



Source: Lignum

## PROTECTION DES TOITS PLATS EN BOIS CONTRE L'HUMIDITÉ

La réalisation de toits plats sur des constructions en bois est de plus en plus fréquente. Un groupe de projet commun aux différentes branches impliquées a été mis sur pied par l'ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE (Association suisse des entrepreneurs de l'enveloppe des édifices) afin d'étudier dans le détail l'étanchéité et la structure de telles constructions. Le résultat de ce travail thématique est décrit dans la présente fiche technique.

Le bois – un matériau renouvelable et écologique – une tendance qui s'affirme depuis des années. Les bâtiments utilisant efficacement l'énergie, ainsi que les méthodes de construction modernes faisant appel à des éléments en bois, renforcent cette tendance. Les toits plats sont par conséquent de plus en plus souvent construits en bois. Le manque de connaissances techniques nécessaires à la planification et à la réalisation de telles constructions peut conduire à des dommages importants, comme l'a montré la pratique récente.

Aussi, l'ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE a-t-elle démarré, en 2005 déjà, un projet ayant pour thème «La protection contre l'humidité des toits plats en bois». La structure de la thématique a été réalisée dans le cadre de groupes de travail, consti-

tués de planificateurs, de fabricants industriels ainsi que d'associations professionnelles. L'objectif était de mettre à la disposition des planificateurs et des réalisateurs une fiche technique pouvant servir de base de travail. Cette fiche technique est largement étayée par les compétences spécialisées des associations, des planificateurs et des fabricants impliqués. La présente fiche technique traite avant tout de la construction de toits plats isolés et non ventilés avec, en supplément, diverses constructions standard (esquisses). Les constructions présentées tiennent compte des exigences des normes pertinentes (concernant la physique du bâtiment, par exemple) et garantissent – en cas de réalisation conforme à l'état actuel de la technique – un toit plat en bois, fonctionnel et durable.

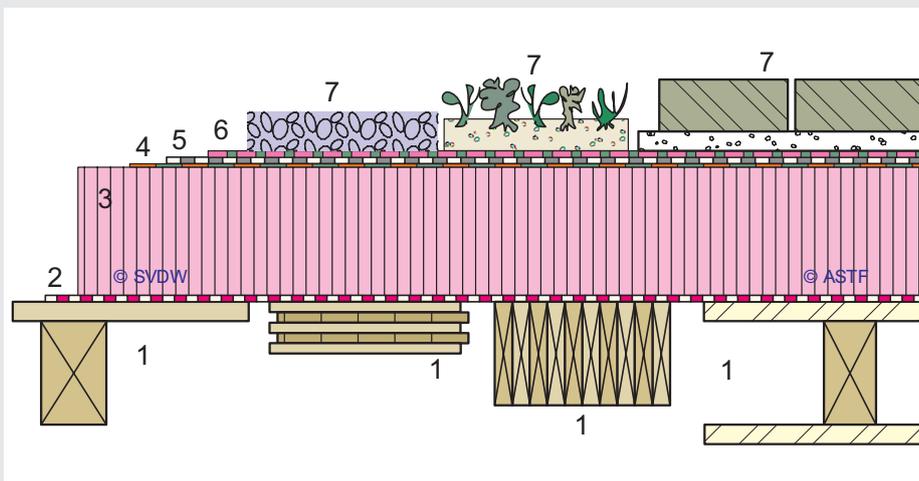
## STRUCTURE I

Construction non ventilée – isolation thermique sur la structure porteuse

Structure, de l'intérieur vers l'extérieur

- 1 Structure porteuse
- 2 Etanchéité à l'air, pare-vapeur ou structure porteuse étanche à l'air selon les normes SIA 271 et 280
- 3 Couche d'isolation thermique
- 4 Couche de glissement ou de séparation, s'il y a lieu
- 5 Etanchéité avec pente  $\geq 1,5\%$
- 6 Couche de protection en pleine surface
- 7 Couche de protection ou revêtement praticable selon SIA 271

La pente minimale de 1,5% exigée pour l'isolation doit être planifiée et réalisée au moyen de la couche 1 (structure porteuse) ou par la couche 3 (couche d'isolation thermique).



