



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)

GUIDE

**TOITURES-TERRASSES EN BOIS  
ISOLÉES INTÉGRALEMENT SOUS  
L'ÉLÉMENT PORTEUR**

CONCEPTION

AOÛT 2014

NEUF

# ÉDITO

**L**e 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>

# AVERTISSEMENT



L'attention est attirée sur le domaine d'emploi de ce guide qui concerne la maison individuelle ou son extension.

Les techniques d'isolation des toitures terrasses avec éléments porteurs en bois à privilégier sont celles décrites dans le NF DTU 43.4 et dans les Recommandations Professionnelles RAGE 2012 « Isolation thermique des sous-faces des toitures chaudes à élément porteur en bois relevant du NF DTU 43.4 ».

Ce guide décrit une technique non traditionnelle qui demande un choix précis des matériaux et une mise en œuvre soignée.

Le choix des matériaux et notamment celui du pare-vapeur et de la membrane d'étanchéité synthétique est un point critique pour une conception d'un ouvrage pérenne. Il convient à l'entreprise de vérifier auprès de son fournisseur la valeur du Sd des matériaux, voire de lui demander des éléments de preuve de cette valeur (engagement de l'industriel, certificat établi par un labo tiers, ...)

Il convient également de respecter toutes les exigences de mise en œuvre spécifiées dans ce guide.



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)

# Sommaire

<b>1 - Domaine d'application du présent guide .....</b>	<b>7</b>
<b>2 - Termes et définitions .....</b>	<b>9</b>
2.1. • Structure porteuse .....	9
2.2. • Éléments porteurs.....	9
2.3. • Pare-vapeur .....	9
2.4. • Isolation thermique.....	9
2.5. • Revêtement d'étanchéité.....	10
2.6. • Couche d'indépendance .....	10
2.7. • Protection et autoprotection .....	10
2.7.1. • Protection lourde .....	10
2.7.2. • 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 porteurs.....	13
4.3. • Éléments porteurs.....	14
4.3.1. • Généralités.....	14
4.3.2. • Panneaux contreplaqués.....	14
4.3.3. • Panneaux de lamelles minces, longues et orientées (OSB).....	15
4.3.4. • Panneaux de particules .....	16
4.4. • Durabilité des bois ou des matériaux à base de bois .....	16
4.4.1. • Bois massif .....	16
4.4.2. • Panneaux à base de bois.....	16
4.5. • Membranes d'étanchéité en feuilles souples plastiques et élastomères.....	17
4.6. • Membranes pare-vapeur plastiques et élastomères .....	17
4.7. • Matériaux d'isolation.....	18
4.7.1. • Prescriptions communes à tous les matériaux .....	18
4.7.2. • Spécifications pour les isolants à base de laine minérale .....	18
4.7.3. • Autres matériaux isolants.....	19



<b>5 - Conception des toitures terrasses isolées intégralement sous l'élément porteur .....</b>	<b>20</b>
5.1. • Paroi type .....	20
5.1.1. • Conception générale .....	20
5.1.2. • Limitation de l'épaisseur de l'isolant positionné sous le pare-vapeur ....	21
5.2. • Prescriptions pour la gestion des transferts de vapeur et la salubrité de la paroi .....	22
5.2.1. • Utilisation de membranes d'étanchéité à base de bitume .....	22
5.2.2. • Utilisation de membranes d'étanchéité relevant de la norme NF EN 13956.....	23
<b>6 - Mise en œuvre du pare-vapeur et du plafond sous le solivage porteur .....</b>	<b>24</b>
6.1. • Mise en œuvre en partie courante .....	24
6.2. • Jonctions entre lés de membranes pare-vapeur.....	25
<b>7 - Allotissement et ordonnancement des travaux..</b>	<b>26</b>
7.1. • Allotissement.....	26
7.1.1. • Travaux relevant du macro-lot « toiture » .....	26
7.1.2. • Autres lots .....	27
7.2. • Ordonnancement.....	27
<b>8 - Traitements de points singuliers spécifiques à l'ossature bois .....</b>	<b>28</b>
8.1. • Liaison avec des murs à ossature bois.....	28
8.1.1. • Planchers sur lisse haute .....	28
8.1.2. • Planchers sur muraille.....	29
8.2. • Liaison entre une toiture terrasse non accessible et un mur extérieur en relevé	31
8.3. • Liaison entre une toiture terrasse et un mur intérieur porteur .....	34
<b>9 - Performance thermique des toitures terrasses ....</b>	<b>35</b>
9.1. • Hypothèses de calcul .....	35
9.2. • Parois en partie courante .....	35
9.3. • Ponts thermiques linéiques $\Psi$ .....	35

# Domaine d'application du présent guide

# 1



Le présent guide est basé sur le domaine d'application du NF DTU 43.4 avec des spécifications particulières décrites ci-après.

