

VENTILATION DES TOITURES A DOUBLE PAROI

1. INTRODUCTION

Les entrepreneurs sont régulièrement confrontés avec des problèmes de toitures plates à couverture étanche qui, bien que ventilées, présentent après quelques années et bien avant la fin de la période couverte par la garantie décennale, des signes avant-coureurs de vieillissement prématuré de l'étanchéité et même parfois de désordres graves dans le support de la couverture.

On constate même le cas pour certaines toitures dont les orifices de ventilation comportent deux séries d'ouvertures dimensionnées chacune suivant les prescriptions du Cahier général des charges pour travaux de constructions privées (**), c'est-à-dire à raison de 1/500 de la surface couverte.

Des informations contradictoires circulent au sujet du dimensionnement des orifices de ventilation et de la lame d'air à ventiler.

En Belgique, on considère qu'un toit est plat lorsque sa pente est comprise entre 0 et 10 %.

Les toits plats du type ventilé (à double paroi) comprennent deux éléments porteurs de toiture séparés par une lame d'air compartimentée ou non et une isolation thermique (fig. 1).

La couverture est du type étanche, asphaltique ou synthétique, et par conséquent très résistante à la diffusion de la vapeur d'eau provenant des locaux sous-jacents.

Toutes les conditions sont donc remplies pour la formation de condensations internes si aucune disposition constructive pour la structure du complexe n'est prise pour combattre ce phénomène (fig. 2 et 3).

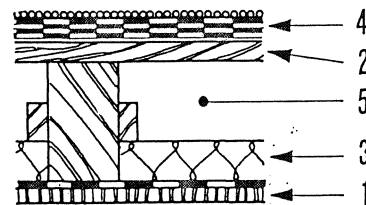
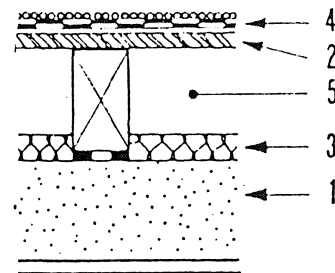


Fig. 1 — Classement des complexes toitures selon leur poids.

Au-dessous, toitures lourdes, poids $\geq 300 \text{ kg/m}^2$

En dessous, toitures légères, poids $< 300 \text{ kg/m}^2$

1. élément porteur inférieur
2. élément porteur supérieur
3. isolation thermique
4. étanchéité
5. espace ventilé

En pratique, on constate souvent que

— la pente du toit est très faible, voire même inexistante (0 à 1 %)

— la mise en communication de la lame d'air avec l'atmosphère extérieure est réalisée par l'intermédiaire d'orifices de faible section, peu nombreux et mal placés pour engendrer une circulation d'air dans le complexe

(*) Ing., conseiller, département de l'information, C.S.T.C.

(**) Voir bibliographie n° 7.

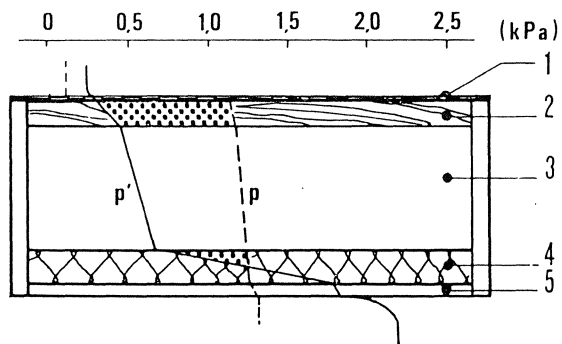


Fig. 2 — Toiture peu ou pas ventilée. Condensations internes.

1. couverture étanche
 2. élément porteur supérieur
 3. lame d'air
 4. isolation thermique
 5. élément porteur inférieur
- p. pression de vapeur calculée (pression partielle)
 p'. pression de vapeur maximale (pression de saturation)

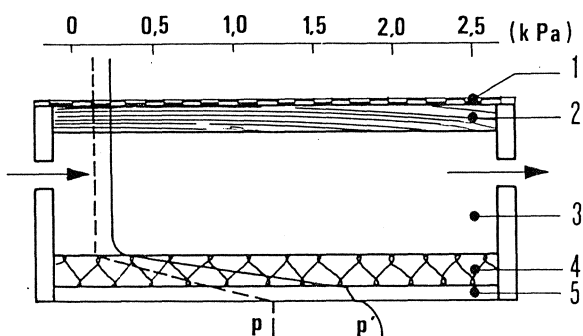


Fig. 3 — Toiture bien ventilée. Pas de condensations internes.

