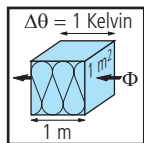


Généralités

Valeurs caractéristiques

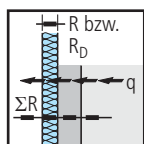


Conductivité thermique λ resp. λ_D W/(m·K)

Spécifique à chaque matériau: flux de chaleur, dans un état stationnaire, qui perd 1 Kelvin de température en traversant une surface de 1 m² de matériau homogène, d'une épaisseur de 1 m.

La conductivité thermique λ_D est la valeur nominale spécifique d'un produit définie par autocontrôle et confirmée par la SIA. La valeur nominale est valable pour une température moyenne de 10°C et un taux d'humidité dans un climat normal; les effets de vieillissement sont également pris en considération lors de la déclaration (cf. SIA 279 et cahier technique SIA 2001).

Pour un matériau contrôlé, cependant non défini, mais d'un groupe de matériaux déterminé, c'est la valeur la plus élevée de ce groupe qui doit être prise en considération (SIA 279). Pour des produits non contrôlés, c'est la valeur la plus élevée dudit matériau qui doit être prise en considération, valeur nettement moins bonne que les valeurs déclarées λ_D .



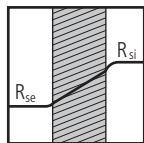
Résistance thermique R resp. R_D (m²·K)/W

La résistance à la conductivité thermique est définie (norme SIA 180) selon la relation des différences de température entre les deux faces d'un élément de construction vers la densité de flux thermique q qui traverse l'élément en état stationnaire. Formulé différemment: la densité de flux thermique q provoquée par une différence de température engendre au sein du matériau un coefficient de résistance thermique $R = d/\lambda$ ou $R_D = d/\lambda_D$ (d = épaisseur de matériaux de construction en m). Le calcul de la résistance thermique R (m²·K)/W de l'isolation en pente est défini par la norme SN EN 6946, annexe C, «Composants et parois de bâtiments – Résistance thermique et coefficient de transmission thermique – Méthode de calcul».

Formule approximative: $R = \frac{\text{épaisseur moyenne de l'isolation m} \times \text{Correction } R_k}{\text{conductivité thermique } \lambda_D \text{ W/(m·K)}}$

Correction R_k pour géométrie simple $\approx 0,9$

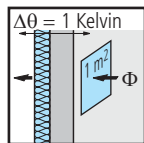
Correction R_k pour géométrie anguleuse \approx de 0,8 à 0,7



Résistance thermique superficielle R_s (m²·K)/W

La résistance thermique superficielle R_s est la capacité de la première couche d'un matériau à s'opposer à un flux d'énergie venant de l'extérieur ou de la dernière couche à un flux venant de l'intérieur. Cela dépend de la direction du flux de chaleur. Les valeurs suivantes sont confirmées selon la norme SIA 180:

- Résistance thermique superficielle intérieure R_{si} 0.13 (m²·K)/W
- Résistance thermique superficielle extérieure R_{se} 0.04 (m²·K)/W
- Résistance thermique superficielle enterrée R_{se} 0.00 (m²·K)/W

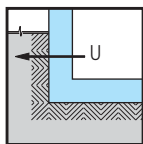


Coefficient de transmission thermique U W/(m²·K)

Le coefficient de transmission thermique U donne le flux de chaleur Φ, dans un état stationnaire, qui traverse une surface de 1 m² de l'élément de construction avec une différence de température de 1 Kelvin entre les deux surfaces.

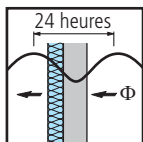
Calculé en vertu de SN EN ISO 6946, appuyé sur la norme SIA 180.

Les valeurs caractéristiques du chapitre "Plafond et sol" n'incluent pas les éléments de chauffage, par exemple chauffage par le plancher.



Valeur U pour éléments de constructions enterrés W/(m²·K)

La valeur U d'un élément de construction enterré est calculée selon SN EN ISO 13370.

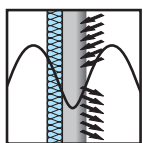


Coefficient de transmission thermique dynamique U_{24} W/(m²·K)

Flux de chaleur considéré avec des variations de température, durant une période de 24 heures.

Calculé en vertu de SN EN ISO 13786, appuyé sur la norme SIA 180.

Pour les constructions de toiture sur des combles habités, selon la norme SIA 180 paragraphe 5.2.5.1, il faut respecter le coefficient de transmission thermique dynamique U_{24} de $\leq 0,20$ W/(m²·K).