Les bâtiments visés sont **les maisons individuelles** neuves, les parties neuves de maisons individuelles existantes (**extensions**) et les extensions de bâtiments en rez-de-chaussée relevant du Code du Travail.

Les constructions visées par le présent document ne dépassent pas 70 m<sup>2</sup>.

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

Ces toitures comportent notamment :

- des éléments porteurs en panneaux dérivés du bois,
- un pare-vapeur sous les éléments de structure
- des isolants semi-rigides sous l'élément porteur,
- un revêtement d'étanchéité autoprotégé.

Ces toitures ne comportent pas d'accidents de toitures autres que les relevés d'étanchéité en périphérie.

Les boîtes à eaux sont positionnées à l'extérieur par rapport aux acrotères.

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.

L'entraxe des éléments de la structure porteuse est limité à 60 cm.



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.

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 toitures recevant une végétalisation ou une protection lourde rapportée
- 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



# Termes et définitions

---

# 2



## 2.1. • Structure porteuse

Élément de la construction sur lequel sont directement fixés les éléments porteurs. Dans le cadre de ce guide, les éléments de cette structure ont un entraxe maximal de 60 cm.

## 2.2. • 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. Dans le cadre de ce guide, ils ne supportent que le revêtement d'étanchéité.

## 2.3. • Pare-vapeur

Écran de protection contre la migration de la vapeur d'eau, placé sous la structure porteuse en bois

## 2.4. • 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.



## 2.5. • Revêtement d'étanchéité

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

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

## 2.6. • Couche d'indépendance

Une couche d'indépendance peut être disposée entre le revêtement d'étanchéité et son support.

## 2.7. • Protection et autoprotection

### 2.7.1. • Protection lourde

Protection rapportée constituée par un lit de granulats minéraux libres (protection meuble) ou sous forme de dalles (protection dure pour toitures à zones techniques)

#### COMMENTAIRE

Les protections rapportées ne sont pas admises pour les toitures réalisées selon les prescriptions du présent Guide

### 2.7.2. • Autoprotection

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

#### COMMENTAIRE

Seuls les revêtements d'étanchéité autoprotégés sont admis pour les toitures réalisées selon les prescriptions du présent Guide

## État de l'art

---

# 3



### 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.

### 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 étudiés 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 le 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 porteurs

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 de 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 en dalles usinées sur deux ou quatre rives prêtes à l'emploi.

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.

#### COMMENTAIRE

La réalisation de l'élément porteur en bois massif (planches) n'est pas visée dans le présent guide.

### 4.3.2. • Panneaux contreplaqués

#### 4.3.2.1. • Définition

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

#### 4.3.2.2. • Tolérances dimensionnelles

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

#### 4.3.2.3. • Exigences

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

#### 4.3.2.4. • 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.

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

### 4.3.3.1. • Définition

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

### 4.3.3.2. • Tolérances dimensionnelles

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

### 4.3.3.3. • Exigences

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

### COMMENTAIRE

Dans le cadre du présent guide, seul les panneaux de type OSB/4 peuvent être mis en œuvre en raison de leur plus grande stabilité dimensionnelle (par rapport aux panneaux de type OSB/3).

### 4.3.3.4. • 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

La marque de qualité CTB-OSB 4 vaut la preuve de la conformité des panneaux OSB aux exigences du présent document.



## 4.3.4. • Panneaux de particules

### 4.3.4.1. • Définition

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

### 4.3.4.2. • Tolérances dimensionnelles

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

### 4.3.4.3. • Exigences

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

### 4.3.4.4. • 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 ou des matériaux 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 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 en feuilles souples plastiques et élastomères

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

### COMMENTAIRE

L'utilisation de membranes de type feuille de bitume n'est pas compatible avec les conceptions de toitures prévues dans le présent guide

## 4.6. • Membranes pare-vapeur plastiques et élastomères

Ces pare-vapeur sont souples.