### Examen

La structure porteuse (1) est située du côté chaud de la couche d'isolation thermique (3) et de l'étanchéité à l'air (2), elle n'est, de ce fait, pas mise en danger par l'humidité.

Aucun élément en bois ne se trouve à l'intérieur de la couche d'isolation thermique (3). Les ponts thermiques et le risque de dommages au sein de la construction sont donc inexistants.

La vérification de la diffusion de vapeur peut être effectuée selon la norme SIA 180 (Glaser).

L'étanchéité à l'air ou le pare-vapeur (2) est posé en pleine surface sur la structure porteuse.

La pose de l'étanchéité à l'air ou du pare-vapeur (2) ne présente aucune difficulté si elle est réalisée selon une planification correcte.

En principe, les pénétrations de conduites électriques et autres sont à éviter. En cas d'exceptions, elles sont à planifier préalablement.

### Directives pour la planification et l'exécution

Une exécution traditionnelle sur le chantier est possible.

Les liaisons à clous lisses (fixation des recouvrements en bois sur les structures porteuses) ne sont pas autorisées (danger de détérioration du pare-vapeur).

Les raccords de l'étanchéité à l'air ou du pare-vapeur ne sont pas soumis à des exigences particulières.

Les avant-toits avec constructions de solives dans l'isolation thermique sont possibles.

Isolation thermique résistante à la pression, créant éventuellement une forme de pente.

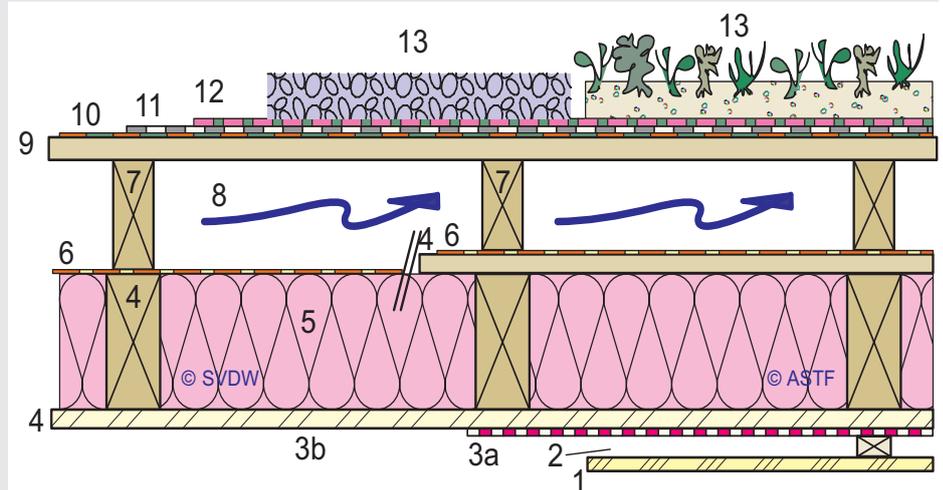
Voir également la norme SIA 271, Etanchéité dans le bâtiment 2007.

## STRUCTURE II

### Construction ventilée

Structure, de l'intérieur vers l'extérieur

1. Revêtement inférieur apparent, s'il y a lieu
2. Vide technique, s'il y a lieu
- 3a. Étanchéité à l'air ou pare-vapeur, ou
- 3b. Structure porteuse étanche à l'air, revêtement apparent inférieur
4. Structure porteuse
5. Couche d'isolation thermique
6. Sous-couverture (ouverte à la diffusion)
7. Couche de distancement formant une pente (lattage)
8. Vide de ventilation ou de détente de pression de vapeur (selon SIA 271)
9. Structure porteuse pour l'étanchéité
10. Couche de glissement ou de séparation
11. Étanchéité avec pente  $\geq 1,5\%$
12. Couche de protection en pleine surface
13. Couche de protection ou revêtement praticable



La pente minimale de 1,5% exigée pour l'isolation doit être planifiée et réalisée au moyen de la couche 4 (structure porteuse) ou par la couche 7 (lattage de distancement ou d'inclinaison).

