

TD N°2 : LES TOITURES / TOITURES-TERRASSES - ÉTANCHÉITÉ - PARTIE 1

PLAN DU COURS



- RAPPELS DU COURS PRECEDENT
- DEFINITIONS
- TOITURE-TERRASSE : GENERALITES / HISTOIRE
- TOITURE-TERRASSE : COMPOSITION, TYPOLOGIE
- EXERCICES

DÉFINITIONS

- TOITURE (DICOBAT) :

Ensemble des éléments qui composent le couvrement et la couverture d'un bâtiment, comprenant à la fois les matériaux de couverture proprement dits (ardoises, tuiles, zinc...) et leurs supports (chevrons, lattes, liteaux, panneaux de sous-toiture). Par déformation, la notion de toiture comprend parfois aussi le volume des combles, leur charpente, les lucarnes, les verrières, etc.

- COUVERTURE (DICOBAT) :

Ensemble des ouvrages et matériaux de revêtement qui assurent le "couvert" d'un édifice. La couverture, partie extérieure du toit, ne participe pas à la stabilité des ouvrages, mais doit protéger de façon étanche et durable les superstructures d'un édifice contre les intempéries.

- TERRASSE (DICOBAT) :

Plate-forme obtenue par surélévation du terrain (levée de terres ou remblai), et construction d'un ouvrage de maçonnerie, ou soutènement, sur un ou plusieurs côtés.

- TOITURE-TERRASSE (DICOBAT) :

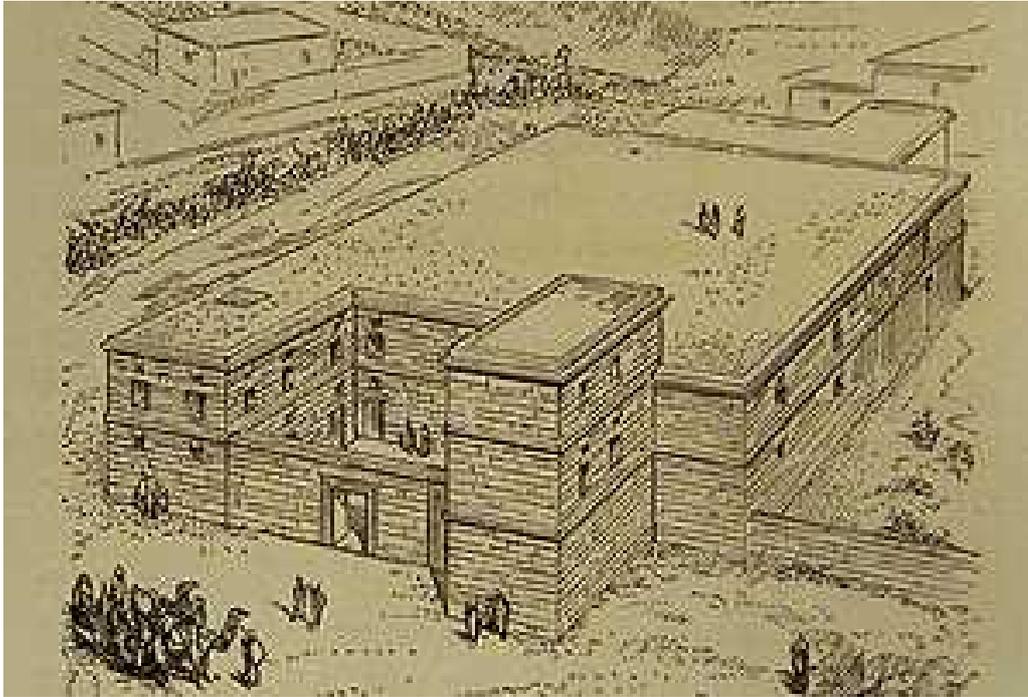
Toiture et/ou terrasse dont la pente est inférieure à 15% (au-dessus, c'est une toiture inclinée).

QUESTION : À QUAND REMONTENT LES

PREMIÈRES TOITURES-TERRASSES ?

TOITURE-TERRASSE : GENERALITES / HISTOIRE

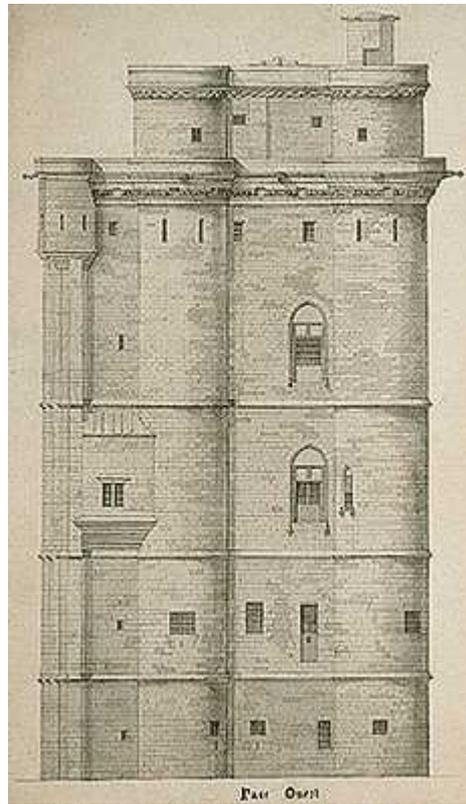
- Elles sont connues depuis l'antiquité.



- Les jardins suspendus de Babylone = terrasse-jardin : le mot terrasse vient du fait que ces toits étaient recouverts de terre.