Ils sont conformes à la NF EN 13984 et, par référence à cette norme, répondent aux spécifications du tableau ci-dessous :

Spécifications des pare-vapeur conformément à la norme NF EN 13984	Support discontinu
Entraxe entre ossatures support	$e \leq 60$ cm
Résistance en traction (NF EN 12 311-2) [N/5 cm]	$\geq 100$
Résistance à la déchirure au clou (NF EN 12 310-1) [N]	$\geq 40$

▲ **Tableau 1** : Exigences minimales auxquelles doivent répondre les pare-vapeur

Le facteur de transmission de la vapeur d'eau doit être mesuré selon NF EN 1931.

La valeur  $S_d$  du film pare-vapeur est choisie, en fonction de la conception de la paroi, selon les prescriptions du chapitre 6 ci-dessous.

La durabilité du facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau est évaluée par essai selon NF EN 1931 après vieillissement artificiel (70°C / 12 semaines – selon NF EN 1296). Le facteur de résistance à la vapeur d'eau du produit vieilli ne doit pas varier de plus de  $\pm 50\%$  par rapport au produit non vieilli.

Lorsque le pare-vapeur mis en œuvre fait office de protection provisoire, en phase chantier, aux intempéries (cas des parois préfabriqués), celui-ci doit être de type A, selon NF EN 13984.



La résistance au choc doit être évaluée selon NF EN 12691, avec une hauteur de chute de 300 mm et selon la méthode A.

Le respect des présentes spécifications est annoncé par le fabricant de pare-vapeur dans la Fiche Technique de son produit, mise à disposition des intervenants sur chantier. Cette fiche respecte la norme NF EN 13984. Cette Fiche Technique mentionne le type de pare-vapeur au sens de cette norme : A ou B.

## 4.7. • Matériaux d'isolation.

### 4.7.1. • Prescriptions communes à tous les matériaux

Pour une mise en œuvre optimale entre éléments de structure en bois (tasseaux, solives ou chevrons) les isolants 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 minéraux).

### 4.7.2. • 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.

Les produits à base de laine minérale en vrac font l'objet d'une procédure d'Avis Technique ou de Document Technique d'Application.

### 4.7.3. • Autres matériaux isolants

Tout autre type d'isolant utilisé sous l'élément porteur, comme la fibre de bois ou la ouate de cellulose par exemple, doivent faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application.

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



# Conception des toitures terrasses isolées intégralement sous l'élément porteur

# 5



Les prescriptions mentionnées dans le présent chapitre sont issues de l'analyse de simulations numériques sur les transferts de températures et d'humidité, ainsi que de références de chantier pour des parois conçues selon les prescriptions du présent Guide.

