



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**ISOLATION THERMIQUE  
DES SOUS-FACES DES TOITURES  
CHAUDES À ÉLÉMENT PORTEUR  
EN BOIS**

RELEVANT DU NF DTU 43.4

JUILLET 2014

**NEUF**

# ÉDITO

Le Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

**Alain MAUGARD**

Président du Comité de pilotage du Programme  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »  
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

## « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

# AVANT- PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

Les **Recommandations Professionnelles** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Les **Guides** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

Les **Calepins de chantier** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

Les **Rapports** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

Les **Recommandations Pédagogiques** « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



# Sommaire

<b>1 - Domaine d'application</b>	<b>7</b>
<b>2 - Termes et définitions</b>	<b>9</b>
2.1. • Toiture chaude isolée	9
2.2. • Structure porteuse	9
2.3. • Éléments porteurs	9
2.4. • Pare-vapeur	9
2.5. • Isolation thermique	10
2.6. • Revêtement d'étanchéité	10
2.7. • Couche d'indépendance — Couche de désolidarisation	10
2.8. • Protection et autoprotection	10
2.8.1. • Protection lourde	10
2.8.2. • Autoprotection	10
<b>3 - État de l'art</b>	<b>11</b>
3.1. • Documents normatifs	11
3.2. • Autres documents de référence	11
3.3. • Simulations numériques	11
<b>4 - Choix des matériaux</b>	<b>12</b>
4.1. • Précisions sur le présent chapitre	12
4.2. • Éléments de structure en bois ou à base de bois	12
4.2.1. • Bois massifs structuraux	12
4.2.2. • Bois Massifs Reconstitués (BMR) et Bois Lamellés collés (BLC)	13
4.2.3. • Bois Massifs Aboutés (BMA)	13
4.2.4. • Lamibois (LVL)	13
4.2.5. • Autres éléments de structure	13
4.3. • Éléments porteurs	14
4.3.1. • Généralités	14
4.3.2. • Bois massif	14
4.3.3. • Panneaux contreplaqués	15
4.3.4. • Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)	16
4.3.5. • Panneaux de particules	16
4.4. • Durabilité des bois massifs et des panneaux à base de bois	17
4.4.1. • Bois massif	17
4.4.2. • Panneaux à base de bois	17
4.5. • Membranes d'étanchéité	18
4.5.1. • Feuilles de bitume modifié par élastomères SBS	18
4.5.2. • Feuilles souples plastiques et élastomères	18
4.6. • Membranes pare-vapeur	18
4.6.1. • Feuilles à base de bitume	18
4.6.2. • Feuilles plastiques et élastomères	19
4.7. • Matériaux d'isolation	19
4.7.1. • Panneaux isolants thermiques support d'étanchéité	19
4.7.2. • Matériaux isolants sous l'élément porteur	20



<b>5 - Conception des toitures terrasses .....</b>	<b>21</b>
5.1. • Préambule .....	21
5.2. • Paroi type .....	21
5.3. • Limitation de l'épaisseur de l'isolant positionné en sous-face de l'élément porteur .....	22
5.3.1. • Généralités .....	22
5.3.2. • Propriétés thermiques des matériaux pour une vérification simplifiée de la règle des « 2/3-1/3 » .....	23
<b>6 - Allotissement et ordonnancement des travaux selon le type de toiture .....</b>	<b>25</b>
6.1. • Allotissement .....	25
6.2. • Ordonnancement .....	26
<b>7 - Traitements de points singuliers spécifiques aux jonctions avec des murs à ossature bois .....</b>	<b>27</b>
7.1. • Liaison avec les murs à ossature bois .....	27
7.1.1. • Planchers sur lisse haute .....	27
7.1.2. • Planchers sur muraille .....	30
7.2. • Liaison entre une toiture terrasse non accessible et un mur extérieur en relevé .....	31
7.3. • Liaison entre une toiture terrasse et un mur intérieur porteur .....	33
<b>8 - Performance thermique des toitures terrasses ....</b>	<b>35</b>
8.1. • Hypothèses de calcul .....	35
8.2. • Parois en partie courante .....	35
8.3. • Ponts thermiques linéiques $\psi$ .....	39





# Domaine d'application

# 1



Les présentes Recommandations Professionnelles sont basées sur le domaine d'application du NF DTU 43.4 avec des spécifications particulières décrites ci-après.

La destination des toitures visées par le présent est inaccessible et technique.

Le présent document fournit des prescriptions pour la conception et l'exécution des ouvrages de toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois recevant un revêtement d'étanchéité.

Ces toitures comportent :

- des éléments porteurs en bois ou panneaux dérivés du bois,
- un pare-vapeur et des panneaux isolants non porteurs,
- un revêtement d'étanchéité,
- une protection lourde éventuelle,
- des ouvrages annexes qui comprennent notamment les reliefs et émergences (acrotères, costières, souches...), les joints de structure porteuse, etc.

Au-delà du domaine d'application du NF DTU 43.4, sont décrites ici des solutions de parois qui peuvent comporter un isolant complémentaire en sous-face de l'élément porteur dans le cas de toitures chaudes.

Ces toitures s'appuient sur une structure porteuse en bois (solives, chevrons autoporteurs ou charpente panne / chevrons) conforme au NF DTU 31.1 et dimensionnée conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA. Ces toitures peuvent être supportées :



- par des murs à ossature bois
- par des structures poteaux-poutres en bois, en béton ou en métal
- par des murs en maçonnerie ou en béton armé

Ces toitures comportent une pente minimale de 3% sur plan.

Ces toitures peuvent recevoir une végétalisation, sous réserve d'un dimensionnement de l'élément porteur et de la structure porteuse en conséquence, selon les prescriptions des Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées.

L'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales devra être conçue et réalisée conformément à l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008.

Les prescriptions du présent document sont applicables dans toutes les zones climatiques ou naturelles françaises à l'exception des zones équatoriales et cycloniques. Le domaine d'utilisation ne couvre donc pas les Départements et Régions d'Outre-Mer.

Le présent document ne s'applique pas :

- aux locaux à forte et très forte hygrométrie
- aux toitures de bâtiments frigorifiques
- aux travaux réalisés en climat de montagne (altitude > 900 m)
- aux travaux de rénovation ou réhabilitation de toitures terrasses anciennes

## COMMENTAIRE

Les points singuliers de l'ouvrage d'étanchéité ne sont pas traités hormis les jonctions avec des murs à ossature bois. Ils sont à réaliser conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4.





## Termes et définitions

# 2



### 2.1. • Toiture chaude isolée

Elle est caractérisée par le fait que les éléments porteurs en bois ou en panneaux dérivés du bois, non ventilés sur l'extérieur en sous-face (par opposition aux toitures froides) reçoivent un écran pare-vapeur, une isolation rapportée, un revêtement d'étanchéité et sa protection lourde ou autoprotection, l'ensemble constituant la séparation entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur.

### 2.2. • Structure porteuse

Élément de la construction sur lequel sont directement fixés les éléments porteurs.

### 2.3. • Éléments porteurs

Éléments porteurs en bois ou panneaux dérivés du bois fixés sur la structure porteuse et généralement assemblés entre eux de façon à constituer un platelage continu. Ils supportent le complexe d'étanchéité (pare-vapeur, isolant, revêtement d'étanchéité et protection éventuelle).

### 2.4. • Pare-vapeur

Écran de protection contre la migration de la vapeur d'eau, placé sous la couche d'isolation thermique et sur l'élément porteur.



## 2.5. • Isolation thermique

Ouvrage constitué par une ou plusieurs couches de matériaux ou produits isolants destinées à réduire les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur des bâtiments.

## 2.6. • Revêtement d'étanchéité

Le terme « revêtement d'étanchéité » désigne la totalité du plan d'étanchéité à l'eau proprement dit appliqué tant en parties courantes que sur les ouvrages annexes.

Sur les reliefs, le revêtement d'étanchéité est appelé relevé.

## 2.7. • Couche d'indépendance — Couche de désolidarisation

La couche d'indépendance est disposée entre le revêtement d'étanchéité et son isolant support.

La couche de désolidarisation est disposée entre le revêtement d'étanchéité et sa protection.

## 2.8. • Protection et autoprotection

### 2.8.1. • Protection lourde

#### 2.8.1.1. • Protection meuble

Protection rapportée constituée par un lit de granulats minéraux libres.

#### 2.8.1.2. • Protection dure pour toitures à zones techniques

Protection rapportée sous forme de dalettes béton préfabriquées.

### 2.8.2. • Autoprotection

Protection mince réalisée en usine sur un matériau d'étanchéité en feuille ou revêtement dont la composition lui confère une résistance aux UV.

# État de l'art

---



## 3.1. • Documents normatifs

NF DTU 43.4 – Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité.

NF DTU 31.1 – Charpentes en bois.

NF DTU 31.2 – Construction de bâtiments et maisons à ossature bois.

## 3.2. • Autres documents de référence

Recommandations Professionnelles n°4 de la CSFE – Pour la conception de l'isolation thermique des toitures-terrasses et toitures inclinées avec étanchéité.

Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées – édition n°2 – novembre 2007

## 3.3. • Simulations numériques

Ces recommandations professionnelles s'appuient sur le rapport d'étude n° 13-260-45418 – Recherche de risques d'humidité par simulation hygrothermique de paroi de toitures terrasses bois, réalisé par le CSTB.



# 4

## Choix des matériaux



### 4.1. • Précisions sur le présent chapitre

Les matériaux dont les exigences sont décrites dans le présent chapitre sont ceux entrant dans la composition des parois étudiées ci-après. L'intégralité des matériaux nécessaires à la réalisation d'une toiture terrasse « dans les règles de l'art » n'est donc pas abordée ici. Il faudra donc se reporter aux NF DTU, Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application dont relèvent ces matériaux.

### 4.2. • Éléments de structure en bois ou à base de bois

#### 4.2.1. • Bois massifs structuraux

Les éléments de bois massif de section rectangulaire sont conformes à la norme NF EN 14081-1 pour les bois classés visuellement et aux normes NF EN 14081-2 à 4 pour les bois classés par machine.

Les termes relatifs aux bois ronds et bois sciés sont définis par les normes NF EN 844-1 à 12. Une nomenclature des essences de bois utilisées en Europe est donnée par la norme NF EN 13556.

Les taux d'humidité des bois sont déterminés selon les méthodes définies par les normes NF EN 13183-1 à 3.

Les niveaux de résistance mécanique des bois de structure doivent être définis par référence à la norme NF EN 338.