1. couverture étanche
 2. élément porteur supérieur
 3. lame d'air
 4. isolation thermique
 5. élément porteur inférieur
- p. pression de vapeur calculée (pression partielle)
 p'. pression de vapeur maximale (pression de saturation)

— le compartimentage de la lame d'air par des éléments résistants (poutres, gîtes, etc.) rend la ventilation uniforme très difficile, si pas impossible, car ces éléments sont en outre très souvent disposés transversalement à la ligne de plus grande pente s'il en existe une.

Cette situation est particulièrement défavorable pour les toitures dont

— l'élément porteur de la couverture étanche est constitué de panneaux en agglomérés à base de matières lignocellulosiques car ceux-ci seront rapidement détériorés par les condensations en surface et en profondeur (fig. 2), ce qui provoquera des taches d'humidité au plafond (par retombées d'eau condensée), des développements de moisissures, des variations dimensionnelles, des déformations (flexions excessives) et finalement la destruction des panneaux, y compris la couverture (*)

— l'élément porteur inférieur est léger et très perméable à la vapeur d'eau et à l'air.

Les vents ont une action bénéfique sur le com-

portement thermo-hygro-métrique des toitures ventilées. Cette action résulte essentiellement des différences de pression qui se produisent (fig. 4) sur une construction soumise aux vents puisque des mouvements d'air sont ainsi engendrés entre les divers orifices de ventilation prévus.

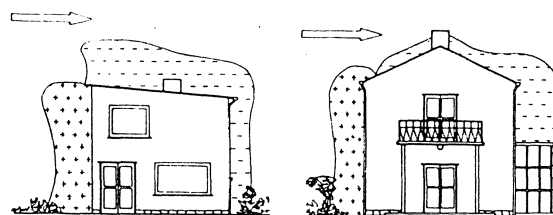


Fig. 4 — Action du vent sur un bâtiment. La flèche indique la direction du vent.

- + pression
 - dépression

La toiture plate est généralement en dépression. Lorsque les orifices de ventilation débouchent en toiture la lame d'air est également en dépression. Il en résulte une aspiration d'air intérieur à travers le plafond si celui-ci est perméable et par conséquent une augmentation du risque de condensation dans l'espace d'air à ventiler.

Sur base de l'évolution de la ventilation des toitures plates (tableau 1, p. 36 et 37) et de quelques considérations d'ordre théorique, nous donnons les principaux points à prendre en considération lors de la conception et de la réalisation des toitures plates ventilées.

2. CONCEPTION ET RÉALISATION DE TOITURES PLATES VENTILÉES

2.01 On ne peut se baser sur le mouvement de l'air engendré uniquement par pression et dépression du vent; certaines dispositions du relief du sol ou des constructions voisines peuvent protéger le bâtiment contre les actions du vent et en outre, en hiver, on peut avoir un temps froid avec absence de vent (c'est-à-dire un vent calme de vitesse moyenne < 1 km/h puisque la vitesse n'est jamais totalement nulle). Ce temps est particulièrement propice à la formation de condensations internes.

Il faut donc concevoir des dispositifs de ventilation permettant une circulation d'air sur toute l'étendue de la lame d'air, même par vent calme.

Cela n'est possible qu'en provoquant dans les complexes de toiture un « tirage naturel », c'est-à-dire un « effet de cheminée ».

2.02 Il faut créer une ventilation active de toute l'étendue de la lame d'air par l'intermédiaire d'orifices dont les sections et les emplacements (fig. 5 et 6) doivent être judicieusement déterminés lors du projet (et non pendant ou après construction) afin d'obtenir autant que possible une identification des conditions d'ambiance de la lame d'air et de l'atmosphère extérieure (fig. 3).

(*) Voir bibliographie n° 5.

