

Mise à jour avril 2024



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 bâtiments Suisse 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 bâtiments Suisse a-t-elle démarré, en 2005 déjà, un projet ayant pour thème «La protection contre l'humidité des toits plats en bois». La révision de cette thématique a été

réalisée dans le cadre de groupes de travail, constitués de planificateurs, de fabricants industriels et 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. Elle présente diverses constructions standard (esquisses) qui tiennent compte des exigences des normes pertinentes (p. ex. concernant la physique du bâtiment) et garantissent, en cas de réalisation conforme à l'état actuel de la technique, un toit plat en bois qui soit fonctionnel et durable.

STRUCTURE I

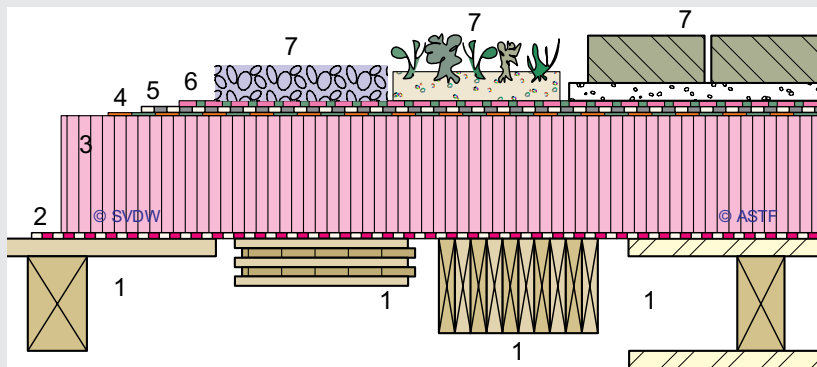
Construction non ventilée – isolation thermique sur la structure porteuse

Structure, de l'intérieur vers l'extérieur

1. Structure porteuse
2. Etanchéité provisoire (*)
3. Couche d'isolation thermique
4. Couche de glissement ou de séparation, s'il y a lieu
5. Etanchéité avec et sans pente $\geq 1,5\%$ (**)
6. Couche de protection ou de drainage en pleine surface
7. Couche de protection, revêtement praticable

(*) Une protection étanche contre les intempéries est indispensable pendant toute la durée des travaux. En l'absence d'étanchéité provisoire durant les travaux (avec la classe d'étanchéité 1), la protection contre les intempéries doit être assurée par un toit provisoire ou équivalent.

(**) Pour l'étanchéité des pentes inférieures à 1,5%, les exigences de la norme SIA 271:2021 doivent être remplies (voir page 6).



Examen

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

La structure du toit plat au-dessus de la structure porteuse correspond à celle d'un toit plat standard de type «Toiture chaude».

La vérification de la diffusion de vapeur peut être effectuée selon la norme SIA 180 (p. ex. méthode «Glaser»).

L'étanchéité provisoire ou le pare-vapeur (2) est posé librement en pleine surface par-dessus une couche de glissement ou collé en pleine surface (solder uniquement les jointures en prenant garde au risque d'incendie).

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

En principe, il faut éviter de percer l'étanchéité provisoire ou le pare-vapeur (2) pour le passage de conduites électriques ou autres. 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 systèmes de fixation doivent être ancrés et sélectionnés de sorte à ne pas ressortir et à n'infliger aucun dommage au pare-vapeur ni à l'étanchéité à l'air ou à l'eau. Les systèmes de fixation non traités contre la corrosion sont autorisés uniquement pour des fixations masquées.

Les raccords entre l'étanchéité provisoire ou le 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, éventuellement avec pente intégrée.

