

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Band: 58 (1980)

Heft: 8

Artikel: Systématisation de la construction des toits plats. 1re partie

Autor: Vital, Jon-Duri

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875889>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Systematisierung der Flachdachkonstruktionen (1. Teil)

Zusammenfassung. Die Anforderungen an ein Flachdach sowie die zu erfüllenden Aufgaben sind vielfältig und komplex. Die schwerwiegenden und teuren Schäden der letzten Jahrzehnte bestätigen, dass die noch junge Flachdachtechnologie zum Teil noch nicht ausgereift ist. Die vielen bekannten Flachdachkonstruktionen werden geordnet und systematisiert. Anhand besonderer Konstruktionsschemata können viele bauphysikalisch und materialtechnologisch sichere Flachdachkonstruktionen gewählt werden.

Résumé. Les exigences posées et le rôle dévolu aux toits plats sont nombreux et complexes. Les dégâts importants et coûteux survenus au cours des dernières décennies prouvent que cette technologie encore récente n'a pas atteint sa pleine maturité. Les nombreux types de toits plats connus font l'objet d'un classement et d'une systématisation. Des schémas de construction particuliers permettent de choisir parmi les nombreuses variantes celles qui offrent toute sécurité à l'égard de la physique du bâtiment et de la technologie des matériaux.

Sistemazione della costruzione di tetti piani (1^a parte)

Riassunto. Le esigenze poste ad un tetto piano sono di natura varia e complessa. I danni gravi e costosi manifestatisi negli ultimi decenni confermano che la tecnologia dei tetti piani non è ancora sviluppata del tutto. I tipi di costruzioni con tetti piani conosciuti vengono sistemati e ordinati. In base a schemi di costruzione particolari si può scegliere tra molte costruzioni con tetti piani sicure dal punto di vista della fisica delle costruzioni e della tecnologia del materiale.

1 Généralités

Depuis bientôt 30 ans, les toits plats ont été construits à grande échelle. Cependant, aujourd'hui comme à l'époque, les résultats ne sont pas toujours concluants, étant donné qu'il faut régulièrement assainir ou même renouveler des toits plats anciens ou récents. Seuls quelques spécialistes connaissent la cause de cet échec.

Les nombreux dégâts dont les conséquences ont souvent entraîné des dépenses proches du million ont sérieusement ébranlé l'assurance des architectes et des entrepreneurs responsables. La crainte de construire ou de planifier à nouveau une «mauvaise» toiture les a conduits à revenir aux toits plats traditionnels, malgré les problèmes qu'ils présentent à l'égard de la physique du bâtiment et de la technologie des matériaux. En 1967, la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) a publié la recommandation 271 «Toits plats». On y trouve une récapitulation des genres de construction les plus connus ainsi qu'un aperçu général des nombreuses possibilités offertes. Il a cependant été impossible d'énumérer toutes les variantes dans cette liste et de citer tous les problèmes liés à la technologie des matériaux. C'est pourquoi le toit plat et les divers systèmes de construction qui le caractérisent sont traités en détail dans cet article, dont le but est de servir d'aide-mémoire aux organes de construction de l'Entreprise des PTT. A cet effet, l'auteur s'est abstenu de décrire et de recommander toutes les constructions théoriquement possibles et s'est limité à celles qui ont passé dans l'usage et dont il a vérifié la bonne qualité au cours de son activité.

11 Termes techniques

(extrait partiel de la Recommandation SIA 271, classé par ordre alphabétique)

Barrière de vapeur: Couche perméable à la vapeur, empêchant la pénétration, jusque sous l'étanchéité, d'un excès d'humidité dans l'isolation thermique et ses joints.

Coefficient k: Coefficient de transmission de chaleur (sa définition figure dans la recommandation SIA 180).

¹ Deutsche Originalfassung in den Techn. Mitt. PTT Nrn. 6 und 7/1980, S. 194...199 und S. 230...245 erschienen.

Plus le coefficient k est petit, plus l'effet d'isolation est élevé. Il est indiqué en W/m²K (kcal/m²h °C).

Couche d'égalisation: Couche (chape de mortier, par exemple) qui compense les inégalités et les aspérités du support et permet de poser la couche suivante sans risque de dommages.

Couche de protection: Couche destinée à protéger l'étanchéité (ou l'isolation thermique dans la toiture inversée) contre les détériorations mécaniques et les influences atmosphériques; elle lui sert en outre de lest contre l'effet de succion du vent.