Les niveaux de résistance sont obtenus soit à partir de classes visuelles répertoriées par la norme NF EN 1912, soit par un classement machine conforme aux normes NF EN 14083-1.

**COMMENTAIRES**

Concernant les bois français (résineux, feuillus et certaines essences guyanaises), la norme NF EN 1912 renvoie à la norme NF B 52-001.

La norme NF EN 338 est applicable directement dans un calcul aux eurocodes. La norme NF P 21-400 complète cet outil dans le cadre d'une justification aux règles CB 71 (NF P 21-701).

Pour un usage structurel dans le cadre du présent document, sont admis les bois massifs de classe de résistance minimale C18 pour les bois résineux (selon NF EN 338) ou D18 pour les bois feuillus. On considère pour ces derniers que les caractéristiques mécaniques inhérentes à ce classement D18 correspondent à celles du classement C18.

#### 4.2.2. • Bois Massifs Reconstitués (BMR) et Bois Lamellés collés (BLC)

Les éléments de bois massifs reconstitués et les bois lamellés collés sont conformes à la norme NF EN 14080.

#### 4.2.3. • Bois Massifs Aboutés (BMA)

Les bois de structure comportant des aboutages à entures multiples sont conformes à la norme NF EN 15497.

Le collage doit être de type structural, et doit résister à l'humidité en fonction de la classe de service de l'élément telle que défini par la norme NF EN 301.

Les opérations d'aboutage doivent faire l'objet d'un autocontrôle de fabrication par l'entrepreneur.

**COMMENTAIRE**

La marque de qualité CTB-AB, vaut la preuve de la conformité du produit aux exigences du présent document.

#### 4.2.4. • Lamibois (LVL)

Les poutres en LVL sont conformes à la norme NF EN 14374.

#### 4.2.5. • Autres éléments de structure

Les autres éléments de structure en barre destinés à supporter une toiture terrasse doivent faire l'objet d'une évaluation technique visant favorablement cette utilisation spécifique. Il peut s'agir par exemple des poutres en I.



## 4.3. • Éléments porteurs

### 4.3.1. • Généralités

Tous les panneaux à base de bois doivent être conformes à la norme NF EN 13986.

Ils sont présentés soit à bord droit, soit en dalles usinées sur deux ou quatre rives prêtes à l'emploi.

Pour les panneaux usinés, les dimensions à prendre en compte sont celles de l'élément visible après sa mise en œuvre (format utile). Ils peuvent être bruts, poncés ou revêtus.

Les panneaux à base de bois dans le cadre des dispositions constructives dans le présent document sont en classe de service 2 au sens de l'Eurocode 5.

### 4.3.2. • Bois massif

#### 4.3.2.1. • Choix de l'essence de bois

Toutes les essences admises en charpente (selon la NF B 52-001-1) sont utilisables pour les supports d'étanchéité.

#### 4.3.2.2. • Frises et planches pour pose dite « jointive »

Les frises et planches sont des sciages alignés parallèles de section rectangulaire. Elles sont corroyées au moins sur une face.

Le classement visuel doit être équivalent au moins à la classe ST-III de la norme NF B 52-001.

Leur épaisseur minimale est 18 mm pour les frises et 22 mm pour les planches, la tolérance d'épaisseur étant de  $\pm 1$  mm. Leur largeur minimale est 80 mm pour les frises et 120 mm pour les planches.

Dans tous les cas, la largeur maximale est 150 mm. Elles doivent être sèches à l'air à l'arrivée sur le chantier (humidité comprise entre 13 % et 17 %).

#### 4.3.2.3. • Lames à plancher et planches pour pose dite « bouvetée »

L'assemblage des planches et lames à plancher par rainure et languette permet de répartir les charges.

Les lames à planchers et planches sont des pièces de bois bouvetées sur leurs rives et éventuellement en bout, et rabotées au moins sur un parement. Leur largeur maximale est 150 mm.

Les lames à plancher en bois massif doivent être conformes à la norme NF EN 13226. Les lames à plancher avec languettes prises dans la masse ont une épaisseur de 23 mm (+ 0,1 / - 0,5 mm). L'humidité des lames à plancher doit être comprise entre 7 % et 15 % à l'arrivée sur le chantier.

Lorsque les lames à plancher ou planches sont apparentes, les rives de la face rabotée peuvent comporter un chanfrein. Dans ce cas, les autres dimensions définies par la norme NF EN 13226 ne s'appliquent pas.

Le classement visuel doit être équivalent au moins à la classe ST-II de la norme NF B 52-001.

Les planches en bois massif bouvetées ont une épaisseur au moins égale à 23 mm (avec une tolérance de  $\pm 0,2$  mm).

Leur bouvet et leur languette prise dans la masse auront un dimensionnement égal à celui des lames à parquet (voir NF EN 13226). L'humidité des planches bouvetées doit être comprise entre 7 % et 15 % à l'arrivée sur le chantier

### 4.3.3. • Panneaux contreplaqués

#### 4.3.3.1. • Définition

Les panneaux de contreplaqué sont définis dans la norme NF EN 313-2 et désignés dans la norme NF EN 313-1.

#### 4.3.3.2. • Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles sont données dans la norme NF EN 315.

#### 4.3.3.3. • Exigences

Les panneaux doivent satisfaire au minimum aux exigences de la norme NF EN 636, type EN 636-3 S.

#### 4.3.3.4. • Exigences complémentaires

Les portées des panneaux en fonction des charges et de leur épaisseur sont précisées dans le NF DTU 43-4 P1-1.

Dans le cas où ils sont destinés à être portés sur les quatre côtés, l'épaisseur minimale des panneaux de contreplaqué est fixée à 10 mm.

Dans le cas où les rives perpendiculaires aux appuis ne sont pas supportées, l'épaisseur minimale des panneaux de contreplaqué est fixée à 12 mm.

Jusqu'à 15 mm d'épaisseur, les panneaux contreplaqués doivent compter au minimum cinq plis. Au-delà, ils doivent compter au minimum sept plis.

**COMMENTAIRE**

La marque de qualité NF Extérieur CTB-X vaut la preuve de la conformité des panneaux contreplaqués aux exigences du présent document.

#### 4.3.4. • Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB)

##### 4.3.4.1. • Définition

Les panneaux OSB sont définis dans la norme NF EN 300.

##### 4.3.4.2. • Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles sont données dans la norme NF EN 300.

##### 4.3.4.3. • Exigences

Les panneaux OSB doivent satisfaire au minimum aux exigences de la norme NF EN 300, type OSB/3 ou OSB/4.

##### 4.3.4.4. • Exigences complémentaires

A épaisseur égale et à module d'élasticité longitudinal supérieur ou égal, les portées à retenir sont celles prévues pour les panneaux de particules dans le NF DTU 43-4 P1-1. Les panneaux OSB sont posés dans le sens de leur module d'élasticité le plus élevé.

L'épaisseur minimale des panneaux OSB est de 15 mm.

La longueur maximale des panneaux OSB est de 2500 mm. Leur largeur maximale est de 910 mm.

**COMMENTAIRE**

Les marques de qualité CTB-OSB 3 et CTB-OSB 4 valent la preuve de la conformité des panneaux OSB aux exigences du présent document.

#### 4.3.5. • Panneaux de particules

##### 4.3.5.1. • Définition

Les panneaux de particules sont définis dans la norme NF EN 309.

##### 4.3.5.2. • Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles sont données dans la norme NF EN 312.







#### 4.3.5.3. • Exigences

Les panneaux doivent satisfaire au minimum aux exigences de la norme NF EN 312 type P5 ou P7.

#### 4.3.5.4. • Exigences complémentaires

Les portées des panneaux en fonction des charges et de leur épaisseur sont précisées dans le NF DTU 43-4 P1-1.

L'épaisseur minimale des panneaux de particules est fixée à 18 mm.

#### COMMENTAIRE

La marque de qualité CTB-H vaut la preuve de la conformité des panneaux de particules aux exigences du présent document.

### 4.4. • Durabilité des bois massifs et des panneaux à base de bois

#### 4.4.1. • Bois massif

Les éléments en bois massif mis en œuvre conformément aux prescriptions du présent document sont en classe d'emploi 2. Les éléments en bois massifs doivent donc avoir une durabilité naturelle ou conférée permettant leur utilisation en classe d'emploi 2.

#### COMMENTAIRE

La marque de qualité CTB-B+, vaut la preuve de la conformité du produit aux exigences du présent document (classe d'emploi 2 et termites)

#### 4.4.2. • Panneaux à base de bois

Les panneaux décrits au chapitre (cf. 4.3) ci-dessus ont une durabilité suffisante par rapport à leur utilisation dans le cadre du domaine d'application du présent document.

En zones termitées, ces éléments porteurs doivent également posséder une durabilité naturelle ou conférée vis-à-vis des termites.

#### COMMENTAIRE

La marque de qualité CTB-B+, vaut la preuve de la conformité du produit aux exigences du présent document (termites)



## 4.5. • Membranes d'étanchéité

### 4.5.1. • Feuilles de bitume modifié par élastomères SBS

Les feuilles, relevant de la norme NF EN 13707 sont conformes aux Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application du revêtement d'étanchéité considéré.

Elles sont définies par leur épaisseur minimale et leur armature :

- VV : voile de verre ;
- R3 : armature spécifique permettant au revêtement bicouche associant la feuille à une feuille de bitume modifié par élastomère SBS d'épaisseur 2 mm avec armature VV d'obtenir le classement I3 (classement F.I.T. ) ;
- R4 : armature spécifique permettant au revêtement bicouche associant la feuille à une feuille de bitume modifié par élastomère SBS d'épaisseur 2 mm avec armature VV d'obtenir le classement I4 (classement F.I.T. )

### 4.5.2. • Feuilles souples plastiques et élastomères

Les feuilles relevant de la norme NF EN 13956 sont conformes aux Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application du revêtement d'étanchéité considéré.

## 4.6. • Membranes pare-vapeur

### 4.6.1. • Feuilles à base de bitume

Feuille en bitume modifié par élastomère SBS (BE 25 VV 50).

Cette feuille, relevant de la norme NF EN 13970, est conforme aux spécifications indiquées dans un Avis Technique ou Document Technique d'Application de revêtement d'étanchéité.

Elle présente les caractéristiques suivantes :

- épaisseur minimale 2,5 mm ;
- armature voile de verre de 50 g/m<sup>2</sup> minimum.

Dans le cas de pare-vapeur collé à l'EAC, les deux faces sont grésées.

## 4.6.2. • Feuilles plastiques et élastomères

Ces pare-vapeur sont souples.

