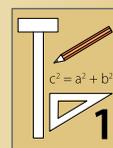


L'étanchéité du bâtiment

**Introduction,
Planification**



1

**Couches du système
d'étanchéité**



2

45

**Réalisation d'étanchéités
bitumineuses**



3

111

**Réalisation d'étanchéités en
matière synthétique**



4

137

**Mise en œuvre des couches de
protection et d'usure**



5

153

**Raccords et fermetures,
exemples d'exécution**



6

179

Annexes



7

207

Beat Hanselmann
Andreas Kuster
Peter Stoller

L'étanchéité du bâtiment

Planification et exécution des toits plats et
l'étanchéité des joints

Traductrice Monique Gottburg

ISBN 3-9522490-6-8

© grafitext-verlag, CH-3226 Treiten

4^{ème} édition actualisée 2019

**Réalisation,
conception,**

composition grafitext p. stoller, Treiten

Révision Blaise Sarrasin

Impression ebook

Edition grafitext-verlag, p. stoller

Diffusion grafitext-verlag

Peter Stoller

Dorfstrasse 1

CH-3226 Treiten

T 032 313 34 50

Support www.grafitext.ch

Le présent ouvrage est protégé par les droits d'auteur.

Tous droits réservés. Aucune partie de ce manuel ne peut être copiée sous une forme ou une autre, ni traitée, reproduite ou diffusée à l'aide de systèmes électroniques sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

Le contenu de ce manuel a été réalisé avec un grand soin. Les auteurs et l'éditeur ne pourront être tenus pour responsables pour toute erreur qui aurait pu se glisser dans cet ouvrage et des conséquences qui en résulteraient.

Aperçu

Préface	5
Remerciements	5
Organisation	6

Introduction, Planification 7

1 Introduction	11
2 Systèmes d'étanchéité des toits plats	15
3 Systèmes d'étanchéité de joints	21
4 Mandat relatif à l'étanchéité	23
5 Préparation du travail	27
6 Physique du bâtiment dans les systèmes d'étanchéité	33
7 Entretien du système d'étanchéité	39

Couches du système d'étanchéité 45

1 Support, sous construction et fond	49
2 Joints	57
3 Étanchéité à l'air/pare-vapeur	71
4 Isolation thermique	75
5 Autres couches d'isolation	80
6 Couches intermédiaires	81
7 Étanchéité	85
8 Cloisonnements	95
9 Couche de protection	97
10 Couche d'usure	99
11 Évacuation des eaux	101
12 Raccords et fermetures sur la toiture plate	103
13 Enduit d'apprêt	109
14 Colle	110

Réalisation d'étanchéités bitumineuses 111

1 Mise en œuvre de matériaux d'étanchéité bitumineux	113
2 Disposition des lés d'étanchéité bitumineux	119
3 Réaliser des relevés et retombées	121
4 Raccords sur tôle	127
5 Réalisation d'étanchéités avec l'asphalte coulé	129

Réalisation d'étanchéités en matière synthétique 137

1 Mise en œuvre de lés d'étanchéité en matière synthétique	139
2 Pose des membranes d'étanchéité en EPDM	148
3 Étanchéité en polymère liquide (EPL)	149

Mise en œuvre des couches de protection et d'usure 153

1	Mise en œuvre de la couche de protection	155
2	Réalisation de couches d'usure praticables	159
3	Réalisation de couches d'usure carrossables	169
4	Toitures végétales	171

Raccords et fermetures, exemples d'exécution 179

1	Raccords de murs	181
2	Fermetures d'acrotères	189
3	Raccordement sur seuil de porte	194
4	Pénétrations de toiture	202
5	Cloisonnement	204
6	Dilatation	205
7	Parties enterrées	206

Annexes 207

1	Liste/commande de matériel, exemples	208
2	Désignation du lés d'étanchéité en bitume polymère	212
3	Tableaux physique du bâtiment	213

Préface

Notre architecture ne pourrait plus se passer des toitures plates. En plus de leur fonction première qui est de protéger des intempéries, celles-ci sont aussi volontiers utilisées en tant que terrasses. Lorsqu'elles sont végétalisées, elles ont en outre une influence positive sur l'environnement.

L'avis de la population concernant la qualité des toits plats, respectivement l'étanchéité du bâtiment, est plutôt mitigé. Des erreurs de planification, un choix de matériaux erroné et une exécution peu soignée en sont la cause principale.

Pourtant, en cas de planification correcte du système d'étanchéité et d'une exécution dans les règles de l'art, il est relativement facile d'obtenir des étanchéités de toits plats durables et fiables.

Pour le chef de projet, il s'agit de concilier les souhaits du maître de l'ouvrage, les idées de l'architecte et les possibilités pratiques de concrétisation. L'étancheur pour sa part doit être conscient de ses responsabilités et mettre en œuvre les matériaux dans les règles de l'art.

Il nous tient à cœur, à nous les auteurs, de promouvoir la meilleure qualité possible lors de travaux d'étanchéité, objectif que nous espérons atteindre grâce à cet ouvrage « L'étanchéité du bâtiment », lequel se base sur la norme SIA 271 et sur l'expérience d'étancheurs expérimentés.

Nous nous réjouissons de pouvoir vous faire profiter de ce savoir-faire, que ce soit pour la planification ou pour l'exécution.

Treiten, en octobre 2007.

Beat Hanselmann
Andreas Kuster
Peter Stoller

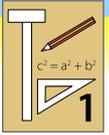
Remerciements

Au nom des auteurs, je remercie toutes les personnes compétentes pour leur aide précieuse. En particulier Heinrich Schnyder et Urs Spuler qui ont consacré beaucoup de temps à relire de manière critique les manuscrits, garantissant ainsi à cet ouvrage de bien refléter l'état actuel de la technique. Merci aussi à Peter Stoller. En sa qualité d'éditeur, c'est lui qui m'a permis d'effectuer ce travail intéressant et qui m'a poussé à ne faire aucune concession sur la qualité. Cela en a valu la peine !

Finalement, merci aussi à vous Anika, Anna, Lisa, Lukas, Nati et Simon pour la grande compréhension dont vous avez fait preuve. J'ai consacré à ce livre bien des heures, dont vous avez par conséquent été privés.

C'est pour moi un sentiment enrichissant d'avoir contribué à l'élaboration de cet ouvrage !

Beat Hanselmann



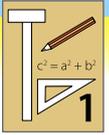
1

Introduction, Planification

Table des matières

1	Introduction	11
1.1	Définitions	11
1.1.1	Toiture plate	11
1.1.2	Étanchéité	11
1.1.3	Parties enterrées	11
1.1.4	Étanchéité au-dessus du terrain (Étanchéité dans la construction)	11
1.1.5	Classes d'étanchéité	12
1.2	Travaux d'étanchéité spéciaux	13
1.2.1	Étanchéité en cas de remblayage	13
1.2.2	Étanchéité de pièces humides	13
1.3	Histoire de la toiture plate	14
1.4	Écologie du toit plat	14
1.5	Durée de vie de l'étanchéité	14
2	Systèmes d'étanchéité des toits plats	15
2.1	Toiture chaude	15
2.1.1	Structure des couches avec lés d'étanchéité en bitume polymère	15
2.1.2	Structure des couches avec lés d'étanchéité synthétiques	15
2.2	Toiture compacte	16
2.2.1	Structure des couches avec lés d'étanchéité en bitume polymère	16
2.3	Toiture inversée	16
2.3.1	Structure des couches avec lés d'étanchéité en bitume polymère	17
2.4	Toiture duo	17
2.5	Toiture améliorée	18
2.6	Toiture doublée	18
2.7	Toiture plate ventilée	19

2.8	Toiture nue	19
2.8.1	Structure des couches avec lés d'étanchéité en bitume polymère	19
2.8.2	Structure des couches avec lés d'étanchéité en matière synthétique	20
3	Systèmes d'étanchéité de joints	21
3.1	Types de joints	21
3.1.1	Joints de dilatation	21
3.1.2	Joint de raccord	21
3.1.3	Joint de reprise	21
3.2	Choix du système	21
3.2.1	Matériaux	22
4	Mandat relatif à l'étanchéité	23
4.1	Garantie de l'entrepreneur	23
4.1.1	Devoirs d'avis de l'entrepreneur	23
4.2	Normes	23
4.3	Devoirs des parties contractantes	24
4.3.1	Devoirs du maître d'ouvrage	24
4.3.2	Devoirs de l'entrepreneur	24
4.4	Contrat d'entretien	24
4.5	Sécurité de la construction	25
4.5.1	Statique	25
4.5.2	Protection incendie	25
4.6	Protection de l'étanchéité durant la phase de construction	25
5	Préparation du travail	27
5.1	Examen des documents, analyse	27
5.2	Liste de matériel et commande	27
5.2.1	Facteurs de consommation de matériel	27
5.2.2	Listes de matériel	28
5.3	Programme des travaux	28
5.3.1	Sécurité au travail et protection de la santé	28
5.3.2	Planification du personnel	28
5.4	Déroulement des travaux et logistique	29
5.4.1	Planification de l'infrastructure du chantier	29
5.4.2	Livraison et transbordement du matériel	29
5.4.3	Dépôt du matériel	29
5.4.4	Cloisonnement journalier	30
5.5	Prévention des accidents lors de travaux d'étanchéité	30
5.5.1	Équipement de protection individuelle	30
5.5.2	Concept de sécurité	30
5.5.3	Fondoir à bitume	31
5.5.4	Gaz	32
5.5.5	Substances nuisibles à la santé	32



6 Physique du bâtiment dans les systèmes d'étanchéité 33

6.1 Thermodynamique 33

6.1.1 Conductivité thermique λ 33

6.1.2 Résistance thermique superficielle R 33

6.1.3 Coefficient de transfert de chaleur surfacique h 33

6.1.4 Résistance thermique superficielle R_s 33

6.1.5 Résistance thermique-superficielle totale R_t 34

6.1.6 Valeur U 34

6.2 Humidité et diffusion 35

6.2.1 Résistance à la diffusion de vapeur d'eau Z 35

6.2.2 Humidité ambiante 35

6.2.3 Température du point de rosée θ_D 36

6.3 Calcul pour un système de toiture chaude (exemple) 37

7 Entretien du système d'étanchéité 39

7.1 Entretien de l'étanchéité 39

7.2 Entretien de la couche de protection 39

7.3 Entretien de la couche d'usure 40

7.4 Entretien de la couverture végétale 40

7.4.1 Végétalisation extensive 40

7.4.2 Végétalisation intensive 41

7.5 Entretien des raccords et fermetures 42

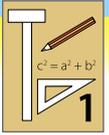
7.5.1 Parties en tôle 42

7.5.2 Paratonnerre 42

7.5.3 Étanchéité des joints (« joints souples ») 43

7.6 Évacuation des eaux 43

7.7 Entretien des autres couches 44



1 Introduction

Cet ouvrage décrit les travaux d'étanchéité pratiqués dans le bâtiment, sur toitures plates et, en général, dans les zones de joints.

1.1 Définitions

1.1.1 Toiture plate

«Toiture plate» est le terme générique pour des toitures ayant peu ou pas de pente, avec une étanchéité sans joints (norme SIA 271). Les principes de base contenus dans la norme SIA 271 tablent sur une pente de l'étanchéité de 1,5 %. De ce fait, le toit plat n'est pas horizontal, mais légèrement pentu.

En dessous de la pente minimale de 1,5 %, des contraintes spéciales sont requises.

1.1.2 Étanchéité

Le terme «Étanchéité» est défini dans la norme SIA 271 comme suit: «Terme générique désignant les différentes mesures prises de façon à rendre des éléments de construction imperméables à l'eau ou à l'humidité.» Cette définition est «conforme aux normes» et doit englober toutes les méthodes d'étanchéité possibles. Il est précisé dans le présent manuel pour les domaines de toiture plate, partie enterrée et joints que:

- L'étanchéité est une couche fonctionnelle du système d'étanchéité des toitures plates.
- L'étanchéité est une couche fonctionnelle du système d'étanchéité de parties enterrées.

... Système

Le terme de «système» est employé volontiers pour souligner qu'il n'est possible d'obtenir qu'une partie de construction ait une certaine propriété que si elle est dûment mise en corrélation avec d'autres parties.

Exemple «Système d'étanchéité des joints»: une étanchéité dans les règles de l'art d'un joint de dilatation ne se limite pas au seul mastic. Le mastic et les deux flancs de joints doivent être des matériaux compatibles, la largeur et la profondeur du joint doivent être adaptées à l'élasticité et l'exécution doit être conforme aux prescriptions du fabricant. En fonction des conditions constructives, ce système d'étanchéité de joint peut être considéré isolément ou être intégré dans les couches d'un autre système (par exemple, dans le cas d'un système d'étanchéité de toiture plate, dans les couches fonctionnelles du pare-vapeur et de l'étanchéité).

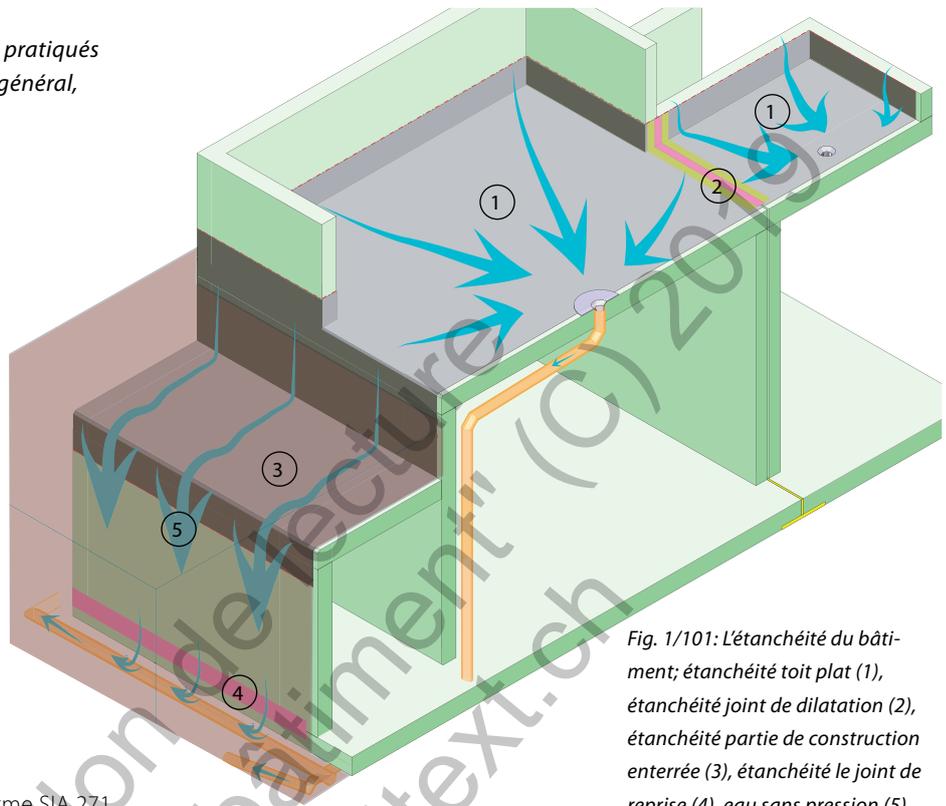


Fig. 1/101: L'étanchéité du bâtiment; étanchéité toit plat (1), étanchéité joint de dilatation (2), étanchéité partie de construction enterrée (3), étanchéité le joint de reprise (4), eau sans pression (5)

Exemples:

- L'étanchéité d'une toiture plate conduit sur son côté externe l'eau de pluie vers le système d'évacuation d'eau.
- L'étanchéité d'une couverture végétalisée ou d'un mur adjacent à du terrain naturel, repousse l'humidité provenant de la terre et conduit l'eau vers le système de drainage.
- Une bande de joint permet, en tant que partie du système d'étanchéité, d'étancher dans la zone enterrée (construction en béton imperméable à l'eau) le joint de reprise entre dalle de sol et mur de cave.
- Un joint scellé avec du mastic empêche la pénétration d'eau et de saleté dans la construction.

1.1.3 Parties enterrées

Les étanchéités à l'eau dans le terrain constructible (eau avec et sans pression), eaux de surface et eaux de chantier ainsi que les mesures contre l'eau de condensation et l'étanchéité de bassins (par ex. piscines) sont réglées dans la norme SIA 272 «Étanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains».

1.1.4 Étanchéité au-dessus du terrain (Étanchéité dans la construction)

Étanchéités de parties de constructions et de bâtiments non soumises à de l'eau sous pression. La norme SIA 271

«Eau de pression»

Ce terme désigne une accumulation d'eau exerçant une pression hydrostatique sur des parties du bâtiment (par ex. sur la dalle de sol, les murs de cave ou les joints). On désigne comme «eau sans pression» l'eau qui peut librement s'écouler. La partie de construction est certes mouillée, mais n'est soumise à aucune pression de l'eau.

«L'étanchéité des bâtiments» règle l'étanchéité plane avec les couches correspondantes et la norme SIA 274 «Étanchéité des joints dans la construction» l'étanchéité des joints au-dessus du terrain.

Système d'étanchéité de toit plat

Un système d'étanchéité englobe tous les composants partiels, harmonisés et complémentaires, lesquels remplissent la fonction d'étanchéité (voir ci-dessus). Grâce au système d'étanchéité, l'ouvrage est protégé des influences climatiques.

Les couches suivantes forment en général un système d'étanchéité:

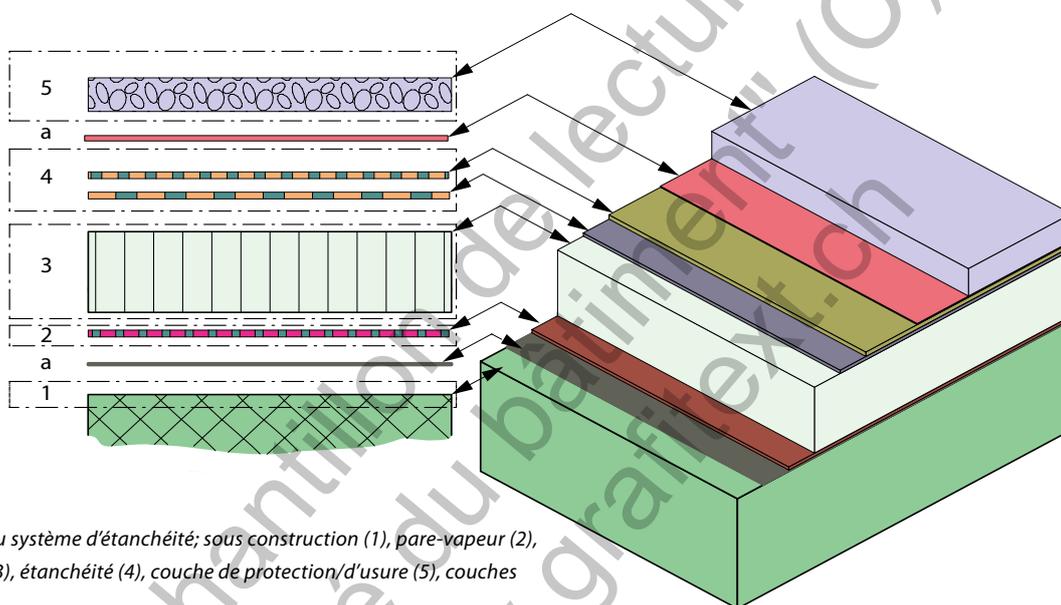
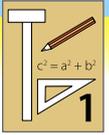


Fig. 1/102: Couches du système d'étanchéité; sous construction (1), pare-vapeur (2), isolation thermique (3), étanchéité (4), couche de protection/d'usure (5), couches intercalaires (a)

1.1.5 Classes d'étanchéité

La norme SIA 270 répartit les exigences requises par le système d'étanchéité en classes d'étanchéité:

Description de la classe d'étanchéité	Exemples
1 Complètement sec Aucune tache d'humidité n'est tolérée à l'intrados de l'ouvrage.	Pièces d'habitation ou de travail, lieux de stockage de marchandises délicates comme par ex. du papier
2 Sec à légèrement humide Des taches d'humidité isolées sont tolérées, des égouttures à l'intrados de l'ouvrage ne le sont pas.	Caves (à vélos, chauffage)
3 Humide Des taches d'humidité localement limitées et des égouttures isolées à l'intrados de l'ouvrage sont tolérées.	Murs de garages souterrains (le plafond correspond à la classe d'étanchéité 1 ou 2)
4 Humide à mouillé Des taches d'humidité et des égouttures sont tolérées.	Mur de garages couverts (le plafond correspond à la classe d'étanchéité 1 ou 2)



1.2 Travaux d'étanchéité spéciaux

Pour certains bâtiments ainsi que pour des ouvrages de génie civil, comme par exemple ponts, tunnels, parkings sur plusieurs niveaux, constructions enterrées, bassins de rétention, piscines et canaux, il arrive que des systèmes d'étanchéité et des techniques d'application spéciaux doivent être utilisés.

