

Protection thermique et protection contre l'humidité

Protection thermique

Une bonne protection thermique est nécessaire pour des raisons de confort et de bien-être, mais aussi sur un plan écologique et hygiénique. La protection thermique, la protection contre l'humidité déterminée par le climat et le confort sont en rapport direct les uns avec les autres.

La certification pour une protection thermique suffisante se fait en général selon les lois physiques des mouvements thermiques à l'état stationnaire, c'est-à-dire avec des conditions marginales fixes et invariables.

Aujourd'hui, chaque enveloppe de bâtiment, qu'elle soit nouvelle ou à assainir, doit aussi être prévue comme une interface avec un potentiel d'économie d'énergie considérable à long terme. Et ce, alors que les exigences en matière de confort d'habitat augmentent, et tout en respectant d'autres aspects architectoniques. Une bonne isolation thermique permet de diminuer la consommation d'énergie consacrée au chauffage, et donc les émissions de particules nocives, à une fraction de la valeur sans isolation. Avec ses mesures d'isolation intérieure, comme par exemple les doublages avec Alba[®]therm et Rigitherm[®] ou les doublages Rigips[®] avec profilés montants métalliques, la construction à sec est particulièrement appropriée pour apporter une contribution à cet égard.

Conductivité thermique λ et résistance thermique R

La conductivité thermique λ est une propriété spécifique des matériaux qui indique en watt (W) la quantité de chaleur qui traverse une couche de matériau de 1 m d'épaisseur sur une surface de 1 m² en une heure, lorsque la différence de température entre les deux côtés de la couche est de 1 K.

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{A \cdot \Delta\theta \cdot t} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$$

avec

A	surface en m ²	= 1 m ²
d	épaisseur de couche en m	= 1 m
Q	quantité de chaleur en W	
t	temps en h	
$\Delta\theta$	différence de température en K	= 1 K

Certains matériaux de construction conduisent bien la chaleur (par ex. les métaux), tandis que d'autres sont de moins bons conducteurs de chaleur (par ex. les matériaux isolants, le bois, le plâtre). Ces comportements différents sont décrits par la conductivité thermique λ . Les petites valeurs λ indiquent une faible conduction de chaleur, et ainsi une bonne isolation thermique.

Direction du flux thermique			
	vers le haut	horizontal ¹⁾	vers le bas
R_{si}	0.10	0.13	0.17
$R_{se}^{2)}$	0.04	0.04	0.04

- ¹⁾ Les valeurs pour «horizontal» s'appliquent jusqu'à un écart de $\pm 30^\circ$ par rapport à l'horizontale.
- ²⁾ Pour les éléments de construction contre la terre, la résistance à la transmission de chaleur extérieure est de $0 \text{ m}^2 \times \text{K}/\text{W}$.

Tableau 16: valeurs de calcul de la résistance à la transmission de chaleur en $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ selon DIN EN ISO 6946

Étant donné que les rapports entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment sont différents, les résistances à la transmission de chaleur R_S sont également différentes du côté intérieur et du côté extérieur.

La résistance thermique (résistance au passage de la chaleur) R pour un élément de construction à une seule couche est définie comme suit:

$$R = \frac{d}{\lambda} [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

avec

- d épaisseur de l'élément de construction en m
 λ valeur de calcul de la conductivité thermique de l'élément de construction en $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Le passage de la chaleur par un élément de construction multicouche RT doit être considéré en substance comme un couplage de résistances en série.

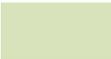
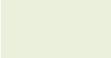
$$R_T = R_{si} + \sum_{i=0}^n R_i + R_{se} [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$$

avec

- n nombre de couches de matériaux de construction
 R_i résistance thermique de la i -ième couche de matériau de construction en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
 R_{se} résistance à la transmission de chaleur à l'extérieur de l'élément de construction en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
 R_{si} résistance à la transmission de chaleur à l'intérieur de l'élément de construction en $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

Coefficient de transmission thermique U

En Suisse, les normes suivantes s'appliquent pour la définition de la protection thermique.