Couche de séparation: Couche durable qui sépare deux couches superposées.

Etanchéité: Couche simple ou multiple, étanche à l'eau, protégeant le bâtiment contre la pénétration de l'eau de pluie, de la neige et de l'eau de fonte.

Fermeture des bords: Fermeture étanche du joint formé par le bord de l'étanchéité sur tout son pourtour.

Isolation thermique: Couche de matériaux calorifuges à faible conductibilité thermique.

Pente: Inclinaison de la toiture (indiquée en %).

Protection contre la pénétration de l'eau de pluie: Voir sous étanchéité.

Raccord: Liaison de l'étanchéité avec d'autres éléments de construction qui sont en contact avec la surface du toit ou qui la traversent. Elle doit assurer l'étanchéité du revêtement à l'endroit des parties en relief (souches de cheminées, gaines d'aération, lanterneaux, etc.), ainsi qu'à celui des traversées, des écoulements, etc.

Relevé: Dans les bords, prolongement de l'étanchéité vers le haut.

Retombée: Dans les bords, prolongement de l'étanchéité vers le bas.

Toit plat: Toiture dont, en raison de sa faible pente, la couverture ou l'étanchéité ne peut pas être réalisée au moyen d'éléments imbriqués, mais doit l'être sous forme de surfaces d'un seul tenant.

Toiture chaude: Toiture en un seul plan, isolée thermiquement, ne comportant pas de vide ventilé.

Toiture inversée: Toiture chaude, dont l'isolation est disposée au-dessus de l'étanchéité.

Toiture nue: Toit plat sans couche de protection, dont l'étanchéité (protection contre la pénétration de l'eau de pluie) représente la couche supérieure.

2 Matériaux

Seuls figurent sur les tableaux suivants les matériaux utilisés en Suisse pour les constructions de toits plats habituels, raison pour laquelle nous ne pouvons garantir leur intégralité. Les marques de fabrique citées n'ont qu'une valeur documentaire, étant donné que le praticien (architecte, entrepreneur) ne connaît en général pas la dénomination des matériaux. Le *tableau I* récapitule les matières synthétiques les plus usuelles ainsi que leur abréviation.

Tableau I. Abréviations des matières synthétiques les plus courantes selon [5]

CR	Polymères de chloroprène
CSM	Polyéthylène chlorosulfoné (Hypalon)
EP	Résines époxydes
EAC	Copolymère d'éthylène-ester acrylique
EPM, EPR	Copolymères d'éthylène-propylène
EPDM, EPT	Terpolymères d'éthylène-propylène
EVA	Copolymère d'éthylène-acétate de vinyle
FSi	Caoutchouc au silicone
GR-I, IIR, HR	Caoutchouc butylique
JP	Polyester insaturé
NBR	Caoutchouc nitrilique
NIR	Natte imbibée de résine synthétique
NK	Caoutchouc naturel
PA	Polyamide
PC	Polycarbonate
Pd	Papier dur
PE	Polyéthylène
PF	Phénoplaste
PI	Polyimides
PIB	Polyisobutylène
PIR	Polyester insaturé renforcé verre
PP	Polypropylène
PRV	Plastique renforcé verre
PS	Polystyrène
PUR, PU	Polyuréthane
PVAC	Acétate de polyvinyle
PVC	Chlorure de polyvinyle
PVF	Fluorure de polyvinyle
REV	Résine époxyde renforcée verre
RF	Résine formaldéhyde d'urée
RU	Résine d'urée
SBS	Styrène-butadiène-styrène
Si	Caoutchouc au silicone
SI	Silicones
SP	Polyisocyanurates

Pour plus de clarté, on s'est abstenu de mentionner dans les tableaux II...IV les caractéristiques techniques des matériaux. Celles-ci sont le plus souvent difficiles à interpréter, ne sont, en partie pas comparables ou ont

Tableau III. Matériaux calorifuges d'usage courant

N°	Matériau	Masse volumique kg/m ³	Marque (exemples)
1	Liège	100...200	Sager, Kork-Boswil
2	Mousse de polyuréthane	30...40	Sika-Therm, Roxon
3	Fibre minérale ¹		
4	Laine minérale	200	Flumroc
5	Laine de verre ¹	110	Vetroflex
6	Mousse de polystyrène expansé	20...40	Styropor, Sagex, Wannerit
7	Mousse de polystyrène extrudée avec structure superficielle cellulaire fermée	30...80	Roofmate, Styrodur
8	Mousse de polystyrène extrudée	30...80	Styrofoam
9	Mousse de verre	125...150	Foamglas, Coriglas

¹ Moins fréquemment utilisée pour les toits plats

été mesurées, dans bien des cas, en partant de conditions différentes. Une norme correspondante est en préparation.