AU MOYEN AGE LES PRINCIPALES TECHNIQUES D'ÉTANCHÉITÉ ÉTAIENT :

- Les dalles plates jointoyées au plomb ou au ciment, ou en dalles à recouvrement, supportées par des voûtes.
- L'enduit.
- Les hydrocarbures lourds (Sicile, Sud de l'Italie), utilisés essentiellement en joint de dalles.
- Le plomb coulé, dès l'époque romane.



Donjon du château de Vincennes.

AU 17IÈME SIÈCLE :

- Outre les techniques du Moyen Age, on rencontre aussi des terrasses métalliques : chapes de plomb (plus léger que la pierre), ou de cuivre (encore plus léger, mais aussi plus onéreux...). Le poids important des toitures terrasses limitait leur application.



AU 19IÈME SIÈCLE :

- Le développement des toitures-terrasses s'accélère, en particulier avec la mise au point de nouveaux matériaux comme les ciments et bétons.

AU 20IÈME SIÈCLE

- Le Corbusier (1887-1965) déclarait dès 1927 à propos des "toits-terrasses" : "au lieu de perdre son terrain en y construisant sa maison, on le double". Auteur d'une "théorie du toit jardin",



Villa Savoye (1928-31) à Poissy - Architecte : Le Corbusier.

- Depuis les années 70, les nouvelles conceptions architecturales comme les nouvelles techniques d'étanchéité ont permis à la toiture-terrasse de retrouver une image positive synonyme de qualité de vie.

LA TOITURE-TERRASSE

TYPOLOGIE

LES TERRASSES SONT DITES :

- Soit **inaccessibles** (sauf pour entretien et réparations exceptionnelles),
- Soit **à zones techniques** (toitures-terrasses à circulation piétonnière fréquente pour l'entretien d'éléments en émergence tels que machineries d'ascenseur),
- Soit **accessibles** (aux piétons), sans limitation particulière,
- Soit **circulables** (circulation et stationnement de véhicules),
- Soit **toitures-jardins**, toitures-terrasses recouvertes de terre végétale et de plantations.

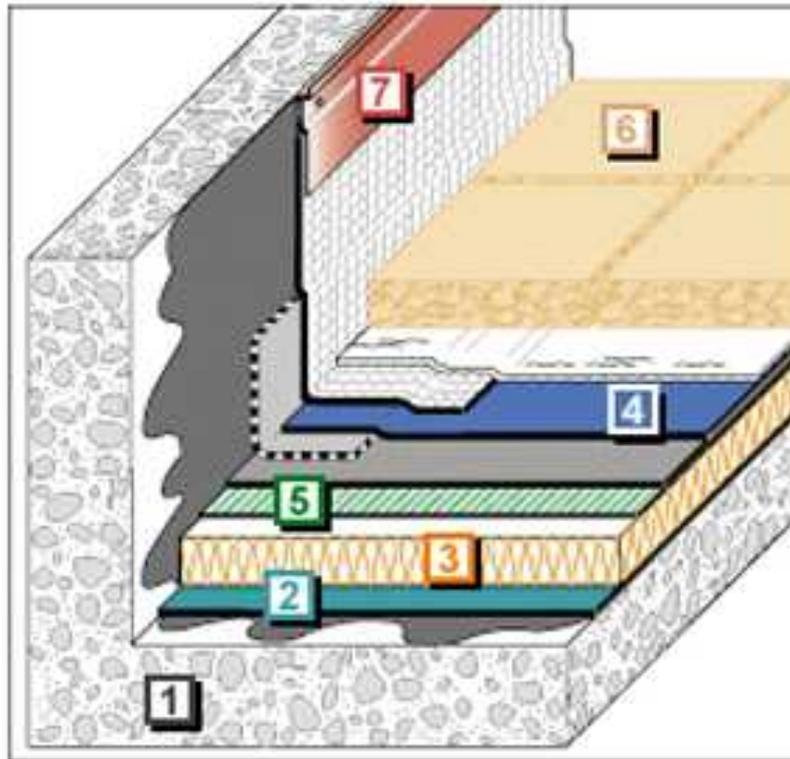
ON DISTINGUE LES TOITURES-TERRASSES :

- A pente nulle : pente du support d'étanchéité inférieure à 1%,
- Plates : pente de 1 à 5% dans le cas général, ou 1 à 3% si le support est la tôle d'acier nervurée,
- Rampantes : pente de 5 à 15% dans le cas général.

QUESTION : QUELS SONT LES ÉLÉMENTS

CONSTITUTIFS D'UNE TOITURE-TERRASSE ?

ELEMENTS CONSTITUTIFS



- 1** Elément porteur
- 2** Ecran pare-vapeur
- 3** Isolant thermique
- 4** Revêtement d'étanchéité
- 5** Ecran d'indépendance
- 6** Protection du revêtement
- 7** Accessoires

QUESTION : QUELS TYPES D'ÉLÉMENTS
PORTEURS PEUT-ON RENCONTRER ?

1 : L'ÉLÉMENT PORTEUR

- Maçonnerie
- Béton cellulaire autoclave armé
- Tôles en acier nervurées
- Bois et dérivés
- etc...