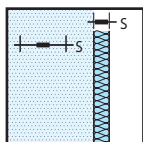


Capacité thermique C KJ/(m²·K)

Energie calorifique qui est stockée dans un matériau ou une partie de construction lors de variations de température ou de flux de chaleur et qui peut être rendue plus tard:

C_{sol} ou $C_{plafond}$: capacité d'accumulation thermique du sol (partie haute de la construction), resp. du plafond (partie basse de la construction)

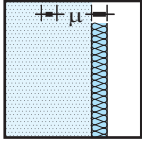
Calculée en vertu de SN EN ISO 13786, appuyée sur la norme SIA 180.



Epaisseur de couche d'air équivalente à la diffusion de vapeur S_D

Epaisseur d'une couche d'air qui présente la même résistance que l'épaisseur du matériau.

$$S_D = \mu \cdot d = (d / \delta) \cdot \delta_a$$



Facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau μ

Indice de l'étanchéité à la vapeur d'eau des matériaux de construction, indiquant de combien de fois la résistance à la diffusion de cette couche est plus grande que celle d'une couche d'air de même épaisseur.

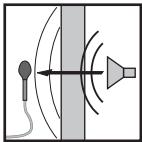
$$\mu = \delta_a / \delta$$

δ_a : conductivité de la vapeur d'eau à l'état stationnaire (0,72 mg/m-h-Pa)

δ : conductivité de la vapeur d'eau de la couche de matière homogène

Dimensionnement du pare-vapeur selon la norme SIA 271

- Paragraphe 2.3.2.3: systèmes non-aérés et dans une utilisation normale de la pièce selon la norme SIA 180, tableau 5: $s \geq 150$ m
- Paragraphe 2.3.2.4: végétalisation avec rétention d'eau: $s \geq 250$ m



Indice d'affaiblissement acoustique pondéré R'_w dB

Caractérise un élément de construction du point de vue de son isolation phonique aérienne, comme valeur unique pour l'ensemble de chaque bande de fréquence. Plus la valeur de R'_w est grande, meilleure est l'isolation phonique aérienne. L'isolation acoustique disponible $D_{e,tot}$, qui en cas de murs extérieurs doit correspondre à la valeur de demande de la norme SIA 181, se calcule de la manière suivante:

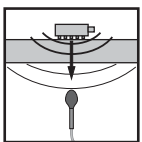
$R'_w + C_{tr} + \Delta L_{LS} - C_v - K_p$ avec:

C_{tr} Valeur d'accommodation de spectre pour l'évaluation des bruits de circulation les plus fréquents (valeur caractéristique de composant)

ΔL_{LS} Correction de niveau de bruit aérien: correction de niveau pour la conversion des indices d'affaiblissement acoustique dans des différences de niveau du son standard, dépendant de la surface de séparation de composant et du volume de l'espace de réception

C_v Correction de volume: valeur de correction pour la prise en compte de plus grands volumes de l'espace de réception concernant des temps de réverbération

K_p Supplément d'étude de projet: valeur de correction pour les valeurs caractéristiques de composants acoustiques provenant de mesures de laboratoire qui doit prendre en compte les variations entre les conditions de laboratoire et de construction (valeur empirique)



Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé $L'_{n,w}$ dB

Caractérise le comportement de protection contre les bruits de choc d'un élément de construction pour la valeur calculée de chaque tierce du niveau de pression de bruit pondéré $L'_{n,w}$. Plus la valeur $L'_{n,w}$ est faible, meilleure est la protection contre les bruits de choc. L'isolation phonique est particulièrement influencée par les ponts phoniques, par ex. dans la couche d'isolation et les joints de bordure.

Selon la norme SIA 181, lors de l'évaluation resp. de la planification de la protection contre les bruits de choc (valeur exigée L'), du niveau de pression de bruit pondéré $L'_{n,w}$ d'autres paramètres ont de l'importance:

C_1 Valeur d'accommodation de spectre pour l'évaluation des bruits de choc de basse fréquence. Cette valeur n'est pas communiquée dans les fiches produits.

C_v Correction de volume de choc en fonction du volume de l'espace de réception

ΔL_{15} Correction de niveau de bruit de choc en fonction du volume de l'espace de réception

K_p Supplément d'étude de projet

Transmission indirecte du bruit de choc

Pour une première évaluation approximative d'une transmission indirecte du bruit de choc (par ex. radier) l'isolation de propagation peut être prise en considération selon les valeurs corrigées dans la figure ci-dessous (construction massive avec une dalle traversante; parois de séparation pas trop minces sur dalles).