## 5.1. • Paroi type

### 5.1.1. • Conception générale

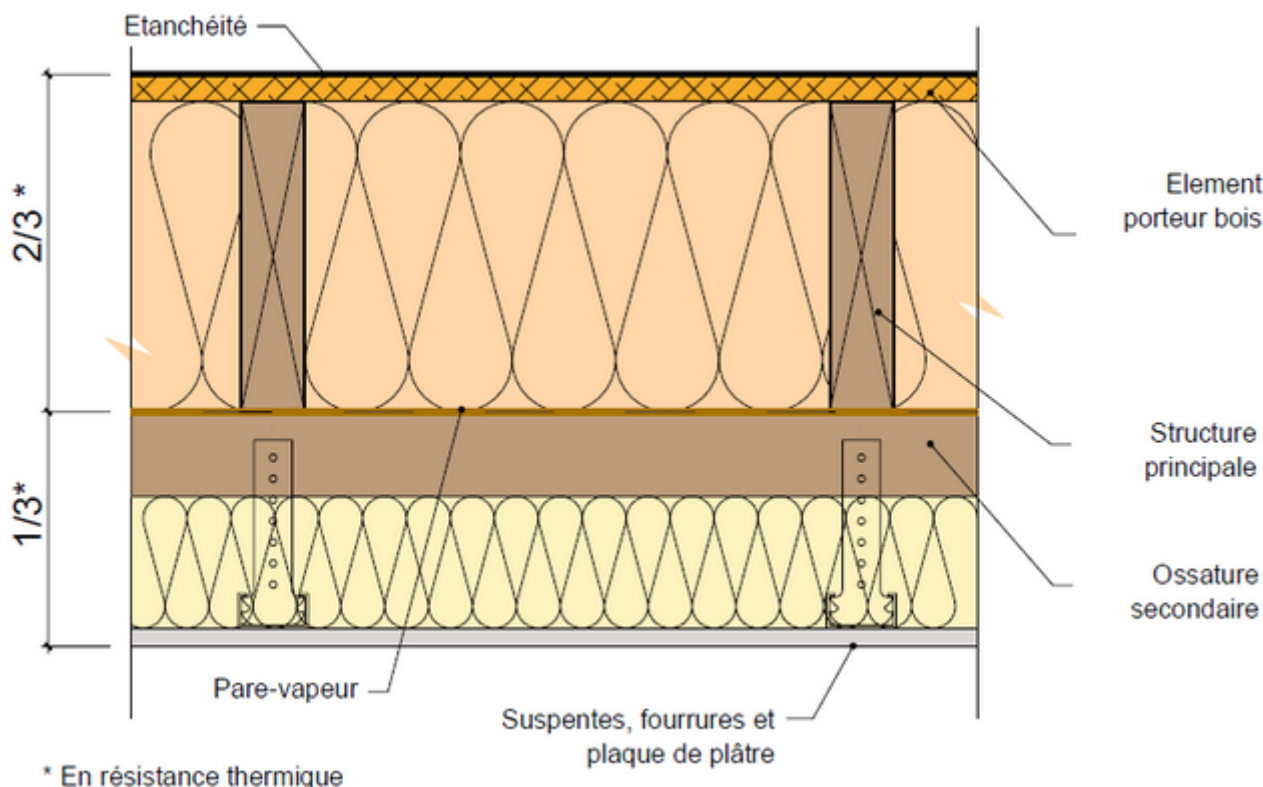
La membrane d'étanchéité est mise en œuvre sur l'élément porteur à base de bois conformément au NF DTU 43.4

#### REMARQUE :

Dans le cas de l'emploi de panneau OSB, seul l'emploi d'OSB 4 est possible, l'OSB 3 ayant de trop fortes variations dimensionnelles.

De l'isolant est mis en œuvre entre les éléments de la structure porteuse.

Un film pare-vapeur est tendu sur la sous-face des éléments de la structure porteuse. Une contre-ossature en bois, perpendiculaire à la structure principale, est mise en œuvre à la fois pour reprendre les charges de l'isolant et du plafond, tout en ménageant une gaine technique pour éviter tout percement du pare-vapeur par les réseaux électriques ou les suspentes de plafond.



▲ Figure 1 : exemple de paroi type

## COMMENTAIRE

Les solutions techniques visées par le présent guide ne comportent pas d'isolant support d'étanchéité (positionné entre l'élément porteur et la membrane d'étanchéité). La mise en œuvre d'un tel isolant ne permettrait pas la réalisation de parois totalement salubres (séchage du panneau insuffisant en saison sèche).

### 5.1.2. • Limitation de l'épaisseur de l'isolant positionné sous le pare-vapeur

La règle dite des « 2/3-1/3 » (par rapport au pare-vapeur) fonctionne pour ces configurations de toitures terrasses.

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, et de la lame d'air éventuelle entre le pare-vapeur et l'isolant de doublage soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant entre solives, de l'élément porteur et de l'éventuelle lame d'air non ventilée entre ces deux matériaux (voir figure ci-dessus).



## 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 2 : Résistance thermique d'une lame d'air non ventilée

### Résistance thermique des autres matériaux

La résistance thermique R en m<sup>2</sup>.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 par exemple)

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.

## 5.2. • Prescriptions pour la gestion des transferts de vapeur et la salubrité de la paroi

### 5.2.1. • Utilisation de membranes d'étanchéité à base de bitume

La résistance à la diffusion de vapeur d'eau très élevée des membranes à base de bitume ne permet pas la conception de parois exemptes de risques de condensation.