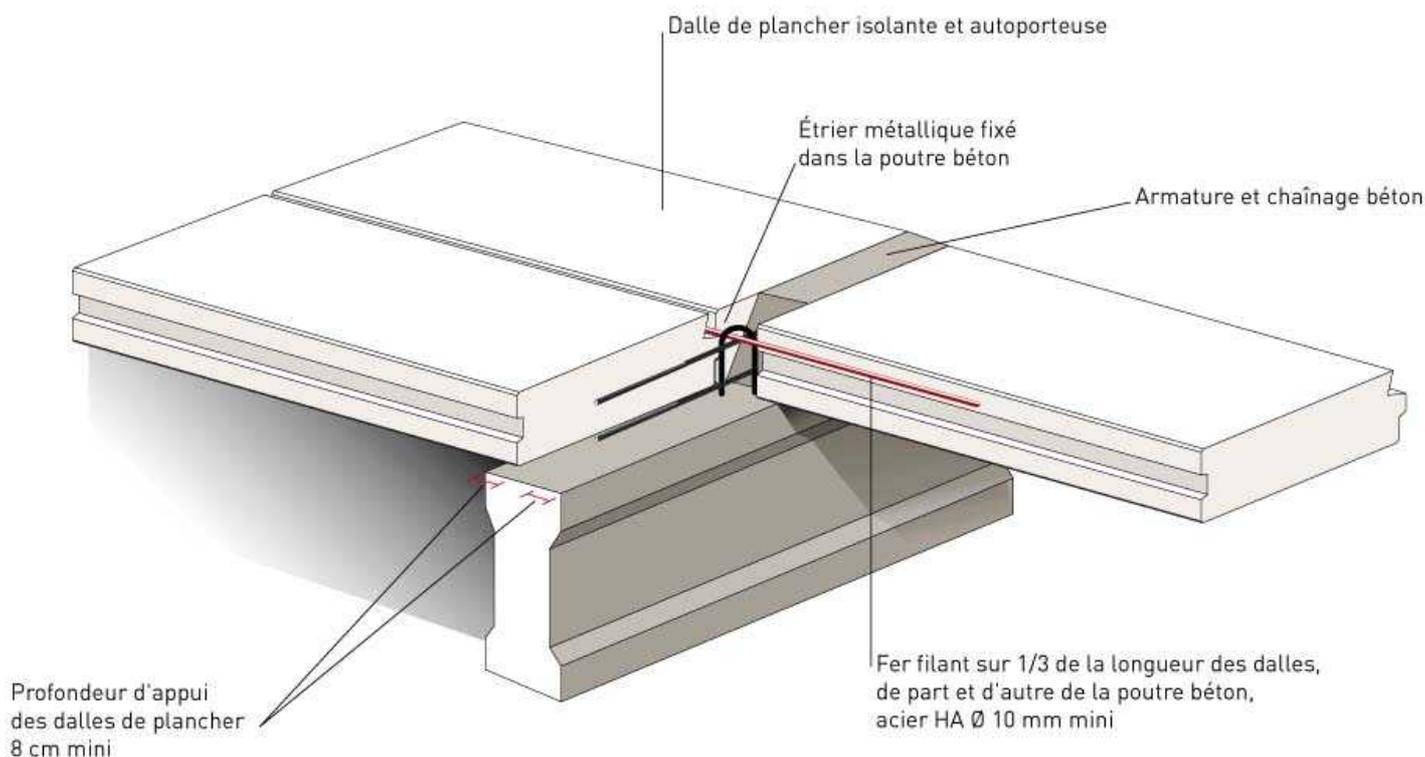
1.1 - MAÇONNERIE

- Dalles pleines
- Dalles confectionnées à partir de pré dalles
- Planchers à poutrelles, entrevous et dalle de répartition
- Planchers en dalles alvéolées préfabriquées en béton armé ou précontraint,
- Etc...

1.2 - BÉTON CELLULAIRE AUTOCLAVÉ ARMÉ

LIEN UTILE : WWW.XELLA.FR

Pour toitures et toitures-terrasses (plates ou en pente) autoprotégées ou sous protection lourde.

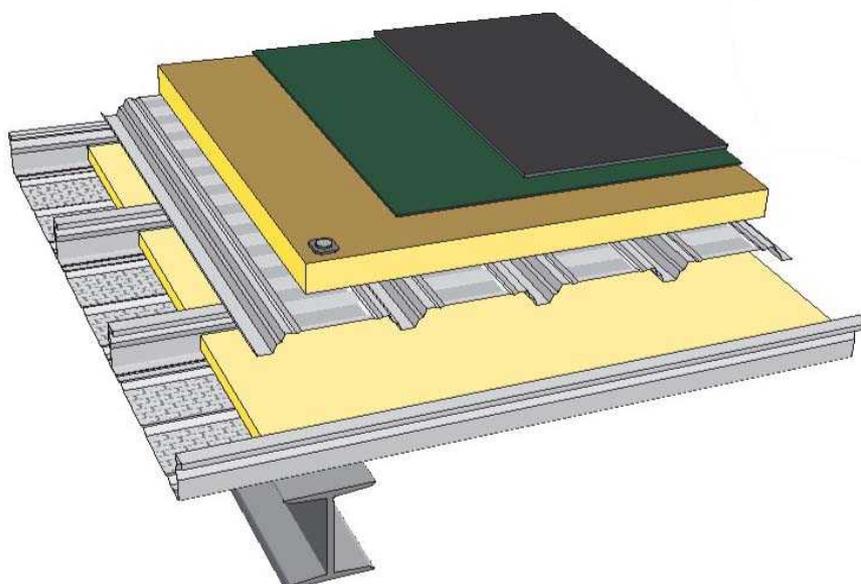


1.3 - TÔLES D'ACIER NERVURÉES (T.A.N.)