21 Structures porteuses

Parmi les matériaux les plus appropriés pour les structures porteuses, il y a lieu de citer

- le bois en tant que charpente et coffrage
- le béton en tant que dalle, plafond évidé, etc.
- le métal en tant que plafond en tôles profilées

On appelle «constructions légères» les structures porteuses en bois ainsi qu'en tôles profilées et «constructions lourdes» les structures en dalles de béton.

22 Structures porteuses calorifuges

Par structures porteuses calorifuges, on entend les matériaux de construction supportant une charge élevée et ayant une basse conductibilité thermique. Elles sont surtout utilisées dans la construction industrielle (*tab. II*).

Tableau II. Structures porteuses en matériaux calorifuges

N°	Matériau	Marque
4	Panneaux agglomérés	Durisol
5	Béton-gaz	Syporex, Ytong
6	Profilés métalliques avec polystyrène expansé	Holorib DLW

23 Matériaux calorifuges

Les matériaux calorifuges possèdent par définition une basse conductibilité thermique (*tab. III*; voir à ce sujet les normes et les recommandations SIA 279 et 271).

24 Protections contre la pénétration de l'eau, barrières de vapeur

241 Lés d'étanchéité en matière synthétique (KU)

Les lés d'étanchéité en matière synthétique sont des lés souples, fabriqués industriellement, généralement livrables sous forme de rouleaux. Les lés d'étanchéité en matière synthétique les plus usuels (isolation contre la pénétration de l'eau de pluie) sont récapitulés au *tableau IV* (voir à ce sujet les normes et les recommandations SIA 280 et 271).

Les polymères de chloroprène (CR) sont peu connus en Suisse. Le caoutchouc butylique (IIR) et le polyéthylène

Tableau IV. Lés d'étanchéité à base de matières synthétiques, classés par matériau de base et genre de fabrication

N°	Matériau	Abréviation	Fabrication	Marque (exemples)
1	Clorure de polyvinyle	PVC	Enduisage	Sarnafil, Sucoflex
2	Clorure de polyvinyle	PVC	Calandrage	Koït
3	Polyéthylène chlorosulfoné	CSM	Calandrage	Hypalon
4	Polymères de chloroprène ¹	CR		Resistit
5	Caoutchouc butylique ²	IIR		Butyl (Sika), SN-Butyl
6	Polyéthylène ²	PE		Sarnavap
7	Polyisobutylène ¹	PIB		
8	Terpolymères d'éthylène-propylène et bitumes	EPM		Gofil

¹ Utilisation moins fréquente

² Peut servir de barrière de vapeur

lène (PE) sont surtout employés en tant que barrières de vapeur, vu leur imperméabilité peu commune à la vapeur. En revanche, ces matériaux conviennent moins bien à l'isolation contre la pénétration d'eau de pluie. Ces lés d'étanchéité doivent toujours satisfaire aux conditions d'essai énumérées dans la norme SIA 280.

242 Lés à base de bitume (BI)

Les lés d'étanchéité à base de bitume sont des lés souples, fabriqués industriellement, et livrables sous forme de rouleaux. Ils consistent en une trame porteuse imprégnée et enduite de bitume des deux côtés et pourvue d'une couche de protection superficielle. Les lés à base de bitume les plus usuels sont énumérés dans le *tableau V* (voir les recommandations SIA 271 et SNV 556001...556029).

Une isolation à trois couches contre l'infiltration d'eau de pluie, par exemple V60-J2-V60, exige un enduisage à chaud au bitume entre les diverses couches. On utilisera si possible du bitume 85/25, au besoin 95/35.

243 Lés à base de bitume avec adjonction d'élastomères (KB)

Les lés d'étanchéité à base de bitume avec adjonction d'élastomères sont des lés souples, fabriqués industriellement, et livrables en rouleaux. Ils consistent en un bitume modifié par adjonction d'élastomères armé au moyen d'une natte porteuse, qui est généralement une natte en matière synthétique (recommandation SIA 271).