Ils sont conformes à la NF EN 13984 et sont choisis conformément aux prescriptions du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité utilisé.

## 4.7. • Matériaux d'isolation.

### 4.7.1. • Panneaux isolants thermiques support d'étanchéité

Les isolants manufacturés couramment utilisés comme supports d'étanchéité de toiture sur éléments porteurs en bois sont :

- À base de fibres minérales :
  - laine de roche
  - laine de verre
- À base de plastiques cellulaires :
  - polyuréthane parementé
  - polyisocyanurate parementé
  - polystyrène expansé
- À base de matériau végétal :
  - liège aggloméré expansé
- Divers :
  - perlite expansée
  - verre cellulaire.

Ces matériaux relèvent :

- de la normalisation pour les panneaux à base de liège aggloméré expansé pur (NF EN 13170) et sont conformes à la norme NF B 57-054, les épaisseurs retenues étant au minimum 30 mm et au maximum 80 mm ;
- de l'Avis Technique ou du Document Technique d'Application pour les autres panneaux isolants, ainsi que des normes suivantes :
  - Laine minérale : NF EN 13162
  - Polyuréthane et polyisocyanurate : NF EN 13165
  - Polystyrène expansé : NF EN 13163
  - Perlite : NF EN 13169
  - Verre cellulaire : NF EN 13167



## 4.7.2. • Matériaux isolants sous l'élément porteur

### 4.7.2.1. • Prescriptions communes à tous les isolants intérieurs

Pour une mise en œuvre optimale entre éléments de structure en bois (tasseaux, solives ou chevrons) les isolants utilisés en doublage intérieur doivent être semi-rigides.

Ces isolants ne sont soumis à aucune charge excepté leur poids propre.

#### Critère de rigidité minimale :

La déviation sous poids propre d'un isolant par mesure de la déviation (D) d'un pas de 0,35 m d'une éprouvette dépassant d'un support ne doit pas être supérieure à 0,12 m.

#### COMMENTAIRE

Ce critère de semi-rigidité est visé par le certificat ACERMI (niveau L2 des isolants plastiques, niveau « semi-rigide » pour les isolants à base de laine minérale).

### 4.7.2.2. • Spécifications pour les isolants à base de laine minérale

Les isolants à base de laine minérale sont définis par la norme NF EN 13162 et sont :

- de classe d'absorption d'eau WS (< 1 kg/m<sup>2</sup>)
- de classe d'épaisseur T2 (déterminé selon EN 823, méthode B1, 50 Pa)
- de niveau de résistivité au passage d'air AFr 5 (déterminé selon EN 29053)

#### COMMENTAIRE

La certification ACERMI atteste de ces exigences.

### 4.7.2.3. • Autres matériaux isolants

Tout autre type d'isolant utilisé sous l'élément porteur doit faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant favorablement son emploi entre éléments d'ossature en bois conformes au DTU 31.2.

Le présent document ne vise pas les compléments d'isolation dits « Produits Minces Réfléchissants » (PMR).

# Conception des toitures terrasses

---

# 5

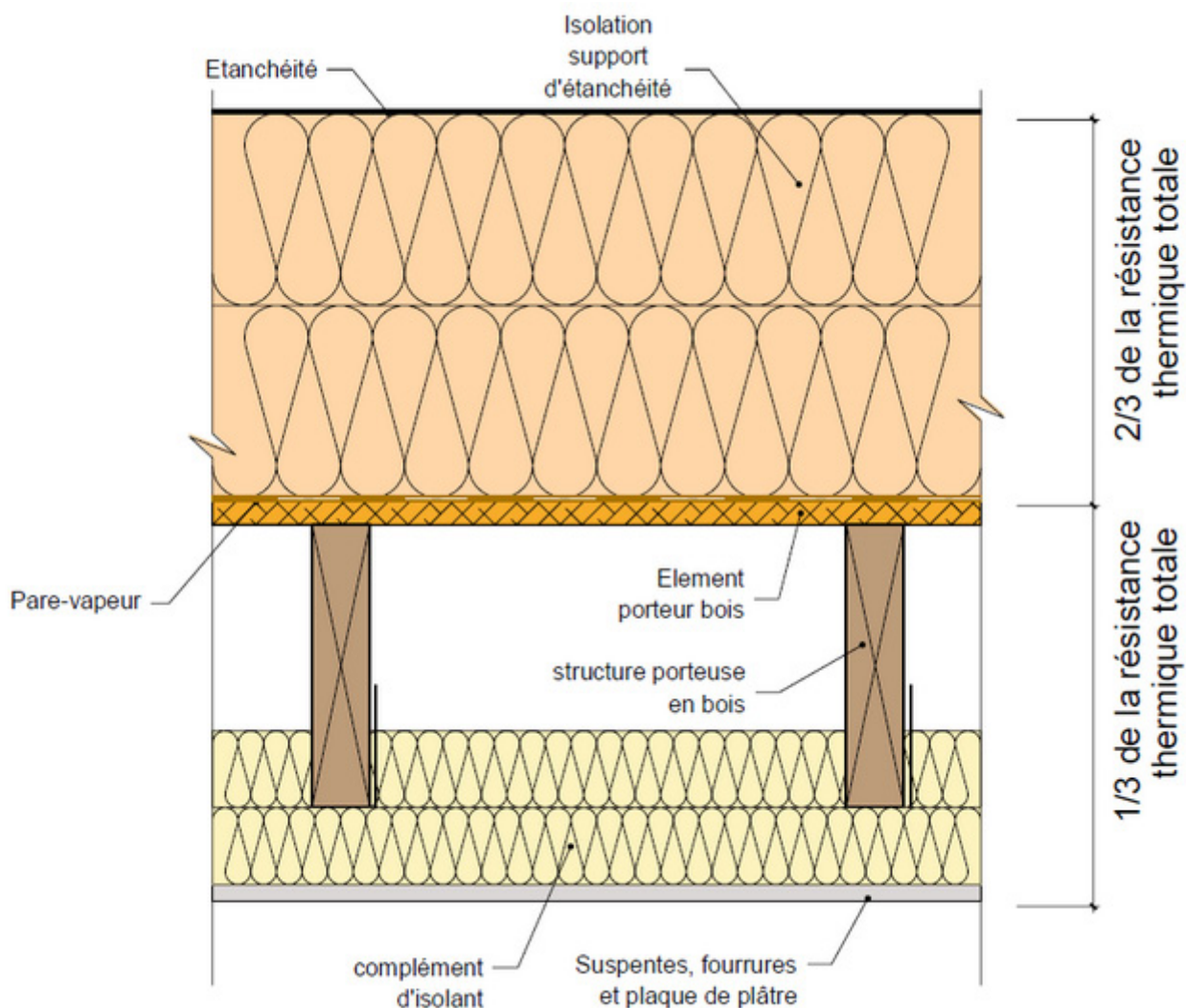


## 5.1. • Préambule

Les prescriptions mentionnées dans le présent chapitre sont issues de l'analyse de simulations numériques sur les transferts de températures et d'humidité, pour des parois comprises dans le domaine d'application des présentes Recommandations Professionnelles.

## 5.2. • Paroi type

Le pare-vapeur est positionné sur l'élément porteur à base de bois. L'isolant support d'étanchéité est mis en œuvre au-dessus du pare-vapeur. Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre sur cet isolant. Le complément d'isolation semi-rigide est positionné entre solives ou sous les solives. La résistance thermique de ce complément est limitée selon les prescriptions du chapitre 5.3 ci-dessous.



▲ Figure 1 : Exemple de paroi type

### COMMENTAIRE

Les éléments d'assemblage du complexe d'étanchéité sur l'élément porteur et/ou la protection lourde éventuelle ne sont pas représentés sur ce schéma.



**Il ne doit pas y avoir de pare-vapeur positionné sous le complément d'isolation intérieur**

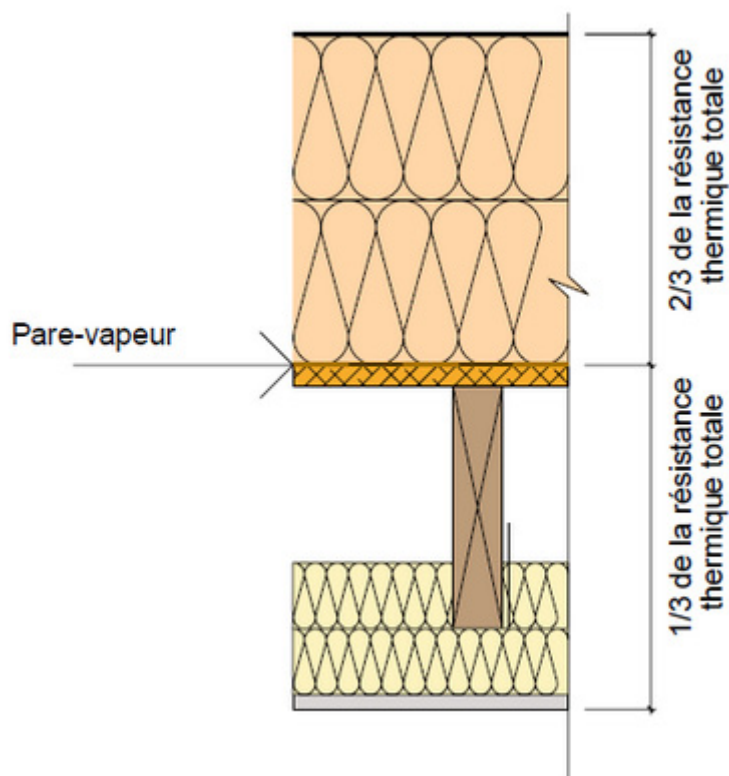
## 5.3. • Limitation de l'épaisseur de l'isolant positionné en sous-face de l'élément porteur

### 5.3.1. • Généralités

La règle dite des « 2/3-1/3 » (par rapport au pare-vapeur) peut être appliquée pour les toitures terrasses avec étanchéité.



L'épaisseur de l'isolant de doublage intérieur est limitée de façon à ce que la résistance thermique de cet isolant, du revêtement de plafond de l'élément porteur et de la lame d'air éventuelle, non ventilée sous l'élément porteur soit toujours inférieure à la moitié de celle de l'isolant support d'étanchéité.