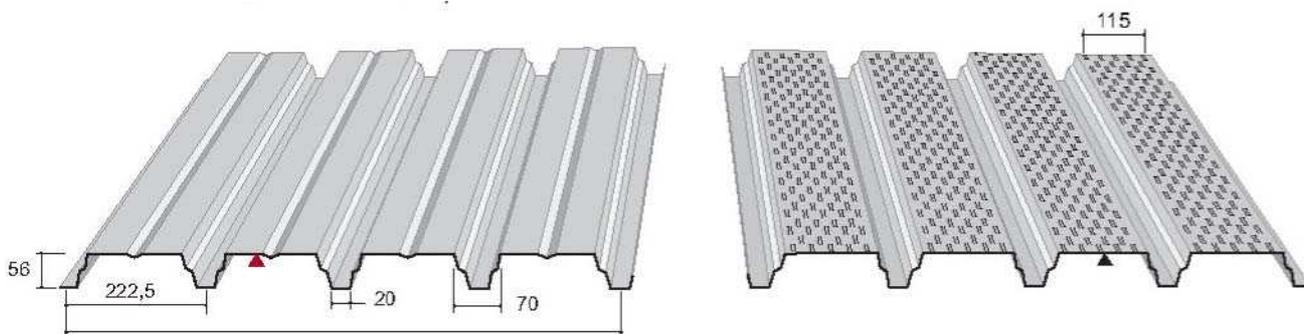
LIEN UTILE : WWW.ARVAL-CONSTRUCTION.FR

- Elles se présentent sous forme de grandes plaques de 0,50m à 13m environ en acier profilé posées les unes à la suite des autres.
- Elles permettent d'obtenir une toiture terrasse très légère.

PLATEAUX " PORTEURS " (Plateaux supportant les charges climatiques)



- La charge admise sur la terrasse est assez faible et nécessite des éléments de renfort de charpente en sous face (chevêtres,...) dans le cas de la pose d'éléments lourds.



Bac acier support d'étanchéité



Exemple de Bac acier support d'étanchéité - Centre commercial à Mulhouse



Profilage de Bac acier en usine

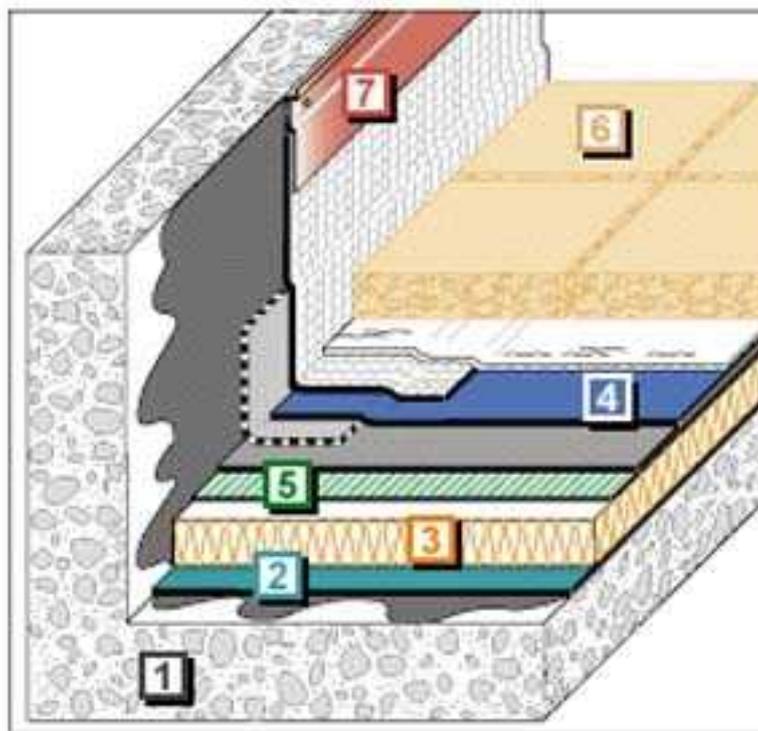
1.4 - BOIS ET DERIVES

- bois massifs
- contreplaqués
- panneaux de particules

DE QUEL CÔTÉ DE L'ISOLANT PLACE-T-ON LE
PARE-VAPEUR ?

2 - LE PARE VAPEUR

- Il est placé sous l'isolant thermique du côté de l'intérieur.
- Le pare vapeur est une couche de protection vis-à-vis de la vapeur d'eau migrant entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.
- Le pare-vapeur doit toujours être placé sous l'isolant pour bloquer la vapeur d'eau avant qu'elle n'atteigne une zone froide et s'y condense.



3 - L'ISOLANT THERMIQUE

- Certaines combinaisons "élément porteur / isolant thermique / protection" permettent aussi d'obtenir un complément en matière d'acoustique :
- Isolation acoustique (limitant la transmission des bruits au travers de la toiture du bâtiment).

***NOUVELLE RÉGLEMENTATION ACOUSTIQUE NRA :
L'ISOLEMENT ACOUSTIQUE STANDARDISÉ AU BRUIT DE
L'ESPACE EXTÉRIEUR NE PEUT ÊTRE INFÉRIEUR À 30 DB
(MINIMUM)***

- Absorption acoustique (limitant la réverbération des bruits émis à l'intérieur du bâtiment).

QUESTION : DE QUOI L'ISOLANT THERMIQUE

PEUT-IL ÊTRE FAIT ?

- L'isolant thermique peut-être constitué principalement de :
 - 1.Laine minérale
 - 2.Mousse plastique alvéolaire
 - 3.Verre cellulaire
 - 4.Pperlite fibrée
 - 5.Liège

3.1 LAINES MINÉRALES

- En support d'étanchéité, on rencontre principalement des panneaux de laine de roche, nus ou surfacés selon leur destination et leur mode d'utilisation.