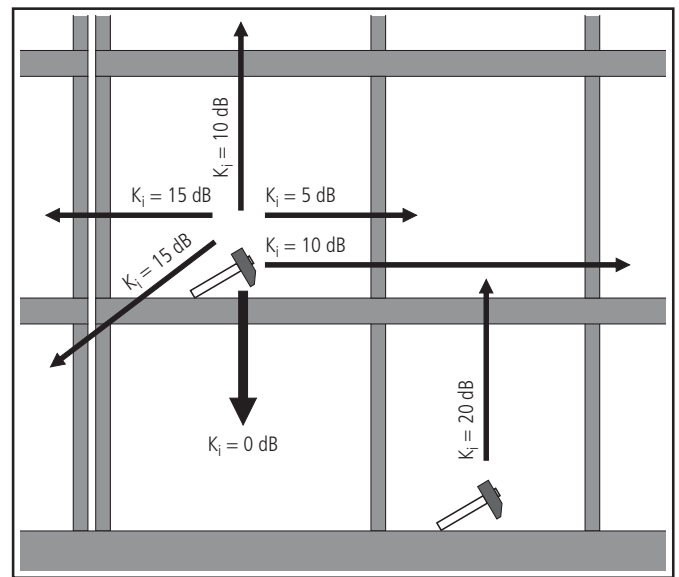
La formule $L'_{n,w} = L'_{n,w,0} - \Delta L_w - K_i$ dB est donc valable avec:

$L'_{n,w,0}$ Indice d'affaiblissement de la dalle brute dB

ΔL_w Amélioration avec couche de revêtement dB

K_i Valeur corrigée pour transmission indirecte des bruits de choc dB

Source: Ch. Zürcher, Th. Frank: Physique du bâtiment, vdf Hochschulverlag AG de ETH Zürich (1998)



Remarque sur la protection contre le bruit

La norme SIA 181 différencie les exigences minimales et les exigences élevées. Les exigences minimales garantissent une isolation phonique qui est seulement capable d'empêcher les gênes les plus importants.

Les exigences élevées offrent une isolation acoustique qui fournit un grand confort aux personnes se trouvant dans les bâtiments. Elles s'appliquent en cas de maisons individuelles sur une ou deux rangées ainsi que pour les bâtiments à étages récemment construits.

Pour les toitures plates, l'isolation phonique contre les bruits aériens provenant de l'extérieur (par exemple le bruit de la circulation) est principalement assurée par les fenêtres. Selon la répartition de la surface entre la fenêtre et la toiture plate, la capacité d'isolation phonique résultante ne peut être augmentée que par des mesures concernant les fenêtres.

Normes, recommandations, prescriptions

Constructions / norme relative

- Voir les spécificités dans les différents chapitres du support.

Matériaux de construction

- Norme SIA 279 «Matériaux de construction isolants - Performances requises et valeurs thermiques utiles d'isolants thermiques, d'éléments de maçonnerie et d'autres matériaux thermiquement importants» (édition 2018)
- Norme SIA 279.162/SN EN 13162
«Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en laine minérale (MW) - Spécification» (édition 2015)
- Norme SIA 279.163/SN EN 13163
«Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en polystyrène expansé (EPS) - Spécification» (édition 2016)
- Norme SIA 279.164/SN EN 13164
«Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en mousse de polystyrène extrudé (XPS) - Spécification» (édition 2015)
- Norme SIA 279.165/SN EN 13165
«Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en mousse rigide de polyuréthane (PUR/PIR) - Spécification» (édition 2016)
- Norme SIA 279.172/SN EN 13172
«Produits isolants thermiques - Évaluation de la conformité» (édition 2012)
- Norme SIA 281 «Lés d'étanchéité» (édition 2017)
- Norme SIA 281/2 «Lés d'étanchéité et étanchéité appliquée liquide - Essais de pelage» (édition 2017)
- Prénorme SIA 281/3 «Lés d'étanchéité - Essai d'adhérence par traction» (édition 2018)
- Fiches techniques des produits swisspor sous: www.swisspor.ch

Protection contre la chaleur et l'humidité / énergie

- Lois cantonales sur l'énergie (exigences relatives à la protection thermique)
- Modèle de prescription énergétique des cantons (MoPEC)
- Norme SIA 180 «Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments» (édition 2014)
- Norme SIA 180.071/SN EN ISO 6946 «Composants et parois de bâtiment - Résistance thermique et coefficient de transmission thermique - Méthode de calcul» (édition 2007)
- Norme SIA 180.073/SN EN ISO 13786
«Performance thermique des composants de bâtiment - Caractéristiques thermiques dynamiques - Méthodes de calcul» (édition 2017)
- Norme SIA 380/1 «L'énergie thermique dans le bâtiment» (édition 2016)
- Norme SIA 381.101/SN EN 12524
«Matériaux et produits pour le bâtiment - Propriétés hygrothermiques - Valeurs utiles tabulées» (édition 2000)
- Norme SIA 380.103/SN EN ISO 13370
«Performance thermique des bâtiments - Transfert de chaleur par le sol - Méthodes de calcul» (édition 2017)
- Cahier technique SIA 2001 «Matériaux de construction isolants - Valeurs thermiques déclarées et autres données relatives à la physique du bâtiment», www.sia.ch/fr/services/sia-norm
«télécharger, Matériaux de construction» (édition 2015)
- Agence MINERGIE®, www.minergie.ch