▲ Figure 2 : Principe de la règle des 2/3 – 1/3

### 5.3.2. • Propriétés thermiques des matériaux pour une vérification simplifiée de la règle des « 2/3-1/3 »

#### Résistance thermique d'une lame d'air non ventilée (flux ascendant)

Épaisseur de la lame d'air (mm)	Résistance thermique (m <sup>2</sup> .K/W)
0	0,00
5	0,11
7	0,13
10	0,15
15 et jusqu'à 300 mm	0,16

Note : Au-delà de 15 mm, la résistance thermique, en raison du phénomène de convection, n'augmente plus.

▲ Tableau 1 : Résistance thermique d'une lame d'air non ventilée



## Résistance thermique de l'élément porteur et de l'isolant

La résistance thermique  $R$  en  $m^2.K/W$  est calculée à partir de la conductivité thermique  $\lambda$  en  $W/m.K$  du produit, communiquée par le fabricant et l'épaisseur  $e$  en mètres de celui-ci, tel que :  $R = \lambda / e$

### COMMENTAIRES

La conductivité thermique des isolants doit être certifiée (ACERMI)

La conductivité thermique des panneaux à base bois est soit certifiée soit prise égale à 0,15 pour les contreplaqués et les panneaux de particules et 0,13 pour les OSB.

La conductivité thermique du bois massif est prise égale à 0,13

La conductivité thermique des plaques de plâtre est prise égale à 0,25

La résistance thermique des membranes est négligeable.

La résistance thermique totale est obtenue en faisant la somme de la résistance thermique de chaque « couche » de la paroi.

On doit donc avoir, par exemple pour la paroi type présentée sur la (Figure 1) ci-dessus :

$$R_{\text{isolant support d'étanchéité}} \geq 2 \times (R_{\text{plaque de plâtre}} + R_{\text{isolant de doublage}} + R_{\text{lame d'air non ventilée}} + R_{\text{élément porteur}})$$



# Allotissement et ordonnancement des travaux selon le type de toiture

---

# 6

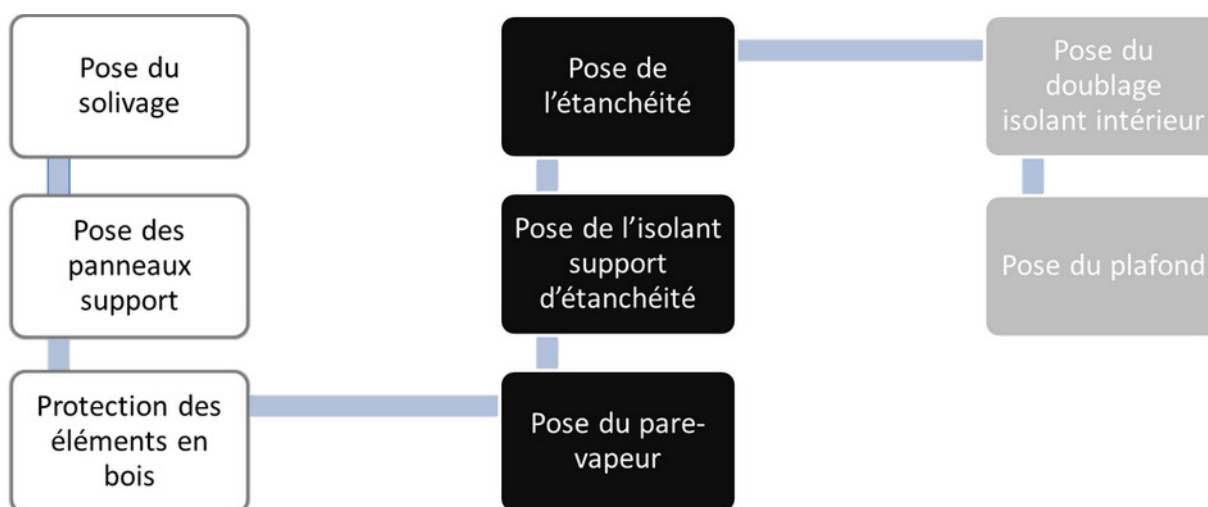


## 6.1. • Allotissement

L'allotissement des travaux est réalisé conformément aux prescriptions de la partie 2 (CCS) du NF DTU 43.4 avec les spécifications suivantes :

- La fourniture et la mise en œuvre des éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois est prévue dans le lot « charpente – ossature bois ».
- La protection aux intempéries des éléments en bois ou à base de bois, avant le début de l'intervention du lot « étanchéité », est prévue dans le lot « charpente – ossature bois ».
- La protection aux intempéries des éléments en bois ou à base de bois après le démarrage des travaux relevant du lot « étanchéité » est prévue dans le lot « étanchéité ».
- La fourniture et la mise en œuvre du plafond et de l'éventuel isolant de doublage porté par le plafond peut relever d'un autre lot.

## 6.2. • Ordonnancement



 Lot « charpente et ossature bois »

 Lot « Etanchéité »

 Autres lots

▲ Figure 3 : Ordonnancement type des travaux

### COMMENTAIRE

La protection lourde, lorsqu'elle est prévue, est mise en œuvre par le titulaire du lot « étanchéité »



**Tout changement de la nature ou de l'épaisseur des isolants (supports d'étanchéité ou complément en sous-face) doit faire l'objet d'une nouvelle vérification de la règle des 2/3-1/3**

# Traitements de points singuliers spécifiques aux jonctions avec des murs à ossature bois

# 7



**Les points singuliers tels que les traversées de parois spécifiques aux travaux d'étanchéité et pouvant présenter des risques de condensation superficielle ne sont pas traités dans le présent document.**

## 7.1. • Liaison avec les murs à ossature bois

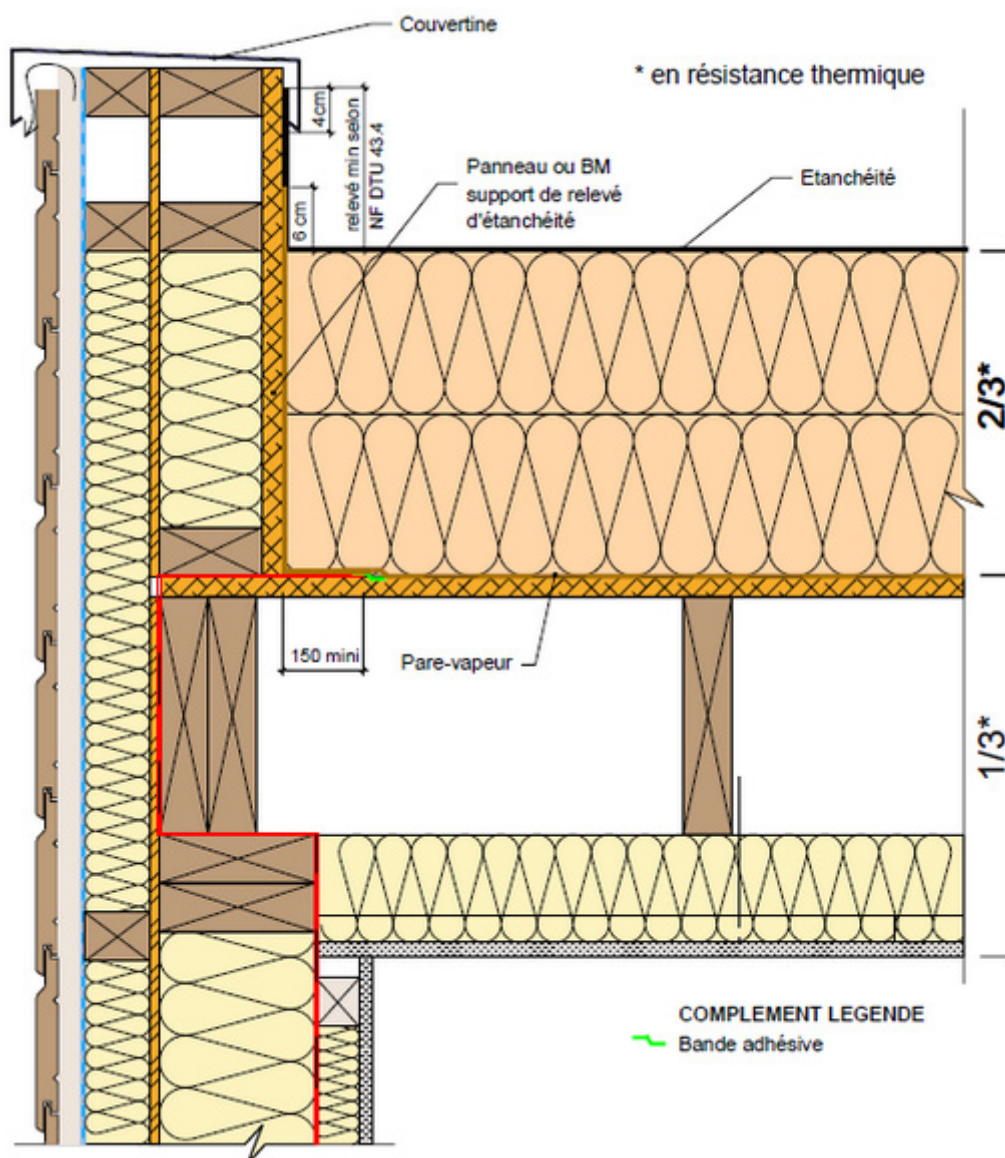
### 7.1.1. • Planchers sur lisse haute

La structure porteuse de la toiture s'appuie sur la lisse haute de chaînage des murs à ossature bois.

L'élément porteur file sous l'acrotère jusqu'au droit du voile de contreventement du mur à ossature bois.