**Pour les toitures terrasses dont le pare-vapeur est situé sous le solivage, l'utilisation de membranes d'étanchéité à base de bitume est donc à proscrire.**

### 5.2.2. • Utilisation de membranes d'étanchéité relevant de la norme NF EN 13956

Pour ce type de membranes d'étanchéité, dans tous les climats métropolitains et pour une altitude inférieure à 900m, le film pare-vapeur, relevant de la norme NF EN 13984, est choisi, selon sa valeur  $S_d$ , tel que :

$$S_{d_{\text{pare-vapeur}}} = 6 \times S_{d_{\text{étanchéité}}}$$

La valeur «  $S_{d_{\text{étanchéité}}}$  » est celle de la « peau » supérieure de la paroi, c'est-à-dire :

- $S_{d_{\text{étanchéité}}} = S_{d_{\text{membrane}}} + S_{d_{\text{élément porteur}}}$  si la membrane est posée directement sur l'élément porteur

ou bien :

- $S_{d_{\text{étanchéité}}} = S_{d_{\text{membrane}}} + S_{d_{\text{élément porteur}}} + S_{d_{\text{désolidarisation}}}$  si une couche de désolidarisation est nécessaire.



# Mise en œuvre du pare-vapeur et du plafond sous le solivage porteur

# 6



## 6.1. • Mise en œuvre en partie courante

La fixation du pare-vapeur est réalisée de façon provisoire par collage au ruban adhésif double face sur la structure. La fixation définitive est obtenue par la mise en œuvre de l'ossature secondaire support de plafond.

Le film pare-vapeur doit être mis en œuvre tendu mais non étiré (les fixations ne doivent pas solliciter le pare-vapeur en traction).

La continuité entre les lés de film pare-vapeur est obtenue par un recouvrement de 10 cm et un pontage au ruban adhésif.

Les films pare-vapeur conformes aux prescriptions du chapitre [4] présentent tous une caractéristique de résistance à la déchirure au clou supérieure à 40 N.

La fixation définitive du film pare-vapeur, par l'intermédiaire de l'ossature secondaire support de plafond doit donc être suffisante pour reprendre les charges de l'isolant sans endommager le film, ce qui est le cas lorsque les hypothèses suivantes sont respectées :

- vide entre éléments d'ossature secondaire inférieur ou égal à 60 cm ;
- vide entre éléments de structure principale inférieur ou égal à 60 cm ;
- densité d'isolant inférieure ou égale à 55 kg/m<sup>3</sup> ;
- épaisseur d'isolant inférieure ou égale à 50 cm.

Les éléments d'ossature secondaire ont une section minimale de 45mm x 60 mm.

Une fixation par vis est nécessaire à chaque croisement ossature secondaire/structure principale.



**COMMENTAIRE**

Ces hypothèses sont sécuritaires, ne prenant pas en compte le frottement de l'isolant serré entre les éléments de structure.

## 6.2. • Jonctions entre lés de membranes pare-vapeur

La performance des jonctions entre lés du film pare-vapeur, en partie courante et au niveau des points singuliers doit être évaluée pour chaque couple adhésif / membrane proposé par le fournisseur.

Ces évaluations sont à la charge du fournisseur.

Les propriétés de la jonction devant être vérifiées sont :

- résistance au cisaillement sens transverse avant et après vieillissement ;
- résistance au cisaillement sens longitudinal avant et après vieillissement ;
- résistance au pelage.

La résistance au cisaillement (avant et après vieillissement) est évaluée selon la norme NF EN 12317-2.

La résistance au pelage est évaluée selon la norme NF EN 12316-2.

Les critères de conformité sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Résistance	Spécifications d'essai	Critère de conformité (unité : N/50 mm)
<b>Au cisaillement (neuf)</b>	Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm Délai de stabilisation avant essai : – mastic : une semaine, ou défini par le fabricant – adhésif : 24 heures ou défini par le fabricant	40 N
<b>Au cisaillement (vieilli)</b>	Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	supérieure ou égale à 50% de la valeur initiale et 30 N minimum
<b>Au pelage</b>	Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	25 N

▲ **Tableau 3** : Caractéristiques des jonctions réalisées par bandes adhésives ou collage

**COMMENTAIRE**

Les essais sont menés sur les deux faces lorsque celles-ci sont de natures différentes et selon les prescriptions du fabricant vis-à-vis du sens de pose.

Lorsque la jonction est opérée entre deux types de film de nature différente les essais de caractérisation sont à mener sur chacun des films.

Les accessoires du système d'étanchéité (passe-câbles, œillets, ...) auto-adhésifs et devant être collés directement sur les membranes sont testés de la même manière avec les mêmes exigences.