En règle générale, on peut obtenir des lés à une et à deux couches. L'épaisseur des *lés d'étanchéité à une couche* est généralement de 4...5 mm; on les utilise dans la construction des toits plats, surtout pour les toitures inversées. L'allongement à la rupture se situe vers 60 % (J2 = 3 %). En tant qu'adjonction, on utilise en général le polypropylène, le styrène-butadiène-styrène ou une substance semblable. Comme support, l'emploi de la nappe de polyester s'est généralisé et a fait ses preuves (*tab. VI*).

Tableau VI. Lés à base de bitume avec adjonction d'élastomères pour pose en une couche

N°	Support	Marque (exemples)
1	Natte de polyester	Bikutop 900
2	Natte de polyester	Derbigum S 5 mm
3	Natte de polyester	Sopralen 1EM
4	Natte de polyester	Vaprolen K 78649

Les *lés d'étanchéité à deux couches* consistent en un lé à base de bitume avec adjonction d'élastomères et en une couche d'un lé bitumé ordinaire (par exemple J2). Les deux lés sont assemblés par soudage et forment un système d'étanchéité. L'allongement à la rupture se situe vers 40...50 %, soit à une valeur encore nettement supérieure à celle des étanchéités traditionnelles (V60-J2-V60), pour lesquelles l'allongement à la rupture est dans le cas le plus favorable de 5 % environ. Le lé d'étanchéité à deux couches a connu ces dernières années une très large diffusion.

Pour plus de clarté, chaque système a été énuméré séparément dans le *tableau VII*. Le matériau porteur, à

Tableau V. Lés d'étanchéité à base de bitume d'usage courant avec indication du support, de l'épaisseur moyenne et de la perméabilité à la vapeur

N°	Désignation	Support	Epaisseur moyenne en mm	Utilisé pour les toits plats comme	Perméabilité à la vapeur m ² /h Torr/g
1	V60, V60ts	Voile de verre	2,0...2,5	Lé d'étanchéité ou barrière de vapeur	1535...2940
2	V50 ¹	Voile de verre	1,3		
3	J2, J3, J4, J5	Toile de jute	2,3...4,3	Lé d'étanchéité	
4	Bituthène ²	Feuille de polyéthylène (PE)	2,0		
5	Alu 10B	Feuille d'aluminium	2,1	Barrière de vapeur avec V60	13 125
6	VA-4-t (Bituflex)	Feuille d'aluminium + voile de verre	4,0	Barrière de vapeur	30 760
7	Sopravap	Feuille d'aluminium + voile de verre	3,5	Barrière de vapeur	?
8	F60 ³	Feutre brut	1,3		
9	F3 ³	Feutre brut	1,3		

¹ Non recommandé, ne peut être soudé

² Autocollant; surtout pour les toitures inversées

³ Non recommandé pour les toits plats

Tableau VII. Lés à base de bitume avec adjonction d'élastomères pour pose en deux couches

N°	Couche supérieure		Couche inférieure	
	Support	Marque (exemples)	Support	Marque (exemples)
20	Natte fibres de verre	Bikutop	Toile de jute	Bikuplan
21	Natte de polyester	Bikutop 700	Natte fibres de verre	Bikuplan V
22	Natte de polyester	Derbigum S	Natte fibres de verre	Derbigum P
23	Natte de polyester	Sopralen 2 CK	Natte fibres de verre ou toile de jute	V60 ou J2
24	Natte de polyester	Vaplast T	Toile de jute	Vaplast P

savoir la natte de polyester pour la première couche et le voile de verre (non dégradable) pour la deuxième, s'impose de plus en plus et donne de bons résultats.

244 Lés d'étanchéité liquides

De tels lés d'étanchéité sont appliqués à l'état liquide au cours de la construction et durcissent après un certain temps pour former une couche élastique et flexible. Cette méthode est utilisée pour les toitures inversées. Parmi les matériaux connus, il faut citer les asphaltes coulés et les matières synthétiques.