	Valeur $U < 0.15$: nouvelle construction, performance ponctuelle MINERGIE/valeur U planifiée
	Valeur $U < 0.17$: nouvelle construction, MoPEC 08 et 14 (justificatif par performances ponctuelles)
	Valeur $U < 0.20$: nouvelle construction/assainissement, subvention Programme Bâtiments nouvelle construction, MoPEC 08
	Valeur $U < 0.25$: assainissement, MoPEC 08
	Valeur $U < 0.40$: protection thermique minimale selon la norme SIA 180:2014 (certification du système 380/1 nécessaire)

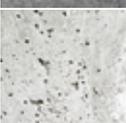
Structure de la cloison		Épaisseur du matériau d'isolation EPS [mm]									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Maçonnerie simple, béton cellulaire 24 cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Maçonnerie composite en briques 30 cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.91 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Maçonnerie de pierre naturelle 50 cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 1.77 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Mur en béton apparent 25 cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Mur en béton contre la terre 25 cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tableau 17: coefficient de transmission thermique U de différents éléments de construction et isolation intérieure avec EPS, $\lambda = 0.031 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par ex. avec carreaux composites Alba*therm et Rigitherm*)

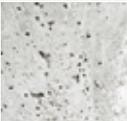
Structure de la cloison		Épaisseur du matériau d'isolation XPS [mm]								
		30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Maçonnerie simple, béton cellulaire 24cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.32	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
	Maçonnerie composite en briques 30cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.91 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.45	0.39	0.34	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.14
	Maçonnerie de pierre naturelle 50cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 1.77 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.60	0.49	0.42	0.36	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15
	Mur en béton apparent 25cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.68	0.55	0.45	0.39	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
	Mur en béton contre la terre 25cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.70	0.56	0.46	0.39	0.32	0.25	0.21	0.18	0.16

Tableau 18: coefficient de transmission thermique U de différents éléments de construction et isolation intérieure avec, $\lambda = 0.027 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par ex. avec carreaux composites Alba*therm)

Structure de la cloison		Épaisseur du matériau d'isolation IPP/RIF [mm]									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Maçonnerie simple, béton cellulaire 24cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Maçonnerie composite en briques 30cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 0.91 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Maçonnerie de pierre naturelle 50cm avec crépi intérieur et extérieur $U = 1.77 \text{ W/m}^2\text{K}$	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Mur en béton apparent 25cm $U = 2.86 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Mur en béton contre la terre 25cm $U = 3.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tableau 19: coefficient de transmission thermique U de différents éléments de construction et isolation intérieure en laine minérale, $\lambda = 0.036 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par ex. doublages Rigips* et Alba* avec matériau isolant IPP et RIF)

Protection contre l'humidité

L'objectif de la protection contre l'humidité est d'éviter une humidité excessive sur la surface ou dans les éléments de construction. Il y a toujours une certaine humidité dans presque tous les matériaux. L'eau fait partie de la vie et de la construction.

L'effet isolant des matériaux de construction et d'isolation est plus faible lorsqu'ils sont humides. La pénétration d'humidité pendant une période prolongée peut compromettre le bon fonctionnement de différents matériaux de construction et provoquer des dommages.

L'air ne peut absorber qu'une certaine quantité maximale d'eau sous la forme de vapeur avant d'être saturé. Le niveau de saturation dépend essentiellement de la température de l'air.

La vapeur d'eau se comporte comme un gaz sec aussi longtemps qu'elle se trouve dans l'air sous la forme de vapeur. Mais une fois que l'air est saturé, la quantité d'eau qu'il contient effectivement dépasse le niveau de saturation, ce qui provoque un dégagement de l'excédent d'eau liquide. De la condensation se forme alors aux noyaux de condensation contenus dans l'air. C'est ainsi que se forme le brouillard, ou alors l'eau se dépose sur la surface des corps solides sous la forme de condensation. Ce phénomène est aussi décrit comme la formation de condensation par franchissement à la baisse de la température du point de condensation. Mais cette condensation ne se produit pas qu'à l'air libre; elle se produit aussi avec la même régularité dans les matériaux de construction poreux.