### Examen

Le vide de ventilation ou de détente de pression de vapeur (8) est indispensable pour la protection contre l'humidité et contribue à la protection estivale contre la chaleur.

La vérification de la diffusion de vapeur peut être effectuée conformément à la norme SIA 180 (Glaser). Il est possible de renoncer à un pare-vapeur (3a) à condition que la structure de la construction soit appropriée. L'étanchéité à l'air de la construction (3b) doit être garantie, y compris aux raccords et aux extrémités.

Les pénétrations ainsi que les raccords et les extrémités feront l'objet d'une attention particulière lors de la conception et de la pose de l'étanchéité à l'air (3) ou du pare-vapeur (3).

Ce type de construction ne convient que sous certaines conditions aux terrasses ou aux toits praticables avec des cadres de portes, portes-fenêtres, etc. (Planification nécessaire d'ouvertures d'entrée et de sortie d'air).

La pose d'un lé de sous-couverture ouverte à diffusion est requise.

### Directives pour la planification et l'exécution

Une exécution traditionnelle sur le chantier est possible.

Une sous-couverture ouverte à la diffusion est nécessaire pour protéger la structure porteuse et l'isolation contre des condensations temporaires.

Lorsque la sous-couverture sert d'étanchéité pour la durée de construction, elle doit répondre aux exigences de la norme SIA 232 (sous-couvertures résistant aux sollicitations extraordinaires).

Dimensionnement du vide de ventilation selon la norme SIA 271.

Couche de glissement ou de séparation sous l'étanchéité selon le détenteur du système.

Les lignes électriques sont à poser dans le vide technique (2).

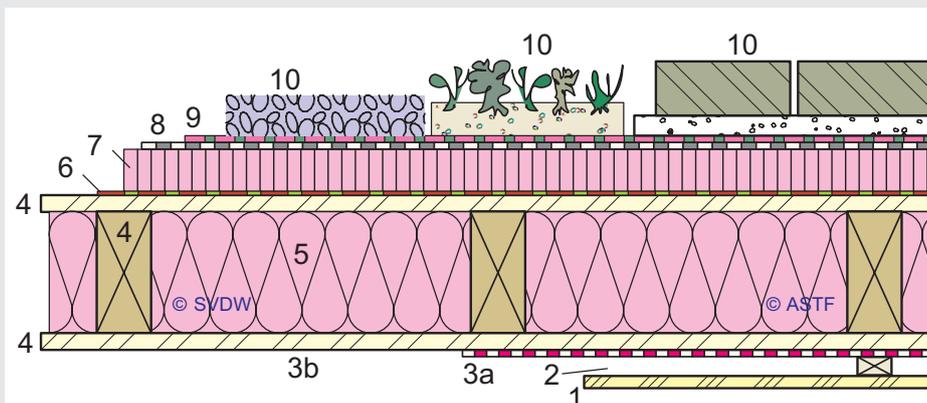
Voir également la norme SIA 271, Étanchéité dans le bâtiment 2007.

## STRUCTURE III

Construction non ventilée avec isolation thermique dans la structure porteuse et isolation supplémentaire

Structure, de l'intérieur vers l'extérieur

1. Revêtement inférieur apparent, s'il y a lieu
2. Vide technique, s'il y a lieu
- 3a. Etanchéité à l'air ou pare-vapeur ouvert à la diffusion et/ou avec résistance à la diffusion variable
- 3b. Structure porteuse étanche à l'air, revêtement inférieur apparent
4. Structure porteuse
5. Couche d'isolation thermique (exempte de lacunes)
6. Mise hors d'eau provisoire selon SIA 271
7. Isolation supplémentaire, au moins 40 mm
8. Etanchéité avec pente  $\geq 1,5\%$
9. Couche de protection en pleine surface
10. Couche de protection ou revêtement praticable selon SIA 271



La pente minimale de 1,5% exigée pour l'isolation doit être planifiée et réalisée au moyen de la couche 4 (structure porteuse) ou par la couche 7 (isolation supplémentaire)

### Examen

Les constructions non ventilées selon la structure III n'acceptent qu'une faible tolérance d'erreur en ce qui concerne l'humidité. Elles exigent de ce fait des contrôles de planification et d'exécution sévères tels que des mesures d'étanchéité à l'air (mise sous pression avec localisation des fuites).