Les asphaltes coulés ont fait leurs preuves depuis des décennies; on distingue l'asphalte naturel et l'asphalte synthétique (bitume pur). Sur le marché des matières synthétiques, on trouve actuellement des matériaux à base de caoutchouc ou de polyuréthane. Vu qu'ils sont relativement récents, on ne bénéficie guère à leur sujet d'une expérience de plusieurs années. Toutefois, ce mode d'étanchéification s'implantera dans la branche de la construction, car il est d'une exécution simple. Il sera cependant nécessaire d'effectuer des mesures très complètes, étant donné que les propriétés et le comportement du matériau en question sont encore très peu connus.

25 Couches de séparation

En principe, chaque couche n'ayant pas une fonction spécifique à remplir est une couche de séparation. Dans cet article, seuls les voiles ont été considérés comme couches de séparation.

Les voiles et les nattes sont des matériaux peu compacts composés de fibres textiles naturelles ou synthétiques, organiques ou minérales, dont la cohésion est en général assurée par l'adhérence intrinsèque entre fibres. Les voiles et les nattes les plus couramment utilisés aujourd'hui sont les voiles de verre, les nattes de polypropylène ou les nattes à base de polyester (tab. VIII). Dans le commerce, les voiles sont par erreur quelquefois aussi appelés feutres, nattes ou tissus, raison pour laquelle les définitions succinctes sont indiquées ci-après.

Les feutres sont des produits textiles, où la disposition des fibres est irrégulière (fibres naturelles et fibres chimiques). On distingue les feutres aiguilletés, les feutres foulés et les feutres tissés.

Dans les ouvrages spécialisés, la définition des nattes est très sommaire et en partie contradictoire. En règle générale, on peut appeler nattes les voiles ou les feutres, dont l'épaisseur dépasse 1,5 cm, étant entendu que

le poids spécifique varie entre 30 kg/m³ et 90 kg/m³. Les types connus sont

- les nattes isolantes en laine de verre et en laine de pierre
- les nattes filtrantes en laine de verre

Le tissu est un assemblage plan de fils qui se croisent à angle droit.

3 Systématique des types de toits plats

Dans ce qui suit, les genres de toits plats et les systèmes fondamentaux sont brièvement exposés avec leurs avantages et leurs inconvénients.

31 Généralités

Le toit plat est une toiture dont, en raison de sa faible pente, la couverture ou l'étanchéité ne peut pas être réalisée au moyen d'éléments imbriqués, mais doit l'être sous forme de surfaces d'un seul tenant (définition selon SIA 271).

Le toit plat, comme toute toiture en général, doit protéger l'intérieur des bâtiments et les personnes qui y vivent contre les influences du soleil, de la chaleur, du froid, de la pluie, de la grêle, de la neige, du brouillard, de l'humidité, du bruit, du vent, etc. (fig. 1). On distingue en principe deux types de toits plats: la toiture chaude et la toiture froide (fig. 2).

32 Toiture chaude

La toiture chaude est un toit en un seul plan, isolé thermiquement et ne comportant pas de vide ventilé. On peut pourvoir cette toiture d'une protection ou, dans certains cas, la laisser nue (étanchéité non protégée).

On distingue aujourd'hui les variantes suivantes:

- toiture classique (système A)
- toiture inversée (système B)

Tableau VIII. Couches de séparation (nattes) classées selon le matériau de base

Matériel	Marque (exemples)
Natte de polyester	Bidim Colbond Fiberil Trevira Spunbord
Natte de polypropylène	Dypril Fibertex Tarram Typar
Natte fibres de verre	

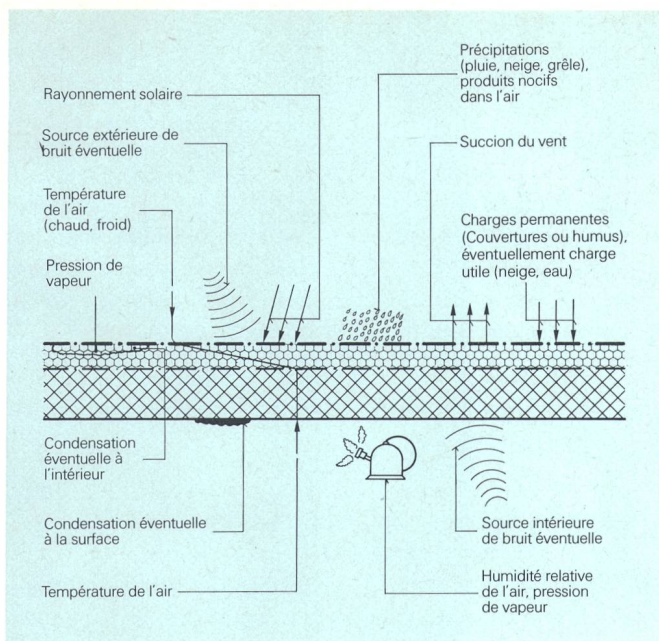


Fig. 1
Influences relevant du climat et de la physique du bâtiment sur le toit plat selon R. Sagelsdorff [10]