LIENS UTILES : WWW.ISOVER.FR ; WWW.ROCKWOOL.FR

3.2 MOUSSES PLASTIQUES ALVÉOLAIRES

En support d'étanchéité, on rencontre principalement des panneaux de :

- polyuréthane (PUR)



- polystyrène expansé (EPS)



- mousses phénoliques (PF)

- panneaux de polystyrène extrudé (XPS)

Ils ne sont utilisés qu'en toiture inversée (isolant placé au-dessus de l'étanchéité).



TOITURE INVERSEE :

Toiture comportant, de bas en haut : un support, un revêtement d'étanchéité, un isolant thermique, et un lestage.

3.3 VERRE CELLULAIRE (CG)

➤ Verre moussé refroidit produisant un matériau de structure cellulaire close : des millions de cellules hermétiquement fermées remplies d'un gaz isolant inerte.



LIEN UTILE : WWW.FOAMGLAS.FR

3.4 PERLITE FIBRÉE (EPB)

- La perlite expansée est obtenue à partir de pierre volcanique concassée et expansée à une température de +/- 900°C.
- La perlite expansée est mélangée à des fibres cellulosiques et à un liant bitumineux pour former des panneaux.



3.5 LIÈGE (ICB)

- Le liège est un matériau isolant naturel.



TD N°3 : LES TOITURES / TOITURES-TERRASSES / L'ETANCHEITE - PARTIE 2

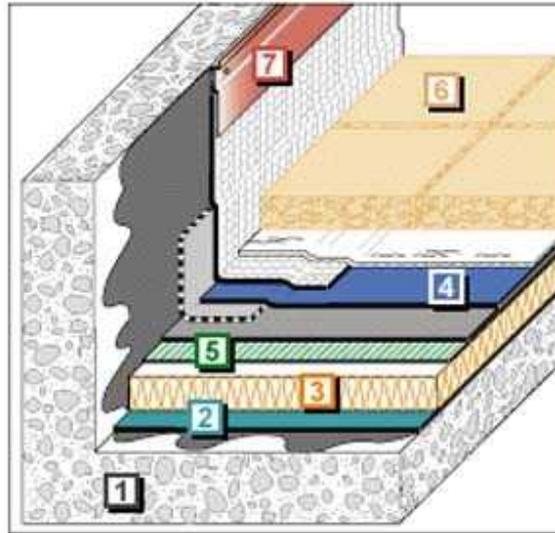
PLAN DU COURS

- RAPPELS DU COURS PRECEDENT
- TOITURE-TERRASSE : COMPOSITION, TYPOLOGIE
- TOITURE FROIDE / TOITURE CHAUDE
- EXERCICES
- L'ETANCHEITE
- EXEMPLES (CHANTIERS)
- EXERCICES

TOITURE-TERRASSE (SUITE)

ELEMENTS CONSTITUTIFS (SUITE)

LIENS UTILES : WWW.SOPREMA.FR ; WWW.SIKA.FR



4 - LE REVETEMENT D'ETANCHEITE :

- Il peut être mis en œuvre :
 - soit sur l'isolant thermique (cas le plus fréquent).
 - soit directement sur l'élément porteur
 - soit sur l'ancien revêtement d'étanchéité

5 - L'ÉCRAN D'INDÉPENDANCE

- L'écran d'indépendance est une couche destinée à éviter l'adhérence du revêtement d'étanchéité à son support pour éviter les transmissions des efforts mécaniques.

6 - LE REVÊTEMENT

- L'étanchéité doit être protégée de certaines agressions : agents climatiques, circulation des piétons, circulation et stationnement de véhicules...

6.1 - COUCHE DE LESTAGE / PROTECTION :

- On fait la distinction, en fonction des cas, entre protection légère et protection lourde.
- Une couche de protection a pour but de protéger et non de lester.
- La couche de lestage a pour but de maintenir en place le revêtement d'étanchéité (elle peut aussi le protéger).

6.2 - PROTECTION LOURDE (MEUBLE OU DURE)

- On distingue les :
 - Matériaux meubles (gravillons)
 - Matériaux durs (dalles, carreaux, asphalte gravillonné..)



Pose de dalles de béton désactivé



Après travaux



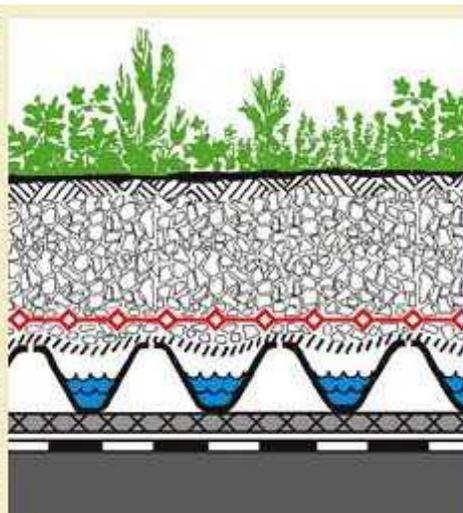
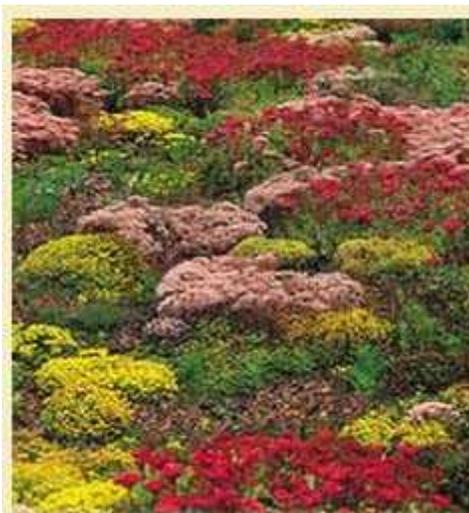
Pose de dalles sur plots en béton désactivé



Dalles sur plots en bois

6.3 - PROTECTION PAR VÉGÉTATION

- Le substrat constitue un véritable bouclier thermique régulateur, protégeant le bâtiment des forts écarts de température.
- Elle participe également à une limitation du ruissellement et de la vitesse d'écoulement des eaux de pluie.