Le pare-vapeur du mur à ossature bois peut, selon le type de mur à ossature bois conforme au NF DTU 31.2 :

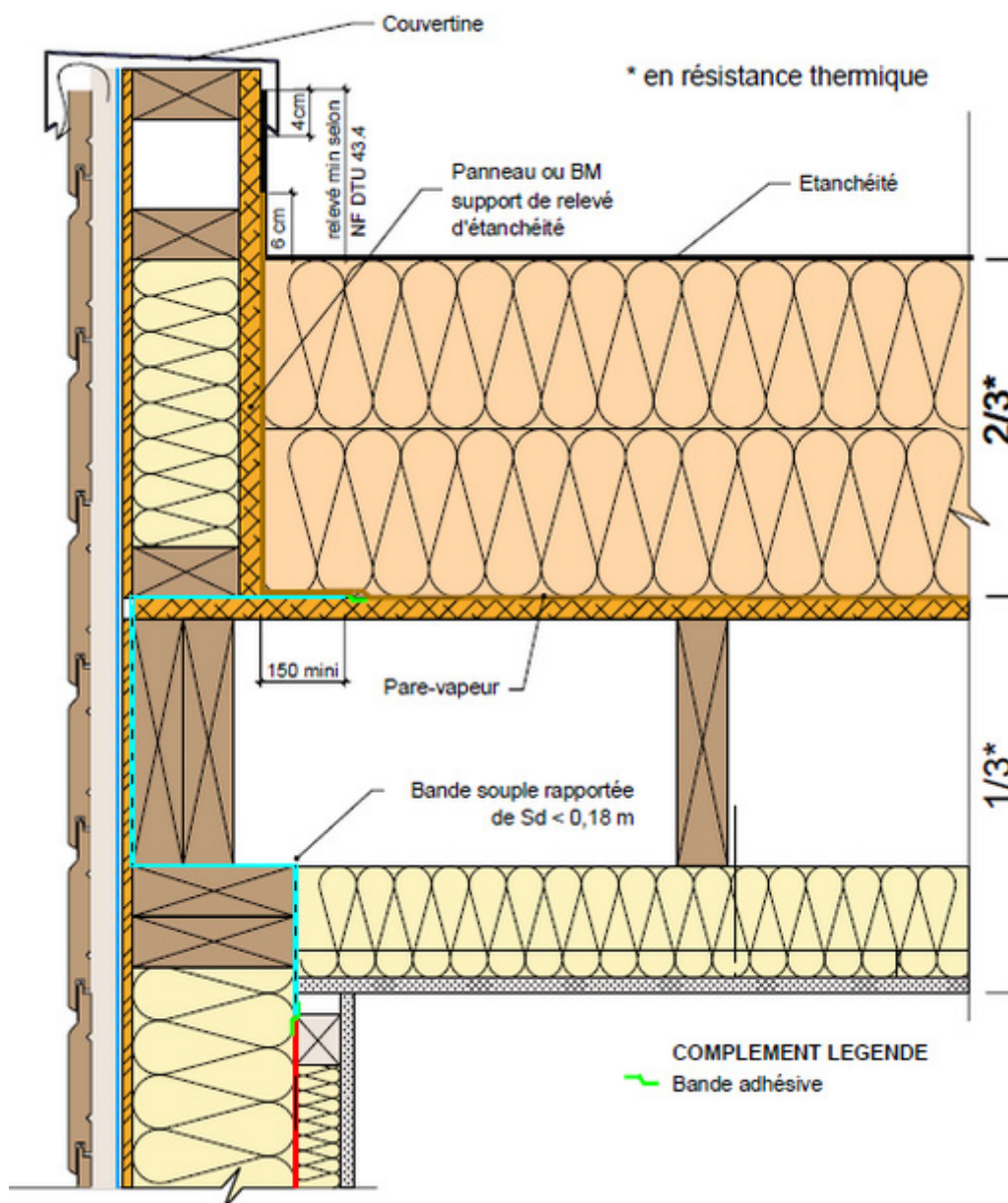
- Suivre le solivage vers l'extérieur et être rabattu et collé au ruban adhésif sur l'élément porteur dans le cas où un doublage extérieur est présent sur le mur à ossature bois



▲ Figure 4 : Prolongement du pare-vapeur

Un recouvrement du pare-vapeur du mur avec le pare-vapeur de toiture doit être prévu sur 15 cm minimum

- Être interrompu au niveau de la lisse haute du mur, ponté au ruban adhésif et remplacé par un film souple ayant une résistance à la diffusion de vapeur telle que sa valeur  $S_d$  soit inférieure ou égale à 0,18 m. Ce film souple étant posé suivant les indications de l'alinéa ci-dessus.



▲ Figure 5 : Bande de film souple rapportée

Un recouvrement de la bande souple rapportée du mur avec le pare-vapeur de toiture doit être prévu sur 15 cm minimum.



**Des dispositions sont prises pour ne pas endommager le retour de pare-vapeur ou de la bande d'étanchéité à air lors de la mise en œuvre du pare-vapeur utilisé en toiture, notamment lorsque ce vernier est en bitume élastomère soudé au chalumeau.**

**Ces dispositions sont décrites dans les Avis Techniques ou DTA du revêtement d'étanchéité.**

Le mur d'acrotère est rempli d'un isolant identique à celui du mur porteur sur une hauteur au moins égale à l'épaisseur d'isolant support d'étanchéité.



Le mur d'acrotère reçoit sur sa face intérieure du bois massif ou un panneau contreplaqué (type NF Extérieur CTB-X) conforme au NF DTU 43.4 faisant office de support de relevé d'étanchéité.

Il y a au moins 6 cm de chevauchement entre le relevé de pare-vapeur et le relevé d'étanchéité.

La pente de la couverture métallique sur le dessus de l'acrotère doit être orientée vers l'intérieur de la toiture (pente minimale de 5%).

### 7.1.2. • Planchers sur muraille

Le mur extérieur est filant et présente une « sur-hauteur » constituant l'acrotère.

Le pare-vapeur du mur à ossature bois est filant jusqu'au niveau de l'élément porteur + 20 cm.

Une solive de rive (muraille) est liaisonnée aux murs à ossature bois et reçoit le solivage de la toiture terrasse.

L'élément porteur est lui-même fixé à la muraille.

Le pare-vapeur est rabattu et collé au ruban adhésif sur la surface de l'élément porteur.

La dépassée d'acrotère est remplie d'un isolant identique à celui du mur porteur sur une hauteur au moins égale à l'épaisseur d'isolant support d'étanchéité.

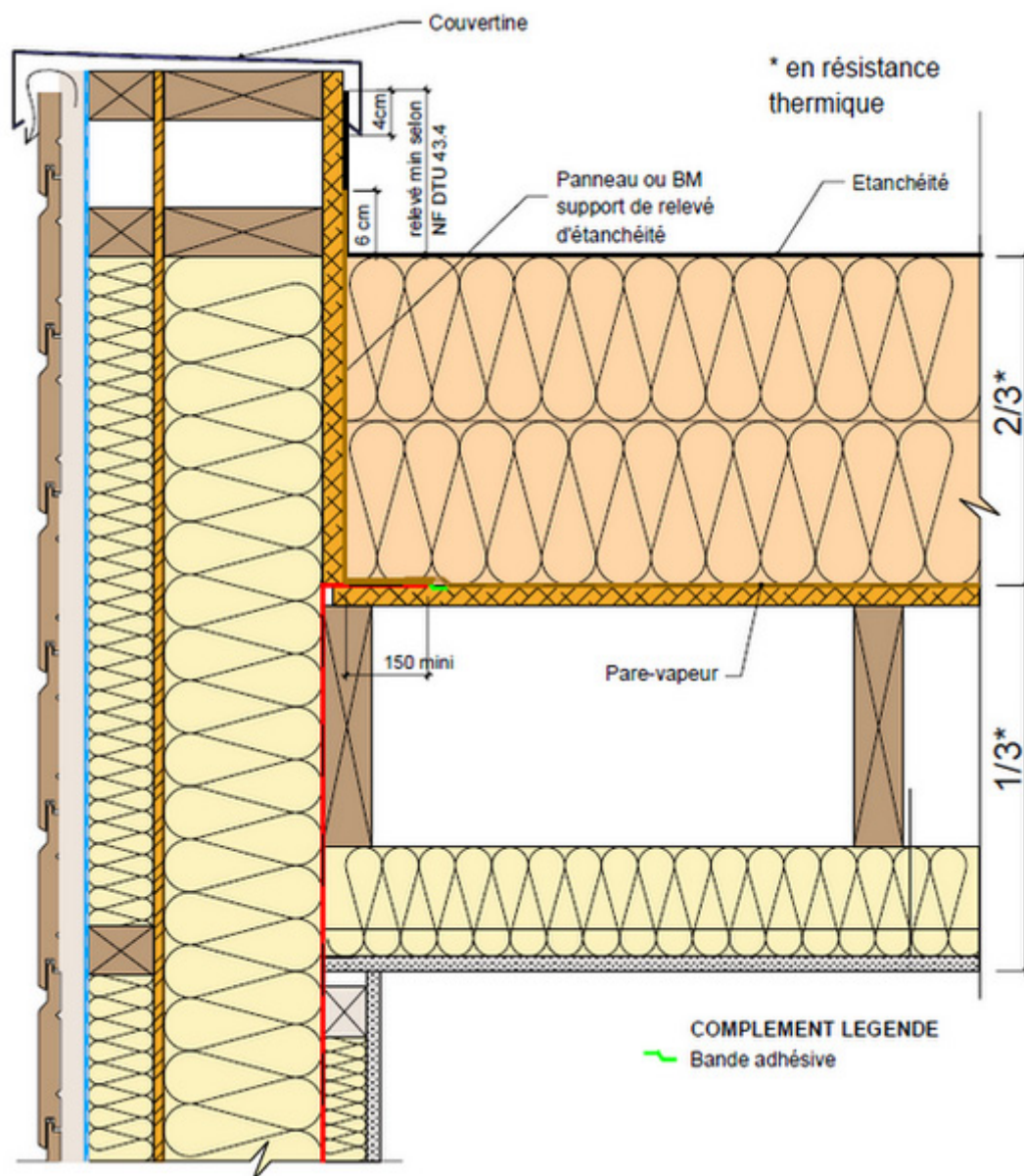
La dépassée d'acrotère reçoit sur sa face intérieure du bois massif ou un panneau contreplaqué (type NF Extérieur CTB-X) conforme au DTU 43.4 faisant office de support de relevé d'étanchéité.

Il y a au moins 6 cm de chevauchement entre le relevé de pare-vapeur et le relevé d'étanchéité.

La pente de la couverture métallique sur le dessus de l'acrotère doit être orientée vers l'intérieur de la toiture (pente minimale de 5%).

Un recouvrement du pare-vapeur du mur avec le pare-vapeur de toiture doit être prévu sur 15 cm minimum.





▲ Figure 6 : Liaison mur / toiture dans le cas d'un plancher haut sur muraillère

## 7.2. • Liaison entre une toiture terrasse non accessible et un mur extérieur en relevé

Ce cas de figure n'est admissible que si le bardage est étanche à l'eau (de type XIV).

Les charges du mur extérieur en relevé doivent être retransmises aux fondations ou aux étages inférieurs, par l'intermédiaire d'un mur porteur ou d'une structure poteau-poutre justifiée mécaniquement.

Des éléments en bois massif ou un panneau contreplaqué (type NF Extérieur CTB-X) est fixé, **en complément du voile de contreventement**, côté extérieur. Cela fait office de support de relevé d'étanchéité, conformément au NF DTU 43.4.