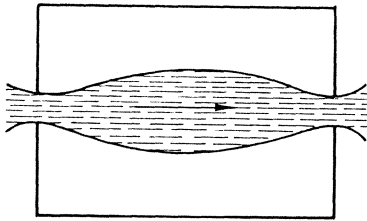


Fig. 5 — Mauvaise ventilation d'un toit plat. Une seule grande ouverture.

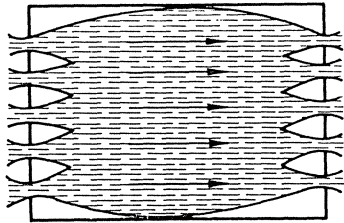


Fig. 6 — Bonne ventilation d'un toit plat. Nombreuses petites ouvertures.

La ventilation est active sur toute l'étendue du toit. Elle serait encore meilleure si des fentes continues d'au moins 1,5 à 2 cm de largeur étaient prévues sur au moins deux côtés opposés du toit et de préférence sur tout le pourtour.

2.03 Dans le cas d'une ventilation par de petites ouvertures, il est préférable (pour des raisons d'écoulement) de prévoir des orifices de ventilation de section carrée ou rectangulaire plutôt que de section ronde.

2.04 Des toitures plates ventilées à très faible pente sont susceptibles de poser des problèmes, même si elles sont au-dessus de locaux à ambiance relativement sèche.

2.05 Pour les toitures plates légères destinées à couvrir des locaux humides, on devra obligatoirement recourir à un dimensionnement très large des orifices de ventilation et même, dans certains cas, à une ventilation mécanique.

Dans de tels cas une solution moins coûteuse consisterait à choisir une toiture inclinée au lieu d'un toit plat.

2.06 Sans l'incorporation d'un frein de vapeur au plafond, la perméabilité à la vapeur (et à l'air) du plafond d'une toiture légère est si élevée qu'elle nécessite des ouvertures de ventilation pratiquement irréalisables (tableau 2). Une admission d'air frais de 1.000 m³/h correspond à un renouvellement horaire de près de 26 fois le volume de l'espace à ventiler.

2.07 L'incorporation d'un frein de vapeur au plafond, qui constitue également une étanchéité à l'air, est donc indispensable pour des toitures de ce type.

Il ressort du tableau 2

— que le placement d'un feutre bitumé surfacé, dont la continuité est parfaitement assurée sur toute la superficie du toit, semble plus adéquat que le placement d'une feuille de polyéthylène, bien qu'il soit nécessaire ici d'insister sur le fait que le dimensionnement des ouvertures d'entrée pour $\alpha = 0^\circ$ s'élève à près du double de ce qui est régulièrement préconisé (1/500 à 1/650 S, S étant la surface en projection horizontale).

L'emploi d'une membrane à résistance à la diffusion plus élevée permettrait évidemment de réduire les sections (par exemple un bitume armé-aluminium de 0,1 mm d'épaisseur)

— que le placement d'une feuille de polyéthylène (0,1 à 0,2 mm d'épaisseur) convient en principe pour des pentes de 2% et plus, bien que cette limite ne soit pas rigoureuse, chaque cas de toiture plate légère constituant un cas d'espèce à étudier avant exécution.





2.08 Au point de vue physique du bâtiment, les toitures légères totalement plates sont à déconseiller. On ne peut obtenir un tirage naturel par vent nul en hiver que si un minimum de pente est conféré aux versants tout en assurant un maximum de différence de hauteur entre les orifices d'entrée et de sortie de l'air de ventilation.

Tableau 2 — Dimensionnement des orifices de ventilation d'une toiture légère à double paroi (*)

Freinage de la diffusion de la vapeur d'eau	Quantité de vapeur d'eau migrant dans l'espace d'air à ventiler (S = 228 m ²)		Quantité minimum d'air frais à introduire (m ³ /h)	Section minimale des orifices d'entrée d'air en fonction de la surface couverte S en projection horizontale		
	(g/m ² h)	(g/h)		pente nulle V _{min} = 0,01 m/s	pente = 2° V _{min} = 0,0174 m/s	pente = 5° V _{min} = 0,0478 m/s
Pas de frein de vapeur	2,15	500	1.000	1/8 S	1/14 S	1/39 S
Feuille de polyéthylène	0,087	20	40	1/207 S	1/356 S	1/991 S
Membrane asphaltique	0,028	6,5	12,5	1/335 S	1/1.140 S	1/3.123 S