Les constructions sans ou avec un faible potentiel d'assèchement, autrement dit possédant des couches internes à forte résistance à la vapeur ou des pare-vapeur ( $s \geq 10$  m), ne sont pas autorisées.

La méthode de Glaser selon la norme SIA 180 n'est pas acceptée en tant que procédure de vérification. La vérification de la fonction technique de l'humidité doit être effectuée à l'aide de programmes de simulation spéciaux et approuvés, tels que le programme WUFI.

La vérification doit être effectuée par une personne spécialisée en la matière et comprendre au moins des indications sur le risque de condensation dans la construction et les modifications d'humidité prévisibles dans les différentes couches.

En cas de liaison statique du revêtement supérieur et inférieur (caisson, plancher nervuré), on tiendra compte des effets de déformation dus à l'humidité.

Les collages sont à adapter aux taux d'humidité prévisible dans l'état d'utilisation (calcul WUFI).

Une étanchéité (6) et une isolation supplémentaire (7) sont exigées sur la structure porteuse pour la durée de la construction. Les installations sont à poser du côté chaud de l'étanchéité à l'air (3a/3b). Les pénétrations ne sont pas autorisées.

### Directives pour la planification et l'exécution

Une exécution traditionnelle sur le chantier est à éviter.

Couche de glissement ou de séparation sous l'étanchéité, selon le type de système.

Les absorptions d'humidité dues, par exemple, à la migration d'humidité résiduelle par les parois extérieures ou les parois de séparation dans la construction ne sont pas admises.

L'isolation thermique doit être exempte de lacunes.

En cas de liaisons réalisées exclusivement par clouage, les clous lisses ne sont pas autorisés sur le revêtement supérieur.

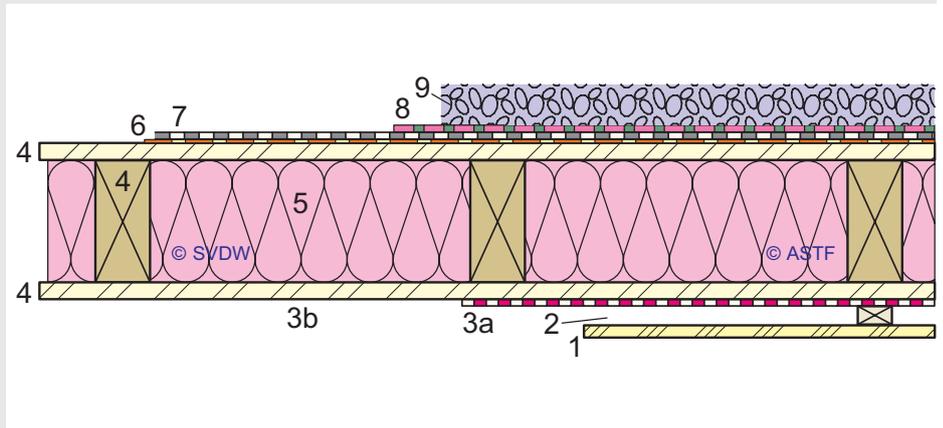
Voir également la norme SIA 271, Etanchéité dans le bâtiment 2007.