Il y a au moins 6 cm de chevauchement entre le relevé de pare-vapeur et le relevé d'étanchéité.

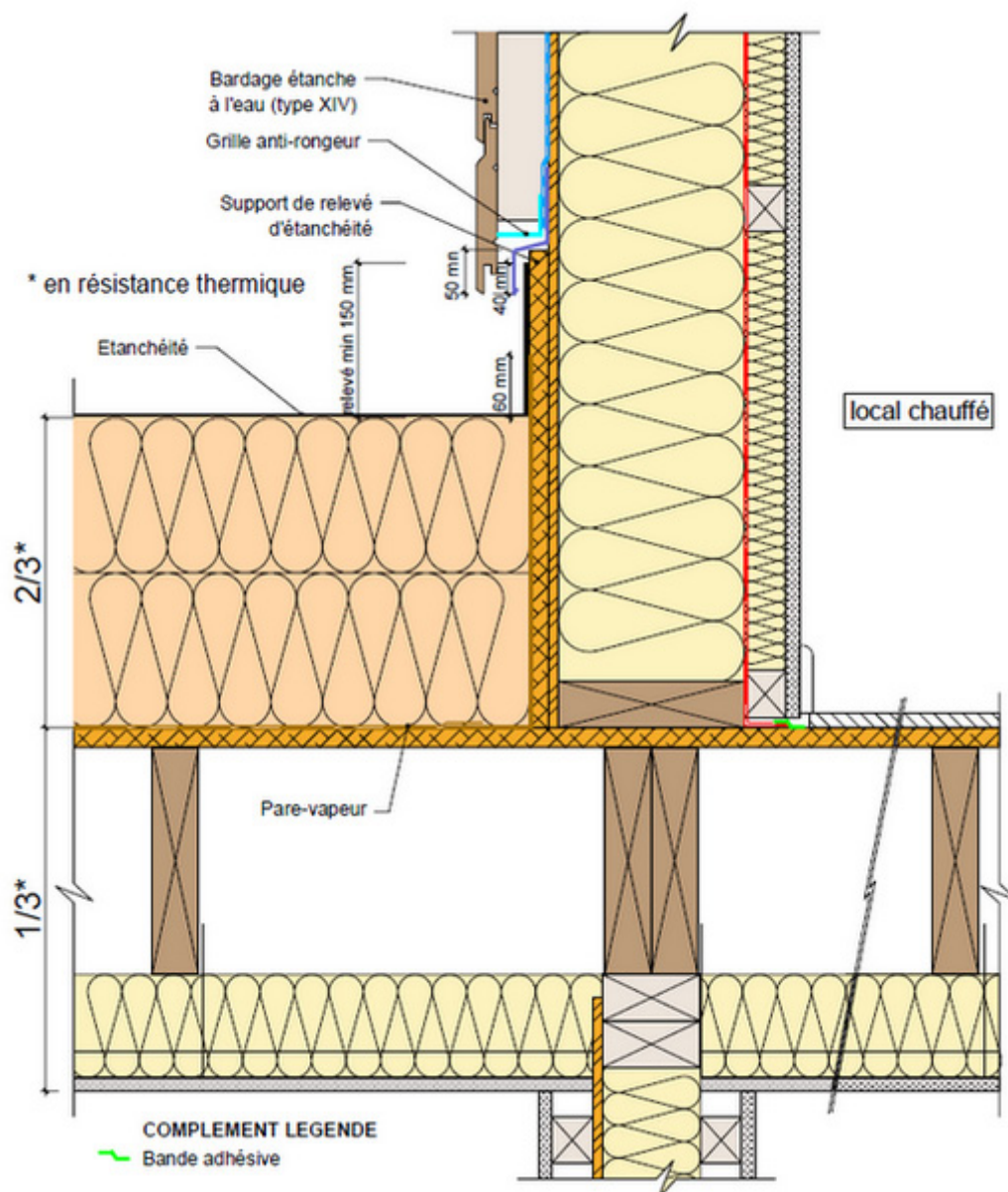


Une bavette métallique, également conforme au NF DTU 43.4, rejette les eaux de ruissellement de la façade au-delà du relevé d'étanchéité.

## COMMENTAIRES

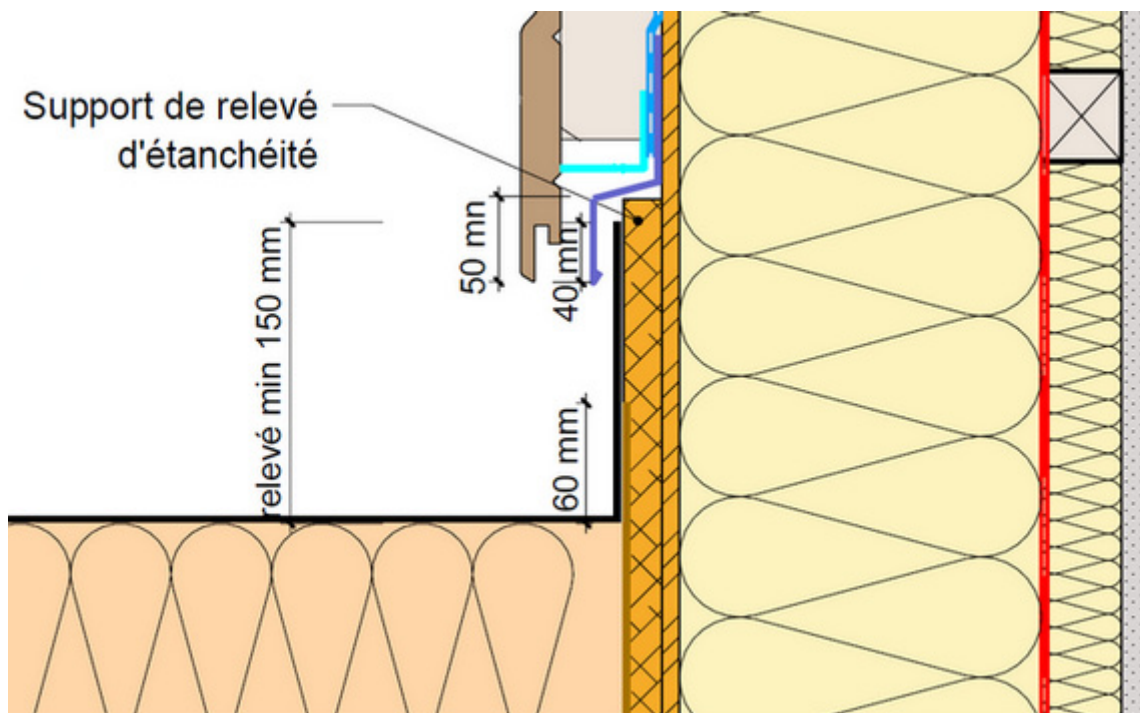
Pour des bardages non étanches à l'eau, cette bavette métallique doit faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document technique d'Application.

Ce type de liaison, pour éviter tout risque de condensation, nécessite d'utiliser pour le mur à ossature bois une membrane pare-vapeur dont la valeur Sd est supérieure ou égale à 90 m.



▲ Figure 7 : Liaison toiture / mur extérieur en relevé





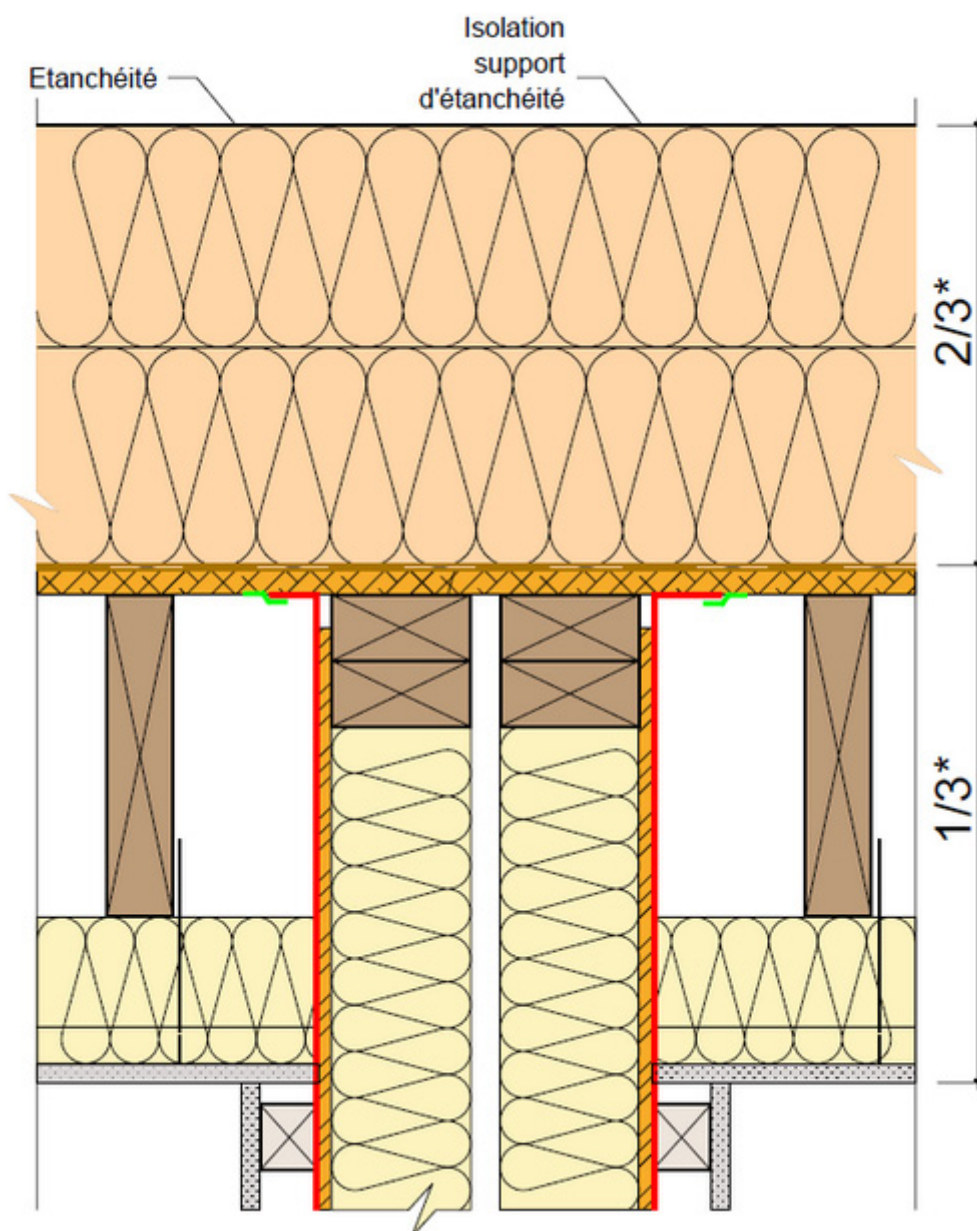
▲ Figure 8 : Liaison toiture / mur extérieur en relevé (détail)

### 7.3. • Liaison entre une toiture terrasse et un mur intérieur porteur

L'élément porteur ne doit pas être interrompu par le mur porteur intérieur (simple ossature ou double ossature). La continuité du support, du pare-vapeur, de l'isolant et de l'étanchéité est donc assurée.