Protection contre le bruit

- Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB)
- Ordonnance cantonale sur la protection contre le bruit (OCPB)
- Norme SIA 181 «Protection contre le bruit dans le bâtiment» (édition 2006)
- Documentation SIAD 0189 «Documentation sur les composants d'isolation acoustique dans le bâtiment - Inventaire des composants mesurés» (édition 2005)

Protection incendie

- Instructions cantonales de la police du feu
- Prescriptions de protection incendie de l'association des établissements cantonaux d'assurance incendie AEAI

Ecologie

- swisspor spider, indicateur pour des constructions écologiques et économiques, www.isolation-spider.ch
- Construction durable avec MINERGIE-ECO®, www.eco-bau.ch
- Recommandation SIA 493 «Déclaration des caractéristiques écologiques des matériaux de construction» (édition 1997)
- Déclaration sur les produits de construction SIA
www.sia.ch/fr/services/sia-norm/produits-de-construction
- Documentation SIAD 093 «Déclaration des caractéristiques écologiques des matériaux de construction selon SIA 493 - Explication et interprétation» (édition 1997)
- Déclaration environnementale selon SN EN 15804 A1 (édition 2013)

Sécurité au travail

- SUVA Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, 6004 Lucerne, www.suva.ch
- Ordonnance sur les travaux de construction (OTConst) EKAS Bureau de coordination helvétique pour la sécurité au travail, 6002 Lucerne, www.ekas.ch

Groupements spécialisés / institutions / publications

- Voir les spécificités dans les différents chapitres du support.

Prescriptions également applicables

Le présent support de planification ne constitue pas une «recette complète» pour la réalisation des toitures plates. Cependant, par ces détails de construction représentatifs, le choix des matériaux, comprenant les valeurs calculées, est indiqué.

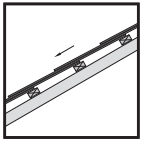
Les présentes indications ont été élaborées sur la base de l'état de la technique actuelle. Nous nous réservons le droit d'introduire en tout temps des modifications en ce qui concerne les divers procédés d'exécution.

Toute responsabilité découlant de cette aide à la planification est expressément exclue.

Les normes et directives en vigueur doivent être observées pour la construction, le choix, le dimensionnement et la pose des matériaux de construction, ainsi que pour la protection contre la chaleur, l'humidité, le bruit et l'incendie.

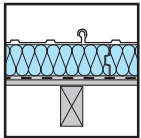
Toiture en pente

Variantes de construction



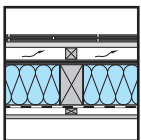
Toiture en pente (inclinée)

Toiture dont l'inclinaison permet une couverture discontinue, posée à recouvrement ou agrafée.



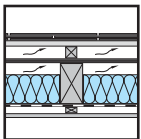
Toiture en pente non ventilée

Toiture soumise à des exigences spéciales quant au comportement en présence d'humidité, comportement ayant fait l'objet de tests.



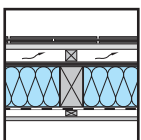
Toiture en pente à simple ventilation

Toiture inclinée avec une lame d'air entre la couverture et la sous-couverture.



Toiture en pente à double ventilation

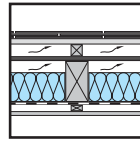
Toiture inclinée avec une lame d'air entre la couverture et la sous-couverture, une autre entre la sous-couverture et la couche inférieure, par ex. l'isolation thermique.



Toiture en pente avec isolation thermique entre la structure porteuse, à simple ventilation (isolation entre chevrons)

Système de toiture comportant une isolation thermique entre les éléments porteurs de la charpente, par ex. les chevrons. L'épaisseur de la couche d'isolation ne peut dépasser l'épaisseur des éléments porteurs. Les espaces vides non ventilés entre l'isolation et la sous-couverture ne sont pas admis.

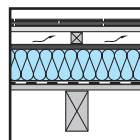
Les éléments porteurs, tels que les chevrons, forment des ponts thermiques qui doivent être intégrés au calcul de la valeur U. La ventilation doit être réalisée entre la sous-couverture et la couverture.



Toiture en pente avec isolation thermique entre la structure porteuse, à double ventilation

Système de toiture comportant une isolation thermique entre les éléments porteurs de la toiture, par ex. les chevrons.