Les buts sont alors soit de préserver les ouvrages des effets néfastes de l'eau, soit de protéger l'environnement de l'eau, respectivement des liquides stockés ou transportés. On peut souvent utiliser les mêmes matériaux et appliquer des techniques de travail identiques.

1.2.1 Étanchéité en cas de remblayage

Norme SIA 271: L'étanchéité doit résister aux actions mécaniques générées par la mise en œuvre et le tassement du remblai.

Une couche de protection doit être posée entre l'étanchéité et le remblai.

Les fermetures doivent être réalisées de sorte qu'il n'y ait pas de déversement de l'eau accumulée lors d'une courte défaillance de l'évacuation des eaux.

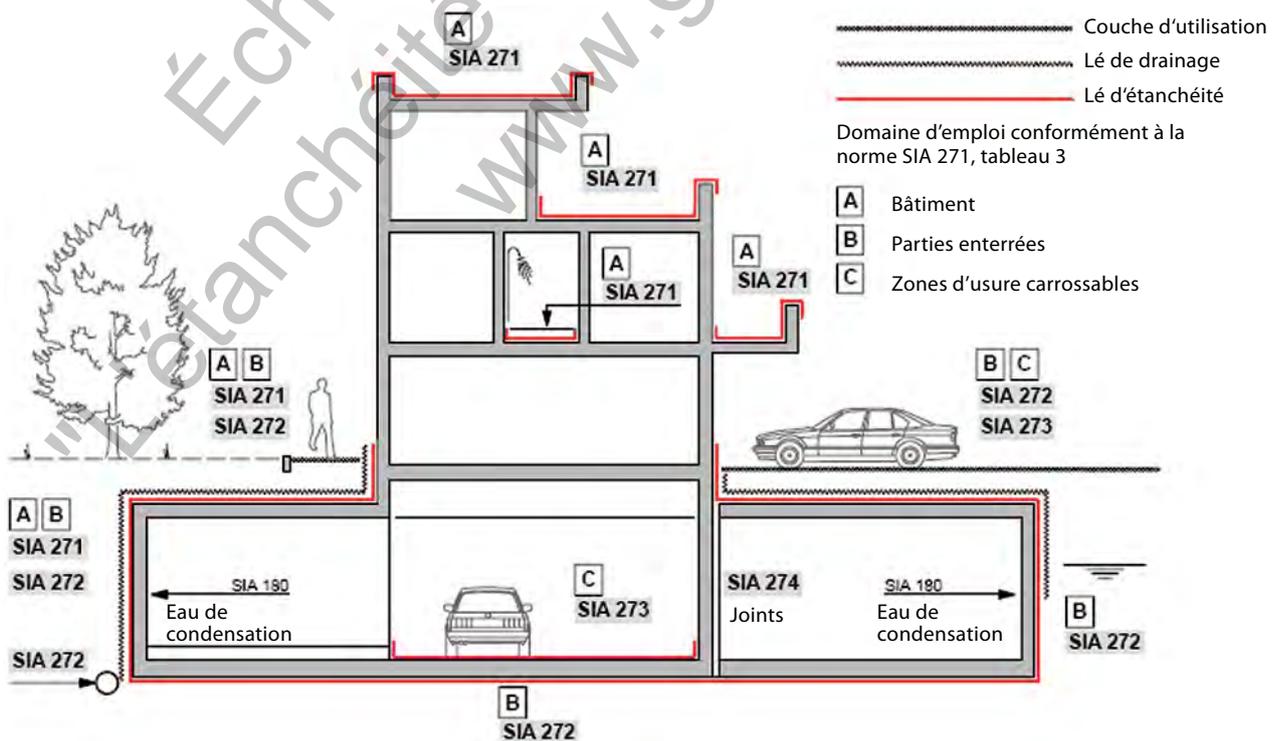
Si une accumulation d'eau est possible hors d'une défaillance de courte durée de l'évacuation des eaux, l'étanchéité doit être réalisée conformément à la norme SIA 272.

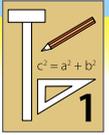
1.2.2 Étanchéité de pièces humides

On désigne aussi par pièces humides les salles de bains, les cabines de douche, etc.

L'étanchéité des pièces humides peut être réalisée en béton étanche ou également en polymère liquide ou au moyen de lés d'étanchéité en bitume. Comme pour tous les travaux d'étanchéité, il s'agit de choisir le système adéquat en fonction des circonstances.

Fig. 1/103: Délimitations correspondant aux normes SIA sur les étanchéités des bâtiments (source: norme SIA 271 figure 1)





2 Systèmes d'étanchéité des toits plats

Les exemples ci-après présentent surtout les systèmes d'étanchéité usuels pour toits plats. D'autres systèmes d'étanchéité possibles ne sont pas mentionnés ici par souci de clarté.

Un système d'étanchéité de toit plat est composé de **couches fonctionnelles**, lesquelles sont combinées entre elles de manière différente, selon le but recherché.
COUCHES FONCTIONNELLES VOIR F2/

ANCIEN ET NOUVELLE DÉSIGNATION
DU LÉS D'ÉTANCHÉITÉ EN BITUME POLYMÈRE VOIR F7/2

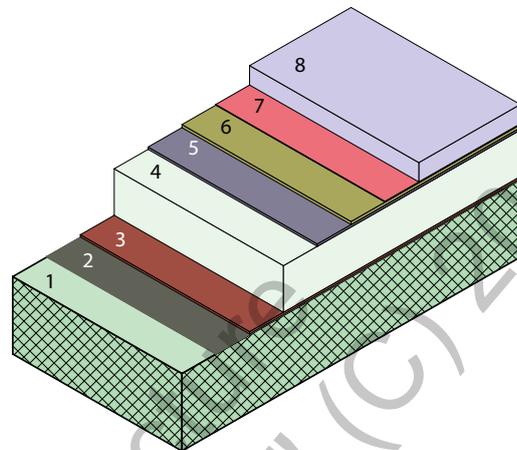


Fig. 1/201: Toiture chaude; sous construction (1), enduit d'accrochage en option (2), pare-vapeur (3), isolation thermique (4), étanchéité bitumineuse bicouche (5 + 6), voile de séparation et de protection (7), couche de protection (8)

2.1 Toiture chaude

Toiture chaude: Système d'étanchéité isolé thermiquement et non ventilé, où l'étanchéité est posée sur la couche d'isolation thermique.

Avantages:

- L'isolation thermique est protégée des intempéries. Ainsi on peut aussi utiliser des matériaux isolants sensibles à l'humidité.
- De nombreuses combinaisons de matériaux sont possibles.

Inconvénients:

- L'étanchéité est exposée aux changements de température climatiques et vieillit plus vite.
- Gros risques de dégâts en cas d'étanchéité défectueuse, car l'isolation sera en grande partie détrempeée. Les différentes couches peuvent être touchées par l'humidité.

2.1.2 Structure des couches avec lés d'étanchéité synthétiques

Structure des couches (Fig. 1/202)

Couche de prot.:	Gravier rond 16/32
Étanchéité:	Lés d'étanchéité synthétique, 1 couche
Isolation therm.:	Polystyrène expansé 30 kg/m ³ , avec battue
Pare-vapeur:	Feuille PE, joints collés
Sous-construct:	Tôle trapézoïdale (pente ≥ 1,5 %)

2.1.1 Structure des couches avec lés d'étanchéité en bitume polymère

Structure des couches (Fig. 1/201)

Couche de prot.:	Gravier rond 16/32
Natte de protect.:	Voile Polyester 300 g/m ²
Étanchéité:	Lés d'étanchéité en bitume polymère, soudés, 2 couches
Isolation therm.:	Plaques laine minérale 165 kg/m ³ , collées
Pare-vapeur:	1 couche EVA 4, pose libre, joints soudés
Sous-construct.:	Béton armé incliné (pente ≥ 1,5 %)

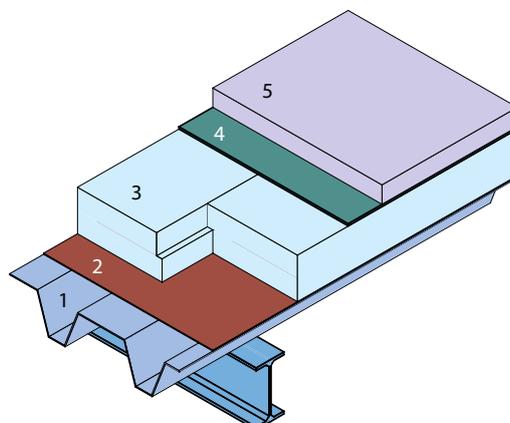
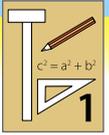


Fig. 1/202: Toiture chaude; sous construction (1), pare-vapeur (2), isolation thermique (3), étanchéité synthétique (4), couche de protection (5)



5 Préparation du travail

Ce chapitre décrit l'exécution d'un mandat d'étanchéité depuis le contrôle du dossier de soumission jusqu'à l'organisation du chantier.

PRINCIPES RELATIFS AUX COUCHES SYSTÈME RESPECTIVES VOIR F2/

5.1 Examen des documents, analyse

Pour l'entrepreneur en toits plats, la préparation du travail débute généralement par l'analyse des documents de soumission reçus du responsable de projet (l'architecte en qualité de représentant du maître d'ouvrage). Il peut s'agir: du contrat d'entreprise avec descriptif des prestations (offre, devis) et des plans (plans d'exécution). S'il s'agit d'une transformation, il est judicieux de visiter le chantier muni d'une «check-list», afin de ne rien oublier.

Exigences et sollicitations

Un système d'étanchéité doit résister aux exigences et sollicitations relatives à la sécurité, aux caractéristiques fonctionnelles, à la protection contre les intempéries, à la durabilité et à l'écologie.

Lors de l'élaboration de systèmes d'étanchéité il faut particulièrement veiller à l'entretien et aux soins (Norme SIA 271).

Concepts

Pour un fonctionnement impeccable, le système d'étanchéité est dépendant d'un concept d'évacuation des eaux adéquat. Par ailleurs il doit s'harmoniser avec les autres concepts, tels l'étanchéité, l'isolation thermique, l'étanchéité à l'air, l'utilisation, la sécurité et l'entretien. Les systèmes d'étanchéité proposés devraient par mesure de sécurité être contrôlés par l'entrepreneur quant à leur fonctionnalité et leur caractère approprié au concept. Il en va de même pour les raccords. Souvent, la solution planifiée pour raisons esthétiques ne permet pas de respecter les hauteurs de raccordement prescrites.

Les matériaux prévus doivent être agréés. Les diverses normes renseignent sur ce point.

Si des écarts par rapport aux normes y relatives sont constatés, l'entrepreneur doit régler la question avec le concepteur du projet avant l'exécution (devoir d'avis).

DEVOIRS VOIR F1/4.1, 4.3

5.2 Liste de matériel et commande

Les quantités indiquées dans le descriptif des prestations devraient être vérifiées par une analyse des plans définitifs.

Il y a souvent des écarts qui peuvent conduire à un manque ou à un excédent de matériel. Sur la base des travaux (prestations) décrits précisément et contrôlés dans le descriptif des prestations, l'on peut établir le sommaire et la commande de matériel. Afin de ne pas compromettre le déroulement optimal des travaux par des retards de livraison, il est important de passer commande suffisamment tôt, soit sur appel (le fournisseur tient les matériaux à disposition et peut livrer à court terme), soit en fixant un délai précis.

5.2.1 Facteurs de consommation de matériel

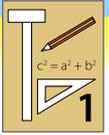
Les données suivantes sont des valeurs indicatives de l'Association Enveloppe des édifices Suisse.

La consommation de matériel effective est de surcroît influencée par les méthodes de travail, la qualité des matériaux du support, les conditions climatiques et la grandeur des surfaces d'étanchéité concernées.

Tableau facteurs de consommation de matériel (Source: GHCH/BH)

Facteurs de consommation de matériel pour travaux d'étanchéité			
Matériaux	Recouvrement/ Consommation	Chutes	Facteur
Lé d'étanchéité en bitume polymère	11 %	4 %	x 1,15
Gaz pour lé d'étanchéité en mode de pose libre*	0,02 kg/m ²		
Gaz pour lé d'étanchéité soudé pleine surface *	0,2 kg/m ²		
Enduit d'apprêt	0,3 kg/m ²		
Bitume chaud 1 ^{ère} couche en pleine surface**	1,4 kg/m ²		
Isolation		2 %	x 1,02
Bitume pour verre cellulaire**	6,0 kg/m ²		
Bitume pour collage de PUR/PIR	0,5 kg/m ²		
Lés de TPO	4 %	2 %	x 1,06
Colle*	400–800 g/m ²		
Feutres, voiles non-tissés	4 %	2 %	x 1,07

* La météo, la température et la qualité des lés d'étanchéité sont déterminantes pour la consommation définitive.
 ** Les caractéristiques du support et/ou de l'isolation sont déterminantes pour la consommation.



6 Physique du bâtiment dans les systèmes d'étanchéité

Une introduction concernant la physique du bâtiment dans un système d'étanchéité figure dans le manuel «Principes de l'enveloppe du bâtiment» (G).
ISOLATION THERMIQUE DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT VOIR G 3/5
ÉTANCHÉITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT VOIR G 6/6
INTRODUCTION À LA PHYSIQUE DU BÂTIMENT VOIR G 5/1
ISOLATION THERMIQUE ET PROTECTION CONTRE L'HUMIDITÉ DANS LES BÂTIMENTS VOIR G 5/1.4

Ci-après sont énumérées des valeurs physiques importantes pour les calculs. Un exemple détaille le mode de calcul et montre une première analyse. Le calcul complet d'un système est enseigné dans des cours de formation continue.

6.1 Thermodynamique

6.1.1 Conductivité thermique λ

Unité de mesure: $W/(m \cdot K)$ = Watt par mètre et par degré Kelvin (différence en degrés Celsius).
 Le Watt est la performance en fonction du temps (1 seconde).

λ correspond à la quantité de chaleur traversant durant 1 seconde une couche de 1 m^2 et de 1 m d'épaisseur, lorsque la différence de température des deux surfaces externes est de 1 Kelvin et que les quatre autres faces du cube sont isolées thermiquement (Norme SIA 180 p. 12). Au moyen de la valeur λ , divers matériaux peuvent être comparés entre eux.

Plus la valeur λ est petite, plus la conductivité thermique est basse – donc meilleure est l'isolation thermique.

Exemple de comparaison des valeurs λ : 42 mm de liège isolent autant que 1800 mm de béton (valeurs extraites du tableau Caractéristiques des matériaux de construction).

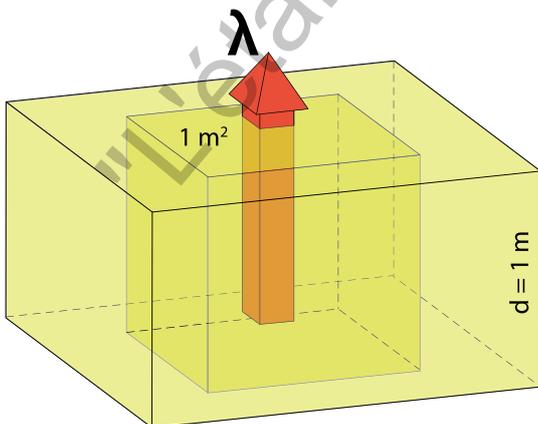


Fig. 1/601: Conductivité thermique

Caractéristiques des matériaux de construction

Matériau	λ [$W/(m \cdot K)$]	Épaisseur
Béton armé	1,800	1800 mm
Brique modulaire de terre cuite	0,440	440 mm
Bois d'épicéa	0,140	140 mm
Liège	0,042	42 mm
Verre cellulaire FoamglasT4	0,040	40 mm
Flumroc Type 3	0,034	34 mm
Polystyrol 120k/Pa	0,034	34 mm
Polystyrol gris (Graphite)	0,029	29 mm
Polyuréthane	0,028	28 mm
PUR parements alu	0,024	24 mm
Vacucomp yip	0,004	4 mm

Exemples extraits de la liste des caractéristiques des matériaux de construction

LISTE DÉTAILLÉE DES CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION VOIR F7/2.4

6.1.2 Résistance thermique superficielle R

$$d/\lambda = \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

Cette valeur chiffre la résistance thermique d'un panneau d'isolation dans son épaisseur effective.

6.1.3 Coefficient de transfert de chaleur surfacique h

Unité de mesure: $W/(m^2 \cdot K)$

L'air est aussi un matériau. C'est pourquoi il faut tenir compte, lors du calcul du transfert de chaleur, de l'échange de chaleur surfacique des éléments de construction avec l'air extérieur.

Le coefficient de transfert de chaleur surfacique exprime la quantité de chaleur échangée durant 1 seconde entre 1 m^2 de surface et l'air extérieur, lorsque la différence de température entre l'air et la surface est de 1 K .

Coefficients de transfert de chaleur surfacique intérieur/extérieur

Intérieur	h_i ($i = interior$)	toujours	$8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Extérieur	h_e ($e = exterior$)	normal	$25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Parties en contact avec le sol	$0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

6.1.4 Résistance thermique superficielle R_s

Unité de mesure: $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$

La résistance thermique superficielle est l'inverse du coefficient de transfert de chaleur surfacique.

2. Calculer la différence de température entre les couches

1. Étape : Un facteur calculer

$$\text{facteur} = (\theta_i - \theta_e) / R_t$$

$$\text{facteur} = (20\text{ °C} - (-15\text{ °C})) / 6,835 = 35 / 6,835 = 5,121$$

2. Étape :

$$\Delta \theta_x = \text{facteur} \times (d_x / \lambda_x)$$

- $\Delta \theta_{R_{Si}} = 5,121 \times 0,125 = 0,640$ (à reporter dans col. 5)
- $\Delta \theta_{\text{couche } 1} = 5,121 \times 0,110 = 0,569$ (à reporter dans col. 5)
- etc.

Le total de toutes les différences de température dans la colonne 5 correspond à $(\theta_i - \theta_e)$.

3. Report des écarts de température θ

- Partant de la valeur du climat d'habitation de la colonne 6 (20 °C), soustraire les valeurs $\Delta \theta$ de la valeur θ ci-avant.