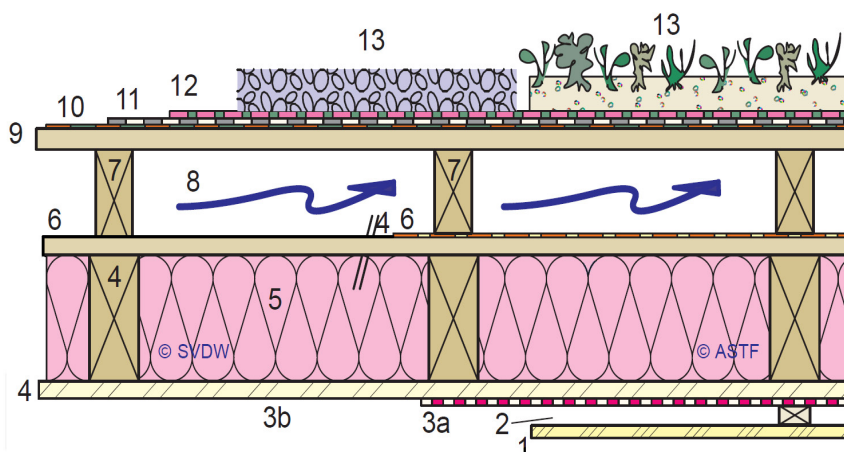
Voir également la norme SIA 271:2021 «Etanchéité des bâtiments».

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/pare-vapeur
- 3b. Structure porteuse étanche à l'air, revêtement apparent inférieur
4. Structure porteuse
5. Couche d'isolation thermique
6. Panneau de bois absorbant l'humidité ou lé de protection contre l'humidité, ouvert 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, s'il y a lieu
11. Étanchéité avec pente $\geq 1,5\%$ (*)
12. Couche de protection ou de drainage en pleine surface
13. Couche de protection/d'usure



(*) Pour l'étanchéité des pentes inférieures à 1,5%, les exigences de la norme SIA 271:2021 doivent être remplies (voir page 6).

Examen

Le vide de ventilation ou de détente de pression de vapeur (9) contribue à la protection estivale contre la chaleur.

La diffusion de vapeur peut être vérifiée conformément à la norme SIA 180 (p. ex. méthode «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 ou d'une couche de sorption est requise.

Directives pour la planification et l'exécution

Une exécution traditionnelle sur le chantier est possible.

Un lé de protection contre l'humidité ouvert à la diffusion ou une couche de sorption est nécessaire pour protéger la structure porteuse et l'isolation contre des condensats secondaires temporaires.

Dimensionnement du vide de ventilation selon la norme SIA 271:2021, paragraphe 2.7.4.

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

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

Voir également la norme SIA 271:2021 «Etanchéité des bâtiments».

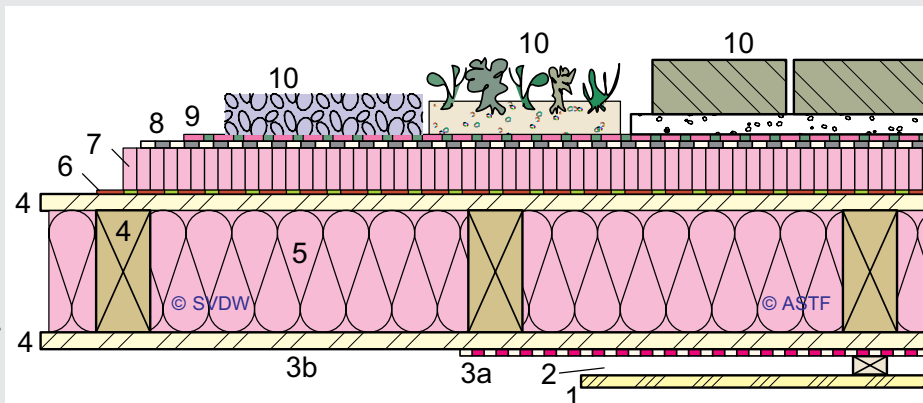
STRUCTURE III

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 ($S_d < 10 \text{ m}$)
- 3b. Structure porteuse étanche à l'air, revêtement inférieur apparent ($S_d < 10 \text{ m}$)
4. Structure porteuse
5. Couche d'isolation thermique (sans espace)
6. Etanchéité provisoire (*)
7. Isolation supplémentaire de 60 mm (en fonction de la conductivité thermique de l'ensemble de la structure du système)
8. Etanchéité avec pente $\geq 1,5\%$ (**)
9. Couche de protection ou de drainage en pleine surface
10. Couche de protection/d'usure

(*) Une protection étanche contre les intempéries est indispensable durant les travaux. En l'absence d'étanchéité provisoire durant les travaux (avec la



classe d'étanchéité 1), la protection contre les intempéries doit être assurée par un toit provisoire ou équivalent.