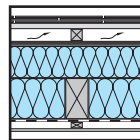
L'épaisseur de la couche d'isolation thermique ne peut dépasser l'épaisseur des éléments porteurs, respectivement les chevrons, déduction faite de l'espace minimal de ventilation requis entre la couche d'isolation thermique et la charpente (tenant compte de la longueur des chevrons et de la pente de la toiture). Les éléments porteurs, tels que les chevrons, forment des ponts thermiques qui doivent être intégrés au calcul de la valeur U. La ventilation doit être réalisée tant entre la sous-couverture et la couverture qu'entre la couverture et la couche d'isolation thermique.



Toiture en pente avec isolation thermique sur la structure porteuse

Lors de la mise en œuvre de l'isolation sur la structure porteuse (isolation sur chevrons), généralement posée sur un support en lambris de bois, une isolation en pleine surface permet d'isoler sans ponts thermiques.

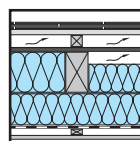
La ventilation doit être réalisée entre la sous-couverture et la couverture.



Toiture en pente avec isolation thermique combinée entre et sur la structure porteuse

Système de toiture avec une combinaison de l'isolation thermique entre et sur la structure porteuse (isolation entre et sur chevrons). Ce système permet la réalisation d'isolation de grandes épaisseurs sans alourdir la construction. Les espaces vides non ventilés entre l'isolation et la sous-couverture ne sont pas admis.

La ventilation doit être réalisée entre la sous-couverture et la couverture.



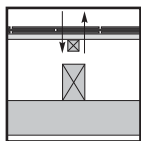
Toiture en pente avec isolation thermique combinée entre et sous la structure porteuse

Système de toiture avec une combinaison de l'isolation thermique entre et sous la structure porteuse (isolation entre et sous chevrons). Ce système permet la réalisation d'isolation de grandes épaisseurs sans alourdir la construction.

Les espaces vides non ventilés entre l'isolation et la sous-couverture ne sont pas admis. L'isolation n'a aucun impact sur le type de couverture.

La ventilation peut être simple (entre la sous-couverture et la couverture) ou double (espace de ventilation entre l'isolation entre chevrons et sous-couverture puis entre la sous-couverture et la couverture).

Eléments



Support/sous-construction

La structure porteuse est l'ensemble des éléments de construction nécessaire à la stabilité et au maintien de la forme d'un ouvrage.

La sous-construction désigne les couches et éléments de toiture n'appartenant ni à la couverture proprement dite, ni à la structure porteuse, par ex. isolation thermique, sous-couverture, lattage, ...

Les charges supportées par la couverture (poids propre, charge de la neige, pression et succion du vent, etc.) doivent être transmises à la structure porteuse du toit et à celle du bâtiment par les éléments de la sous-construction.

Les lattages incorporés dans la structure porteuse doivent être dimensionnés et fixés de manière adéquate.



Couche de support/voligeage

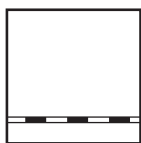
Élément sur lequel se pose une couche telle que pare-vapeur, étanchéité à l'air, isolation thermique, sous-couverture ou couverture non praticable.

Support plat en lames de bois ou panneaux de dérivés du bois (platelage), posé jointif (à joint plat, à battues ou à rainures et crêtes) ou à joint ouvert d'une largeur inférieure à 25 mm.

Les voligeages en bois ou dérivés de bois doivent être construits en surface plane et sèche. La structure porteuse et la sous-construction seront conçues de telle sorte qu'en état de service, la couverture présente l'inclinaison requise.

Si les éléments de sous-construction (voligeage ou lattage) participent à la résistance mécanique de la structure porteuse, ils seront dimensionnés en conséquence et désignés comme tels.

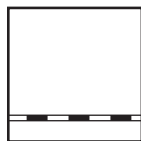
Le voligeage peut influencer la capacité d'isolation acoustique. En augmentant ses dimensions, on peut améliorer la protection contre les bruits aériens.



Pare-vapeur

Le pare-vapeur a le devoir de diminuer en premier lieu la diffusion de la vapeur d'eau au travers de la structure. Il est défini par sa résistance à la diffusion μ ou par son épaisseur de couche d'air équivalente à la diffusion de vapeur S_0 [m]. La nécessité du pare-vapeur est régie par la norme SIA 180.

L'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion de vapeur S_0 du pare-vapeur dépend de la construction comme de la température et de l'humidité relative des climats intérieurs et extérieurs.

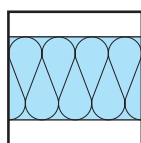


Couche d'étanchéité à l'air

Couche qui garantit que le volume chauffé du bâtiment soit hermétiquement et durablement étanche à l'air. Elle doit se trouver du côté chaud de la construction.

Les toitures isolées doivent être étanches à l'air. Les espaces, permettant la convection, entre la couche d'étanchéité à l'air et l'isolation thermique ne sont pas admis. La position et les caractéristiques de cette couche sont définies par le concept d'étanchéité à l'air, notamment au droit des raccords.