(*) ambiance intérieure $t_i = + 22^\circ\text{C}$ } moyenne entre cuisine et salle de bains
 $\varphi_i = 60\%$
lame d'air ventilée $t' = + 6^\circ\text{C}$
 $\varphi = 80\%$
air extérieur $t_e = + 3^\circ\text{C}$ (moyenne)

Tableau 1 — Bref historique de la ventilation des toitures au cours des dernières années

Références bibliographiques (*)		Pentes du toit (p en %)	Frein de vapeur	Sens de la ventilation	Hauteur minimum de la lame d'air à ventiler	Dimensionnement des orifices en fonction de la surface couverte S en projection horizontale		
	année d'édition						orifices d'entrée	orifices de sortie
DTU n° 43	1960	terrasses plates : $p < 3 \%$ terrasses rampantes : $3\% \leq p \leq 8\%$ toits inclinés : $p > 8\%$		// ligne de plus grande pente dans le sens ascendant  ⊥ ligne de plus grande pente		toitures avec support supérieur en bois toitures avec support supérieur en bois, espace clos (grenier) toitures en bois, aération par pignon admise uniquement si distance < 15 m	1/800 S 1/500 S	1/800 S 1/500 S
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern	1962	toits plats : $p < 4,9\%$ toits plats : $5\% \leq p \leq 40,4\%$	en général pas	// ligne de plus grande pente dans le sens ascendant  ⊥ ligne de plus grande pente		de pignon à pignon	1/1.000 S 1/300 S pour l'ensemble des orifices	1/800 S
Das Flache Dach	1963	pas précisées mais probablement identiques à celles données dans les Richtlinien ci-dessus si $p = 0$		// ligne de plus grande pente dans le sens ascendant  ⊥ ligne de plus grande pente  si sens ventilation inversée ou compartimentage : ventilation mécanique avec une vitesse de l'air de 50 m max. par m de largeur de toiture et par jour		répartition régulière de petits orifices de 2 cm de \varnothing ou ouverture continue (fente) de 1 à 2 cm de largeur	valeurs empiriques : 1/1.000 S 1/300 S pour l'ensemble des orifices	1/800 S
DTU n° 43	1964	terrasses plates : $p < 3\%$ terrasses rampantes : $3\% \leq p \leq 8\%$ toits inclinés : $p > 8\%$			idem DTU n° 43 de 1960			
Richtig und Falsch	1965	p : 4 à 6 % min. pour l'obtention d'une circulation naturelle toitures lourdes toitures légères en bois ou en métal	— pas nécessaire si $\varphi_i < 70\%$ (**) et si conditions ci-contre respectées — indispensable si $\varphi_i > 70\%$ fortement conseillé; devient indispensable si $\varphi_i > 60\%$ en permanence		si $h > 2$ m au faite	répartition régulière de petits orifices de 3 à 4 cm de \varnothing ou ouverture continue (fente) de 1 à 2 cm de largeur	doivent en tout temps rester libres 1/1.000 S 1/ 800 S 1,5 × 1/1.000 S 1,5 × 1/ 800 S	

Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern	1967	$p \leq 5,2\%$ $5,3\% \leq p \leq 40,4\%$	indispensable si φ_i él ou si l'élément porteur inférieur est très perméable à l'air et à la vapeur	// ligne de plus grande pente ⊥ ligne de plus grande pente		de pignon à pignon	1/ 600 S 1/ 500 S 1/300 S pour l'ensemble des orifices
Manuel des toits plats	1967	— toits plats à couverture étanche : $p \leq 30^\circ$ (57,7%) — toits à $p > 57,7\%$ si couverture étanche	si $\varphi_i \leq 65\%$ si fortes humidités : couche peu perméable à la vapeur		espace d'air de faible hauteur $20 \text{ cm} \leq h \leq 40 \text{ cm}$ $40 \text{ cm} \leq h \leq 2 \text{ m}$ $h > 2 \text{ m}$	à calculer individuellement dans chaque cas répartition aux points bas d'orifices de 10 à 12 cm ² au plus (tubes de 3 à 4 cm Ø) ou de préférence, ouverture ou fente continue orifices d'évacuation à l'aide de gaines de ventilation distantes les unes des autres d'environ 2 m et pour de grandes longueurs de toit	1/500 à 1/600 S 1,5 × section orifices d'entrée 1/1.000 S 1,5 × section orifices d'entrée 1/ 750 S ou 100 cm ² /20 m ³ à ventiler majorer les valeurs ci-dessus de 100 à 500 %
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern	1973	$p > 9\%$ $p < 9\%$		$h_{\min} : 20 \text{ cm}$	fente continue de 2 cm de largeur		1/ 600 S 1/ 500 S 1/150 S pour l'ensemble des orifices
DIN 18530	1974	support inférieur de type lourd (béton armé)	résistance à la diffusion de la paroi située sous l'isolant thermique : 10 m min. ($\mu \times e$) (***)		$h_{\min} = 10 \text{ cm}$	orifices à disposer sur au moins deux côtés opposés du toit	1/500 S pour l'ensemble des orifices
DTU n° 43	1975	toiture à pente nulle : $p = 0$ toiture-terrasse plate : $1\% < p \leq 5\%$ toiture-terrasse rampante : $5\% < p \leq 15\%$ toitures inclinées : $p > 15\%$		// ligne de plus grande pente (rampant de 15 m max.) ou ⊥ ligne de plus grande pente (pignon à pignon distants de 15 m max.)	lame d'air ou comble ventilé $h_{\min} = 6 \text{ cm}$ en tous points	support d'étanchéité en bois largeur des ouvertures : 1,5 cm min. et section des ouvertures : 100 cm ² min. si rampant de plus de 15 m, ouvertures à répartir sur des lignes distantes de 15 m max.	1/500 S pour l'ensemble des orifices réduction si extraction mécanique judicieusement répartie
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern	1975	toits plats : $0\% \leq p \leq 9,1\%$ toits plats : $9,1\% < p \leq 40,4\%$	— en général pas indispensable chaque fois que le support situé sous l'isolation est perméable à l'air		$h_{\min} = 20 \text{ cm}$	ouverture continue ou fente de 2 cm min. de largeur	1/150 S pour l'ensemble des orifices 1/600 S 1/500 S

(*) Voir bibliographie (p. 39).

(**) φ_i : taux d'humidité intérieure.(***) μ : facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau.

e : épaisseur de la membrane

Le tableau 2 indique effectivement que la vitesse de l'air est environ 5 fois plus élevée pour une inclinaison de 5° par rapport à une inclinaison nulle du toit.

2.09 Le compartimentage de la lame d'air est à proscrire et la répartition des orifices doit être telle qu'un balayage se produise uniformément sur toute l'étendue de la lame d'air.

2.10 L'épaisseur de l'espace d'air joue également un grand rôle et il est généralement conseillé de ne pas descendre en dessous de 20 cm. On observe en effet lors de la ventilation de toitures plates légères une très nette incidence de cette épaisseur sur le dimensionnement des orifices de ventilation.

2.11 Dans le cas de versants de grandes dimensions (versants dont la distance entre les entrées et les sorties de ventilation est > 15 m), il faut envisager le placement en toiture de tuyaux de ventilation intermédiaires.

Leurs emplacements devront nécessairement correspondre à des points hauts et leur hauteur sera déterminée de façon à favoriser autant que possible l'effet de cheminée.

2.12 Une ventilation dans le sens perpendiculaire à la ligne de plus grande pente des versants ne facilite évidemment pas l'écoulement de l'air et des orifices de ventilation largement dimensionnés devront être prévus (1/300 minimum de la surface couverte pour l'ensemble des orifices).

2.13 Les orifices de sortie d'air seront de section légèrement supérieure à celle des orifices d'entrée. Les raisons en sont :

- l'augmentation en volume de l'air lors de son échauffement dans le complexe
- le souci de réduire les résistances à l'écoulement de l'air à sa sortie
- les apports additionnels d'air et de vapeur provenant des locaux sous-jacents.

2.14 Il faut souligner que le dimensionnement des orifices de ventilation doit se faire en supposant une action du vent nulle et les conditions climatiques les plus sévères (il faut tenir compte d'un changement de destination ou d'utilisation des locaux sous-jacents).

Etant donné les caractères de direction et d'intensité variables du vent lorsque ce dernier se met à souffler, il est probable qu'une inversion du sens de circulation se produira dans le complexe.