\* en résistance thermique



▲ Figure 9 : Liaison mur intérieur / toiture

# Performance thermique des toitures terrasses



## 8.1. • Hypothèses de calcul

Les valeurs de conductivité thermique des différents matériaux composant les parois sont celles mentionnées dans la Réglementation Thermique 2012 – Fascicule 2 – Matériaux – des Règles Th-U.

La conductivité thermique du bois est prise égale à 0,11 W/m.K.

La section des éléments de structure de la toiture est prise égale à 45mm x 220 mm, leur entraxe étant de 400 mm.

Les lames d'air sont considérées comme non ventilées.

La conductivité thermique des isolants est la même pour toutes les couches d'une même paroi.

## 8.2. • Parois en partie courante



**Les valeurs Up et R figurant dans le présent chapitre sont données à titre indicatif.**

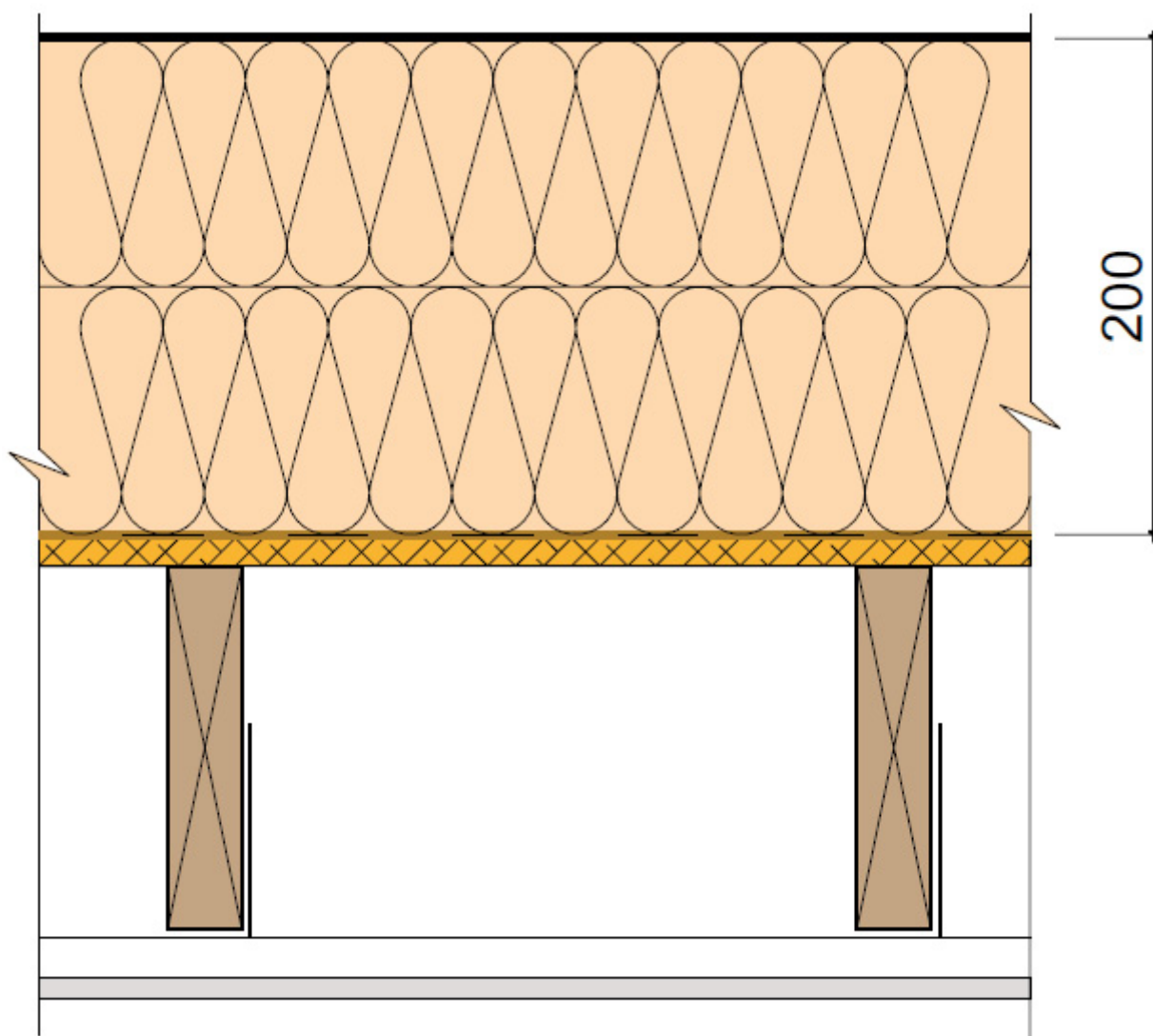
**La performance thermique des parois de toitures chaudes doit être évaluée au cas par cas en tenant compte notamment des remarques ci-dessous :**

**– L'épaisseur maximale du ou des lits de panneaux isolants est variable en fonction de la nature des produits utilisés comme support d'étanchéité.**

– La présence de fixations dans l'isolant, lorsque celui-ci est fixé mécaniquement, va créer des ponts thermiques ponctuels, ne pouvant être négligés.

Les Avis Techniques et Documents techniques d'Application dont relèvent ces isolants et les membranes d'étanchéité apportent des indications sur le calcul thermique à réaliser.

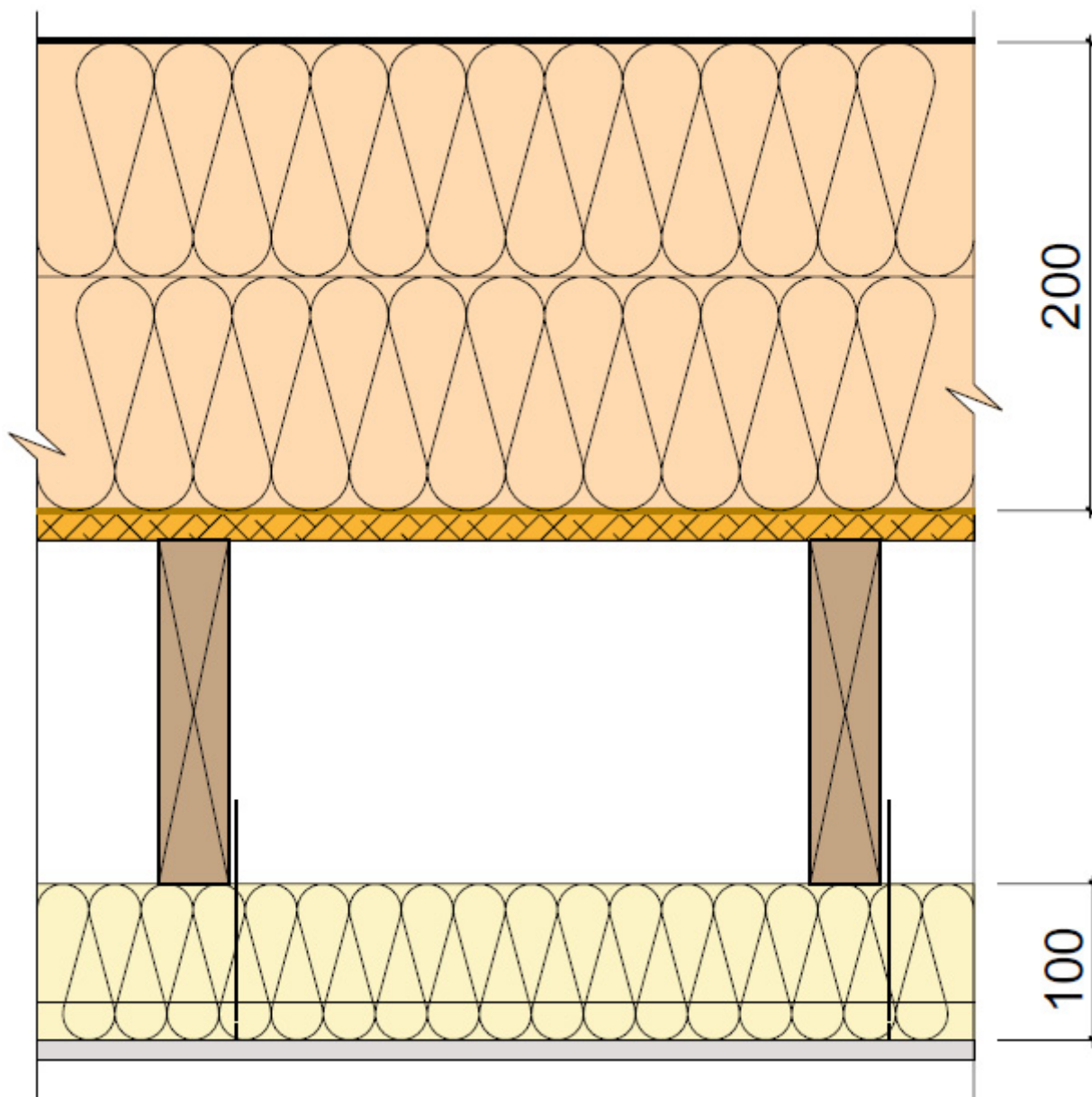
## Avec 200 mm d'isolant au-dessus de l'élément porteur



$\lambda$ de l'isolant W/m.K	$U_p$ W/m <sup>2</sup> .K	R m <sup>2</sup> .K/W
0,032	0,148	6,62
0,038	0,174	5,61
0,041	0,186	5,24

▲ Tableau 2 : Transmission surfacique  $U_p$  et Résistance thermique R selon la conductivité thermique de l'isolant