Les câbles électriques et autres installations doivent être placés du côté intérieur.

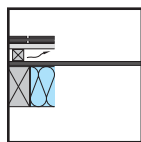


Isolation thermique

Couche de matériau calorifuge qui a pour tâche de garantir, en hiver comme en été, un climat sain et confortable de l'enveloppe chauffée (norme SIA 180). En outre, la couche d'isolation permet de réduire la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux (lois d'énergie cantonales, norme SIA 380/1).

Les matériaux et leur mise en œuvre doivent correspondre aux exigences techniques et répondre à l'usage des différents éléments de construction. Le coefficient de transmission thermique U [$W/(m^2 \cdot K)$] est directement influencé par le choix des matériaux isolants.

Les alternatives disponibles sont présentées dans les modèles de construction de ce document de planification.



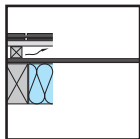
Sous-couverture

Couche étanche constituée de lés, de plaques ou de panneaux, placée sous la couverture et destinée, elle aussi, à l'évacuation de l'eau. Une sous-couverture est nécessaire pour les toitures isolées thermiquement. Elle doit être placée au-dessus de la structure porteuse et de l'isolation.

Le système de couverture, l'altitude de référence h_0 , la pente et la longueur du toit (longueur des chevrons) ainsi que les conditions climatiques posent des exigences différentes à la sous-couverture. On distingue :

- La sous-couverture résistante aux charges normales (lés posés à recouvrement ou avec joints collés, collage étanche au vent, plaques ou panneaux posés à recouvrement ou à emboîtement)
- La sous-couverture résistante aux charges élevées (lés, plaques ou panneaux à joints collés, collage étanche à l'eau)
- La sous-couverture résistante aux charges extraordinaires (lés soudés).

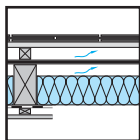
Pour $h_0 > 800$ m et une longueur de chevron $> 8,0$ m, il est nécessaire de mettre en place une sous-couverture résistante aux charges extraordinaires. Si la sous-couverture a la fonction de mise hors-d'eau provisoire, la planification et le choix des matériaux doit répondre aux exigences attendues.



Lattage

Support constitué de pièces de bois ou de dérivés du bois, de profilés métalliques distants de plus de 25 mm. Le lattage doit être dimensionné en fonction du genre, du poids et du matériau de la couverture, de l'entraxe des chevrons et de la charge de la neige (selon la norme SIA 261, pour une altitude de référence h_0). Les dimensions minimales du lattage, en fonction du matériau de la couverture, sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Matériau	Distance entre chevrons (entraxe)		
	jusqu'à 700 mm	jusqu'à 850 mm	jusqu'à 1000 mm
Tuile, tuile en béton, plaque en fibres-ciment, ardoise naturelle	24/48 mm	30/50 mm	36/50 mm
Plaque en fibres-ciment ou en métal	40/60 mm	60/60 mm	60/80 mm
Plaque profilée en fibres-ciment ou en métal	60/60 mm	60/80 mm	80/60 mm



Lame d'air

Lame d'air entre l'isolation thermique et la sous-couverture.

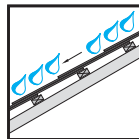
Le tableau suivant indique la hauteur minimale des lames d'air situées entre l'isolation thermique et la sous-couverture, en fonction de la longueur du chevron et de l'inclinaison de la toiture.

Longueur des chevrons	Inclinaison de la toiture			
	Hauteur minimale de la lame d'air entre l'isolation thermique et la sous-couverture			
	< 15°	15° à < 20°	20° à < 25°	> 25°
< 5 m	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
5 à < 8 m	60 mm	40 mm	40 mm	40 mm
8 à < 15 m	60 mm	60 mm	60 mm	40 mm
> 15 m	80 mm	80 mm	60 mm	60 mm

Lame d'air entre la sous-couverture et la couverture.

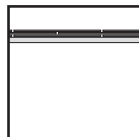
Le tableau suivant indique la hauteur minimale des lames d'air situées entre la sous-couverture et la couverture (hauteur du contre-lattage), en fonction de la longueur du chevron, de l'inclinaison de la toiture et de l'altitude de référence h_0 selon la norme SIA 160.

Longueur des chevrons	Inclinaison de la toiture et altitude de référence h_0							
	Hauteur minimale de la lame d'air entre la sous-couverture et la couverture							
	< 15°		15° à < 20°		20° à < 25°		> 25°	
	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m
< 5 m	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm
5 à < 8 m	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm
8 à < 15 m	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
> 15 m	100 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	100 mm	60 mm	100 mm



Evacuation des eaux

Evacuation de l'eau du toit (couverture et/ou sous couverture) vers le pied du bâtiment. L'évacuation de l'eau est réalisée par les gouttières et conduite par les canalisations vers les évacuations d'eaux claires.