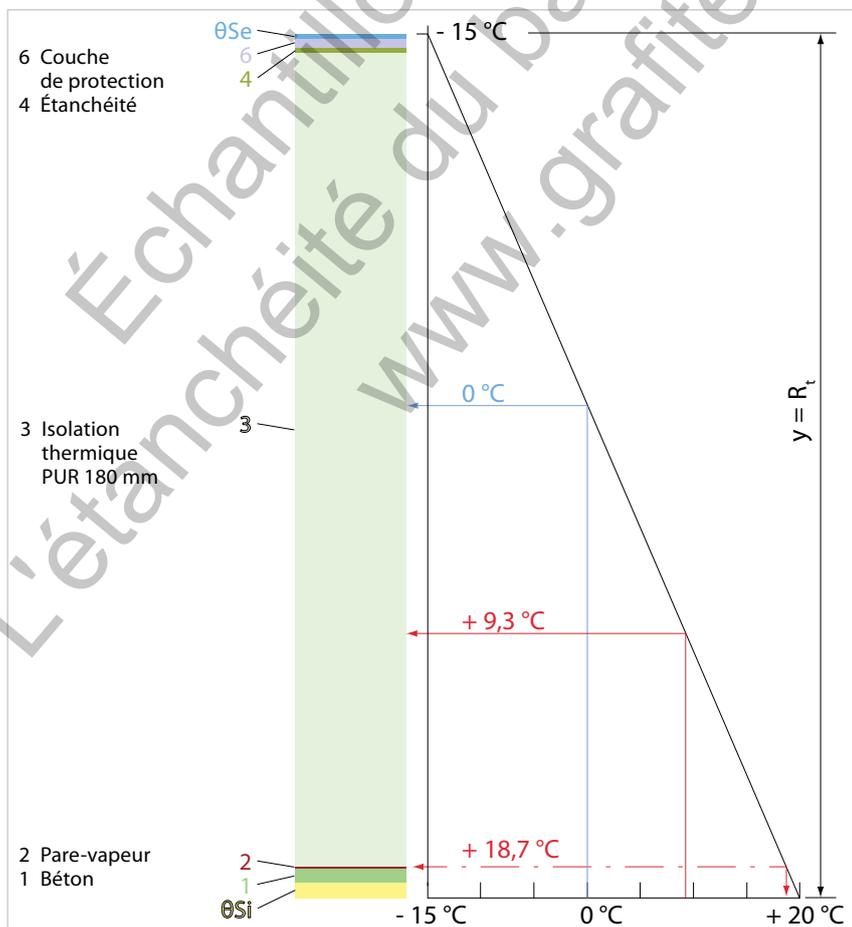
Le calcul peut aussi être illustré dans un diagramme (Fig. 1/603).

Contrôle d'une configuration prédéterminée

La grandeur de l'isolation thermique est dimensionnée de manière à ce que la température du point de rosée se trouve du côté froid du pare-vapeur. Ainsi, l'on évite la formation de condensation durant la période froide de l'année, pour autant que la couche imperméable n'ait pas de fonction étanche; à défaut, cette couche doit être calculée comme pare-vapeur.

Il ressort du diagramme ci-avant et de la calculation qu'il règne directement au-dessus du pare-vapeur une température de 18,7 °C (à condition que les températures intérieure et extérieure soient identiques à la valeur de calcul). La température du point de rosée est selon la table (cf dessus ou F7/2,1) de 9,3 °C, c.-à-d. dans le tiers inférieur de l'isolation thermique. L'isolation pourrait ainsi être prévue légèrement moins épaisse. Mais pour des raisons d'économie d'énergie, l'épaisseur choisie compte tenu d'une valeur U 0,146 se justifie cependant.

Fig. 1/603:
Représentation graphique de l'exemple de calcul 6.3.1 ; toutes les résistances thermiques (d/λ) sont représentées sur l'axe y (vertical). La hauteur de la colonne correspond à la résistance thermique superficielle totale $R_t = 6,835$. L'axe x correspond à l'écart des températures extérieures à intérieures.



7.7 Entretien des autres couches

Afin de pouvoir contrôler également ultérieurement la qualité de l'étanchéité et des autres couches, l'on peut installer des tubes de contrôle sur le toit ou des tuyaux de contrôle accessibles depuis l'intérieur.

Tube de contrôle

Ceux-ci sont montés au point le plus bas, sur le pare-vapeur, et permettent un coup d'oeil sous l'isolation thermique. Si de l'eau s'y est accumulée, c'est qu'un défaut est survenu dans l'étanchéité. Une reconnaissance précoce est ainsi possible.

En posant une couche de drainage sur le pare-vapeur, l'on empêche que l'isolation thermique devienne mouillée en cas de légère inondation. De cette manière il n'est pas nécessaire de changer toute l'isolation après la constatation d'une fuite.

Détection de fuites avec des sondes

Pour des couches d'usure très difficiles à enlever, l'on peut poser sous l'étanchéité un filet réticulaire avec des électrodes. Ainsi il est possible, au moyen d'appareils de sondage, de repérer relativement précisément où l'isolation est humide et, partant, l'endroit de la fuite.

L'entreprise d'étanchéité pose la grille électrique de mesure en dessous de l'étanchéité et la connecte au moyen d'un câble à un boîtier de contact. Lors du contrôle, la grille est mise sous tension continue au moyen d'un câble de mesure passant sur l'étanchéité.

S'il s'avère qu'il y a un courant électrique entre le câble et la grille de mesure, ce qui ne peut avoir lieu qu'en présence d'humidité, l'étanchéité est défectueuse.

Même si le contact avec de l'eau est minimal, cela mène immédiatement à la fermeture du circuit électrique. Par cette méthode, la fuite peut être localisée de manière précise et ainsi réparée à moindre coûts.

Un contrôle de toiture effectué au moyen de la localisation des fuites permet aussi bien de contrôler la mise en place dans les règles de l'art d'une nouvelle étanchéité du toit plat, que l'étanchéité d'un toit existant.

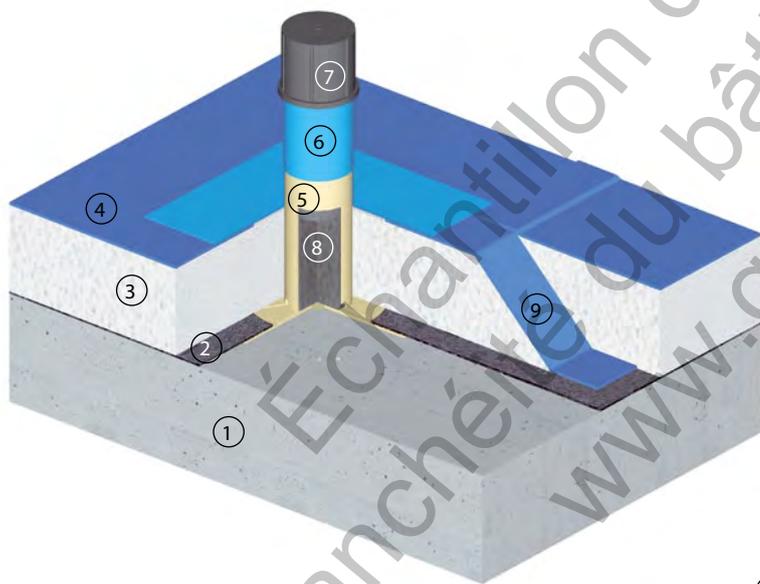
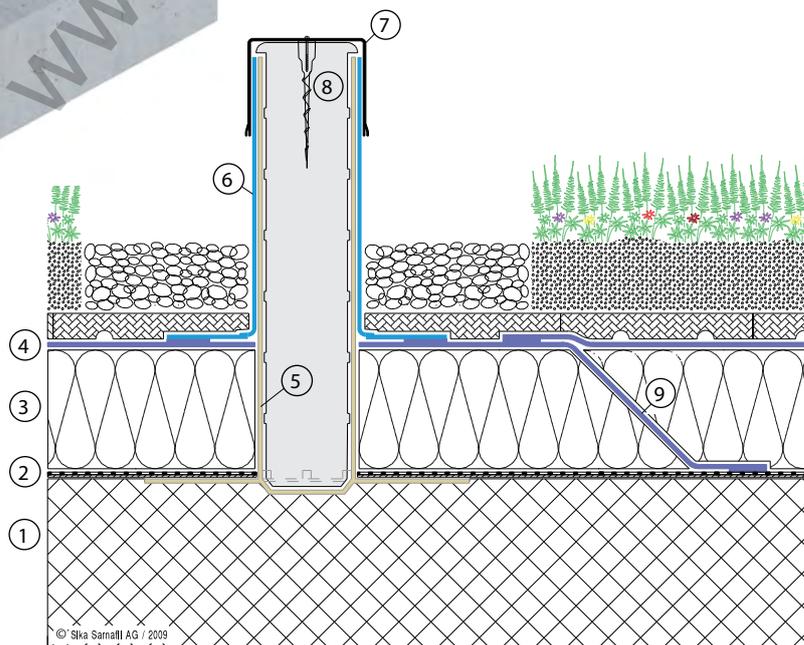


Fig. 1/710, Fig. 1/711: Tube de contrôle (toiture de sécurité Sarna); Support béton (1), pare-vapeur bitumineux (2), isolation thermique (3), étanchéité TPO (4), tuyau de contrôle (5), revêtement du tuyau de contrôle (6), couvercle (7) avec noyau isolant (8), cloisonnement (9)





Couches du système d'étanchéité

2

Table des matières

1	Support, sous construction et fond	49
1.1	Généralités	49
1.1.1	Pente et hauteur de raccordement	49
1.1.2	Déformations du support	49
1.1.3	Caractéristiques requises du fond	49
1.1.4	Contrôle	50
1.2	Support en béton	51
1.2.1	Généralités	51
1.2.2	Nettoyage de la surface en béton	51
1.2.3	Préparation de la surface en béton pour systèmes d'étanchéité collés	52
1.2.4	Essai de pelage	53
1.2.5	Taux d'humidité du béton au-delà de 4 pour-cent massique	54
1.3	Support en tôle profilée	54
1.3.1	Auxiliaire de pose	54
1.4	Support en bois	55
1.4.1	Généralités	55
1.4.2	Lambris en bois	55
1.4.3	Panneaux à base de dérivés du bois	55
1.4.4	Systèmes structuraux en bois	56
1.5	Éléments isolants autoporteurs	56
2	Joints	57
2.1	Systèmes d'étanchéité des joints au-dessus du terrain	57
2.1.1	Choix du système d'étanchéité	57
2.1.2	Mastics d'étanchéité	57
2.1.3	Préparation du support des joints	58
2.1.4	Dimensionnement	59
2.1.5	Étapes du travail joints avec masse d'étanchéité	60
2.1.6	Étanchement au moyen de bandes d'étanchéité dans la zone de façade	61
2.1.7	Étanchement avec bandes d'étanchéité dans le bâtiment	61
2.1.8	Étanchement au moyen de profilés	62

2.2	Systèmes d'étanchéité des joints sous terrain	62
2.2.1	Choix du système d'étanchéité	62
2.2.2	Bandes d'étanchéité (membranes d'étanchéité)	63
2.2.3	Bandes de joints et tôles de joints	65
2.2.4	Systèmes injectables	66
2.2.5	Garnitures de joints hydro-gonflantes	67
2.3	Jointoiment dans le système d'étanchéité de toiture plate	68
2.3.1	Bande de dilatation en PVC avec bord en voile	68
2.3.2	Bande de dilatation en caoutchouc synthétique	68
2.3.3	Bande de dilatation en lé d'étanchéité en bitume polymère	69
3	Étanchéité à l'air/pare-vapeur	71
3.1	Généralités	71
3.2	Pare-vapeur bitumineux	71
3.2.1	Types de pose	71
3.3	Pare-vapeur en matière synthétique	72
3.4	Raccords et fermetures sur pare-vapeur	73
3.5	Pare-vapeur faisant office d'étanchéité provisoire	74
3.5.1	Raccordement des étanchéités provisoires	74
4	Isolation thermique	75
4.1	Généralités	75
4.1.1	Fonction de l'isolation thermique	75
4.1.2	Caractéristiques exigées des matériaux et exécution	75
4.1.3	Pose monocouche	75
4.1.4	Pose bicouche	75
4.2	Isolation thermique sous l'étanchéité	76
4.2.1	Isolation thermique en mousse de polyuréthane (PUR) (PIR)	76
4.2.2	Isolation thermique en polystyrène (PS)	77
4.2.3	Isolation thermique en verre cellulaire	78
4.2.4	Isolation thermique avec panneaux de laine minérale	78
4.2.5	Isolation thermique à haute performance VIP	79
4.3	Isolation thermique sur l'étanchéité	79
4.3.1	Majoration de l'isolation thermique, sur l'étanchéité	79
4.4	Raccords sur isolation thermique	79
5	Autres couches d'isolation	80
5.1	Isolation acoustique	80
6	Couches intermédiaires	81
6.1	Couche de séparation	81
6.1.1	Pose	81
6.2	Couche de glissement	81
6.2.1	Pose	81
6.3	Couche filtrante	82
6.3.1	Pose	82
6.4	Couche d'égalisation	82
6.4.1	Pose	82
6.5	Revêtement de protection	83
6.5.1	Pose	83
6.6	Lame d'air ventilée	83

7	Étanchéité	85
7.1	Généralités	85
7.1.1	Pente de l'étanchéité	85
7.1.2	Hauteurs des raccordements de l'étanchéité	85
7.1.3	Seuils avec hauteur de relevé inférieure	86
7.2	Étanchéité en lés de bitume polymère	87
7.2.1	Étanchéité bicouches	87
7.2.2	Étanchéité monocouche	87
7.2.3	Pose	87
7.2.4	Lés d'étanchéité autocollants	87
7.3	Étanchéité en lés en bitume	88
7.4	Étanchéité en asphalte coulé	88
7.5	Étanchéité en lés en polyoléfine (TPO)	89
7.5.1	Systèmes de pose	89
7.5.2	Pose	90
7.5.3	Possibilités créatrices	90
7.6	Étanchéité en lés en PVC	90
7.7	Étanchéité avec des lés en EPDM	91
7.7.1	Matériel et traitement	91
7.7.2	Préparation du travail	92
7.7.3	Possibilités créatrices	92
7.8	Étanchéité en polymère liquide	93
7.8.1	Planification et exécution	93
8	Cloisonnements	95
8.1	Généralités	95
8.1.1	Dimension du cloisonnement	95
8.1.2	Exécution	95
8.1.3	Cloisonnement vers tôles de raccordement	96
8.2	Cloisonnement journalier	96
9	Couche de protection	97
9.1	Fonction de la couche de protection	97
9.2	Matériau pour couches de protection	97
9.3	Couches de protection pour toitures non praticables	97
9.4	Couche de protection sur lés d'étanchéité en bitume polymère	97
9.5	Couche de protection sur lés en bitume	98
9.6	Couche de protection sur lés synthétiques	98
9.7	Couches de protection pour toitures praticables	98
9.8	Réalisation de la couche de protection vers l'acrotère	98
10	Couche d'usure	99
10.1	Fonction de la couche d'usure	99
10.2	Types de réalisations	99
10.2.1	Dalles préfabriquées en ciment sur lit de gravillons	99
10.2.2	Dalles préfabriquées en ciment sur taquets distanceurs	99
10.2.3	Revêtement de pavés à emboîtement sur lit de gravillons	99
10.2.4	Revêtements en pierre naturelle	100
10.2.5	Caillebotis en bois	100
10.2.6	Dalles en béton coulé sur place	100
10.2.7	Végétalisations de toitures	100

11	Évacuation des eaux	101
11.1	Planification	101
11.2	Naissances d'évacuation d'eau pluviale	101
11.2.1	Montage des naissances d'évacuation d'eau	101
11.2.2	Raccordement de l'étanchéité	102
11.3	Grilles rigole	102
11.4	Conduites d'eaux pluviales	102
12	Raccords et fermetures sur la toiture plate	103
12.1	Généralités	103
12.2	Relevés/Retombées	103
12.2.1	Prescriptions d'exécution	103
12.2.2	Support pour relevés/retombées	104
12.3	Raccords et fermetures avec polymère liquide	104
12.3.1	Prescriptions	104
12.4	Planification des tôles de raccordement	105
12.4.1	Aptitude des matériaux	105
12.4.2	Prescriptions pour l'exécution	105
12.4.3	Support pour tôles de raccordement	106
12.5	Dilatations vers raccords en tôle	107
12.5.1	Distances entre dilatations dans les angles	107
12.6	Fermetures des rives du toit	108
12.6.1	Fonction et prescriptions	108
12.7	Pénétrations de toiture	109
12.7.1	Garnitures pour tuyaux de ventilation et d'aération	109
12.7.2	Garnitures de potelets	109
13	Enduit d'apprêt	109
13.1	Application	109
14	Colle	110
14.1	Application	110

Sources d'illustrations

A. Berenguer: Fig. 2/804.
 Contec AG: Fig. 2/714–721.
 Dilatec: Fig. 2/226.
 Foamglas: Fig. 2/405–409.
 Flumroc: Fig. 2/401.
 B. Hanselmann: Fig. 2/106, 2/107, 2/108, 2/109, 2/110, 2/111, 2/206–209, 2/722, 2/723, 2/1001, 2/1004, 2/1005.
 A. Kuster: Fig. 2/724, 2/1106, 2/1107.
 Sika Schweiz AG: Fig. 2/210, 2/214, 2/216–218, 2/220–225.
 Sika Sarnafil AG: Fig. 2/710–713, 2/303, 2/801, 2/802, 2/807, 2/1102–1105, 2/1206, 2/1207.
 Soba inter: Fig. 2/227, 2/228, 2/1209.
 Soprema AG: Fig. 2/229–232.
 Veras: Fig. 2/709.
 ZZ Wancor: Fig. 2/410.
 P. Stoller: Autres.

Auteurs

Beat Hanselmann
 Andreas Kuster
 Peter Stoller
 Rahel Nägeli (Chapitre 2)
 Michael Zbinden (Chapitre 2)

Traductrice

Monique Gottburg
 Noëlle Mutz (Chapitre 2)

1 Support, sous construction et fond

Les termes «support / sous construction» signifient structure porteuse ou couches du système d'étanchéité.

La couche supérieure du support sert de fond pour les autres couches du système d'étanchéité et leurs raccords et fermetures.

Le terme support peut p. ex. désigner une dalle en béton armé, des lambris en bois ou de la tôle profilée. Horizontalement ou verticalement.

Fondamentalement, il faut que le support soit approprié afin de remplir sa fonction à long terme.

La norme SIA 271 règle les caractéristiques requises du support, resp. du fond.

Pente inférieure à 1,5%

Si le support ou la configuration du toit ne permettent pas d'atteindre une pente normale, les exceptions «Étanchéité de toits ayant une pente inférieure à 1,5%» de la norme SIA 271 sont applicables.

Le système d'étanchéité est fortement sollicité en cas d'insuffisance de la pente. Les mesures à prendre sont entre autres: renforcer l'étanchéité, étanchéité résistante aux racines, abaisser de 20 mm les naissances d'évacuation d'eau, un manchon de contrôle par cloisonnement, pare-vapeur capable de remplir la fonction d'étanchéité provisoire, etc. Pour les terrasses, les prescriptions doivent être respectées à la lettre.

Les normes doivent être consultées dans tous les cas.

PENTE INFÉRIEURE À 1,5% VOIR AUSSI F2/7.1.2

1.1 Généralités

1.1.1 Pente et hauteur de raccordement

Le toit doit présenter une pente continue de 1,5% au minimum.