- toiture en sandwich (système C)
- toiture intégrale (système D)
- toiture à mousse injectée sur place (système E)

321 Toiture classique (toiture A)

Il s'agit du système le plus ancien, connu sous le nom de «Toiture multicouches» et l'on ne possède à son sujet qu'une expérience théorique de 30 ans. L'isolation thermique — généralement du liège — se situe entre la barrière de vapeur et l'étanchéité. La composition des diverses couches de l'étanchéité, la fabrication des lés et la qualité des matériaux enrobés ont été plus ou moins modifiées au cours du temps.

Avantages:

- application sans problèmes
- technologie connue par tous les constructeurs de toits plats

Inconvénients:

- l'étanchéité est placée, au point de vue thermique, du côté le moins favorable
- vulnérabilité de l'étanchéité
- la qualité de la toiture dépend essentiellement du matériau utilisé pour l'étanchéité
- en cas de dommage, l'isolation est détremmée; un assainissement est fort coûteux

322 Toiture inversée (toiture B)

Le système a été introduit en Suisse vers 1965. C'était alors une méthode révolutionnaire fort contestée. En effet, la succession des couches est inversée par rapport au système traditionnel, ce qui signifie que l'isolation thermique est située *au-dessus* de la couche d'étanchéité et qu'il est nécessaire de poser une couche de protection.

Si certaines conditions sont remplies, ce système de toiture donne satisfaction au point de vue de la physique du bâtiment et de la technologie des matériaux.

Avantages:

- l'étanchéité est protégée de manière optimale contre les influences thermiques et mécaniques
- en cas de dommages, il est relativement simple d'assainir la construction
- la pose des matériaux nécessaires est simple

Inconvénients:

- l'isolation thermique est exposée à l'humidité
- l'épaisseur de l'isolation thermique doit donc être de 10 à 20 % supérieure à celle de la toiture A
- la toiture B convient moins bien pour les toitures légères
- la pente doit être d'au moins 2 %

323 Toiture en sandwich (toiture C)

Il s'agit d'une combinaison entre la toiture classique A et la toiture inversée B. L'isolation thermique inférieure est enrobée entre la barrière de vapeur et l'étanchéité, alors que l'isolation thermique supérieure est placée sur l'étanchéité. Une couche de protection est de ce fait nécessaire, puisque l'étanchéité se trouve entre deux couches de matériaux calorifuges.

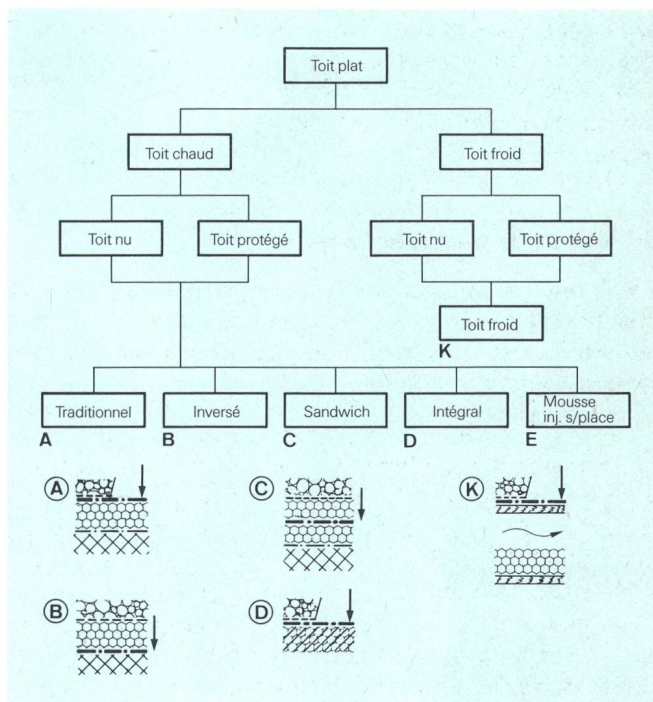


Fig. 2
Les différents éléments du toit plat

- Gravier
- Voile ou natte (couche de séparation)
- Isolation contre l'eau d'infiltration
- Barrière de vapeur
- Position de la couche drainante (étanchéité)
- Isolation thermique
- Structure porteuse
- Structure porteuse isolante
- Bois (coffrage, lambrissage, etc.)