## STRUCTURE IV, DOMAINE D'APPLICATION LIMITÉ

Construction non ventilée, isolation thermique dans la structure porteuse

Structure, de l'intérieur vers l'extérieur

1. Revêtement inférieur apparent, s'il y a lieu
2. Vide technique, s'il y a lieu
- 3a. Étanchéité à l'air ou pare-vapeur ouvert à la diffusion et/ou avec résistance à la diffusion variable
- 3b. Structure porteuse étanche à l'air, revêtement inférieur apparent
4. Structure porteuse
5. Couche d'isolation thermique (exempte de lacunes)
6. Couche de glissement ou de séparation, éventuellement mise hors d'eau provisoire
7. Étanchéité avec pente  $\geq 1,5\%$  obligatoire
8. Couche de protection en pleine surface
9. Couche de protection en gravier



La pente minimale de 1,5% exigée pour l'isolation doit être planifiée et réalisée au moyen de la couche 4 (structure porteuse)

### Examen

Les constructions non ventilées selon la structure IV n'acceptent qu'une faible tolérance d'erreur en ce qui concerne l'humidité. De ce fait, la construction de toits plats selon la structure IV, sans isolation supplémentaire, se limitera à des bâtiments peu sollicités par l'humidité de l'air ambiant ou à des bâtiments avec des conditions climatiques sèches dans les locaux. Ces constructions exigent donc des contrôles de planification et d'exécution sévères tels que des mesures d'étanchéité à l'air (mise sous pression avec localisation des fuites).

Les constructions sans ou avec un faible potentiel d'assèchement, autrement dit, équipées de couches internes à forte résistance à la vapeur ou de pare-vapeur ( $s \geq 10$  m), ne sont pas autorisées.

La méthode de Glaser selon la norme SIA 180 n'est pas acceptée en tant que procédure de vérification. La vérification de la fonction technique de l'humidité doit être effectuée à l'aide de programmes de simulation spéciaux et approuvés, tels que le programme WUFI.

La vérification doit être effectuée par une personne spécialisée en la matière et donner au moins des indications sur le risque de condensation dans la construction et les modifications d'humidité prévisibles dans les différentes couches.

En cas de liaison statique du revêtement supérieur et inférieur (caisson, plancher nervuré), on tiendra compte des effets de déformation dus à l'humidité.

Les collages sont à adapter aux taux d'humidité prévisible dans l'état d'utilisation (calcul WUFI).

Les installations sont à poser du côté chaud de l'étanchéité à l'air (3a). Les pénétrations ne sont pas autorisées.

### Directives pour la planification et l'exécution

Une exécution traditionnelle sur le chantier est à éviter.

Les toits à l'ombre, même partiellement (arbres, capteurs solaires, bâtiment voisin, etc.), sont critiques et doivent être contrôlés spécifiquement.

Couche de glissement ou de séparation sous l'étanchéité selon le type de système.

Les absorptions d'humidité dues, par exemple, à la migration d'humidité résiduelle par les parois extérieures ou les parois de séparation dans la construction ne sont pas admises.

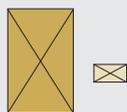
L'isolation thermique doit être exempte de lacunes.

En cas de liaisons réalisées exclusivement par clouage, les clous lisses ne sont pas autorisés sur le revêtement supérieur.

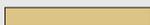
Voir également la norme SIA 271, Étanchéité dans le bâtiment 2007.

## SYMBOLES ET DESCRIPTION

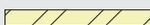
### Structures porteuses



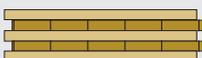
bois massif



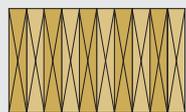
lambrissage en bois



panneau multicouche



bois lamellé-collé



dalle en planches de bois



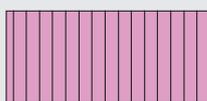
vide de ventilation

### Lés

pare-vapeur,  
étanchéité à l'airMise hors d'eau provisoire,  
sous-couverturecouche de séparation  
ou de glissement

étanchéité

### Isolation

isolation thermique  
résistante à la pressionisolation thermique  
non résistante à la pression

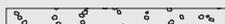
### Couche de protection ou revêtement praticable



gravier rond lavé



plaques de ciment



gravillons



humus, substrat



plantes, végétalisation



couche de protection

## Conclusions

La structure des toits plats en bois est la plupart du temps de type ventilé, avec une couche d'air située sous l'étanchéité (structure II). Lorsqu'elle est de type non ventilée (structure I), l'isolation thermique est située sur la structure porteuse.