Lors de l'étude de la sous-construction, il faut planifier la pente en fonction de la hauteur de raccordement prescrite pour l'étanchéité dans son état final.

HAUTEURS DE RACCORDEMENT VOIR F2/7.1.2

La pente nécessaire peut aussi être réalisée au moyen de plaques d'isolation thermique spécialement découpées.

PENTE PAR ISOLATION THERMIQUE VOIR F2/4.2

1.1.2 Déformations du support

Le support n'a le droit de se déformer que dans la mesure où l'étanchéité ou les éléments de construction attenants ne sont pas endommagés, et que la pente minimale est conservée.

Dans les différentes couches du système d'étanchéité, les joints de dilatation du support ou les raccords d'éléments doivent être réalisés de manière à ce que les déformations prévisibles ne causent aucun dégât.

JOINTS VOIR F2/2

1.1.3 Caractéristiques requises du fond

En général

La surface doit être propre, plane, talochée et régulière, libre de balèbres, sèche et praticable.

Systèmes d'étanchéité collés en plein

Pour des étanchéités collées (toiture compacte ou toiture inversée, étanchéité en polymère liquide), le fond doit remplir des exigences encore plus élevées concernant la propreté.

Dans les systèmes d'étanchéité collés en plein, il faut impérativement éliminer tous les résidus réduisant l'adhérence tels que poussière, sable, coulis de ciment, rouille, matière amovible, restes de peinture, huile, produits de traitement ultérieur, reste de grenailage.

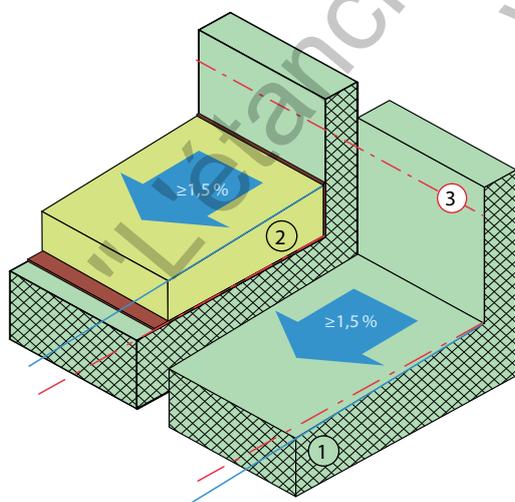


Fig. 2/101: Pente du support (1) et avec des plaques d'isolation coniques (2), hauteur de raccordement (3)

2 Joints

2.1 Systèmes d'étanchéité des joints au-dessus du terrain

En règle générale, au-dessus du terrain, seuls les joints de dilatation et les joints de raccord sont étanchés étant donné que, en l'absence de pression hydraulique, les joints de travail sont suffisamment étanches à l'eau et au vent s'ils ont été exécutés dans les règles de l'art. S'il est néanmoins nécessaire d'étancher les joints de travail, il faut utiliser des bandes d'étanchéité.

Différents systèmes d'étanchement sont employés :

- mastics d'étanchéité
- bandes d'étanchéité dans la zone de façade
- bandes d'étanchéité dans le bâtiment
- profils d'étanchéité

2.1.1 Choix du système d'étanchéité

Le choix du système d'étanchéité s'effectue selon les critères suivants :

- type de joint: joint de dilatation ou joint de raccord
- contrainte climatique: intérieur/extérieur (chaud-froid, rayons UV, exposition au soleil, à la pluie battante, etc.)
- contrainte mécanique : aucune, praticable, carrossable, etc.
- contrainte chimique: action de substances sur le mastic, microorganismes, etc.
- autres contraintes telles protection contre l'incendie, compatibilité avec les aliments, imperméabilité à la vapeur, etc.
- support du joint: béton, crépi (taloché), métaux, enduits etc.

2.1.2 Mastics d'étanchéité

Si les joints de dilatation sont exécutés avec des mastics d'étanchéité, ceux-ci doivent posséder une haute capacité de retrait et de mouvement, car ils sont susceptibles d'avoir à absorber des mouvements de torsion ou de dilatation importants qui se produisent éventuellement dans la partie de construction.

Pour les joints de sol et les joints de raccord qui subissent en outre des contraintes mécaniques telles, par exemple, le passage de piétons ou de véhicules, il faut trouver un compromis en ce qui concerne la souplesse et la résistance du joint: un mastic trop mou cédera donc sous l'effet mécanique et il pourra se produire un tassement.

Propriétés physiques du mastic d'étanchéité

Concernant leurs propriétés physiques, on distingue entre mastics élastiques et plastiques.

Cette différence se voit lorsqu'ils sont soumis à une contrainte mécanique (par ex. sollicitation par torsion ou par dilatation sur le mastic):

• Mastic élastique

La déformation produite dans le mastic se rétracte et le joint reprend sa forme initiale.

Cette propriété se nomme résilience.

Plus la résilience est élevée, plus le mastic est élastique (mou).

• mastic plastique

La déformation induite par une contrainte mécanique ne se rétracte pas, le mastic perd sa forme initiale.

Une autre propriété physique importante d'un mastic est l'absorption des mouvements, qui indique quel mouvement le mastic est capable d'absorber sans que sa fonction soit altérée.

Pour travailler avec des mastics d'étanchéité, il faut que les exigences requises du joint à étancher (type, utilisation) soient connues. Cela seul permet de choisir le mastic approprié.

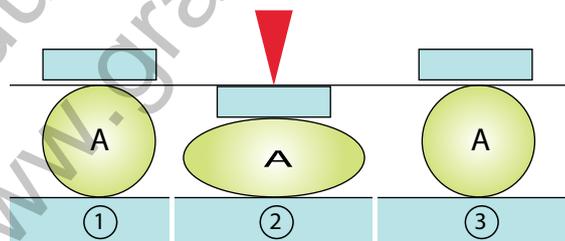


Fig. 2/201: Élastique; la déformation (2) se remet en place à 100 % (capacité de résilience 100 %)

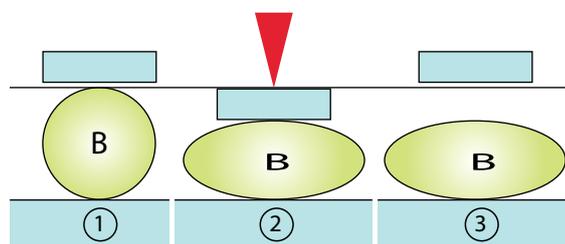


Fig. 2/202: Plastique; la déformation (2) persiste (3), sans endommager la structure

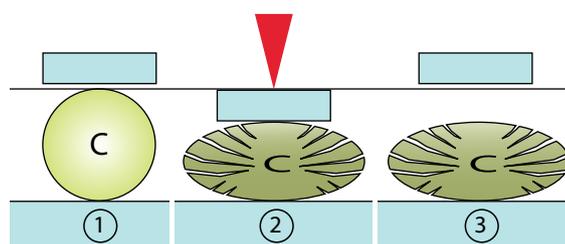


Fig. 2/203: Cassant; le matériau se brise ou se déchire à la déformation (2)

Propriétés chimiques du mastic d'étanchéité

Les mastics les plus utilisés dans l'industrie du bâtiment sont ceux à base de silicone, de polyuréthane, de polyuréthane hybride, de MS polymères et d'acrylique.

Tous ces types de mastic ont leurs avantages et leurs inconvénients et doivent être utilisés en conséquence.

Propriétés des mastics d'étanchéité	
Base	Propriétés principales
Silicone	<ul style="list-style-type: none"> • effet hydrophobe très élevé - adhérence sur une grande variété de supports - bonne résistance aux intempéries et aux UV - parfaitement approprié aux zones humides (seulement systèmes munis de fongicides) • élastique • non recouvrable • convient à un support « pollué » (les joints ne peuvent plus être assainis qu'avec du silicone) • l'acide acétique et les systèmes réticulés avec des amines ont un effet corrosif
Polyuréthane	<ul style="list-style-type: none"> • bonne résistance aux intempéries • bonnes propriétés mécaniques (résistance) • élastique - résistance réduite aux UV
Polyuréthane hybride, MS Polymère	<ul style="list-style-type: none"> • bonne résistance aux intempéries, à la lumière et aux UV • bonne adhérence sur une grande diversité de supports • élastique • en général, bonne compatibilité avec les enduits
Acrylique	<ul style="list-style-type: none"> • plastique • bonne adhérence sur une grande diversité de supports • préparation minimale du support - recouvrable • résistance réduite aux intempéries <p>Les mastics d'étanchéité à base d'acrylique sont utilisés essentiellement pour les joints de raccords intérieurs car ils n'ont que de faibles mouvements à absorber et sont facilement recouvrables.</p>
<p>Ce tableau n'est qu'indicatif, mais non exhaustif. Il existe des différences parfois importantes entre les produits ayant la même base. Il faut en tout cas se renseigner auprès du fabricant avant de les utiliser.</p>	

2.1.3 Préparation du support des joints

Dans l'étanchement des joints du bâtiment avec du mastic, le support sert de surface de collage au mastic.

Les principes généraux ci-après sont applicables :

Les indications d'utilisation du fabricant du système sont à respecter absolument !

Les mastics d'étanchéités ne doivent être appliqués que sur des joints secs. Avant l'application, les flancs des joints doivent être nettoyés des graisses, des impuretés et de la poussière.

Les supports poreux (absorbants) doivent en général être préalablement recouverts d'un produit d'accrochage (primer) (vérifier auprès du fabricant).

Pour les surfaces non absorbantes, un nettoyage avec un détergent adapté au système suffit souvent.

Pour obtenir une adhérence optimale, les propriétés particulières des divers supports sont à considérer

• Supports minéraux par ex. béton

Les joints formés dans des supports minéraux doivent être nettoyés des parties mobiles ou mal accrochées et recouverts d'un primer spécial.

• Surfaces crépies sur façades compactes

Les raccords de joints sur façades compactes posent de grands problèmes.

Premièrement, il peut y avoir avec le crépi de finition teinté une incompatibilité qui empêcherait l'adhérence.

Deuxièmement, l'adhérence du crépi de finition avec le support est souvent moindre que celle entre mastic et support. Si des mouvements importants se produisent à l'intérieur du joint, les forces transmises par le mastic aux flancs du joint sont supérieures à la force d'adhérence entre crépi de finition et support. Il en résulte soit que le mastic se détache du crépi de finition, soit que le crépi de finition s'arrache si le mastic adhère bien au crépi.

Pour cette raison, comme le recommandent les normes, le mastic d'étanchéité ne doit être appliqué que sur le crépi de fond. S'il s'agit de façades compactes, la norme recommande d'utiliser des profilés de flancs. Si ce n'est pas le cas, le mastic d'étanchéité devrait là encore être appliqué uniquement sur le crépi de fond

• Cuivre, zinc-titane, acier chromé

Plus le métal est précieux, plus l'adhérence est difficile.

2.2.3 Bandes de joints et tôles de joints

Les bandes de joints et les tôles de joints sont coulées dans le béton.

Les bandes de joints et les tôles de joints sont souvent utilisées dans les constructions en béton imperméables à l'eau.

L'effet d'étanchement des bandes de joints et tôles de joints repose sur l'allongement du chemin de contournement de l'eau. Celui-ci est déterminé par la largeur de la bande ou de la tôle ou par le nombre d'ancrages fixes dans le cas de bandes de joints de bordures.

Bandes de joints

Les bandes de joints se composent de matières plastiques; les plus répandues sont les bandes de joints en PVC souple. Elles sont divisées en deux types différents, les bandes de joints noyées et les bandes de joints de bordure.

- Les bandes de joints noyées sont entièrement coulées dans le béton au milieu du joint.
- Les bandes de joints de bordure sont fixées sur le coffrage et seules les barres sont coulées dans le béton.

Le choix entre bande de joint noyée ou de bordure est déterminé par la pression hydraulique, l'armature prescrite, l'épaisseur de l'étanchéité. Exemple : pour les bandes de joints noyées, l'armature doit être conçue de façon à pouvoir être posée au milieu. Les bandes de joints de bordure, en revanche, ne doivent pas être utilisées en présence de pression hydraulique négative. Les bandes de joints peuvent être utilisées pour l'étanchement des joints de travail et des joints de dilatation. Pour l'étanchement de joints de dilatation, on utilise des modèles spéciaux extensibles capables d'absorber les mouvements escomptés.

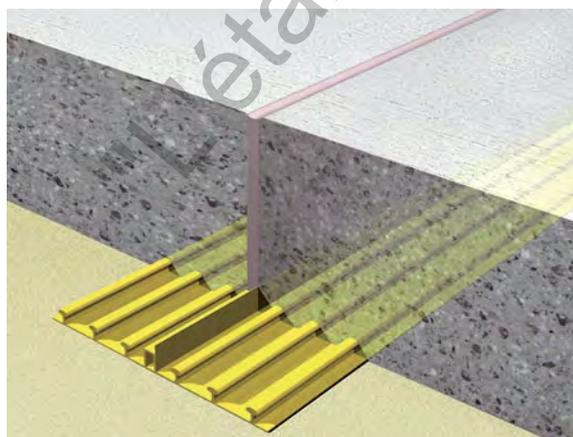


Fig. 2/220: Bande de joint de bordure extensible

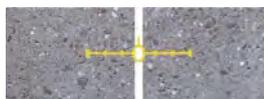


Fig. 2/221: bande de joint noyée

Tôles de joints

Les tôles de joints sont faites de tôles enduites selon le système, par exemple pour renforcer l'adhérence au béton ou comme étanchéité gonflante supplémentaire. Les tôles de joints, comme les bandes de joints noyées, sont entièrement coulées dans le béton au milieu du joint. Elles sont placées sur la couche d'armature supérieure et n'offrent de ce fait qu'un chemin de contournement de l'eau court.

Les tôles de joints ne peuvent être utilisées que pour l'étanchement des joints de travail.

Montage

- Fixation:
 - *Les bandes de joints et les tôles de joints doivent être solidement fixées avant le processus de bétonnage.*
 - Les bandes de joints noyées sont posées au milieu du joint et fixées au moyen de barres ou de boutons d'ancrage.
 - Les bandes de joints de bordure sont fixées au coffrage, par exemple avec des clous.
 - Les tôles de joints sont posées sur l'armature au milieu du joint et fixées avec des étriers.
- Transitions:
 - Les abouts, les liaisons et les croisements doivent être reliés conformément au système, par exemple par soudage des bandes de joints ou des tôles de joints.
- Bétonnage:
 - Lors du bétonnage, il faut s'assurer qu'il ne se forme pas de nids de graviers ou de vides, Les bandes de joints et les tôles de joints doivent être intégralement enrobées de béton.



Fig. 2/222: Tôle de joint, montage

3.4 Raccords et fermetures sur pare-vapeur

Dans tout le périmètre de la couche d'isolation thermique, le pare-vapeur doit être mis en œuvre sans aucune interruption jusqu'à sous les couloirs de collage et les relevés, ainsi que collé ou soudé à chaque chevauchement de lés.

Vers les relevés, il faut monter le pare-vapeur au moins jusqu'au niveau du bord supérieur de l'isolation thermique.

Aux naissances d'eau pluviale, le pare-vapeur doit être raccordé de telle manière qu'aucune eau ne puisse pénétrer entre le tuyau d'écoulement et le support.

Dans la zone d'écoulement, il est recommandé de coller le pare-vapeur de manière étanche et fiable sur le fond.

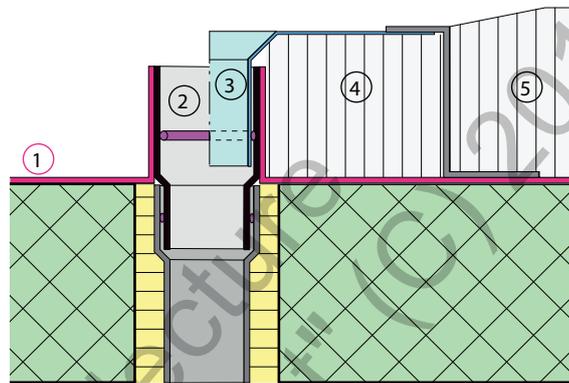


Fig. 2/304: Pare-vapeur vers naissance d'évacuation d'eau; pare-vapeur collé de manière étanche sur support (1), manchon à emboîter, étanche en cas de refoulement de l'eau (2), naissance d'évacuation d'eau (3) au-dessus de l'isolation thermique (4), isolation thermique surface (5)

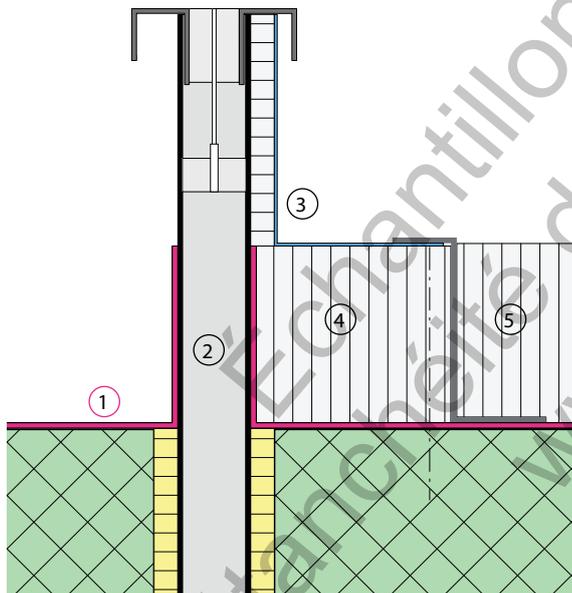


Fig. 2/303: Pare-vapeur, raccord vers tuyau de ventilation; pare-vapeur collé de manière étanche sur support (1), tuyau de ventilation (2), garniture isolé (3) au-dessus de l'isolation thermique (2), isolation thermique surface (3)

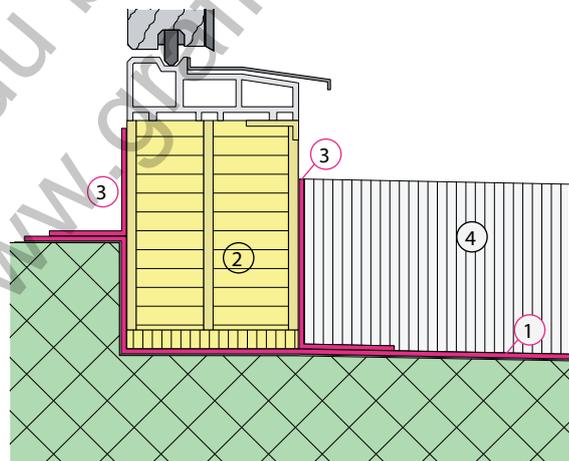


Abb. 2/305: Pare-vapeur vers cadre de porte; pare-vapeur collé de manière étanche sur support (1), cadre de porte (2), raccord pare-vapeur vers cadre de porte (3), isolation thermique surface (4)

4.2 Isolation thermique sous l'étanchéité

Une couche d'isolation thermique en place, comme p. ex. dans le système de toiture chaude (voir F1/2.1), est protégée du côté intérieur contre la migration de vapeur d'eau par le pare-vapeur. A l'extérieur, c'est l'étanchéité qui assume la protection contre l'eau.

Même durant le stockage il faut protéger le matériel de la pluie et de la condensation de vapeur d'eau.

Contrainte en compression due aux charges utiles

Selon les indications de la norme EN 826, le flambage maximal peut s'élever à 2% de l'épaisseur totale ou à 5 mm max. de l'isolation thermique. La norme SIA 271 Annexe A contient en plus les performances requises.

L'isolation thermique sous des rigoles d'évacuation d'eau doit présenter une résistance de > 350 kPa pour une contrainte en compression à 10% de tassement.