En général, l'air ambiant contient moins de vapeur d'eau que la quantité nécessaire pour atteindre le niveau de saturation. Le rapport entre la quantité effective et la quantité maximale possible est alors désigné comme humidité relative φ , et ce quotient est exprimé - après multiplication par 100 - en pour cent.

$$\varphi = \frac{V_{\text{effectif}}}{V_{\text{Saturation}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Humidité critique de la surface

En principe, la construction doit être dimensionnée de telle sorte qu'aucune condensation ne se forme sur les surfaces, à aucun endroit, et de sorte à exclure le risque d'infestation de moisissures. Pour garantir l'absence de moisissures, l'humidité de la surface - on entend par là l'humidité relative des couches d'air proches de la surface - ne doit pas dépasser la valeur de 80% sur une longue période.

Les zones exposées à l'humidité de la surface sont les endroits critiques vers les ponts thermiques et dans les coins de la moitié supérieure et inférieure de la salle. Les coins tridimensionnels dans la moitié inférieure d'une salle sont les plus exposés, si l'on fait abstraction de la convection empêchée par les meubles. De tels cas doivent de toute façon être étudiés séparément.

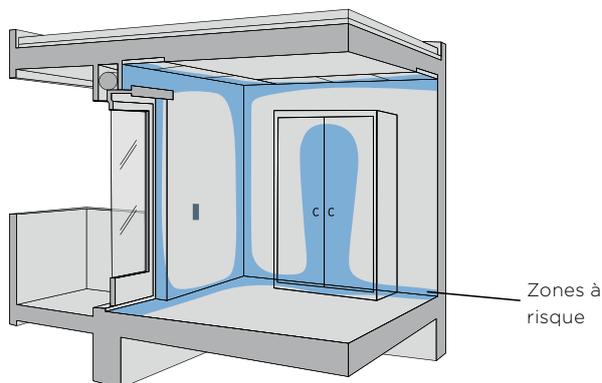


Illustration 28: zones à risque classiques

Limitation de l'humidité dans les constructions

Si deux espaces – dans le sens climatologique du terme – sont séparés par un élément de construction et s'il y a une différence de pression de vapeur d'eau entre les deux côtés, comme dans le cas de l'exemple précédent, alors une migration des molécules de vapeur d'eau se produit en direction de la condensation la plus faible. C'est le cas en hiver, principalement du côté chaud vers le côté froid. Il faut tenir compte du fait que ce n'est pas la quantité d'humidité relative qui entraîne la diffusion, mais bien la différence de pression entre les quantités de vapeur d'eau qui sont effectivement présentes.

De façon analogue à la densité de flux thermique, les différences de pression induisent une densité de courant de diffusion. Et, de façon analogue à la résistance thermique, les matériaux présentent aussi une résistance à la diffusion. Idéalement, il est recommandé d'élaborer la construction de telle sorte que les résistances à la diffusion des différentes couches diminuent du côté chaud au côté froid. Le courant de diffusion qui se manifeste – selon les conditions de pression de vapeur dominantes – pourra ainsi traverser librement l'élément de construction, sans que cela ne provoque la formation de condensation. En général, une telle structure est pratiquement inexistante, et ne peut pas être réalisée avec toutes les exigences relatives à l'enveloppe du bâtiment. Il y a encore l'exigence la plus importante, à savoir la protection du bâtiment contre l'humidité de l'extérieur. Cela se fait au moyen de matériaux étanches, qui sont presque toujours plus ou moins étanches à la vapeur. C'est la raison pour laquelle une accumulation limitée – et non délétère – d'humidité est admise, dans la mesure où elle peut toujours sécher par la suite. Ou exprimé autrement: il ne doit y avoir aucune accumulation d'humidité cumulée sur les années. Cette exigence est tout à fait primordiale pour les matériaux de construction sensibles à l'humidité, comme par exemple le plâtre, le bois et les matériaux dérivés du bois.