A condition d'être planifiés et réalisés de façon professionnelle, ces deux types de toits plats ne posent pas de problèmes d'humidité.

Les constructions de toits plats en bois non ventilés sont possibles grâce à de nouvelles connaissances et méthodes de calcul, ainsi que de nouveaux matériaux. Dans ce type de constructions, l'isolation thermique est située dans la structure porteuse et la tolérance d'erreur d'humidité admissible est nettement plus faible. Ces constructions sont surtout applicables lorsque la charge d'humidité provenant de l'intérieur est faible (dans les bâtiments administratifs et les bureaux, par exemple) ou lorsque l'aménagement d'ouvertures d'entrée et de sortie d'air est difficile à réaliser (sur les terrasses, par exemple).

Ce type de toitures plates exige une planification très élaborée et des contrôles fréquents, ainsi qu'une vérification poussée du point de vue de l'humidité, ce qui exige des programmes de simulation approuvés tels que WUFI. Des mesures constructives spéciales sont en général nécessaires pour assu-

rer un fonctionnement durable: pose d'isolations supplémentaires sur la structure porteuse, de pare-vapeur présentant une résistance faible ou variable à la diffusion et d'étanchéités pour la durée de la construction. Du fait de leur manque de potentiel d'assèchement, les constructions avec des couches internes présentant une forte résistance à la diffusion ne sont pas autorisées.

## Normes déterminantes

SIA 180

Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments (absence de dommages, confort)

SIA 271

Etanchéité dans les bâtiments 2007

SIA 265

Construction en bois (humidité admissible)

SIA 265/1

Construction en bois – spécifications complémentaires (retrait et gonflement)

SIA 232

Toitures inclinées

## FABRICANTS ET ASSOCIATIONS PARTICIPANTS



[www.sarnafil.ch](http://www.sarnafil.ch)



[www.flumroc.ch](http://www.flumroc.ch)



[www.ch.bauder.net](http://www.ch.bauder.net)



[www.contec.ch](http://www.contec.ch)



[www.foamglas.ch](http://www.foamglas.ch)



[www.isofloc.ch](http://www.isofloc.ch)



[www.isover.ch](http://www.isover.ch)



[www.soprema.ch](http://www.soprema.ch)



[www.sucoflex.ch](http://www.sucoflex.ch)



[www.swisspor.com](http://www.swisspor.com)



[www.zzwancor.ch](http://www.zzwancor.ch)



[www.suissetec.ch](http://www.suissetec.ch)



[www.lignatur.ch](http://www.lignatur.ch)

**Direction du projet, auteurs**

Heinrich Schnyder, Pfäffikon SZ, Commission technique toit plat ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE  
Hansueli Sahli, Uzwil, directeur technique ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE

**Equipe de projet, auteurs**

Daniel Schild, Bienne, Haute école spécialisée bernoise, architecture, bois et génie civil  
Daniel Schild, Zurich, Gartenmann Engineering AG  
Peter Schürch, Sempach, maître couvreur diplômé  
Urs Spuler, Seuzach, président SIA 271, expert en construction  
Heinrich Thoma, Amden, Commission technique toit plat ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE  
Markus Zumoberhaus, Meggen LU, Martinelli & Menti AG

**Groupe d'accompagnement**

Sika Sarnafil AG, Sarnen, Gery Wetterwald  
Flumroc, Flums, Roger Ackermann  
Isover, Lucens, Christian Röthenmund  
isofloc, Bütschwil, Hubert Schubiger  
Lignatur AG, Waldstatt, Ralph Schläpfer  
suissetec, Zürich, Rolf Wirth  
suissetec, Zürich, Gregor Bless

**Graphisme, détails**

Grafitext, Treiten, Peter Stoller

**Editeur**

ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE

Association suisse des entrepreneurs de  
l'enveloppe des édifices

Commission technique toit plat

Lindenstrasse 4

9240 Uzwil

T 0041 (0)71 955 70 30

F 0041 (0)71 955 70 40

info@edifices-suisse.ch

www.edifices-suisse.ch