VOIR AUSSI F2/7.1.3 ET F5/2.6

Pente par l'isolation thermique

En cas de pente du support insuffisante, celle-ci peut être créée au moyen de panneaux d'isolation taillés avec forme de pente.

Des plaques en fibres minérales, en verre cellulaire ou en mousse synthétique s'y prêtent bien. Le fabricant de l'isolation fabrique ces plaques en usine, sur plan. Ces panneaux numérotés et munis d'une marque relative à la pente peuvent être rapidement mis en œuvre sur place selon le plan de pose.

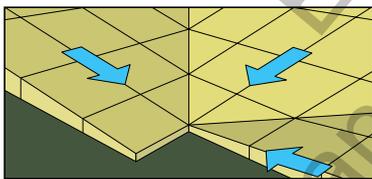
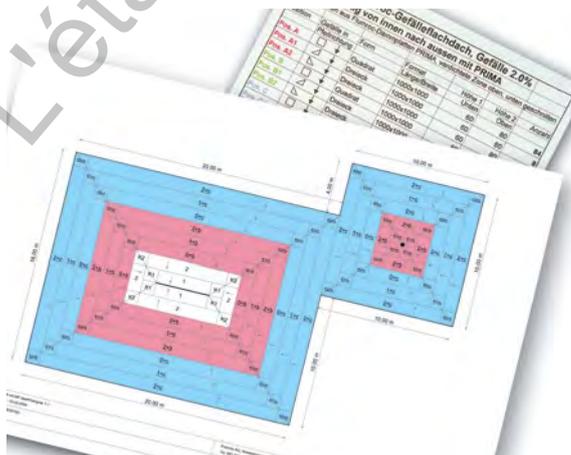


Fig. 2/402: Panneaux isolants en pente; croquis du système (en haut), plan de pose (à droite)



4.2.1 Isolation thermique en mousse de polyuréthane (PUR) (PIR)

Info : La mousse rigide de polyisocyanurate (abrév. PIR) résulte du perfectionnement du PUR (polyuréthane) et présente une excellente qualité isolante ainsi qu'une grande stabilité dimensionnelle. Cette mousse convient particulièrement pour l'isolation thermique d'éléments de construction résistants au feu.

Pour des raisons liées à la fabrication, les plaques d'isolation en mousse de polyuréthane (PUR/PIR) sont revêtues soit des deux côtés, soit entièrement avec un voile en verre ou en aluminium (parement). Les panneaux avec parement en papier ne sont plus admis pour les systèmes d'étanchéité.

Les panneaux sont relativement résistants à la compression (praticables) et pèsent env. 30 kg/m³.

Si possible, utiliser des panneaux avec battues!

Les plaques d'isolation PUR/PIR sont brièvement résistantes à la chaleur jusqu'à 250 °C et peuvent être collées au moyen de bitume chaud ou être coulées dans un apprêt bitumineux chauffé à la flamme.

Elles sont résistantes aux solvants et conviennent pour le collage avec diverses masses adhésives.

La mousse de polyuréthane s'imbibe d'eau et doit donc absolument être tenue au sec.

Une fois l'isolation mouillée, elle ne sèche que difficilement! En général, il faut la jeter.

Avant et pendant la pose, il ne faudrait pas que les plaques soient longuement exposées au rayonnement intensif du soleil.

La face chauffée par le soleil est plus sèche que l'autre face et le panneau s'incurve du côté sec. Des panneaux recourbés sont difficiles à poser correctement.

Découpe

La découpe est facile avec la scie égoïne. On peut aussi ajuster des plaques minces au moyen d'un couteau.

Un travail précis est important, car si les joints sont remplis de sciure, ils ne peuvent être bouchés fidèlement!

Les joints ouverts doivent être comblés avec du matériau de bourrage (laine en fibre minérale) ou de la mousse. Plutôt utiliser des panneaux avec battues.

Pose libre monocouche des panneaux

Les plaques d'isolation PUR/PIR peuvent être mises en œuvre en pose libre monocouche.

7 Étanchéité

Définition d'après la norme SIA 270

Étanchéité: Terme générique désignant les différentes mesures prises de façon à rendre des éléments de construction imperméables à l'eau ou à l'humidité.

7.1 Généralités

Fonction de l'étanchéité dans les toits plats

L'étanchéité empêche la pénétration d'eau et d'humidité dans le bâtiment.

Caractéristiques exigées du matériel et exécution

Le choix des matériaux incombe à l'auteur du projet. Selon le système d'étanchéité choisi et le nombre de couches, les caractéristiques exigées du matériel divergent.

De plus, les étanchéités qui sont exposées aux influences climatiques durant les travaux, doivent – en fonction de la durée de la sollicitation – être résistantes aux intempéries et au rayonnement UV.

L'entrepreneur est responsable de l'exécution. Celle-ci dépend du choix des matériaux. Les prescriptions de mise en œuvre éditées par le fabricant des matériaux doivent en tous les cas être respectées!

L'étanchéité est la couche la plus délicate du système d'étanchéité et doit être exécutée avec le plus grand soin et de manière responsable.

7.1.1 Pente de l'étanchéité

L'étanchéité doit présenter dans son état final une pente de 1,5 % dans la ligne de pente de la surface, en direction des écoulements.

En cas de pente inférieure, des mesures supplémentaires sont nécessaires.

VOIR NORME SIA 271 «ÉTANCHÉITÉ DE TOITS AYANT UNE PENTE INFÉRIEURE À 1,5 %»

7.1.2 Hauteurs des raccords de l'étanchéité

La norme SIA 271 prescrit pour les raccords et fermetures de l'étanchéité des toits plats entre autres les hauteurs de raccordement suivantes:

Délimitation ouverte vers le haut

- Le bord supérieur des raccords ouverts de l'étanchéité doit se trouver au-dessus d'une éventuelle hauteur de retenue, mais au moins à 120 mm, resp. à 60 mm dans le cas de seuils, au-dessus du bord supérieur de la couche de protection ou d'usure.
- Il doit être planifié de manière à ce que les eaux de pluie, de pluie battante ou de neige fondue ne puissent pas s'infiltrer sous les raccords et fermetures.

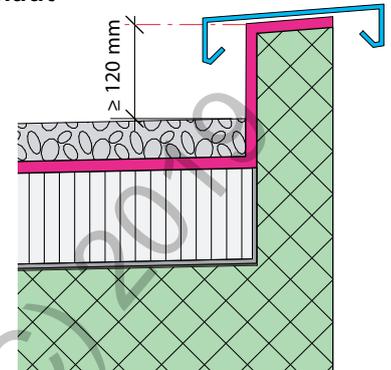


Fig. 2/701: Hauteur de raccordement; bord supérieur ouvert avec couvantine

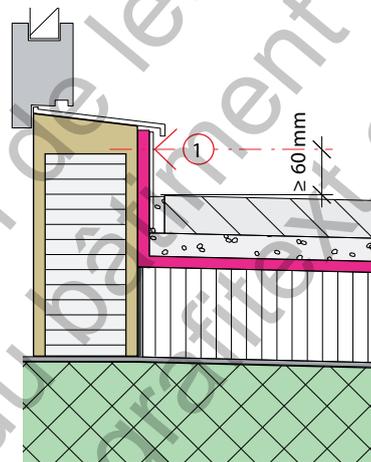


Fig. 2/702: Hauteur de raccordement; bord supérieur ouvert au niveau d'un seuil de porte, fixation (1)

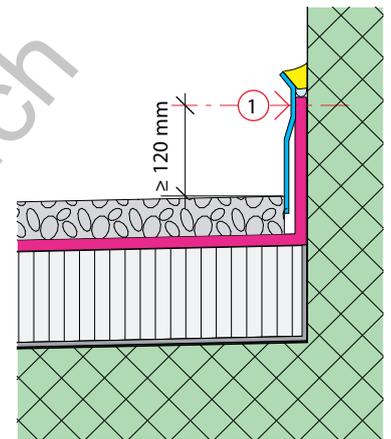


Fig. 2/703: Hauteur de raccordement; bord supérieur ouvert avec bande de solin, fixation (1)

Délimitation supérieure fermée

- Le bord supérieur des raccords fermés de l'étanchéité doit se trouver au moins à 25 mm au-dessus de la rive de toiture, resp. de l'arête supérieure du trop-plein de sécurité, et au moins à 25 mm au-dessus de la couche de protection ou d'usure.

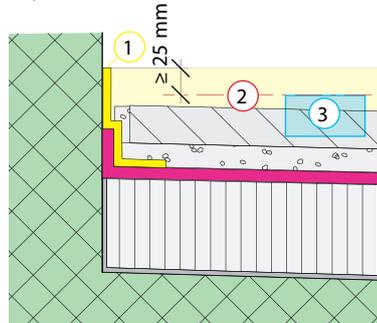


Fig. 2/704: Hauteur de raccordement; bord supérieur fermé avec EPL (1), réf. arête supérieure toiture (2), trop-plein de sécurité (3)

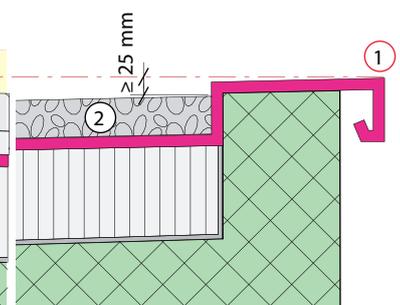


Fig. 2/705: Hauteur de raccordement; bord supérieur fermé, évacuation sûre et sans dommage des eaux vers l'extérieur du bâtim. (1), réf. couche de protection/d'usure (2)



Fig. 2/718 : Étanchéité avec des lés en EPDM, prise de mesures sur le site

7.7.2 Préparation du travail

Les mesures sont d'abord prises sur le site. A partir d'un point zéro, toutes les distances horizontales et verticales sont mesurées et notées sur une esquisse faite à la main. Le poseur envoie ensuite l'esquisse au fabricant, qui élabore un plan CAO, préfabrique la membrane d'étanchéité et livre celle-ci au poseur sur le toit à la date souhaitée. La membrane d'étanchéité préconfectionnée est livrée sous forme de grands rouleaux.

Calendrier - Planification temporelle

La préconfection complète des membranes d'étanchéité permet de couvrir dans les plus brefs délais et de manière étanche les couches inférieures de la toiture, sensibles à l'humidité, qui auront été posées au préalable.

Les bordures relevées, manchettes, etc. peuvent, dans un premier temps, être fixées provisoirement puis recouvertes en haut, de manière à empêcher toute infiltration d'eau sous l'étanchéité.

Le montage définitif des raccords et fermetures peut ainsi avoir lieu ultérieurement, dans des conditions climatiques optimales (par temps sec et plus de 5 °C).

TRAVAUX DE POSE, RACCORDS ET FINITIONS, VOIR F4/2

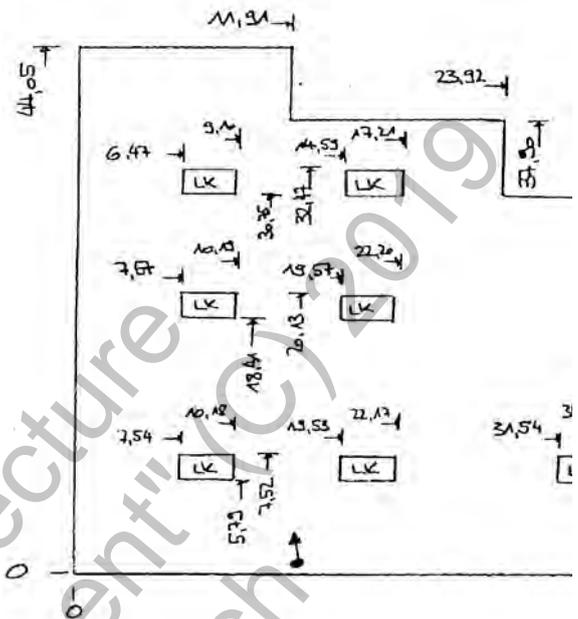


Fig. 2/719 : Étanchéité avec des lés en EPDM; prise de mesures, esquisse faite à la main

7.7.3 Possibilités créatrices

Les lés en EPDM permettent de revêtir de manière esthétique des bâtiments entiers. A partir d'une certaine surface il est possible de commander d'autres couleurs.



Fig. 2/720 : Étanchéité avec des lés en EPDM, déploiement de la membrane d'étanchéité préconfectionnée (1) sur l'isolation thermique posée (2).

Les clips SG pré-assemblés (3) permettent une fixation résistante à la tempête immédiatement après l'alignement.



Fig. 2/721 : Étanchéité avec des lés en EPDM, possibilités d'utilisation

7.8 Étanchéité en polymère liquide

Pour les étanchéités de toitures plates avec pente, les polymères liquides (abrév. EPL) ont fait leurs preuves comme alternative aux lés d'étanchéité synthétiques ou bitumineux.

Particulièrement pour des détails compliqués avec beaucoup de pénétrations de toiture ou raccords.

Les étanchéités en polymères liquides répondent aux plus hautes exigences s'agissant de la géométrie de l'ouvrage. Ainsi, elles rendent possibles des étanchéités dans des espaces restreints et pour des éléments de construction peu accessibles. Peu importe la configuration de l'ouvrage, l'étanchéité est dans la plupart des cas réalisable avec des polymères liquides. Ceux-ci sont utilisés pour des surfaces praticables ou non.

L'étanchéité est mise en œuvre en totale adhérence avec le support spécialement apprêté, sans aucun joint.

Une étanchéité en polymère liquide est mise en œuvre en une ou plusieurs couches.



Fig. 2/714: Étanchéité en polymère liquide (EPL); raccordement aux poteaux

Matériau et applications

Les polymères liquides se composent d'un ou plusieurs composants et sont appliqués au rouleau, au pinceau ou au gicleur.

Selon le système et le produit choisis, et grâce à la mise en œuvre de couches supplémentaires, telles que p. ex. couche d'usure et finish, l'étanchéité peut sans autre faire fonction de couche d'utilisation praticable.

Les divers produits se caractérisent par des durées de prise, d'imperméabilité à la pluie et d'utilisation différentes. Il existe aussi des différences quant à la compatibilité avec d'autres matériaux. Les données y relatives



Fig. 2/715: Étanchéité en polymère liquide (EPL)

figurent dans les fiches techniques !

On utilise ces produits comme:

- étanchéité de surface
- complément vers raccords et fermetures à d'autres lés d'étanchéité.

VOIR AUSSI F2/12.3

Les applications de polymère liquide sont des travaux spéciaux qui doivent être planifiés, surveillés et définis.

7.8.1 Planification et exécution

Les étanchéités en polymère liquide ne sont autorisées, hors de la zone de raccordement à d'autres étanchéités que sur des supports rigides (norme SIA 271 2.6.2.11).

Conditions climatiques

Pendant le montage et le temps de prise, les conditions climatiques suivantes doivent être satisfaites, norme SIA 271 4.6.5.1:

- aucune précipitation
- température de l'air et du support entre +5 °C et +30 °C
- taux d'humidité relative < 75 %
- différence de température entre l'air et le point de rosée > 3 °C
- les conditions climatiques pendant l'exécution doivent être documentées.

Épaisseur de l'étanchéité

L'ensemble de toutes les couches de l'étanchéité, sans la couche d'usure et sans l'enduit d'accrochage, doit présenter à son endroit le plus faible une épaisseur min. de 2 mm.

L'épaisseur moyenne minimale des relevés doit être de 1,5 mm, la plus petite valeur étant de 1,3 mm.



Réalisation d'étanchéités bitumineuses

3

Table des matières

1	Mise en œuvre de matériaux d'étanchéité bitum.	113
1.1	Généralités	113
1.1.1	Découpage des lés d'étanchéité	113
1.1.2	Collage des lés d'étanchéité	113
1.2	Procédé de soudage à la flamme	113
1.2.1	Soudage des recouvrements	114
1.2.2	Soudage en pleine surface	114
1.2.3	Soudage de surfaces verticales et de relevés /retombées	115
1.3	Assemblage avec du bitume chaud	116
1.3.1	Bitume chaud	116
1.3.2	Exigences pour le collage à chaud	116
1.3.3	Chauffer le bitume	117
1.4	Soudage à l'air chaud	118
2	Disposition des lés d'étanchéité bitumineux	119
2.1	Disposition pour monocouche, libre	119
2.2	Disposition pour collage en plein	119
2.2.1	Marche à suivre	119
2.3	Deuxième couche soudée en plein	120
3	Réaliser des relevés et retombées	121
3.1	Relevé pour étanchéité monocouche	121
3.1.1	Soudage des lés	121
3.2	Relevé pour étanchéité bicouche	121

3.3	Retombées	122
3.4	Façon d'angles avec lés d'étanchéité en bitume polymère	122
3.4.1	Préparation du support	122
3.4.2	Relevé de l'étanchéité du fond	122
3.4.3	Façon d'angles	123
3.4.4	Marquage de la 1 ^{ère} couche du relevé	123
3.4.5	Renforcement des angles	123
3.4.6	Angle intérieur 1 ^{ère} couche	124
3.4.7	Angle extérieur 1 ^{ère} couche	125
3.4.8	Connexion des lés	125
3.4.9	Angle intérieur 2 ^{ème} couche	126
3.4.10	Angle extérieur 2 ^{ème} couche	126
4	Raccords sur tôle	127
4.1	Préparation des surfaces à coller pour lés bitumineux	127
4.2	Raccordement de l'étanchéité	128
4.3	Contrôle subséquent et nettoyage	128
5	Réalisation d'étanchéités avec l'asphalte coulé	129
5.1	Généralités	129
5.1.1	Propriétés de l'asphalte coulé	129
5.1.2	Production de l'asphalte coulé	129
5.2	Domaines d'utilisation de l'asphalte coulé	131
5.2.1	L'asphalte coulé comme étanchéité	131
5.2.2	L'asphalte coulé comme couche de protection	131
5.2.3	L'asphalte coulé comme couche d'usure	131
5.2.4	Chapes en asphalte coulé	132
5.2.5	Chapes chauffantes en asphalte coulé	132
5.2.6	Les revêtements intérieurs praticables en asphalte coulé	132
5.2.7	Revêtements en asphalte coulé carrossable	133
5.3	Mise en oeuvre de l'asphalte coulé	133
5.3.1	Formation de joints de coulée	134
5.3.2	Traitement des surfaces	134
5.4	Raccords et fermetures	135
5.4.1	Relevés et retombées	135
5.4.2	Raccords de rives sur bords libres	135
5.4.3	Raccords métalliques	135
5.4.4	Joint de mouvement (de dilatation)	136
5.4.5	Éléments de superstructure	136

Auteurs

Beat Hanselmann
Peter Stoller
Groupe de travail PAVIDENSA (Chapitre 5)

Traductrice

Monique Gottburg
N. Mutz (Chapitre 5)

Sources d'illustrations

Gebäudevers. Graubünden: Fig. 3/107, 3/108, 3/110.
B. Hanselmann: Fig. 3/104, 3/105, 3/207.
A. Kuster: Fig. 3/202.
Soprema AG: Fig. 3/102.
ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE: Fig. 3/106, 3/304–322.
PAVIDENSA: Fig. 3/501–512.
P. Stoller: Autres.

1 Mise en œuvre de matériaux d'étanchéité bitumineux

1.1 Généralités

Les lés d'étanchéité bitumineux sont livrés en rouleaux de 1000–1100 mm de large et 750–1000 mm de long, en général posés verticalement sur palettes. Ils sont déroulés sur leur lieu de destination et pour y être soudés ou collés. Leur domaine d'application varie selon l'épaisseur des lés et leur type d'armature. Les lés d'étanchéité en bitume polymère se raidissent un légèrement lorsqu'il fait froid, mais leur mise en œuvre est encore aisée à basses températures.