Confort

On entend par «confort» dans les locaux d'habitation l'état de bien-être ressenti par une personne utilisant une pièce, en fonction du climat de cette pièce. Le confort dépend de différentes circonstances:

- **influences de la pièce:**
 - la température ambiante de l'air
 - la température moyenne des surfaces environnantes
 - l'humidité ambiante relative
- **influences de l'être humain:**
 - son activité
 - son habillement
 - la circulation d'air
 - son état physiologique

Le confort thermique est une notion individuelle qui diffère en fonction des personnes. Par conséquent, il n'est pas possible d'évaluer formellement le confort thermique; il restera toujours une simple mesure statistique.

En Suisse, la commission de la SIA 180 a décidé de déterminer les conditions du confort de telle sorte que ces conditions sont considérées comme convenables lorsqu'au moins 80% des utilisateurs les ressentent comme confortables – à la condition que l'activité reste normale à l'égard de l'affectation des locaux, et avec un habillement approprié pour la saison.

La condition nécessaire pour garantir un débit volumétrique de l'air extérieur minimal est déterminée par des raisons hygiéniques. Étant donné que l'enveloppe du bâtiment doit en principe être étanche à l'air, cela nécessite une amenée d'air de l'extérieur afin de renouveler l'air ambiant. Cette ventilation contrôlée permet d'éviter l'accumulation de substances nocives et odorantes ainsi qu'une humidité ambiante trop élevée.

Confort en hiver

La température ressentie correspond approximativement à la moyenne arithmétique de la température ambiante et de la température des surfaces côté intérieur. Une faible température des surfaces murales rend ainsi nécessaire une température ambiante plus élevée pour assurer la sensation de confort.

Une retombée d'air froid se produit sur les murs extérieurs dont la température de surface est plus faible que la température ambiante de l'air. Cette situation peut provoquer l'apparition de courants d'air indésirables. Plus la différence de température entre l'air et la surface est importante et plus la hauteur de l'élément de construction est élevée, plus la vitesse du courant est élevée.

Les éléments qui permettent d'influencer le confort d'une construction sont donc principalement une bonne isolation thermique et l'utilisation de matériaux suffisamment climatisants pour la conception des surfaces, comme par ex. le plâtre et les matériaux de construction en bois.

Les températures des surfaces sont plus élevées en cas d'utilisation des systèmes d'isolation intérieure (comme par ex. Alba®therm et Rigitherm®), ce qui a une influence positive sur le confort.

Confort en été

Un bâtiment moderne doit offrir un confort thermique qui correspond à son affectation. Ces exigences en matière de confort devraient être remplies – autant que possible – avec un mode de construction sans climatisation active. Cette exigence force à prendre certaines mesures constructives, mais elle implique également un comportement approprié de la part de l'utilisateur. Parmi ces mesures, on retrouve notamment:

- une protection solaire efficace de toutes les fenêtres;
- l'utilisation d'une masse d'accumulation; par exemple, l'utilisation d'un matériau de construction massif comme les plaques de plâtre à parement double pour les cloisons de séparation du côté intérieur, ou un accumulateur de chaleur latent (PCM) comme Alba®balance pour les surfaces verticales et horizontales;
- une très bonne isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment;
- les charges thermiques internes doivent rester aussi faibles que possible;
- et enfin, un comportement correct de la part de l'utilisateur pour ce qui concerne l'aération traversante nocturne

Le plus important en bref



Rapport direct

La protection thermique, la protection contre l'humidité déterminée par le climat et le confort sont en rapport direct les uns avec les autres

Faible conductivité thermique

Les plaques de plâtre Rigips® présentent une faible conductivité thermique

Humidité

Les matériaux en plâtre ne devraient pas être exposés à l'accumulation d'humidité cumulée sur les années

Capacité latente à stocker la chaleur

Les plaques avec une capacité latente à stocker la chaleur, comme Alba®balance, peuvent être utilisées comme masse d'accumulation et ainsi contribuer au confort dans les locaux intérieurs