(**) Pour atteindre la pente minimale exigée pour l'étanchéité de 1,5%, celle-ci doit être planifiée et exécutée en couche 4 (construction porteuse) ou 7 (isolation supplémentaire).

Une pente inférieure à 1,5% n'est pas autorisée.

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 plus sévères tels que des mesures d'étanchéité à l'air (mise sous pression avec localisation des fuites).

Les constructions dont le potentiel d'assèchement est faible voire nul, autrement dit qui possèdent des pare-vapeur ou des couches internes résistant très bien à la vapeur ($S_d \geq 10 \text{ m}$), ne sont pas autorisées.

La méthode de Glaser selon la norme SIA 180 n'est pas acceptée en tant que procédure de vérification. Simulation propre à chaque situation de montage avec un programme de simulation hygro-thermique validé selon SN EN 15026 (p. ex. 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 prévisibles dans l'état d'utilisation (p. ex. calcul WUFI).

Une étanchéité (6) et une isolation supplémentaire (7) sont exigées sur la structure porteuse pour la durée de la construction.

Les installations électriques sont à poser du côté chaud de l'étanchéité à l'air (3a/3b). L'étanchéité à l'air doit être assurée dans une large mesure.

Directives pour la planification et l'exécution

Une exécution traditionnelle sur le chantier est à éviter. Couche de glissement ou de séparation nécessaire 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 d'espace vide.

Les systèmes de fixation doivent être ancrés et sélectionnés de sorte à ne pas ressortir et à n'infliger aucun dommage au pare-vapeur ni à l'étanchéité à l'air ou à l'eau. Les systèmes de fixation non traités contre la corrosion sont autorisés uniquement pour des fixations masquées.

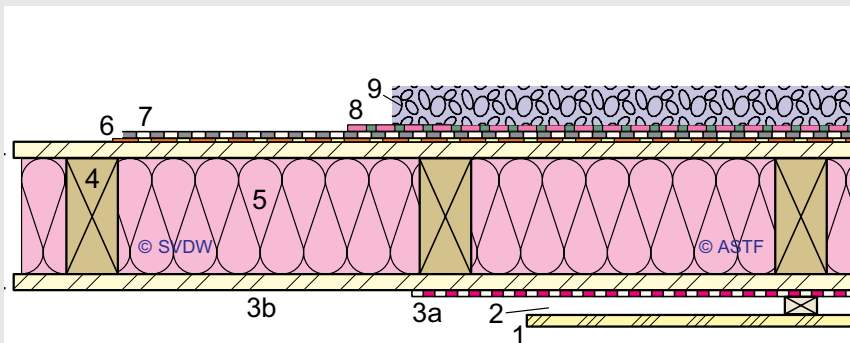
Voir également la norme SIA 271:2021 «Etanchéité des bâtiments».

STRUCTURE IV, DOMAINE D'APPLICATION LIMITE

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. Etanchéité à l'air ou pare-vapeur ouvert à la diffusion et/ou avec résistance à la diffusion variable ($S_d < 10 \text{ m}$)
- 3b. Structure porteuse étanche à l'air/ revêtement inférieur apparent ($S_d < 10 \text{ m}$)
4. Structure porteuse
5. Couche d'isolation thermique (sans espace vide)
6. Couche de glissement ou de séparation, éventuellement étanchéité provisoire (*)
7. Etanchéité avec pente $\geq 1,5\%$ (**)
8. Couche de protection en pleine surface
9. Couche de graviers



(*) Une protection étanche contre les intempéries est indispensable durant les travaux. En l'absence d'étanchéité provisoire durant les travaux (avec la classe d'étanchéité 1), la protection contre les intempéries doit être assurée par un toit provisoire ou équivalent.

(**) Pour atteindre la pente minimale exigée pour l'étanchéité de 1,5%, celle-ci doit être planifiée et exécutée en couche 4 (construction porteuse). Une pente inférieure à 1,5% n'est pas autorisée.

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 soumis à une faible humidité de l'air ambiant ou à des bâtiments aux conditions climatiques intérieures sèches. Ces constructions exigent donc des charges de planification et des contrôles d'exécution plus sévères tels que des mesures d'étanchéité à l'air (mise sous pression avec localisation des fuites).