Les matériaux d'étanchéité bitumineux doivent être entreposés au sec, car ils ne peuvent être travaillés s'ils sont mouillés.

1.1.1 Découpage des lés d'étanchéité

Les lés d'étanchéité sont découpés au moyen d'un couteau approprié (cutter, couteau à carton, év. à lame recourbée). On obtient des coupes perpendiculaires, en repliant le lé d'étanchéité à partir de la ligne de coupe prévue et en l'ajustant bord à bord. Le lé peut ainsi être plié à la hauteur du pli puis découpé au couteau.

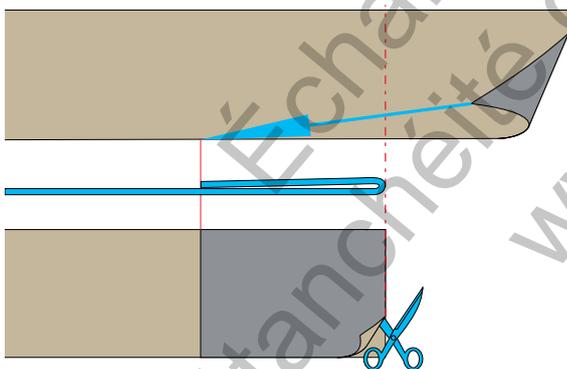


Fig. 3/101: Découpage des lés d'étanchéité

1.1.2 Collage des lés d'étanchéité

L'assemblage des lés d'étanchéité est à exécuter différemment en fonction de la qualité de bitume.

Lés d'étanchéité en bitume

Les lés d'étanchéité en bitume peuvent être durablement reliés si l'on fait fondre le bitume. Cela se fait avec la flamme du chalumeau à gaz (procédé de soudage à la flamme) ou avec du bitume chaud.

Lés d'étanchéité en bitume polymère

Les lés d'étanchéité en bitume polymère jusqu'à 4 mm d'épaisseur peuvent être collés avec du bitume chaud, sur un support rigide ou une isolation résistant à la compression (verre cellulaire ou PUR/PIR), comme première couche de l'étanchéité.

La température du bitume polymère doit se situer entre 160 et 200 °C.

Les lés d'étanchéité de plus de 4 mm d'épaisseur doivent être appliqués au moyen du procédé de soudage à la flamme. Les lés d'étanchéité en bitume polymère doivent systématiquement être collés entre eux par soudage.

Il est insensé de coller des lés d'étanchéité en bitume polymère de haute qualité avec des bitumes oxydés quelconques.

1.2 Procédé de soudage à la flamme

La mise en œuvre de lés d'étanchéité en bitume polymère au moyen du procédé de soudage doit être réalisée au moyen d'une flamme correctement réglée.

Caractéristiques d'un bon assemblage

L'on obtient au moyen du soudage une bonne liaison entre deux lés d'étanchéité si les points suivants sont respectés:

- Les lés à assembler doivent contenir suffisamment de bitume (lés dès 3,5 mm d'épaisseur).
- Les lés à assembler doivent être secs et propres.
- Les deux faces doivent être chauffées jusqu'à ce que le bitume commence juste à fondre, puis sont immédiatement légèrement pressées l'une contre l'autre.

L'armature des lés d'étanchéité ne doit en aucun cas apparaître. Cela signifierait que le soudage des lés a eu lieu à trop haute température.

- Les surfaces collées ou soudées ne doivent pas présenter de plis (passages) ou de cloques (bulles d'air).
- Une bonne soudure fait apparaître, le long de la bordure des lés, un «cordon de soudure» en bitume.



Fig. 3/102: Soudage à la flamme

Maniement du chalumeau

Lors du soudage des lés, il peut se produire une relativement grande déperdition de chaleur; il faut dès lors

3.4.3 Façon d'angles

Étapes:

Souder la cale en élastomère sans vide dans l'angle du relevé.

Bien chauffer l'arrête arrière de la cale et presser fortement.

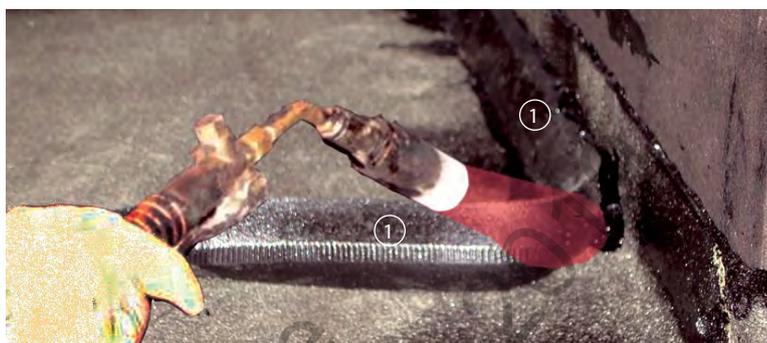


Fig. 3/305: Façonnage de l'angle; cale élastomère (1)

3.4.4 Marquage de la 1^{ère} couche du relevé

Étapes:

Marquer la hauteur de relevé de la 1^{ère} couche.

(La 2^{ème} couche sera relevée 50 mm plus haut que la 1^{ère}).

La première couche chevauche l'étanchéité du fond sur 50 mm (mesuré à partir du milieu de la cale).

Mesurer la distance et découper les bandes des relevés en conséquence.



Fig. 3/306: Marquage de la 1^{ère} couche du relevé (1)

3.4.5 Renforcement des angles

Les angles rentrants et sortants doivent être renforcés par des morceaux de lés d'étanchéité de 160 x 160 mm ayant une bonne élasticité (p.ex. EJ 3.5 4).

Étapes:

Chauffer la pièce de renfort au chalumeau du côté prévu (Flam). Comme support, une truelle est utile.

Vers les angles, chauffer au chalumeau l'étanchéité de surface et la cale.

Coller immédiatement la pièce de renfort chauffée.

Angle extérieur:

- tendre fortement la pièce de renfort
- bien la presser contre l'angle
- veiller à ne laisser aucun vide.

Angle intérieur:

- Pas de pli écrasé (pas de soufflet)
- tendre fortement la pièce de renfort
- bien la presser dans le coin
- veiller à ne laisser aucun vide.



Fig. 3/308: Renforcement des angles; bien presser la pièce de renfort en évitant tout vide d'air



Fig. 3/307: Renforcement des angles; souder les renforts au chalumeau



4.2 Raccordement de l'étanchéité

Les couches de l'étanchéité, échelonnées de manière régulière, doivent être collées/soudées sur la surface prévue.

Les soudées ne doit pas dépasser 500 mm de large!

Au bord, la couche supérieure de l'étanchéité ne doit pas directement buter contre la partie verticale du couloir de collage. Un espace de 10 mm garantit un raccord propre et permet le contrôle de la soudure par le débord du bitume dans cette zone.

Pour les naissances d'eau pluviale et trop-pleins de sécurité, veiller à ce qu'il n'y ait aucune trace de bitume dans l'écoulement!

Préchauffer la tôle

La surface à coller doit être légèrement chauffée juste avant le collage. On élimine ainsi une éventuelle chute d'humidité et le fluage de la tôle.

Aucune des pièces en tôle ne doit, à aucun moment, être chauffée excessivement.

Veiller, lors du collage ou du soudage, à ce qu'il ne se forme ni bulles d'air, ni faux plis. Les lés se laissent facilement presser contre la surface de collage.

4.3 Contrôle subséquent et nettoyage

Après la fin des travaux de collage, il faut contrôler toutes les soudures des tôles qui ont été en contact avec la flamme, quant à d'éventuels dégâts.

Toutes les parties en tôle qui resteront visibles ne devraient présenter aucune souillure de bitume. Les traces de bitume peuvent, à basses températures, être précautionneusement grattées avec une spatule (ne pas faire de griffures). Les traces restantes peuvent être nettoyées au moyen d'un chiffon imbibé de solvant.

S'il fait chaud, le bitume est mou et ne peut être enlevé qu'avec du solvant.

En travaillant proprement, on évite de pénibles nettoyages.

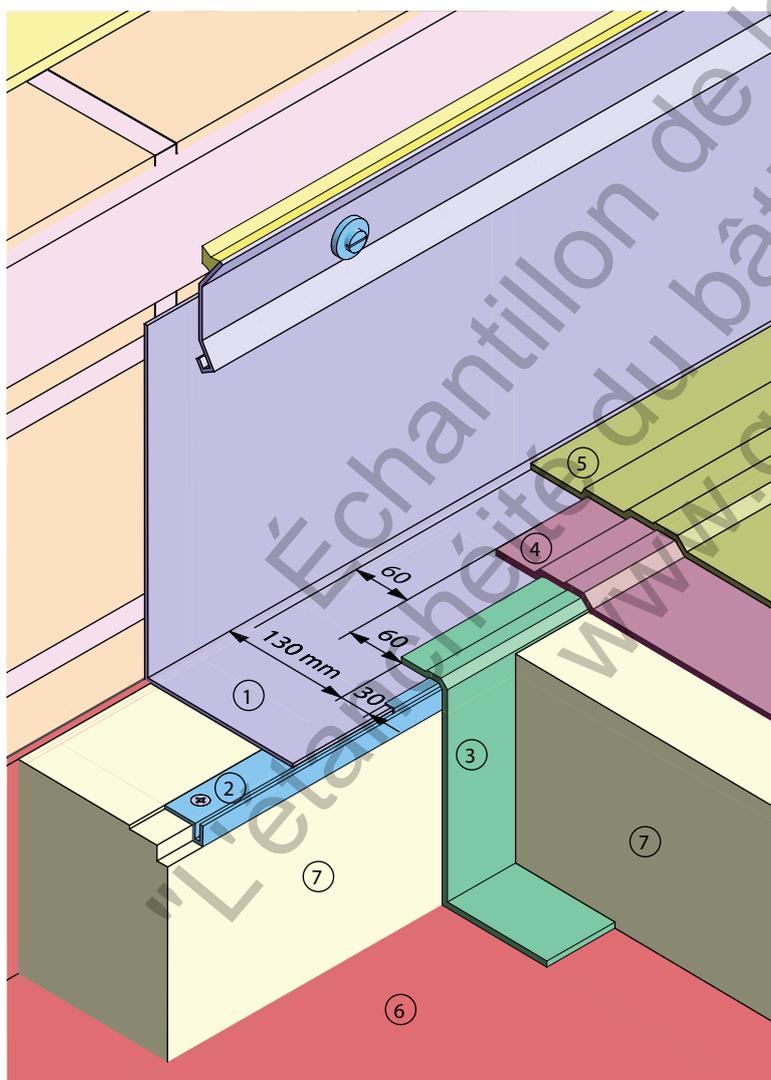


Fig. 3/401: Raccord sur tôle avec lé d'étanchéité en bitume polymère; surface de tôle à coller (1), système de fixation (2), cloisonnement (3), étanchéité 1ère couche (4), étanchéité 2ème couche (5), pare-vapeur (6), isolation thermique (7)

5 Réalisation d'étanchéités avec l'asphalte coulé

5.1 Généralités

L'asphalte coulé est un type particulier d'asphalte employé dans le bâtiment et dans le génie civil. Il se compose de bitume, comme liant, de filler (farine de pierre), de sable et de splitt. A l'heure actuelle, le bitume, issu du traitement du pétrole, est un produit de distillation qui ne nuit pas à l'environnement.

Par rapport à l'asphalte routier, l'asphalte coulé présente une granularité moindre des matières minérales et une teneur de bitume sensiblement plus élevée, de sorte qu'il peut être coulé à chaud, (manuellement à l'aide de seaux en bois ou mécaniquement).

Ce matériau de construction naturel est utilisé depuis des siècles comme étanchéité. L'utilisation de l'asphalte coulé est attestée jusque dans l'antiquité. Des fouilles archéologiques ont permis d'établir que, dès 1200 avant JC environ, l'asphalte coulé a servi d'étanchéité et de mortier pour les briques en glaise.

Grâce à sa forte teneur en bitume l'asphalte coulé est dénué de vides et imperméable à l'eau. Le compactage au cylindre est donc superflu.

Contrairement à d'autres liants, le bitume ne nécessite pas de temps de prise ; sa rigidité définitive est atteinte lorsque la masse est refroidie

L'asphalte coulé est également appelé mastic d'asphalte et désigné dans la littérature spécialisée par l'abréviation MA.

Dans de nombreuses utilisations, l'asphalte coulé est appliqué en plusieurs couches. Chaque couche remplit une fonction différente conformément à la structure du système.

Classes de dureté

Selon les sollicitations et l'usage auquel il est destiné, l'asphalte coulé s'utilise dans différentes classes de dureté: plutôt mou pour les revêtements d'étanchéité et plutôt dur pour les couches de protection ou d'usure à l'extérieur ou pour les revêtements industriels à l'intérieur des bâtiments. Le degré de dureté est déterminé essentiellement par le bitume plus ou moins dur et par



Fig. 3/501: Etanchéité en asphalte coulé; revêtement saupoudré

la composition des matières minérales.

Pour les revêtements d'étanchéité, l'adjonction d'asphalte naturel (en provenance essentiellement de Trinidad dans les Caraïbes) est obligatoire. On utilise aussi des bitumes modifiés aux polymères qui améliorent le comportement thermoplastique (à basse température, ils restent élastiques, et à forte température, l'asphalte coulé ne se ramollit pas trop vite).

5.1.1 Propriétés de l'asphalte coulé

L'asphalte coulé est :

- résistant au vieillissement
- sans problème au niveau de l'écologie de la construction
- isolant électrique
- résistant à l'humidité
- résistant au feu
- posable sans joints
- applicable par coulée
- antidérapant (après traitement de surface approprié)
- exempt de vides
- hygiénique
- facilement réparable
- thermoplastique
- sans danger pour l'environnement
- résistant à l'usure
- isolant thermique et chaud aux pieds
- imperméable à l'eau

Sa pose est rapide et donc économique.

Propriétés physiques de l'asphalte coulé		Valeur
Densité brute	ρ	2350 kg/m ³
Coefficient de dilatation linéaire	α	6 x 10 ⁻⁵ /°C
Conductivité de la vapeur	λ_D	1,6 x 10 ⁻⁵ mg/m·h·Pa
Résistance à la diffusion de vapeur	μ	4,4 x 10 ⁴
Conductivité thermique	λ	0,7 W/mK
Amélioration des bruits d'impact		7 dB

5.1.2 Production de l'asphalte coulé

L'asphalte coulé est un mélange de divers granulats minéraux et de bitume qui peut être coulé lorsqu'il est chauffé. Les granulats utilisés sont, pour l'essentiel, des substances naturelles :

- De la farine de calcaire de granularité inférieure à 0,08 mm y est ajoutée ; c'est ce qu'on appelle le filler. Le filler comble les vides dans la structure minérale; il

5.2.4 Chapes en asphalte coulé

L'asphalte coulé se prête également à être utilisé comme support, c'est-à-dire comme chape. Dans les sous-sols, par exemple, il possède non seulement les excellentes qualités de couche de support pour n'importe quel revêtement de sol, mais satisfait également les exigences accrues contre l'humidité montante (mais aussi contre les gaz du sous-sol tel le radon). L'asphalte coulé peut être mis en oeuvre aussi bien sur des dalles de béton et des couches d'isolation (résistantes à la chaleur) que sur des sols en terre tels qu'on les trouve souvent dans les immeubles anciens (dans ce cas, avec une couche de split d'au moins 50mm d'épaisseur et une double couche de séparation).

Comme chape sur support en poutres de bois, l'asphalte coulé s'impose par sa densité brute élevée de $p = 2350 \text{ kg/m}^3$ et son élasticité, jointes à une isolation importante des bruits d'impact. Selon la construction, des plaques d'isolation supplémentaires permettent d'obtenir des valeurs d'isolation aux bruits d'impact satisfaisant des exigences accrues.

L'asphalte coulé pour chape est en général posé en une seule couche d'environ 30 mm d'épaisseur sur couche de séparation. Si le support présente d'importantes irrégularités, une couche d'égalisation permettra d'appliquer la chape avec une épaisseur constante.

La surface encore chaude de la chape en asphalte coulé est saupoudrée de sable de quartz qui sert de pont d'accrochage entre la chape et la colle pour le revêtement d'usure (parquet, dalles, enduits polyuréthane, moquette, revêtements de salle de sport, etc.).

Les chapes en asphalte coulé sont régies sinon par les mêmes règles que celles de tous les autres types de chapes, par exemple en ce qui concerne la façon de joints le long des parties montantes de construction (cf. norme SIA 251 «Chapes flottantes à l'intérieur des bâtiments»).

Les chapes en asphalte coulé présentent le grand avantage de pouvoir être soumises pleinement aux sollicitations dès le lendemain et de ne pas introduire d'humidité à l'intérieur du bâtiment, contrairement aux autres types de chapes.

5.2.5 Chapes chauffantes en asphalte coulé

Pour les chapes chauffantes en asphalte coulé, il faut veiller particulièrement à la résistance à la chaleur des matériaux de construction et d'isolation et à n'utiliser que des tuyaux en cuivre pur. Ils doivent être raccordés

par soudage dur et leur étanchéité vérifiée au moyen d'air comprimé ou d'eau pressurisée avant la pose de la chape. Les tuyaux doivent en outre être fixés convenablement au support de sorte à éviter leur remontée. La première couche de chape est posée jusqu'au niveau supérieur des tuyaux. Le matériau peut ainsi enrober le tuyau et absorber la dilatation thermique. Selon le diamètre des tuyaux, l'épaisseur de la couche est de 20 à 25 mm. Après refroidissement, on pose la deuxième couche qui doit avoir une épaisseur de 25 mm. Il y a lieu d'observer que la température aller du chauffage a une influence sur la résistance de la chape en asphalte coulé. Les chapes en asphalte coulé peuvent être exposées aux sollicitations dès le lendemain. Contrairement à d'autres systèmes de chapes, aucune humidité n'est introduite dans le bâtiment. Cela est un grand avantage, notamment lors de rénovations ou lorsque le temps presse.

5.2.6 Les revêtements intérieurs praticables en asphalte coulé

Les revêtements décoratifs en asphalte coulé sont vite posés, ils sont utilisables dès le refroidissement et n'introduisent aucune humidité dans la construction. Les émissions d'odeurs durant la mise en oeuvre en sont le seul inconvénient. Grâce à la faible épaisseur de la construction et à ses propriétés – imperméable, chaud aux pieds, antidérapant, isolant acoustique, résistant à l'abrasion et à l'usure – l'asphalte coulé peut être utilisé dans les domaines les plus divers : piscines, salle de bains, garages, caves et ateliers, cuisines, entrepôts, salles polyvalentes, etc.

Il faut absolument tenir compte du fait que, sur les surfaces exposées au soleil, des charges ponctuelles peuvent provoquer des renforcements.