## Avec 200 mm d'isolant au-dessus de l'élément porteur et un complément intérieur de 100 mm.



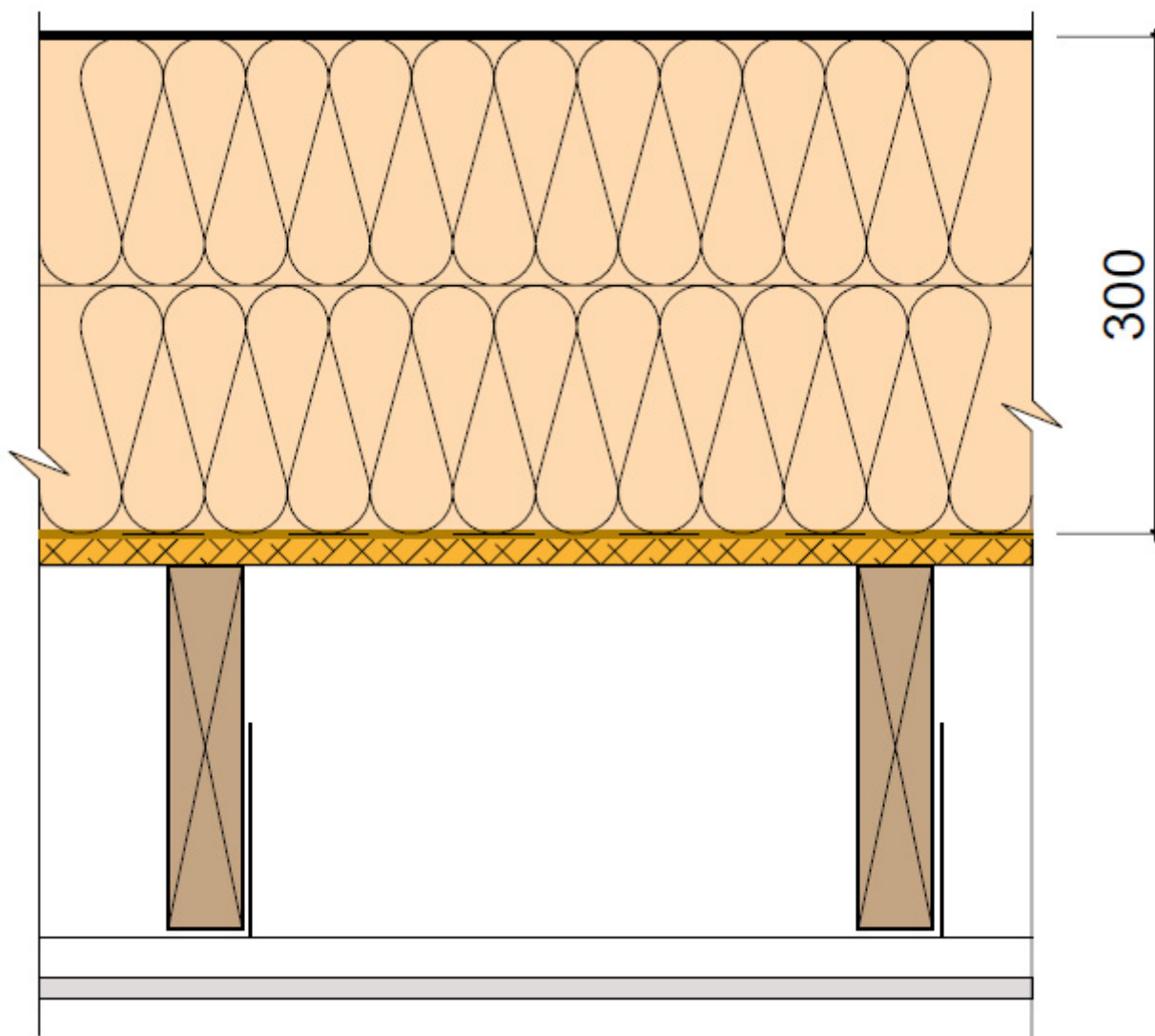
$\lambda$ de l'isolant W/m.K	$U_p$ W/m <sup>2</sup> .K	R m <sup>2</sup> .K/W
<b>0,032</b>	0,101	9,76
<b>0,038</b>	0,119	8,26
<b>0,041</b>	0,128	7,67

▲ **Tableau 3** : Transmission surfacique  $U_p$  et Résistance thermique R selon la conductivité thermique de l'isolant





## Avec 300 mm d'isolant au-dessus de l'élément porteur

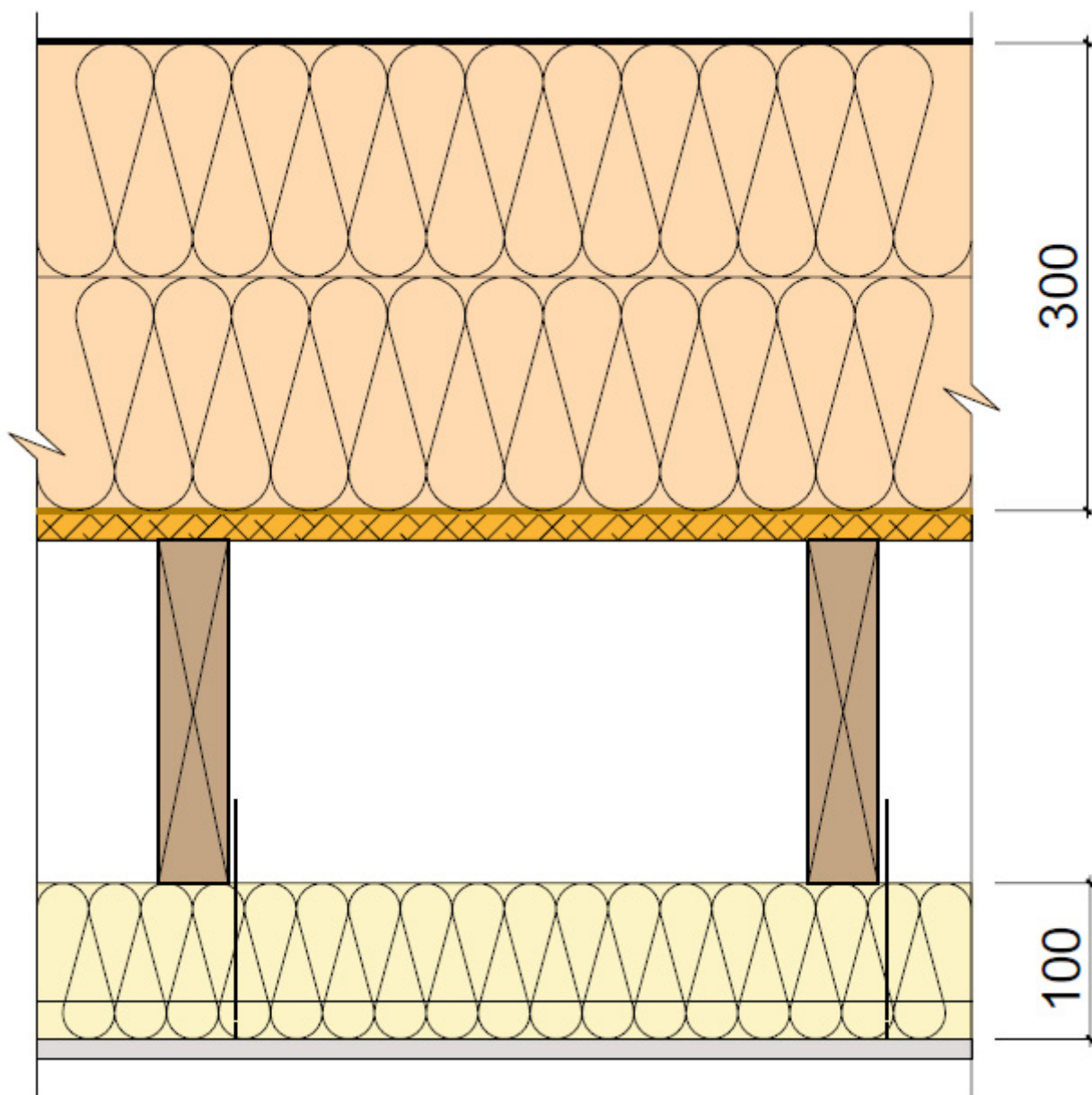


$\lambda$ de l'isolant W/m.K	$U_p$ W/m <sup>2</sup> .K	R m <sup>2</sup> .K/W
<b>0,032</b>	0,101	9,76
<b>0,038</b>	0,119	8,26
<b>0,041</b>	0,128	7,67

▲ Tableau 4 : Transmission surfacique  $U_p$  et Résistance thermique R selon la conductivité thermique de l'isolant



## Avec 300 mm d'isolant au-dessus de l'élément porteur et un complément intérieur de 100 mm.



$\lambda$ de l'isolant W/m.K	$U_p$ W/m <sup>2</sup> .K	R m <sup>2</sup> .K/W
0,032	0,077	12,85
0,038	0,091	10,85
0,041	0,097	10,17

▲ Tableau 5 : Transmission surfacique  $U_p$  et Résistance thermique R selon la conductivité thermique de l'isolant

### 8.3. • Ponts thermiques linéiques $\psi$

Les valeurs seront prochainement disponibles sur le site :

[www.catalogue-construction-bois.fr](http://www.catalogue-construction-bois.fr)

## PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.





# RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

## ISOLATION THERMIQUE DES SOUS-FACES DES TOITURES CHAUDES À ÉLÉMENT PORTEUR EN BOIS RELEVANT DU NF DTU 43.4

JUILLET 2014

NEUF

La solution dite « **toiture chaude** » décrite dans le NF DTU 43.4 comprend un isolant de forte densité positionné au-dessus d'un élément porteur en bois ou à base de bois, et servant de support pour la nappe d'étanchéité.

Avec des exigences de performances thermiques des ouvrages plus élevées, l'épaississement de l'isolation est généralisé. Cet épaississement de l'isolation par isolant rigide rapporté par le dessus a ses limites. Ces Recommandations Professionnelles abordent ainsi un cas de toitures chaudes dérogeant au DTU 43.4 par un apport d'isolant de doublage, côté intérieur par rapport au pare-vapeur, lui-même positionné dans ce cas au-dessus du panneau porteur.

Pour que la paroi ne présente pas de risque de condensation, la résistance thermique de ce complément est limitée.

La règle dite des « 2/3-1/3 » (par rapport au pare-vapeur) peut être appliquée pour les toitures avec étanchéité.

L'épaisseur de l'isolant de doublage intérieur est limitée de façon à ce que la résistance thermique de cet isolant, du revêtement de plafond de l'élément porteur et de la lame d'air éventuelle, non ventilée sous l'élément porteur soit toujours inférieure à la moitié de celle de l'isolant support d'étanchéité.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

### « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