Couverture

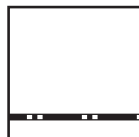
Couche supérieure de la toiture, directement exposée aux intempéries.

Les couvertures les plus répandues sont :

- tuiles en terre cuite
- tuiles en béton
- plaques en fibres-ciment
- ardoises naturelles
- plaques de toiture grand format opaques ou translucides
- couvertures métalliques (tôle nervurée, plaque de tôle, ...)

Les plaques de grand format, les couvertures préformées ou métalliques se révèlent bruyantes par temps de pluie ou de grêle. Des techniques spécifiques permettent de réduire les bruits d'impact.

La transmission des charges appliquées à la couverture (poids propre, charge de la neige, pression et succion du vent, etc.) doit être garantie par la sous-construction. Les couvertures spécifiques aux toitures inclinées ne sont pas entièrement étanches à la pénétration de la neige, de la pluie battante et de l'eau stagnante. Si les éléments de construction situés sous la couverture doivent être protégés, il faut prévoir une sous-couverture adaptée.



Couche de séparation et de glissement

Couche intermédiaire séparant deux couches. Elle sert, d'une part, à séparer durablement deux matériaux incompatibles et permet, d'autre part, le mouvement de chacune des couches indépendamment de l'autre.

Protection contre le bruit

Remarques sur la protection contre la chaleur en été (source étude EMPA)

L'influence du type d'isolation est négligeable.

Selon le type d'isolation, une différence maximale de la température intérieure de 1°C peut être décelée selon l'existence des facteurs suivants : ombrage optimal, store à lamelles et aération nocturne (3 changements d'air par heure), réduction de la taille des fenêtres, inertie thermique de la pièce et capacité thermique interne.

Lorsque l'un des facteurs déterminants comme la taille des fenêtres, l'ombrage, l'aération, la capacité thermique est moins optimal, ou que la capacité d'inertie thermique de la pièce augmente, l'influence du type d'isolation est encore réduite.

Facteurs influençant l'isolation acoustique

Pour les constructions composées d'une seule couche, l'isolation acoustique dépend uniquement de sa masse par unité de surface.

Mis à part les toitures inclinées avec dalle en béton armé, la capacité d'isolation acoustique n'est pas seulement dépendante de la masse mais surtout du principe du système ressort (masse-ressort-masse). Du côté du local, la couche de support ou le revêtement de plafond forme la première masse. Sur la couche d'isolation thermique, la sous-couverture et la couverture forment l'autre masse. La couche intermédiaire, par ex. la structure porteuse et la couche d'isolation, forme le ressort. Cependant, l'efficacité de ce système dépend de la distance du lambris, de la qualité de la séparation (directe, respectivement fixation souple) et du matériau d'amortissement (laine minérale, air). Selon le choix du matériau et du type de construction, la capacité d'isolation acoustique peut être influencée comme suit :

- Couverture de toit $\Delta R'_{w}$ jusqu'à environ 3 dB
Par ex. l'ardoise en fibres-ciment est 3 dB meilleure que la tuile
- Sous-couverture $\Delta R'_{w}$ jusqu'à environ 6 dB
Par exemple, les panneaux jointifs ou rainés/crêtés sont meilleurs que les voiles de sous-couverture
- Isolation thermique $\Delta R'_{w}$ jusqu'à environ 10 dB
Par exemple, les panneaux de laine minérale sont meilleurs que les panneaux en mousse dure
- Revêtement de plafond/couche de support $\Delta R'_{w}$ jusqu'à environ 10 dB
Par exemple, un panneau aggloméré + un lambris est meilleur qu'un lambris
- Fixation du revêtement de plafond $\Delta R'_{w}$ jusqu'à environ 8 dB
Par exemple, un montage souple (fixations ainti-vibratiles ou analogue) est meilleur qu'une fixation directe rigide