Fig. 3/505: Revêtement intérieur praticable en asphalte coulé; étalement de l'asphalte



Réalisation d'étanchéités en matière synthétique

Table des matières

1	Mise en œuvre de lés d'étanchéité en matière synthétique	139
1.1	Généralités	139
1.1.1	Chevauchements	139
1.1.2	Joint de soudure du recouvrement transversal	139
1.2	Soudage des lés	139
1.2.1	Soudage manuel	139
1.2.2	Soudage avec machine	140
1.2.3	Essai de résistance du joint	141
1.2.4	Génie civil et construction de déchetteries	141
1.3	Soudure à froid	141
1.4	Fixation au niveau de la surface	142
1.4.1	Assemblage par collage	142
1.4.2	Assemblage par fixation mécanique	142
1.5	Raccords et fermetures avec lés d'étanchéité synthétiques	143
1.5.1	Fixation des bords	143
1.5.2	Hauteurs des raccordements	143
1.5.3	Relevés et retombées	143
1.5.5	Garnitures	146
1.5.6	Naissances d'eau pluviale	147
1.5.7	Fermetures avec des tôles	147
2	Pose des membranes d'étanchéité en EPDM	148
2.1	Pose de la membrane d'étanchéité sur une surface	148
2.2	Raccords et finitions	148
2.3	Fixation	148

4

3	Étanchéité en polymère liquide (EPL)	149
3.1	Généralités	149
3.1.1	Groupes de produits EPL	149
3.2	Travaux préalables sur le chantier	149
3.2.1	Respect des valeurs limites	149
3.2.2	Préparer le support	149
3.3	Réalisation d'étanchéités de surface en polymère liquide	150
3.3.1	Généralités	150
3.3.2	Mise en œuvre de polymère liquide	150
3.3.3	Raccordements	151
3.4	Raccords et fermetures sur étanchéités bitumineuses avec l'EPL	151
3.5	Réalisation de raccords et fermetures avec l'EPL	152

"Échantillon de lecture" (C) 2019
www.grafitext.ch

Auteurs

Andreas Kuster
Kurt Kunz
Beat Hanselmann
Peter Stoller

Traductrice

Monique Gottburg

Sources d'illustrations

Contec AG: Fig. 4/201–204.
A. Kuster: Fig. 4/302.
Sika Sarnafil AG: Fig. 4/102–147.
ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE: Fig. 4/303–309.
P. Stoller: Autres.

1 Mise en œuvre de lés d'étanchéité en matière synthétique

1.1 Généralités

Les lés d'étanchéité en matière synthétique les plus courants sont disponibles en rouleaux de 2000 mm de large et sont mis en œuvre soit en pose libre, soit fixés mécaniquement, soit collés en pleine surface. L'étanchéité est exécutée en monocouche. Les lés d'étanchéité sont assemblés et soudés entre eux sur place pour former une étanchéité homogène. En fonction de l'utilisation prévue et de l'inclinaison de la toiture, on utilise des épaisseurs allant de 1,5 à 2,0 mm.

Confektions

Les lés synthétiques peuvent être préconfectionnés par le fabricant aux bonnes longueurs et largeurs.

Découpe

Les lés peuvent être découpés avec des ciseaux ou un cutter (boutoir).

1.1.1 Chevauchements

La largeur des chevauchements est en général de 80 mm. Lors du soudage des lés, on évite ainsi d'endommager l'isolation thermique (PSE) particulièrement sensible à la chaleur. En disposant les lés de manière appropriée, tous les assemblages de lés peuvent être réduits à des joints de soudure rectilignes et des recouvrements transversaux.

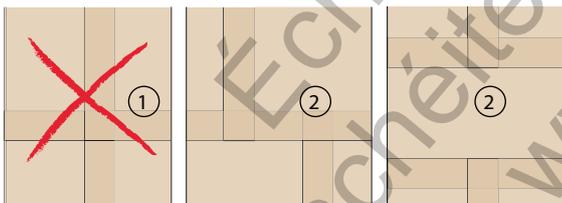


Fig. 4/101: Chevauchement des lés; croisé (1), transversal (2)

1.1.2 Joint de soudure du recouvrement transversal

Afin d'obtenir une soudure ininterrompue et étanche, il est nécessaire de chanfreiner les lés synthétiques au niveau des recouvrements transversaux selon les indications du fournisseur.



Fig. 4/102: Rabetage du joint de recouvrement avec un couteau à chanfreiner



Fig. 4/103: Soudage avec buse 20 mm

1.2 Soudage des lés

Les lés synthétiques peuvent être assemblés de manière homogène par soudage à air chaud. La partie supérieure et la partie inférieure des lés sont liquéfiées grâce à l'air chaud puis pressées l'une contre l'autre avec une roulette de pression. Il en résulte une liaison homogène. Pour le soudage, sont adaptés et recommandés des appareils de soudage munis d'un réglage pour la chaleur et l'entraînement indépendant du voltage.

1.2.1 Soudage manuel

- Appareil de soudage à air chaud Leister TRIAC PID
- Buses de soudage, 20 mm
- Buses de soudage, 40 mm
- Buse ronde avec buse de soudage rapide ronde
- Roulette de pression 28 mm
- couteau à chanfreiner



Fig. 4/103: Outillage pour souder lés synthétiques; appareil de soudage à air chaud (1), buse de soudage 20 mm (2), idem 40 mm (3), buse spéciale pour cordon de soudage (4), roulette de pression (5), couteau à chanfreiner (6)



Mise en œuvre des couches de protection et d'usure

Table des matières

1	Mise en œuvre de la couche de protection	155
1.1	Vérification de l'étanchéité	155
1.2	Quand faut-il poser la couche de protection	155
1.3	Contrôle des matériaux avant la pose	155
1.3.1	Détermination de la proportion de gravier concassé	155
1.4	Utilisation d'engins	156
1.4.1	Acheminement au moyen d'air pulsé	156
1.4.2	Acheminement au moyen d'une grue	156
1.4.3	Acheminement par monte-charge et brouette	157
1.5	Répartition de la couche de protection	157
1.6	Revêtement pour couches de protection	158
1.6.1	Pose	158
2	Réalisation de couches d'usure praticables	159
2.1	Généralités	159
2.1.1	Pente des revêtements sans joints ouverts	159
2.1.2	Pente des revêtements perméables à l'eau	159
2.1.3	Décalage vertical	159
2.1.4	Lestage sur toiture inversée	159
2.2	Couches de protection sous couches d'usure	159
2.2.1	Nattes de drainage	159
2.2.2	Voiles en polypropylène, voiles en polyester	160
2.2.3	Lés de protection	160
2.2.4	Plaques de protection	160
2.2.5	Nattes en granulats de caoutchouc	160
2.3	Lit de pose	161
2.3.1	Généralités	161
2.3.2	Réalisation du lit de pose	161
2.3.3	Plots pour dalles	162
2.4	Revêtements en dalles	163
2.4.1	Pose et façon	164
2.4.2	Calepinage et utilisation	164
2.4.3	Pose des dalles	164
2.5	Raccords aux naissances d'eau pluviale	165

5

2.6	Raccords aux grilles rigole	165
2.7	Raccords et fermetures des revêtements en dalles	166
2.7.1	Joint d'acrotère	166
2.8	Autres revêtements	166
2.8.1	Dalles en pierre	166
2.8.2	Dalles en granulat de caoutchouc	166
2.8.3	Caillebotis en bois	167
2.8.4	Mono-béton	167
2.8.5	Asphalte coulé	168
3	Réalisation de couches d'usure carrossables	169
3.1	Voie carrossable en béton	169
3.2	Voie carrossable en asphalte coulé	169
3.3	Polymères liquides carrossables	169
4	Toitures végétales	171
4.1	Avantages de la végétalisation	171
4.1.1	Espace vital pour plantes et animaux	171
4.1.2	Amélioration du climat	171
4.1.3	Haute rétention d'eau	172
4.1.4	Fixation des poussières et polluants	172
4.1.5	Protection de l'étanchéité	172
4.1.6	Protection contre la chaleur estivale	173
4.1.7	Meilleure protection phonique	173
4.1.8	Paysage de toits	173
4.2	Végétalisation extensive	173
4.2.1	Couche de drainage, évacuation des eaux	174
4.2.2	Couche de rétention	174
4.2.3	Couche de substrat	174
4.2.4	Végétation	176
4.2.5	Plantation	176
4.2.6	Soin de mise en place	177
4.3	Végétalisation intensive	178

Auteurs

Beat Hanselmann

Andreas Kuster

Traductrice

Monique Gottburg

Sources d'illustrations

Contec AG: Fig. 5/402, 5/403.

Doerken AG: Fig. 5/202.

B. Hanselmann: Fig. 5/102, 5/103, 5/107*, 5/211, 5/214, 5/216–218, 5/221, 5/222, 5/401, 5/405–407.

A. Kuster: Fig. 5/201, 5/206–210, 5/212, 5/220.

Sika Sarnafil AG: Fig. 5/101.

OH Samen, Rafz: Fig. Pflanzen Seite 151, 153, 155, 157.

Soba inter: Fig. 5/215, 5/219.

P. Stoller: Autres.



1 Mise en œuvre de la couche de protection

Il faut travailler avec précaution lors de la mise en œuvre de la couche de protection, car le risque est grand de blesser l'étanchéité. Des recherches ultérieures pour trouver la fuite sont très coûteuses!

Empêcher les salissures

Les matériaux pour la couche de protection devraient être propres. Malgré tout, il peut arriver que des éléments de construction soient salis. Étant donné qu'il est par la suite difficile de nettoyer les éléments de tôle ou de paroi, les salissures doivent être immédiatement lavées avec beaucoup d'eau.

Limiter l'accès

Le travail doit être organisé de manière à ce qu'une fois terminée, la couche de protection ne doive plus être empruntée par des véhicules et soit piétinée le moins possible.

Après la mise en œuvre de la couche de protection, seuls les spécialistes doivent encore avoir accès à la toiture plate à des fins de contrôle.



Fig. 5/101: Couches de protection; limiter le piétinement

1.1 Vérification de l'étanchéité

Avant la mise en œuvre de la couche de protection, il est recommandé de vérifier l'étanchéité, p. ex. par la mise en eau de manière contrôlée de la toiture. Pour cela il faut d'abord boucher les naissances d'eau pluviale, puis inonder la toiture. Les éventuelles fuites de l'étanchéité sont ainsi rapidement décelées.

La charge utile du toit ne doit cependant pas être dépassée.

Il faut particulièrement faire attention à ce point sur des constructions légères avec pente, où le niveau d'eau peut atteindre une certaine hauteur à cause des naissances d'eau pluviale placées aux points bas. Le résultat de la mise en eau devrait être protocolé.

1.2 Quand faut-il poser la couche de protection

Le moment de la pose de la couche de protection dépend des matériaux, du type d'exécution de l'étanchéité, du système de toiture et des conditions de vent attendues:

- Les couches de protection des étanchéités en lés de bitume polymère doivent être mises en œuvre rapidement, afin de protéger l'étanchéité du rayonnement solaire.
- Pour les étanchéités en lés synthétiques il faut, pendant la phase de mise en œuvre, prendre des mesures complémentaires contre les effets du vent.
- Les isolations thermiques sur l'étanchéité (toiture inversée) doivent immédiatement être lestées.

Il n'est pas rare de voir une étanchéité synthétique en pose libre ou une isolation thermique de toiture inversée soulevée et emportée par de forts vents et leur effet de succion.

1.3 Contrôle des matériaux avant la pose

Le gravier doit être lavé proprement et peut contenir jusqu'à 15% de gravier concassé.

Ce point devrait être vérifié lors de la livraison par un prélèvement d'échantillons. Une marchandise sale et/ou contenant une trop forte proportion de gravier concassé doit immédiatement être refusée.

Car une fois la marchandise acceptée (sur le toit), c'est l'entrepreneur qui en assume l'entière responsabilité.

1.3.1 Détermination de la proportion de gravier concassé

Procédé simplifié

On prélève de manière aléatoire des graviers à différents endroits de la livraison et on les met dans un récipient. Comme au loto, on prélève 100 graviers de différentes grandeurs. Ceux-ci sont ensuite triés d'après leur forme puis comptés. Il peut y avoir au max. 15 graviers à arêtes tranchantes répartis uniformément dans la granulométrie.

Lorsqu'il y a plus de 15 graviers avec des arêtes tranchantes, la livraison est hors norme.

A ce stade, il appartient à l'entrepreneur de décider s'il va poser un revêtement de protection sur l'étanchéité ou exiger une livraison irréprochable.



Restriction

L'utilisation des dalles en granulat de caoutchouc n'est toutefois possible que dans les systèmes d'étanchéité avec étanchéité synthétique: Les joints de recouvrement des étanchéités bitumineuses forment des paliers, qui causent ensuite des inégalités gênantes du revêtement en dalles.

2.8.3 Caillebotis en bois

Les caillebotis en bois confèrent un air méditerranéen à la terrasse. Les bois de mélèze, de chêne ou de teck conviennent spécialement comme matériau de construction. Si l'on fait intervenir des bois tropicaux tels l'acapu ou le bangkirai, il faut veiller au signe de qualité FSC.

Lors de l'utilisation des terrasses à caillebotis en bois, il faut faire attention à ce qu'aucun objet pointu, tel des briques de verre, n'atteigne l'étanchéité.

Une couche de protection doit être placée sous les caillebotis en bois.

Lors de l'information au client, il faut indiquer que la couleur du bois se modifie. Les planches de mélèze deviennent rapidement grises sous les effets de la météo. Cela n'a toutefois aucune influence sur la qualité.

Couche de protection

Des lés ou plaques en matière synthétique, faciles à nettoyer, conviennent p. ex. bien comme couche de protection.

Les nattes de protection en caoutchouc ou les feutres ne conviennent pas, car ils absorbent l'humidité, laquelle peut conduire à la formation possible d'odeurs désagréables. De plus, les pièces d'appui des caillebotis en bois seraient trop fortement mises à contribution par l'humidité prolongée.



Fig. 5/222: Caillebotis en bois comme couche d'usure

Construction

Les caillebotis en bois se composent d'un support et du revêtement praticable proprement dit, le caillebotis.

Le support permet de compenser la pente de l'étanchéité afin qu'une fois terminé le caillebotis soit bien horizontal.

La largeur des planches du caillebotis ne devrait pas dépasser 120 mm, compte tenu du risque de déformation.

Chaque planche doit être fixée au niveau de chaque appui avec 2 vis inoxydables. Les trous doivent être préforés.

Les planches du caillebotis sont assemblées (du côté envers) de manière invisible au moyen de vis, de façon à former des éléments qui sont ensuite posés sur le support et si nécessaire fixés sur celui-ci.

Les planches du caillebotis peuvent aussi être fixées directement sur le support en bois au moyen de vis inoxydables.

Les vis ne doivent en aucun cas blesser la membrane d'étanchéité de la toiture. Il faut en particulier tenir compte d'un éventuel retrait du bois !

Pour cette méthode, et dans un but de protection du bois, un câble anticorrosion d'env. 8 mm d'épais est placé entre caillebotis et support en bois, en tant que distanceur.

Selon l'aspect esthétique final souhaité, l'espacement entre les planches du caillebotis est de 5 à 15 mm. Cette distance est maintenue pour le joint de rive resp. pour les raccords.

Entretien

Veiller à ce que les divers éléments du caillebotis ne soient pas trop pesants, de façon à pouvoir les soulever, p. ex. pour des travaux de nettoyage.

2.8.4 Mono-béton

On appelle mono-béton les fonds bétonnés qui font directement office de couche d'usure. Ils sont en règle générale flottants, ce qui veut dire qu'ils ne sont pas collés à la dalle en béton sur laquelle ils sont mis en œuvre.

L'épaisseur des dalles bétonnées flottantes ne doit pas être inférieure à 60 mm et comme elles n'ont pas d'autre fonction que de répartir les charges, une armature de retrait est généralement suffisante. (Veiller au recouvrement de l'armature par le béton!)



4 Toitures végétales

La végétalisation d'un toit plat exige une planification soigneuse de toutes les parties du système de toiture et requiert savoir-faire et compétences avérées.

La végétalisation de toitures peut être soit extensive soit intensive.



Fig. 5/401: Végétalisation extensive

4.1 Avantages de la végétalisation

La végétalisation d'une toiture fait office de couche de protection et de couche d'usure du toit plat, tout en créant une surface de compensation écologique. Les principaux avantages d'une toiture végétale sont les suivants:

4.1.1 Espace vital pour plantes et animaux

Là où la nature a été détruite par l'urbanisation et où des constructions occupent le sol, les végétalisations de toitures peuvent partiellement compenser ces espaces verts perdus et offrir des habitats de substitution à la flore et la faune.

Ce sont surtout les végétalisations extensives, laissées à l'état naturel et requérant peu d'entretien, qui sont des biotopes importants pour insectes et plantes, abeilles sauvages, papillons et carabes. Ils y trouvent nourriture et refuge. Le cycle naturel de végétation, soit croissance, semis et sélection due au stress, crée au fil du temps un écosystème indépendant, avec ses caractéristiques spéciales. Même des espèces menacées peuvent coloniser des toitures végétales.

4.1.2 Amélioration du climat

Le réchauffement climatique global, l'urbanisation croissante, ainsi que la chaleur émise par les chauffages domestiques, l'industrie et le trafic, contribuent au réchauffement du climat urbain. En été, les différences

SEDUM ALBUM
Orpin blanc

Fleurs: blanches, Floraison: juin, Hauteur: 8–20 cm



Choix de plantes pour végétalisation extensive. En fleurs (à gauche), reste du temps (à droite)

GERANIUM SANGUINEUM

Géranium sanguin, bec de grue. Fleurs: roses, Floraison: juin/juillet, Hauteur: 10–20 cm



SILENE VULGARIS
Silène enflé

Fleurs: blanches, Floraison: juillet/sept, Hauteur: 10–40 cm



LINUM PERENNE
Lin vivace

Fleurs: bleues, Floraison: juin/juillet, Hauteur: 20–40 cm



THYMUS PULEGIODES
Thym médicinaux

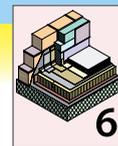
Fleurs: roses, Floraison: juin, Hauteur: 8–17 cm



VERONICA SPICATA
Véronique en épis

Fleurs: bleues, Floraison: juin/juillet, Hauteur: 10–35 cm





Raccords et fermetures, exemples d'exécution

Table des matières

1	Raccords de murs	181
1.1	Toiture chaude	181
1.1.1	Raccordement sur mur, isolé en XPS et bande de serrage	181
1.1.2	Raccordement sur mur, isolé en XPS et plinthe de protection	182
1.1.3	Raccordement, relevé sur mur isolé en verre cellulaire	183
1.1.4	Raccordement, relevé sur mur non isolé	184
1.1.5	Raccordement, relevé sur mur isolé en XPS et plinthe de protection	185
1.1.6	Terminaison contre mur sur couloir de collage non isolé	186
1.2	Toiture compacte	187
1.2.1	Raccordement, relevé sur mur, toiture végétalisée sur tôle nervurée	187
1.3	Toiture inversée praticable	188
1.3.1	Raccordement, relevé contre mur	188
2	Fermetures d'acrotères	189
2.1	Toiture chaude	189
2.1.1	Raccordement, relevé sur l'acrotère isolé en laine minérale	189
2.1.2	Raccord avec polymère liquide	190
2.1.3	Toiture industrielle sur tôle nervurée	191
2.1.4	Terminaison sur chéneau suspendu	192
2.2	Toiture inversée	193
2.2.1	Raccordement, relevé sur l'acrotère isolé	193

6

3	Raccordement sur seuil de porte	194
3.1	Hauteur de relevé \geq 60 mm au-dessus de la couche d'usure	194
3.1.1	Toiture compacte : Couche d'usure en dalles en ciment	194
3.2	Hauteur de relevé $<$ 60 mm au-dessus de la couche d'usure	196
3.2.1	Toiture compacte : Grille rigole et couche d'usure en dalles en ciment	196
3.2.2	Toiture chaude : Couche d'usure en caillebotis en bois	198
3.2.3	Toiture chaude : Seuil de porte accessible aux fauteuils roulants	200
4	Pénétrations de toiture	202
4.1	Toiture chaude	202
4.1.1	Tuyaux de ventilation	202
4.1.2	Naissance d'eau pluviale et revêtement praticable	203
5	Cloisonnement	204
5.1	Toiture chaude	204
5.1.1	Cloisonnement sur tôle profilée	204
6	Dilatation	205
6.1	Toiture compacte	205
6.1.1	Joint de dilatation et végétalisation extensive	205
7	Parties enterrées	206
7.1	Retombée sur mur enterré sans pression d'eau	206