Cela n'a pas d'importance puisque l'essentiel consiste à obtenir un balayage d'air sur toute la superficie du toit, que ce soit dans un sens ou dans un autre, qu'il y ait ou non du vent.

2.15 Dans le cas de placement de panneaux à base d'anas de lin ou de particules de bois, on

peut estimer, d'après des résultats expérimentaux français et néerlandais, à environ 1 à 2 kg/m² la quantité d'eau qui traverse les panneaux en hiver (période de chauffage) pour se déposer dans la couche supérieure des panneaux et cela dans des conditions favorables de ventilation (c'est-à-dire locaux bien ventilés avec évacuation de la vapeur d'eau, sans qu'il soit possible à celle-ci de se répandre dans les autres pièces).

Si l'étanchéité est collée en plein, cette quantité d'eau contribuera à porter à une humidité équivalente à 50 % en volume (*) un panneau d'une épaisseur de ± 2 mm. Cette quantité d'eau sera éliminée en été après quelques journées ensoleillées.

En moyenne, d'une année à l'autre, il ne doit pas y avoir de risque d'accumulation d'humidité à l'intérieur des panneaux à condition que la ventilation des locaux soit favorable.

Toutefois, les mouvements d'humidité et les variations de température entraînent des déformations des panneaux perpendiculairement à leur plan (bombement vers l'extérieur en hiver et vers l'intérieur en été).

De plus, si les panneaux ligno-cellulosiques peuvent se dilater ou se contracter librement, les variations en longueur ou en largeur pourraient atteindre et même dépasser 1 à 2 mm/m.

La sensibilité des panneaux de particules à l'action conjuguée de la température et de l'humidité est notoire et des essais réalisés au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (France) (**) ont eu pour but d'étudier le comportement de différents panneaux de particules, sous l'action conjuguée de l'humidité (de 0,5 à 1 ou 2 kg/m²) et de la température (70 °C) :

- panneaux de particules de bois agglomérées avec des résines urée-formol
- panneaux de particules de bois agglomérées avec des résines phénoliques (***)
- panneaux de particules de lin agglomérées avec des résines urée-formol.

Les essais ont mis en évidence ce qui suit :

- les panneaux agglomérés aux résines phénoliques ne sont pratiquement pas altérés (faible diminution du module de flexion pour des teneurs élevées d'humidité (1 à 2 kg/m²))
- les panneaux agglomérés aux résines urée-formol (à base de lin ou de bois) sont profondément altérés et cela d'autant plus que la quantité d'humidité absorbée est plus forte; pour une teneur en humidité de 2 kg/m², le module de flexion descend au 1/4 de sa valeur initiale après environ 10 cycles d'humidification-séchage; la résistance à la rupture en flexion est donc réduite au 1/4 de sa valeur initiale

(*) Humidité critique.

(**) Voir bibliographie n° 1.

(***) D'autres panneaux contenant des produits spéciaux présentent également les mêmes propriétés (voir bibliographie n° 12).

— bien que l'aspect de la face intérieure des panneaux n'ait pratiquement pas changé, la face extérieure, mouillée, se détériore progressivement sur une épaisseur de plusieurs mm.

3. CONCLUSIONS

3.01 L'expérience pratique acquise en Allemagne dans le domaine de la ventilation des toitures plates semble avoir incité les Allemands à préconiser une nette augmentation de la section des orifices de ventilation et cela plus particulièrement dans le cas de toitures plates de pente $< 9 \%$ (1/150 S (*) à partir de 1973 pour l'ensemble des orifices alors que la règle empirique en application en 1967 préconisait au moins 1/500 S et dans les années 1960 à 1966 au moins 1/1.000 S pour chacune des séries d'orifices).

3.02 Les chiffres donnés dans les prescriptions et la littérature technique pour le dimensionnement de la lame d'air ventilée et de ses orifices d'entrée et de sortie d'air ne constituent jamais que des valeurs empiriques parfois contradictoires qui doivent être appliquées avec beaucoup de prudence.

3.03 Chaque toiture plate à ventiler constitue un cas précis exigeant un calcul de la ventilation.

(*) S : surface en projection horizontale.