Au début, on appelait «couche de choc» l'isolation thermique supérieure. Il a été prouvé qu'une mince couche de choc (environ 2 cm d'épaisseur) suffisait à protéger efficacement l'étanchéité contre les influences climatiques. Depuis peu, la toiture en sandwich est surtout utilisée pour les travaux d'assainissement et pour l'isolation subséquente de toitures classiques (système A); cette construction est aussi connue sous le nom de «toiture plus». En pareil cas, on pose la nouvelle structure sur l'étanchéité existante en commençant avec la couche d'isolation thermique supérieure. La toiture C est souvent utilisée lorsque l'étanchéité est mécaniquement vulnérable ou lorsqu'il s'agit de satisfaire à des exigences particulièrement poussées à l'égard du climat des locaux, de la physique du bâtiment et de l'exploitation, par exemple dans les complexes abritant des ordinateurs.

Avantages:

- l'étanchéité est protégée du point de vue thermique et mécanique
- le système peut être utilisé sur toutes les structures porteuses

Inconvénients:

- construction coûteuse
- en cas de dommages, l'isolation thermique inférieure est détremée, suivant le matériau utilisé
- un assainissement est alors fort coûteux

324 Toiture intégrale (toiture D)

Dans ce système, la structure porteuse joue en même temps le rôle de couche calorifuge. La couche d'isolation thermique est donc «intégrée» dans la structure porteuse. L'étanchéité est directement placée sur la structure porteuse, raison pour laquelle une couche de protection est recommandable.

La toiture intégrale est surtout utilisée dans la construction industrielle. La composition des couches ne manque pas de poser des problèmes, vu qu'on ne peut satisfaire entièrement aux conditions propres à la physique du bâtiment. Le coefficient k minimal fixé dans les recommandations SIA 180/1 ne peut être atteint, dans certaines constructions, que par la pose d'une couche d'isolation supplémentaire, si bien que cette méthode ne procure aucun avantage économique par rapport aux autres systèmes de toitures chaudes.

Avantages:

- construction simple et peu coûteuse (bâtiment industriel)

Inconvénients:

- problèmes au niveau de la physique du bâtiment
- utilisation limitée
- le coefficient k nécessaire, qui se situe habituellement entre 0,3 et 0,4 W/m²K, ne peut parfois pas être atteint
- l'emplacement de l'étanchéité est défavorable du point de vue thermique et mécanique

325 Toiture à mousse injectée sur place (toiture E)

Un autre système qui ne sera pas traité ici en détail, mais qu'il importe cependant d'évoquer, est la *toiture à mousse injectée sur place*. L'isolation thermique assure en même temps l'isolation contre l'infiltration d'eau, cette étanchéité étant appliquée sous forme de mousse synthétique injectée sur place. Cette méthode a fait en Suisse l'objet de divers essais, qui n'ont toutefois pas remporté le succès escompté. On ne sait pas encore si ce système parviendra un jour à s'imposer, étant donné qu'il est difficilement possible de faire face aux nombreuses exigences posées aux toits plats au moyen d'une seule couche. A l'heure actuelle, l'efficacité de ce procédé n'est pas encore confirmée.

33 Toiture froide (toiture K)

La toiture froide a donné de bons résultats depuis des décennies, et elle peut être réalisée en tant que toiture nue (sans couche de protection de l'étanchéité) ou comme toiture couverte (avec couche de protection). Le système de la toiture froide est généralement utilisé dans les nouvelles constructions avec structures porteuses en bois ou en tôles profilées ou encore lors d'assainissements.

Avantages:

- long capital d'expérience
- pratiquement aucun problème de physique du bâtiment
- la construction peut être contrôlée de toutes parts

Inconvénients

- exécution relativement coûteuse
- la ventilation du vide intermédiaire de l'infrastructure porteuse n'est pas toujours assurée

(à suivre)