Les constructions dont le potentiel d'assèchement est faible voire nul, autrement dit qui possèdent des pare-vapeur ou des couches internes résistant très bien à la vapeur ($S_d \geq 10 \text{ m}$), ne sont pas autorisées.

La méthode de Glaser selon la norme SIA 180 n'est pas acceptée en tant que procédure de vérification. Simulation propre à chaque situation de montage avec un programme de simulation hygro-thermique validé selon SN EN 15026 (p. ex. 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 du bois dans les différentes couches.

En cas de liaison statique du revêtement supérieur et inférieur (caisson, plancher nervuré), on tiendra compte des effets de dé-

formation dus à l'humidité. Les collages sont à adapter aux taux d'humidité prévisibles 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. La structure IV peut être envisagée seulement pour des bâtiments soumis à une faible humidité, et ne convient ni aux habitations, ni aux bureaux ou autres usages similaires.

Les toits à l'ombre (arbres, capteurs solaires, bâtiments voisins, etc.), même partiellement, sont critiques et doivent être contrôlés spécifiquement. Couche de glissement ou de séparation nécessaire sous l'étanchéité, selon le type de système.

Les absorptions d'humidité dans la construction à travers les parois extérieures ou les parois de séparation ne sont pas admises. L'isolation thermique doit être exempte d'espace vide.

Les systèmes de fixation doivent être ancrés et sélectionnés de sorte à ne pas ressortir et à n'infliger aucun dommage au pare-vapeur ni à l'étanchéité à l'air ou à l'eau. Les systèmes de fixation non traités contre la corrosion sont autorisés uniquement pour des fixations masquées.

Voir également la norme SIA 271:2021 «Etanchéité des bâtiments».



Exigences complémentaires ou divergentes**Etanchéité avec pente inférieure à 1,5%****Selon la norme SIA 271:2021, chapitre 5**

Pour les constructions énumérées ci-dessous, une pente inférieure à la pente minimale n'est pas admise:

- toitures praticables et terrasses, balcons, loggias, atriiums, coursives, etc.,
- toitures sans couche de protection,
- toitures en asphalte coulé,
- constructions en bois non ventilées (avec structure porteuse pas du côté chaud de la couche d'isolation thermique, structure III et structure IV).

5.2 Toutes les exigences indiquées ci-après doivent impérativement être respectées si la pente est en deçà de la valeur minimale.

5.3 Ces exigences s'appliquent également aux systèmes d'étanchéité pour lesquels la pente minimale de 1,5% en état de service n'est pas atteinte suite à la déformation de la sous-construction (p. ex. en raison de charges de neige sur des structures légères).

5.4 Une contrepente n'est pas autorisée à l'état d'utilisation pour les toitures avec isolation thermique posée au-dessus de l'étanchéité.

5.5 Un raccordement de seuil dont la hauteur de relevé au-dessus de la couche d'usure est inférieure à 60 mm n'est pas autorisé si la toiture présente une pente inférieure à 1,5%.

5.6 Dans le cas de toitures végétalisées, il faut s'assurer que le substrat de la couche végétale ne se trouve pas dans l'eau stagnante durablement (l'accumulation d'eau planifiée et limitée dans le temps à des fins de rétention, etc. est admise). Le cas échéant, il conviendra de prendre des mesures appropriées, telles que la mise en place de couches de drainage, etc. Il faut tenir compte ici des effets dus à la mise en charge du support.

5.7 L'épaisseur minimale de la couche supérieure d'une étanchéité en lés de bitume polymère doit être de 5 mm. L'épaisseur minimale des lés d'étanchéité synthétiques doit être de 1,8 mm.

5.8 L'étanchéité ou la couche supérieure d'une étanchéité multicouche doit résister à la pénétration des racines selon la norme SN EN 13948. Dans le cas contraire, une couche de protection contre la pénétration des racines doit être mise en œuvre.

5.9 L'évacuation des eaux doit être favorisée par un abaissement des naissances d'eaux pluviales de 20 mm au minimum en dessous du niveau de l'étanchéité.