Auteurs

Groupe de travail, commission technique toit plat,
ENVELOPPE DES ÉDIFICES SUISSE

Peter Stoller

Traducteur

Blaise Sarrasin

Sources d'illustrations

P. Stoller.

1 Raccords de murs

1.1 Toiture chaude

1.1.1 Raccordement sur mur, isolé en XPS et bande de serrage

- 1 **Dalle béton** : Avec pente $\geq 1,5\%$
- 2 **Enduit d'accrochage** : Laque bitumineuse mis en œuvre sur toute la surface du support et des relevés
- 3 **Pare-vapeur** : Pare-vapeur E-G-3,5-tf soudé sur toute la surface de la dalle préalablement enduite
- 4 **Isolation thermique** : Isolation thermique en mousse de PUR, panneaux à battues revêtus d'un voile. Panneaux collés
- 5 **Étanchéité bicouche en lés à base de bitume** : 1ère couche d'étanchéité E-G-3,0-tt posée librement joints soudés ou collés, 2ème couche E-P-5,0-tf soudée sur toute la surface
- 6 **Natte de protection en pleine surface** : Voile de protection en polypropylène, posée librement sur l'étanchéité
- 7 **Couche de protection** : Couche de protection composée de graviers 8/16 sur

une épaisseur de 50 mm

- 8 **Cale élastomère** : Cale élastomère 30/30 mm, soudée dans l'angle du relevé
- 9 **Relevé bicouche** : 1er relevé E-P-4,0-tf soudé sur toute la surface sur le mur préalablement enduit, 2ème couche du relevé E-P-5,0-tf soudé sur toute la surface du lé inférieure
- 10 **Isolation thermique XPS** : Polystyrène extrudé coupé en bandes et collé à la colle sans solvants
- 11 **Bande de serrage à grand développement** : Bande de serrage en tôle faisant office de protection de l'isolation thermique sur le relevé
- 12 **Joint silicone** : Joint d'étanchéité entre la plinthe en tôle et le crépi de façade
- 13 **Isolation du mur EPS** : Isolation thermique extérieure pour façade compacte. Isolation en polystyrène expansé
- 14 **Crépi** : Crépi extérieur appliqué sur l'isolation thermique extérieure
- 15 **Maçonnerie** : Maçonnerie en briques

Les exécutions de détails illustrées ci-après doivent être comprises comme des exemples ayant fait leurs preuves dans les domaines concernés. Chaque solution de détail entraîne des techniques de travail qui sont différentes selon les matériaux. **VOIR AUSSI F3/** L'exécution d'un raccord doit correspondre aux conditions des normes applicables. **VOIR AUSSI F2/** A l'intérieur de ces limites, les constructions les plus diverses sont envisageables. Mais toutes ne sont pas judicieuses. Des critères tels p. ex. possibilité de réalisation, esthétique, rentabilité limitent encore le choix. **VOIR AUSSI F1/**

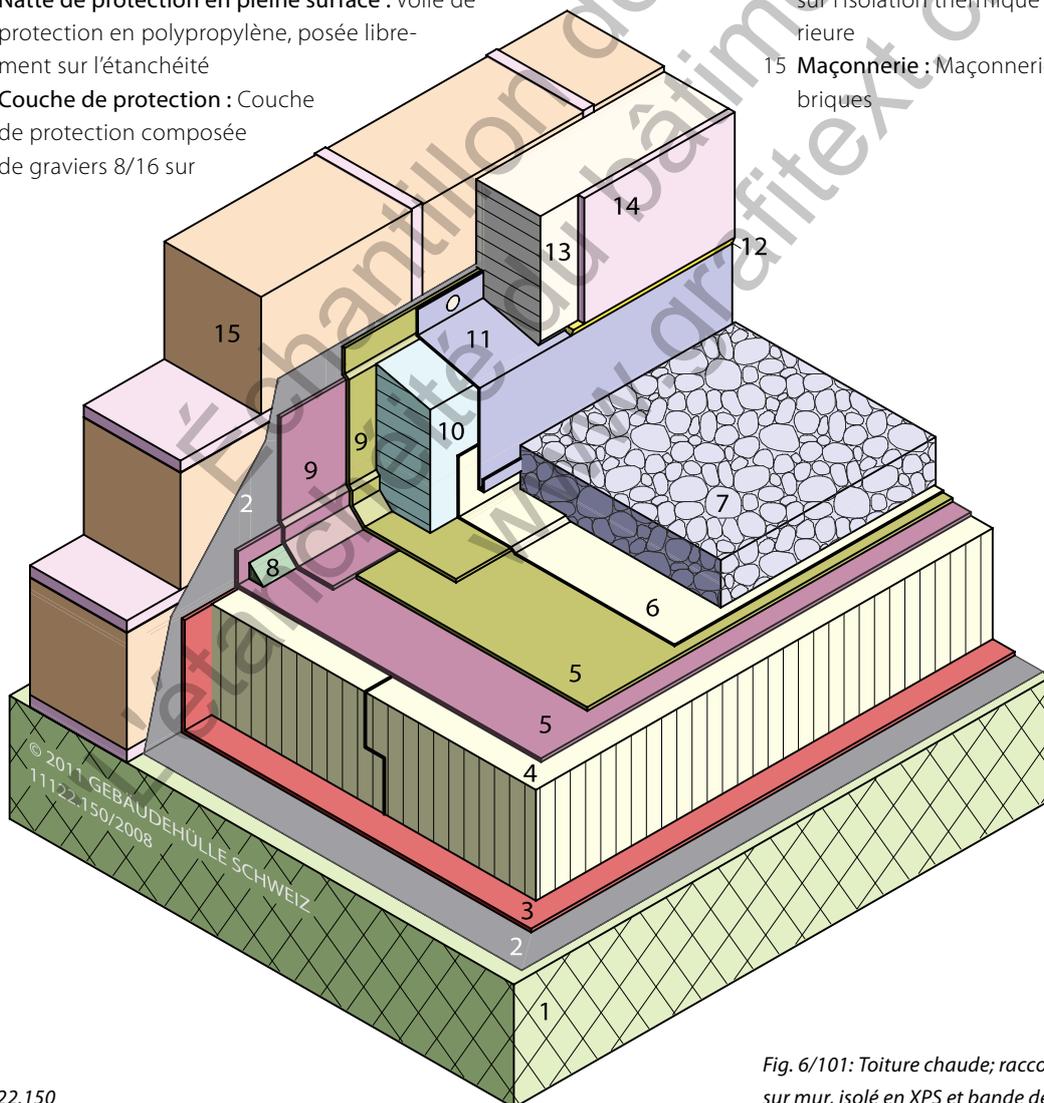


Fig. 6/101: Toiture chaude; raccordement sur mur, isolé en XPS et bande de serrage

Les fentes de drainage dans le cadre de la porte doit rester ouverte!

- 11 **Cadre de porte isolé** : Élément du cadre de porte isolé, les orifices des châssis doivent permettre l'évacuation des eaux du vitrage. Le profil du cadre permet l'étanchéité au moyen d'une résine (étanchéité liquide)
- 12 **Profil du cadre** : Le profil doit être fixé au cadre de porte en atelier. Le profil doit être étanche aux raccordements et terminaisons de façon à ce que des écoulements secondaires ne puissent pas s'infiltrer dans la construction
- A **Hauteur de retenue + 25 mm franc-bord**
- B **Isolation thermique avec une résistance de > 350 kPa pour 10% de déformation** :
Minimum 300 mm de largeur

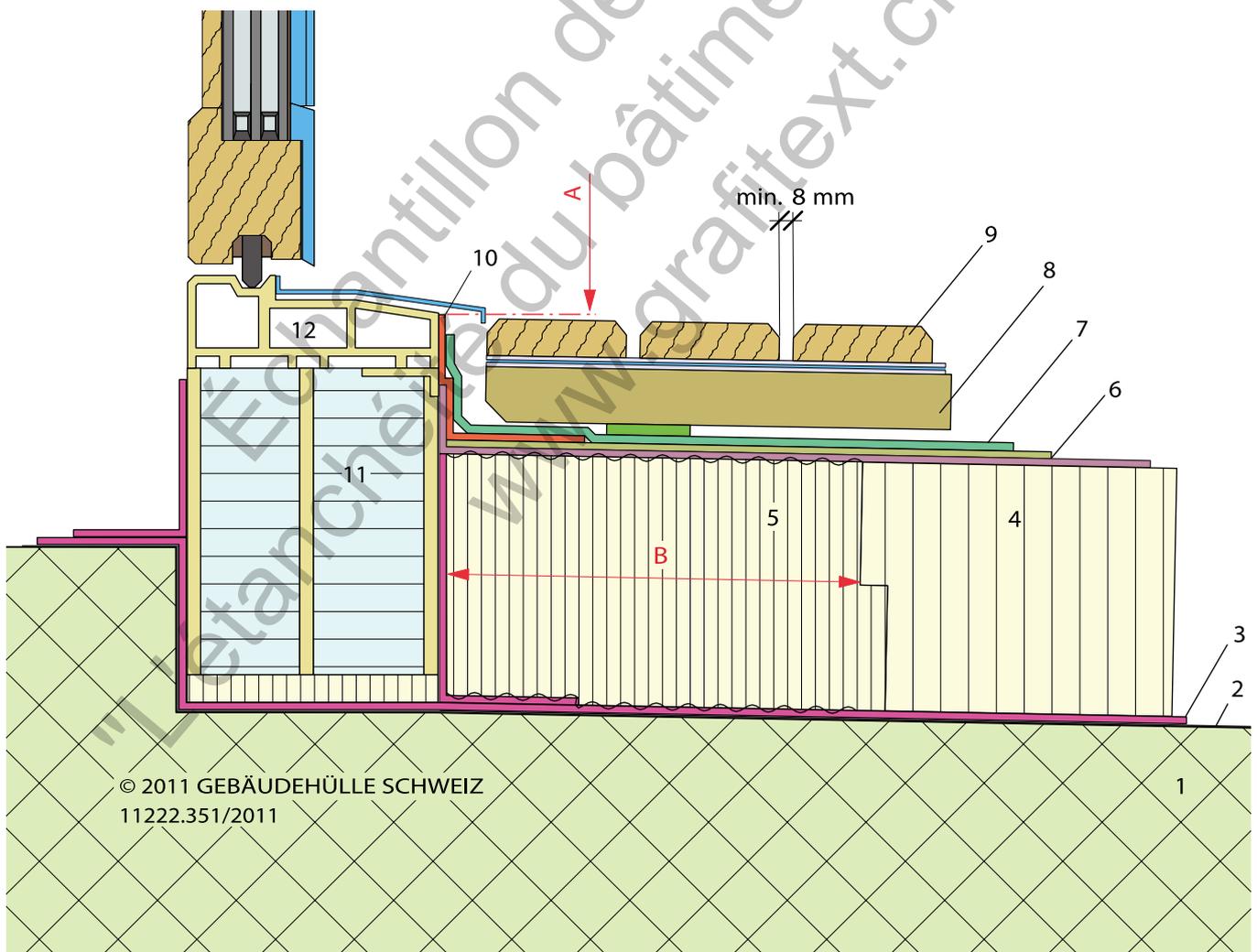


Fig. 6/306: Toiture chaude : Couche d'usure en caillebotis en bois; hauteur de relevé < 60 mm au-dessus de la couche d'usure (coupe)

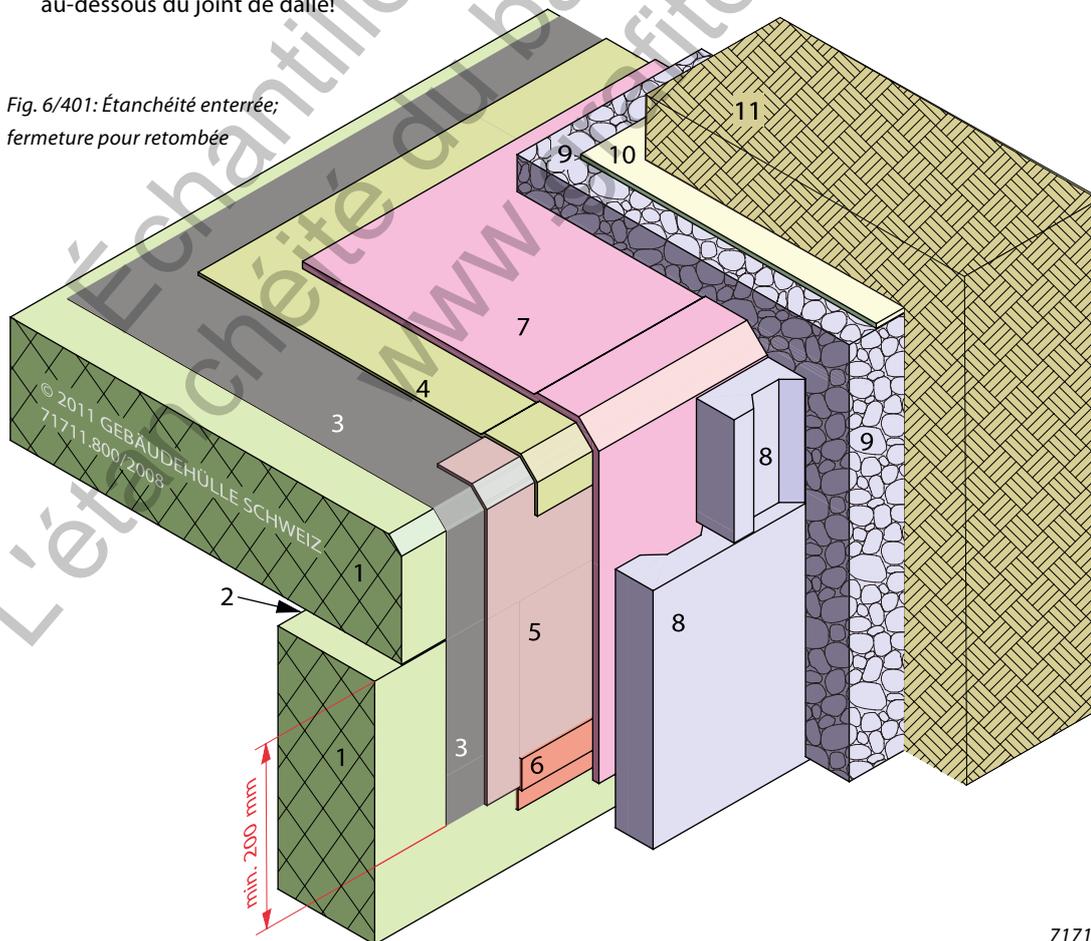
7 Parties enterrées

7.1 Retombée sur mur enterré sans pression d'eau

- Dalle et mur en béton :**
Dalle en béton avec pente $\geq 1,5\%$
Support apprêté pour une exécution répondant aux exigences des systèmes d'étanchéité collés
- Joint de dalle :** Partie constructive du joint de dalle
- Enduit d'accrochage :** Laque bitumineuse mis en œuvre sur les parties à étancher
- Étanchéité monocouche en lés à base de bitume :**
Étanchéité E-P-5,0-af-WF, soudée en pleine surface sur le support béton
- Retombée monocouche en lés à base de bitume :**
Étanchéité E-P-5,0-af-WF, soudée en pleine surface sur la retombée. La retombée d'étanchéité doit recouvrir le joint de tête de dalle de 200 mm au minimum
- Terminaison en étanchéité synthétique liquide :**
Fermeture de la retombée d'étanchéité contre les refoulements d'eau.
Terminaison de l'étanchéité au minimum 200 mm au-dessous du joint de dalle!
- Natte de protection :** Natte de gomme ou autre posée librement sur l'étanchéité
- Panneaux drainants :** Plaques filtrantes tilu permettant l'évacuation des eaux
- Couche drainante :** Lit de gravier posé librement
- Couche filtrante :** Voile filtrant posé sur la couche drainante en gravier, empêchant l'encrassement des couches drainantes
- Couche praticable :** Terre, et remblais posés librement

RETOMBÉES VOIR AUSSI F1/3.1, F2/12.2, F3/3.3

Fig. 6/401: Étanchéité enterrée; fermeture pour retombée



71711.800

Annexes

Table des matières

1	Liste/commande de matériel, exemples	208
1.1	Système d'étanchéité bitumineux	208
1.2	Système d'étanchéité synthétique	210
2	Désign. du lés d'étanchéité en bitume polymère	212
3	Tableaux physique du bâtiment	213
3.1	Températures du point de rosée θ_D	213
3.2	Notions et spécifications selon norme SIA 180	214
3.3	Températures ambiantes et taux d'humidité (climat ambiant normal)	215
3.4	Caractéristiques des matériaux de construction	217

Liste de matériel étanchéité

Métrés

30,00 x	25,00	=	750,00
0,38 x	110,00	=	41,80
0,30 x	111,20	=	33,36
5,60 x	0,25	=	1,40

Déductions

1,20 x	1,60	=	-1,92
0,75 x 0,75 x	20	=	-11,24

Total = 813,40 m²

1^{ère} couche EGV 3

813,40 m ² x	1,12	=	911,00 m ²
-------------------------	------	---	-----------------------

2^{ème} couche EP 4 WF

813,40 m ² x	1,12	=	911,00 m ²
-------------------------	------	---	-----------------------

Collage de la 1^{ère} couche

Métrés

30,00 x	25,00	=	750,00
---------	-------	---	--------

Déductions

1,20 x	1,60	=	-1,92
0,75 x 0,75 x	20	=	-11,24

Total = 736,84 m²

Bitume

736,84 m ² x	1,20 kg	=	884,20 kg
-------------------------	---------	---	-----------

Soudage de la 1^{ère} couche (relevés)

Métrés

0,38 x	110,00	=	41,80
0,30 x	111,20	=	33,36
5,60 x	0,25	=	1,40

Total = 76,56 m²

Gaz propane

76,56 m ² x	0,2 kg	=	15,31 kg
------------------------	--------	---	----------

Métrés idem étanchéité

Gaz propane

813,40 m ² x	0,2 kg	=	162,68 kg
-------------------------	--------	---	-----------

Cales dans l'angle du relevé

Métrés

110 + 5,6	=	115,60 m
-----------	---	----------

Cales en bitume elastomère30/30 mm

115,60 m x	1,02	=	117,91 m
------------	------	---	----------

Liste de matériel coupoles d'éclairage avec costière et coupole

LD 0,75/0,75 avec isolation et aile de collage

20 pces

Matériel de fixation

Vis et tampons

14 x 20	=	280 pces
---------	---	----------

Mastic bitumineux

3,00 x 20 = 60 m (par cartouche (310 ml) 8 m joint)

60 : 8	=	8 cartouches
--------	---	--------------

Commande de matériel

Enduit d'apprêt	251,30 kg
E-V,A-3,5-tf	840,00 m ²
Gaz propane	327,99 kg
Verre cellulaire T4 120 mm	740,56 m ²
Bitume 85/25	5240,44 kg
E-G-3,0-tt	911,00 m ²
E-P-4,0-af-WF	911,00 m ²
Cales en bitume elastomère30x30 mm	117,91 m
Coupoles d'éclairage	20,00 pces
Vis et tampons	280,00 pces
Mastic bitumineux	8 cartouches
Écoulements D100 yc. crapaudines	2,00 pces