Plantations

Substrat

Filtre

Drainage

Natte absorbante

Filtre anti-racines

Etanchéité

6.4 - AUTO-PROTECTION

➤ Il s'agit généralement d'une protection dite légère. Les autoprotecteurs sont formés par des matériaux collés en usine, en surface de la membrane d'étanchéité.



7 - ACCESSOIRES

Certains accessoires sont indispensables à une bonne étanchéité de la toiture, selon le cas :

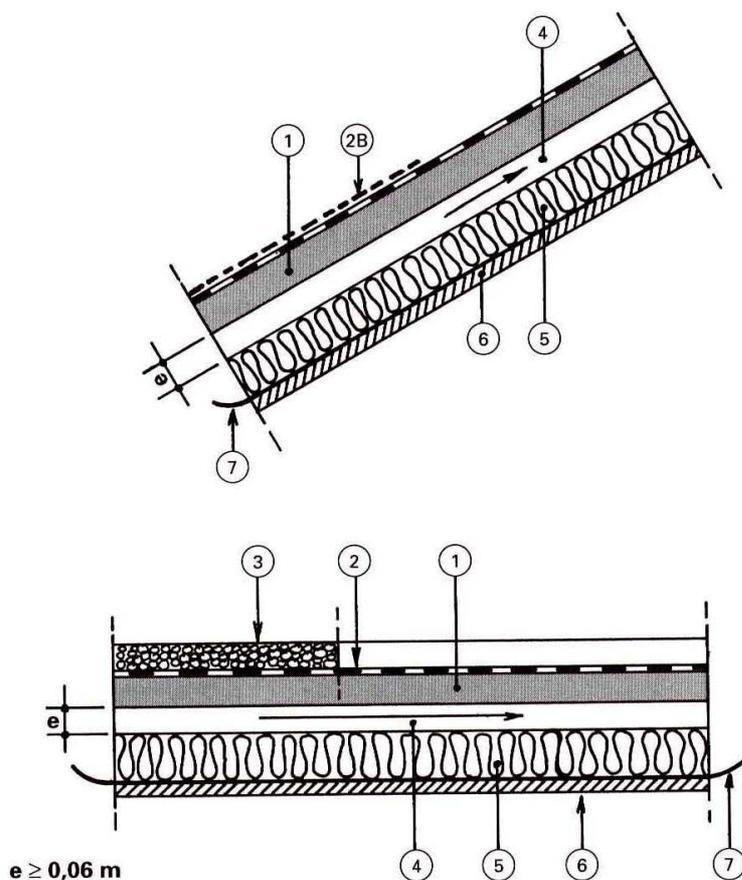
- Bandes de solins,
- Bandes de protection de relevés d'étanchéité,
- Costières,
- Couvertines,
- Chéneaux, entrées d'eaux pluviales,

...

TOITURE FROIDE / TOITURE CHAUDE

1 - DÉFINITION D'UNE TOITURE FROIDE :

➤ La définition la plus courante d'une toiture « froide » correspond à ce que l'ensemble de la toiture, c'est-à-dire élément porteur + revêtement d'étanchéité, soit à une température voisine de la température extérieure. Ceci résulte du fait que la sous-face est ventilée par de l'air extérieur.

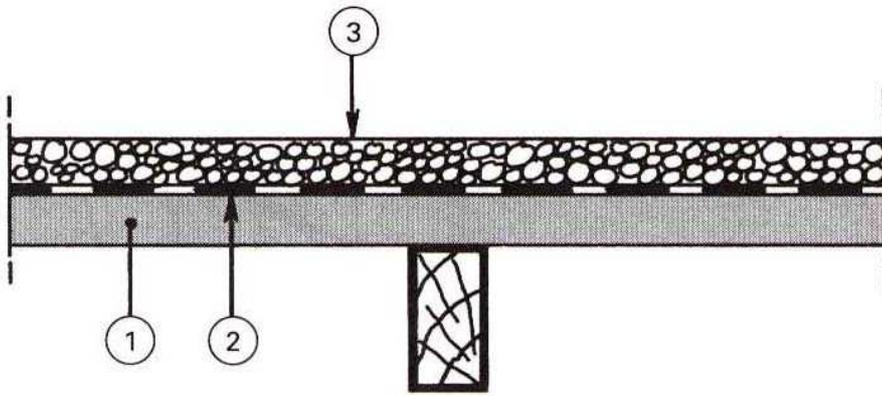


- ① Elément porteur
- ② Revêtement d'étanchéité
- ②B Revêtement d'étanchéité autoprotégé
- ③ Protection rapportée meuble
- ④ lame d'air ventilée e
- ⑤ Isolant avec pare-vapeur éventuel
- ⑥ Faux-plafond support d'isolant
- ⑦ Pare-vapeur éventuel selon ambiance local