Les toitures plates à pente nulle sont à déconseiller; il faut prévoir au minimum une pente de 2 à 3° pour les versants (ou rampants) tout en assurant un maximum de différence de hauteur entre les orifices d'entrée et de sortie.

Toute lame d'air en toiture doit être ventilée, que la construction soit légère ou lourde, en béton ou en bois.

Il faut proscrire le compartimentage de la lame d'air à ventiler et assurer à celle-ci en tous points une hauteur de 20 cm minimum.

Une membrane souple, du type synthétique ou asphaltique, disposée sous l'isolant thermique est indispensable chaque fois que l'élément porteur inférieur est perméable à l'air (toiture légère en bois par exemple). Sa résistance à la diffusion de vapeur sera fonction de l'utilisation des locaux sous-jacents.

Il ne faut jamais se fier au mouvement de l'air par action du vent, car le bâtiment peut très bien être abrité ou son comportement être très peu influencé par le vent dans des conditions particulièrement défavorables rencontrées en hiver (gel et air calme ou changement de l'environnement).

La répartition des orifices de ventilation doit être telle qu'un balayage se produise uniformément sur toute l'étendue de la lame d'air.

Bibliographie

- Berthier, J. et Delcelier, P.
Etude expérimentale des mouvements d'humidité dans une dalle de toiture. Paris, Cahiers du C.S.T.B., livraison n° 133, cahier 1136, octobre 1972.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DTU 43 - Cahier des charges applicable aux travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et des toitures inclinées. Paris, Cahiers du C.S.T.B., livraison n° 47, cahier n° 375, décembre 1960.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DTU 43 - Cahier des charges applicable aux travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et des toitures inclinées, suivi du Cahier des prescriptions communes et du Cahier des clauses spéciales. Paris, Cahiers du C.S.T.B., livraison n° 68, cahier n° 576, juin 1964.
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DTU 43 - Cahier des charges applicable aux travaux d'étanchéité des toitures-terrasses et des toitures inclinées, suivi du Cahier des charges spéciales. Paris, Cahiers du C.S.T.B., livraison n° 165, cahier n° 1353, décembre 1975.
- De Bruyckere, R. et Wagneur, M.
Quelques cas typiques de dégradations des toitures plates. Bruxelles, C.S.T.C.-revue, n° 4, hiver 1974.
- Deutsches Institut für Normung
DIN 18530 - Massive Deckenkonstruktionem für Dächer; Richtlinien für Planung und Ausführung. Berlin-Köln, Beuth Verlag GmbH, décembre 1974.
- Fédération Royale des Sociétés d'Architectes de Belgique, Confédération Nationale de la Construction et Centre Scientifique et Technique de la Construction
Cahier général des charges pour travaux de construction privée. 2^e partie. Clauses techniques. Tome I. Bruxelles, F.A.B.-C.N.C.-C.S.T.C., 1970.
- Internationale Federation des Dachdeckerhandwerks
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern mit bituminösen- und Kunststoff-Dachbahnen. Vienne, Internationale Federation des Dachdeckerhandwerks, 1975.
- Moritz, K.
Manuel des toits plats. Paris, Dunod, 1967.
- Moritz, K.
Richtig und Falsch in Wärmeschutz, Feuchtigkeitsschutz, Bautenschutz. Wiesbaden-Berlin, Bauverlag, 1965.
- Rick, A. W.
Das Flach Dach. 4^e édition. Heidelberg, Strassenbau, Chemie und Technik Verlagsgesellschaft, 1963.
- Quewet, Ch.
Déformation d'une couverture en bardeaux bitumés sur panneaux de particules de bois. Bruxelles, C.S.T.C.-revue, n° 1, mars 1977.
- Seifert, K.
Richtig belüftete Flachdächer ohne Feuchtluftprobleme. Wiesbaden/Berlin, Bauverlag, 1973.
- Zentralverband des Dachdeckerhandwerks
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern. Berlin, Helmut Gros Fachverlag, 1962.
- Zentralverband des Dachdeckerhandwerks
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern. Berlin, Helmut Gros Fachverlag, 1967.
- Zentralverband des Dachdeckerhandwerks
Richtlinien für die Ausführung von Flachdächern. Berlin, Helmut Gros Fachverlag, 1973.