5.10 Il faut éviter la stagnation d'eau sur les constructions réalisées avec des profils porteurs de toiture en donnant une contre-flèche ou par des mesures supplémentaires d'évacuation des eaux.

5.11 Le pare-vapeur doit présenter une valeur $S_d \geq 250$ m et être réalisé en tant qu'étanchéité provisoire.

5.12 Les cloisonnements journaliers doivent être réalisés de façon définitive et durable.

5.13 Il faut disposer au point le plus bas prévisible au minimum un manchon de contrôle par zone de cloisonnement.

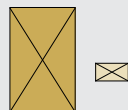
5.14 Lors de l'étude du projet et en fonction des conditions-cadres, les points suivants doivent être pris en considération:

- les dommages potentiels,
- la nécessité de mesures supplémentaires pour l'évacuation des eaux pendant les travaux,
- les mesures pour l'évacuation des eaux, y compris les trop-pleins de sécurité, dans le cas d'avant-toits sans pente,
- les sollicitations mécaniques de l'étanchéité dues à un besoin d'entretien accru,
- l'augmentation de la charge utile due à la stagnation d'eau,
- d'autres spécificités liées aux particularités de l'ouvrage.

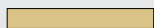


SYMBOLES ET DESCRIPTION

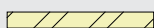
Structures porteuses



bois massif



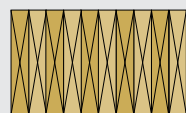
lambrissage en bois



panneau multicouche



bois lamellé-collé

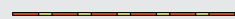
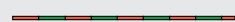


dalle en planches de bois



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

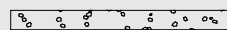
Couche de protection ou revêtement praticable



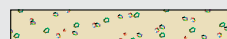
gravier rond lavé



plaques de ciment



gravillons



humus, substrat



plantes, végétalisation



couche de protection

Conclusions

La plupart du temps, la structure des toits plats en bois est de type ventilé, avec une couche d'air située sous l'étanchéité (structure II). Lorsqu'elle est de type non ventilé (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 également possibles grâce à de nouvelles connaissances et méthodes de calcul, ainsi qu'à 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 (p. ex. dans les bâtiments administratifs) ou lorsque l'aménagement d'ouvertures d'entrée et de sortie d'air est difficile à réaliser (p. ex. sur les terrasses).

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 le recours à des programmes de simulation approuvés tels que WUFI. Des mesures constructives spéciales sont en général nécessaires pour assurer 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

Protection thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments (absence de dommages à la construction, confort)

SIA 271

Etanchéité des bâtiments, 2021

SIA 265

Construction en bois (humidité admissible du bois)

SIA 265/1

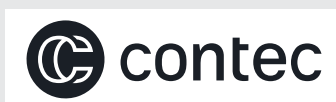
Construction en bois – Spécifications complémentaires (coefficients de retrait et de gonflement)



FABRICANTS ET ASSOCIATIONS PARTICIPANTS



bauder.ag



contec.ch



flumroc.ch



foamglas.ch



isofloc.ch



isover.ch



lignatur.ch



sikadach.ch



soprema.ch



swisspor.ch



suissetec.ch



zz-ag.ch

Direction du projet de la première édition de 2007

Heinrich Schnyder, Pfäffikon SZ, Commission technique Toit plat, Enveloppe des bâtiments Suisse;
Hansueli Sahli, Uzwil, directeur technique, Enveloppe des bâtiments 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 bâtiments 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, Zurich, Rolf Wirth;
suissetec, Zurich, Gregor Bless

Graphisme, détails

Grafitext, Treiten, Peter Stoller

Révision 2024

Thomas Nold, Romanshorn, Commission technique Toit plat, Enveloppe des bâtiments Suisse;
Marco Röthlisberger, Uzwil, directeur technique, Enveloppe des bâtiments Suisse

Graphisme

Nicole Staub, Uzwil, Enveloppe des bâtiments Suisse

Editeur

ENVELOPPE DES BATIMENTS SUISSE
Association suisse des entrepreneurs de l'enveloppe des bâtiments
Commission technique Toit plat
Lindenstrasse 4
9240 Uzwil
T 0041 (0)71 955 70 30
F 0041 (0)71 955 70 40
info@enveloppe-batiments.swiss
enveloppe-batiments.swiss