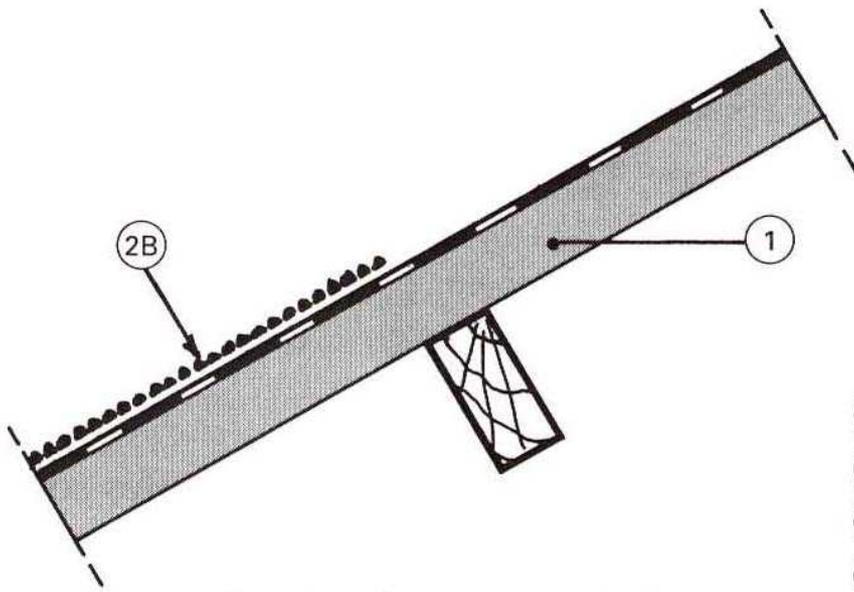
1 - DÉFINITION D'UNE TOITURE CHAUDE :

- La définition la plus courante d'une toiture « chaude » correspond à ce que l'élément porteur, soit à une température voisine de la température intérieure.

- Toiture chaude "massique" :
Dans ce cas, l'élément porteur est lui-même isolant.



1^{er} cas : toiture pente \leq 5 %

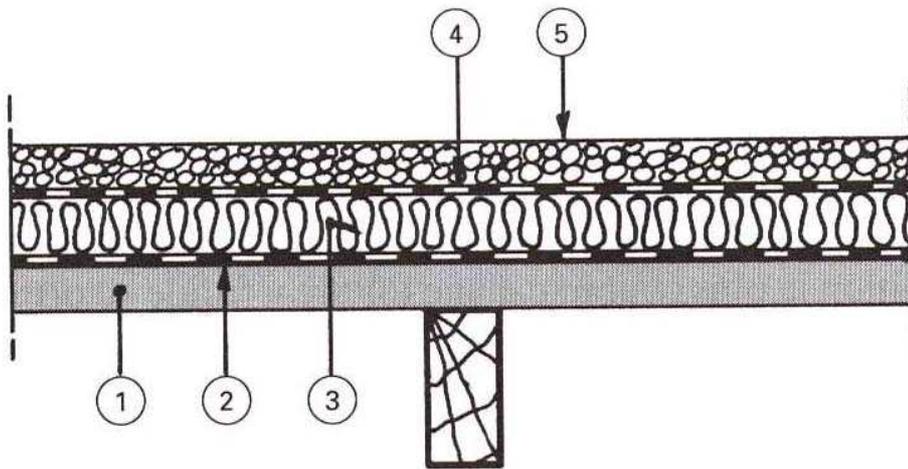


2^e cas : toiture pente $>$ 5 %

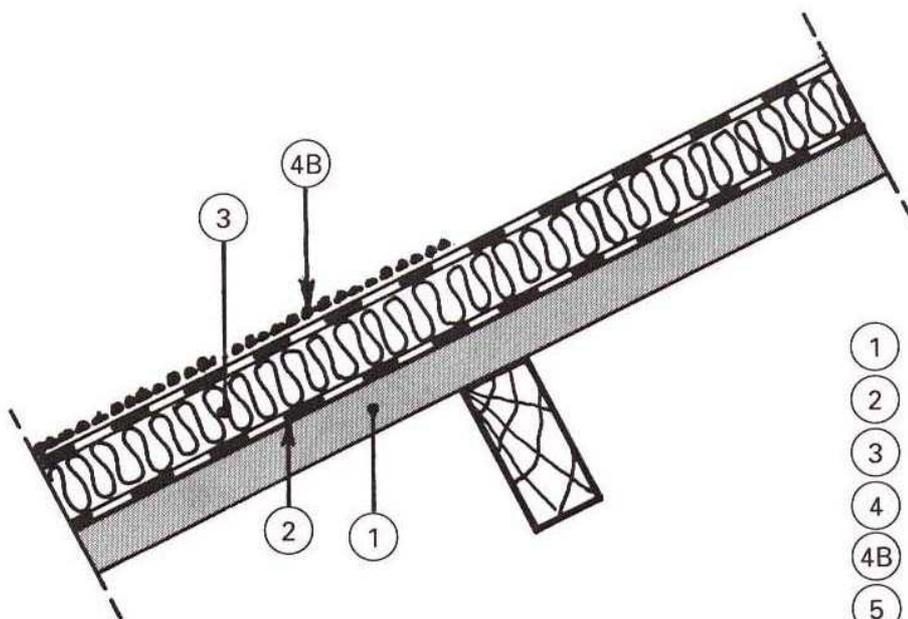
- ① Élément porteur (bois par exemple)
- ② Revêtement d'étanchéité
- ②B Revêtement d'étanchéité autoprotégé
- ③ Protection rapportée

➤ Toiture chaude avec isolant :

Dans ce cas, un isolant vient directement se placer contre l'élément porteur, du côté extérieur.



