maintenir les pièces à une température d'environ 23 °C, même en cas de températures extérieures supérieures à 30 °C, et consomme très peu d'énergie. L'aération douce permet également le rafraîchissement, l'air frais pouvant être facilement refroidi par les sondes géothermiques. Outre l'effet de rafraîchissement, cette variante rend aussi l'humidité de l'air plus agréable. Un système de commande KNX avec capteurs météorologiques et sondes a été installé. Dès que la température ambiante définie est atteinte, il active automatiquement le store à lamelles prévu comme protection. Il permet ainsi d'éviter la surchauffe des pièces, même en cas de longue absence des résidentes et résidents. Les données d'exploitation du bâtiment sont collectées et analysées en permanence depuis sa mise en service. Les conditions de confort sont très bien respectées, même en période de canicule, et, parallèlement, la consommation énergétique est minimale.





Les balcons intégrés s'étendent sur toute la longueur de la façade sud et font office d'ombrage naturel pour les grandes fenêtres.

# Plus d'infos

## Minergie

Depuis 1998, Minergie est le standard suisse pour le confort, l'efficacité et la protection du climat. Le label de qualité pour les nouvelles constructions et les rénovations comprend toutes les catégories de bâtiments. L'accent est mis sur le confort qui est rendu possible par une enveloppe de bâtiment de qualité, un renouvellement d'air systématique, une protection thermique supérieure à la moyenne et une assurance qualité complète. Les constructions Minergie se distinguent en outre par des besoins énergétiques très faibles, une part maximale d'énergies renouvelables et de faibles émissions de gaz à effet de serre dans la construction et l'exploitation.

Minergie  
Agence romande  
Avenue de Pratifori 24C  
1950 Sion  
027 205 70 10  
romandie@minergie.ch  
minergie.ch

## Publications spécialisées

Les publications suivantes vous permettront d'en savoir plus sur divers sujets spécifiques:

- Mieux planifier, mieux construire – Optimiser avec Minergie
- Planifier l'énergie électrique – Des solutions innovantes pour l'électricité dans les bâtiments
- Un air ambiant sain – Systèmes d'aération standard dans la maison Minergie



Vous trouverez d'autres publications sous:  
[minergie.ch/publications](https://minergie.ch/publications)



Climabau – Planen angesichts des Klimawandels. Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100.



Scénarios climatiques pour la Suisse. National Centre for Climate Services NCCS.

## Sites Internet



Protection thermique estivale:  
[minergie.ch/protection-thermique-estivale](https://minergie.ch/protection-thermique-estivale)



Modules Minergie  
Protection solaire:  
[minergie.ch/modules](https://minergie.ch/modules)



Association suisse du Store et de la Fermeture:  
[storen-vsr.ch](https://storen-vsr.ch)



## Minergie

Agence romande  
Avenue de Pratifori 24C  
1950 Sion

027 205 70 10  
romandie@minergie.ch

[minergie.ch](http://minergie.ch)

Avec le soutien de



Leadingpartner Minergie



Partenaire de publication