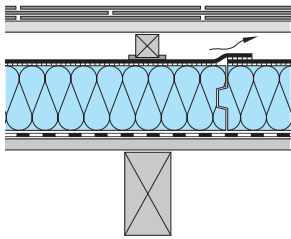
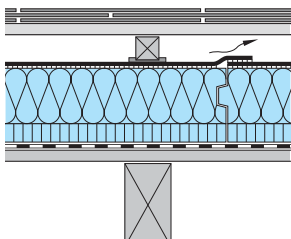
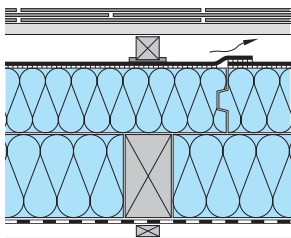
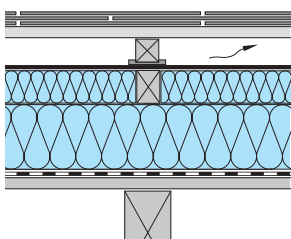
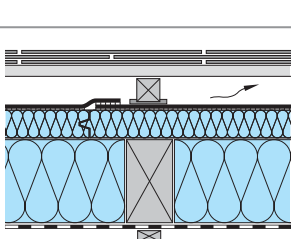
La capacité d'isolation acoustique d'une toiture en pente est aussi influencée par les ouvertures de ventilation (toiture à ventilation double), la conception des détails techniques acoustiques (par ex. la conception de l'avant-toit respectivement le raccordement façade/toiture) et les accessoires de toiture (par ex. fenêtre de toit, souches et autres).

L'estimation précise de la capacité d'isolation acoustique d'une toiture en pente basée uniquement sur un calcul n'est guère possible vu les nombreux facteurs et tolérances de l'exécution. Dans la pratique, on se base souvent, pour le dimensionnement de toitures en pente sur les valeurs publiées (par ex. la documentation SIA D-0189 «Isolation acoustique des bâtiments»).

Isolation acoustique des toitures en pente swisspor

La liste suivante des détails de construction de toitures en pente swisspor doit permettre aux architectes et entrepreneurs d'estimer approximativement l'isolation acoustique. Cela doit être un support pour le choix des toitures dans le respect des exigences (norme SIA 181). Lorsque des exigences accrues sont définies pour l'isolation acoustique, nous vous recommandons de vous adresser à un spécialiste.

Toitures en pente swisspor avec indice d'affaiblissement acoustique pondéré R'_w

Schéma de principe	Structure des couches	Indice d'affaiblissement acoustique pondéré R'_w
	Ardoise en fibres-ciment ¹⁾ 24x48 mm Latte 60x60 mm Contre-latte avec swisspor bande d'étanchéité pour les clous > 100 mm swissporTETTO Alu Difuplan Pare-vapeur/étanchéité à l'air > 19 mm Lambris de bois Chevron ¹⁾ avec tuile en terre cuite -3 dB	37 dB 34 dB
	Ardoise en fibres-ciment ¹⁾ 24x48 mm Latte 60x60 mm Contre-latte avec swisspor bande d'étanchéité pour les clous 150 mm swissporTETTO Combi Alu/MF/Difuplan 0,3 mm Pare-vapeur/étanchéité à l'air > 19 mm Lambris de bois Chevron ¹⁾ avec tuile en terre cuite -3 dB	45 dB 42 dB
	Ardoise en fibres-ciment ¹⁾ 24x48 mm Latte 60x60 mm Contre-latte avec swisspor bande d'étanchéité pour les clous > 120 mm swissporTETTO Alu Difuplan 80/140 mm Chevron 140 mm swissporROC laine de roche 0,3 mm Pare-vapeur/étanchéité à l'air 12,5 mm Panneau de plâtre ¹⁾ avec tuile en terre cuite -3 dB	47 dB 44 dB
	Ardoise en fibres-ciment ¹⁾ 24x48 mm Latte 60x60 mm Contre-latte avec swisspor bande d'étanchéité pour les clous 0,6 mm swisspor lé de sous-couverture 60 mm swissporROC laine de roche Type 3 200 mm swissporROC laine de roche Type 3 0,3 mm Pare-vapeur/étanchéité à l'air 22 mm Voligeage Chevron ¹⁾ avec tuile en terre cuite -3 dB	50 dB 47 dB
	Ardoise en fibres-ciment ¹⁾ 24x48 mm Latte 60x60 mm Contre-latte avec swisspor bande d'étanchéité pour les clous 50 mm swissporBATISOL® panneau d'isolation sur chevrons 80/140 mm Chevron 140 mm swissporROC laine de roche Type 3 0,3 mm Pare-vapeur/étanchéité à l'air 12,5 mm Panneau de plâtre ¹⁾ avec tuile en terre cuite -3 dB	51 dB 48 dB

Normes, recommandations, prescriptions

Constructions / norme relative

- Norme SIA 232/1 «Toitures inclinées» (édition 2011)
- Norme SIA 274 «Etanchéité des joints dans la construction - Conception et exécution» (édition 2010)
- Documentation SIAD 0188 «Vent» (édition 2006)

Groupements spécialisés / institutions / publications

- Enveloppe des édifices Suisse, 9240 Uzwil, www.edifices-suisse.ch
- Fiche technique enveloppe des édifices Suisse «Protection thermique d'été» (édition 2012)
- Fiche technique enveloppe des édifices Suisse «Sécurités antichute sur les toits inclinés» (édition 2017)