1^{er} cas : toiture pente $\leq 5\%$



- ① Élément porteur
- ② Pare-vapeur
- ③ Isolant
- ④ Revêtement d'étanchéité
- ④B Revêtement d'étanchéité autoprotégé
- ⑤ Protection rapportée

2^e cas : toiture pente $> 5\%$

L'ÉTANCHÉITÉ

DÉFINITIONS

- DÉFINITION DE L'ÉTANCHÉITÉ :

➤ Caractère de ce qui est étanche (étanche : qui retient bien, qui ne laisse pas pénétrer ou s'écouler les fluides, les poussières, etc. ...).

- DÉFINITION D'UN COMPLEXE D'ÉTANCHEITÉ :

➤ Le complexe d'étanchéité posé sur le support toiture se compose de la couche d'étanchéité, de la couche d'isolant et de la couche pare-vapeur. En fonction du type de toiture les composants du complexe d'étanchéité seront combinés différemment.

- DÉFINITION D'UNE COUCHE ÉTANCHE :

➤ Une couche étanche est un produit/membrane étanche à l'air et à l'eau par lui/elle même. Une membrane clouée, ou une membrane perforée ne répondent dès lors plus à ce critère.

- DÉFINITION DE L'ISOLATION D'UNE TOITURE :

➤ L'isolation d'une toiture a pour fonction de limiter les déperditions de chaleur, de contribuer au confort thermique des locaux, de protéger la structure portante des écarts importants de température et de réduire les risques de condensation de vapeur d'eau en surface.

LE COMPLEXE D'ÉTANCHÉITÉ

Un bicouche est composé de 2 couches étanches l'une indépendamment de l'autre.



Bicouche

QUELS SONT LES CRITÈRES POUR CHOISIR
UNE ÉTANCHÉITÉ MONOCOUCHE OU
BICOUCHE ?

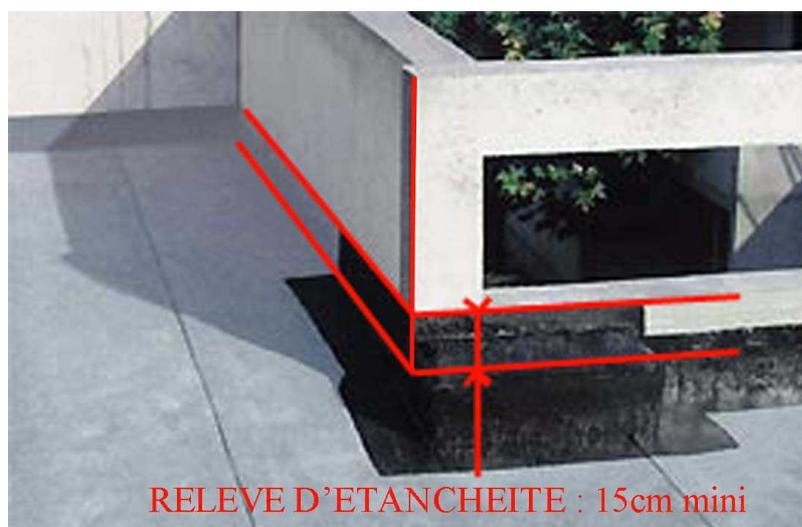
- CRITÈRES POUR CHOISIR UNE ÉTANCHÉITÉ

MONOCOUCHE OU BICOUCHE :

- Toitures terrasses inaccessibles : on utilise couramment une étanchéité monocouche.
- Toitures terrasses à zones techniques : on utilise fréquemment une étanchéité monocouche et **systematiquement des chemins de circulation** afin d'éviter de détériorer l'étanchéité.
- Toitures terrasses accessibles (aux piétons), on utilise de préférence une étanchéité bicouche car la reprise éventuelle de l'étanchéité nécessite un démontage lourd.

- LE RELEVÉ D'ÉTANCHÉITÉ :

- Définition : hauteur sur laquelle on fait remonter un revêtement d'étanchéité le long des reliefs et émergences d'une toiture-terrasse (souches de cheminée, murs d'acrotère, etc.).
- Hauteur du relevé : Il faut prévoir **systematiquement 15cm min.** au-dessus du niveau fini du revêtement. Une hauteur de **25 cm min. est préférable.**



MISE EN OEUVRE / ENTRETIEN

- SÉCURITÉ :

- Les risques principaux sont l'incendie et les brûlures liés à utilisation du chalumeau ainsi que le risque de chute.

- ENTRETIEN :

- Il est nécessaire de procéder, une fois par an, à la vérification de l'état technique de la toiture.

EXEMPLES (CHANTIERS)

ETANCHÉITÉ ET ISOLATION D'UN BALCON À NARBONNE



1 - Préparation du support (porteur : dalle en béton armé)



2 - Mise en oeuvre d'un pare-vapeur



3 - Pose de l'isolant (application d'une colle bitumineuse)



4 - Isolant posé



5 - Ecran d'indépendance



6 - 1ère couche d'étanchéité (bicouche)



7 - 2ème couche d'étanchéité (bicouche)

ETANCHÉITÉ - TOITURE-TERRASSE INACCESSIBLE CENTRE COMMERCIAL CORA A MULHOUSE



De droite à gauche : Tôle d'Acier Nervurée (TAN), Isolant (laine de roche avec pare-vapeur intégré en sous-face), 1ère couche d'étanchéité avec écran d'indépendance intégré (bicouche)





Du fond vers le premier plan :

- *Charpente métallique*
- *Bac acier*
- *Pare-vapeur + isolant*
- *Ecran d'indépendance + étanchéité + couche de protection*