# Allotissement et ordonnancement des travaux

# 7



## Préambule



**Du fait de la composition particulière de cette toiture-terrasse, la responsabilité des travaux ne peut être confiée qu'à une seule entreprise, au sein d'un macro-lot « toiture ». Ce macro-lot inclut donc les travaux de charpente et d'étanchéité.**

### COMMENTAIRE

Si l'entreprise titulaire de ce macro-lot est par exemple une entreprise de charpente, celle-ci pourra sous-traiter la réalisation de l'étanchéité, mais sera toujours responsable des travaux d'étanchéité, au titre de titulaire unique du marché.

## 7.1. • Allotissement

### 7.1.1. • Travaux relevant du macro-lot « toiture »

Relèvent du macro-lot « toiture » :

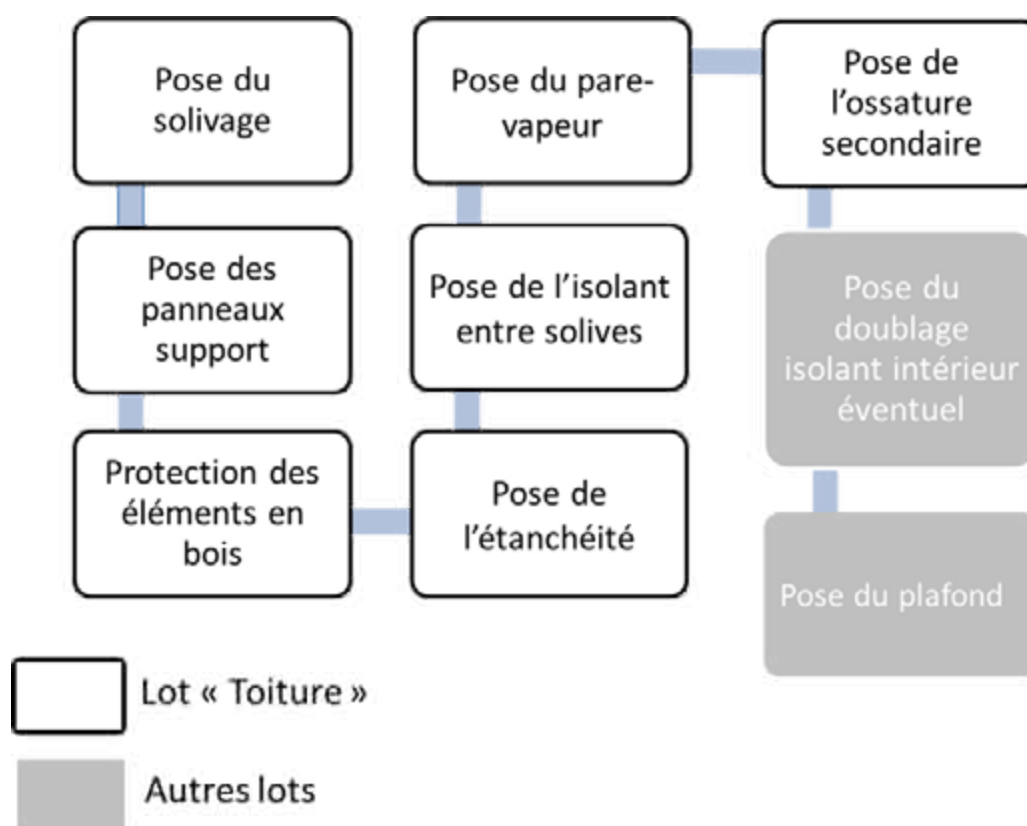
- La fourniture et la mise en œuvre de la structure porteuse et des éléments porteurs.
- La protection aux intempéries des éléments en bois ou à base de bois, avant la mise en œuvre définitive de l'étanchéité
- les travaux d'étanchéité de toiture prévus dans la partie 2 (CCS) du NF DTU 43.4 avec les prescriptions particulières contenues dans le présent guide
- La fourniture et la pose de l'isolant entre solives

- La fourniture et la pose du film pare-vapeur en sous-face des solives
- La fourniture et la pose de l'ossature secondaire support de plafond

### 7.1.2. • Autres lots

La fourniture et la mise en œuvre du plafond et de l'éventuel isolant de doublage porté par le plafond relève du lot « plâtrerie ».

## 7.2. • Ordonnancement



▲ Figure 2 : Ordonnancement type des travaux



# Traitements de points singuliers spécifiques à l'ossature bois

# 8



## 8.1. • Liaison avec des murs à ossature bois

### 8.1.1. • Planchers sur lisse haute

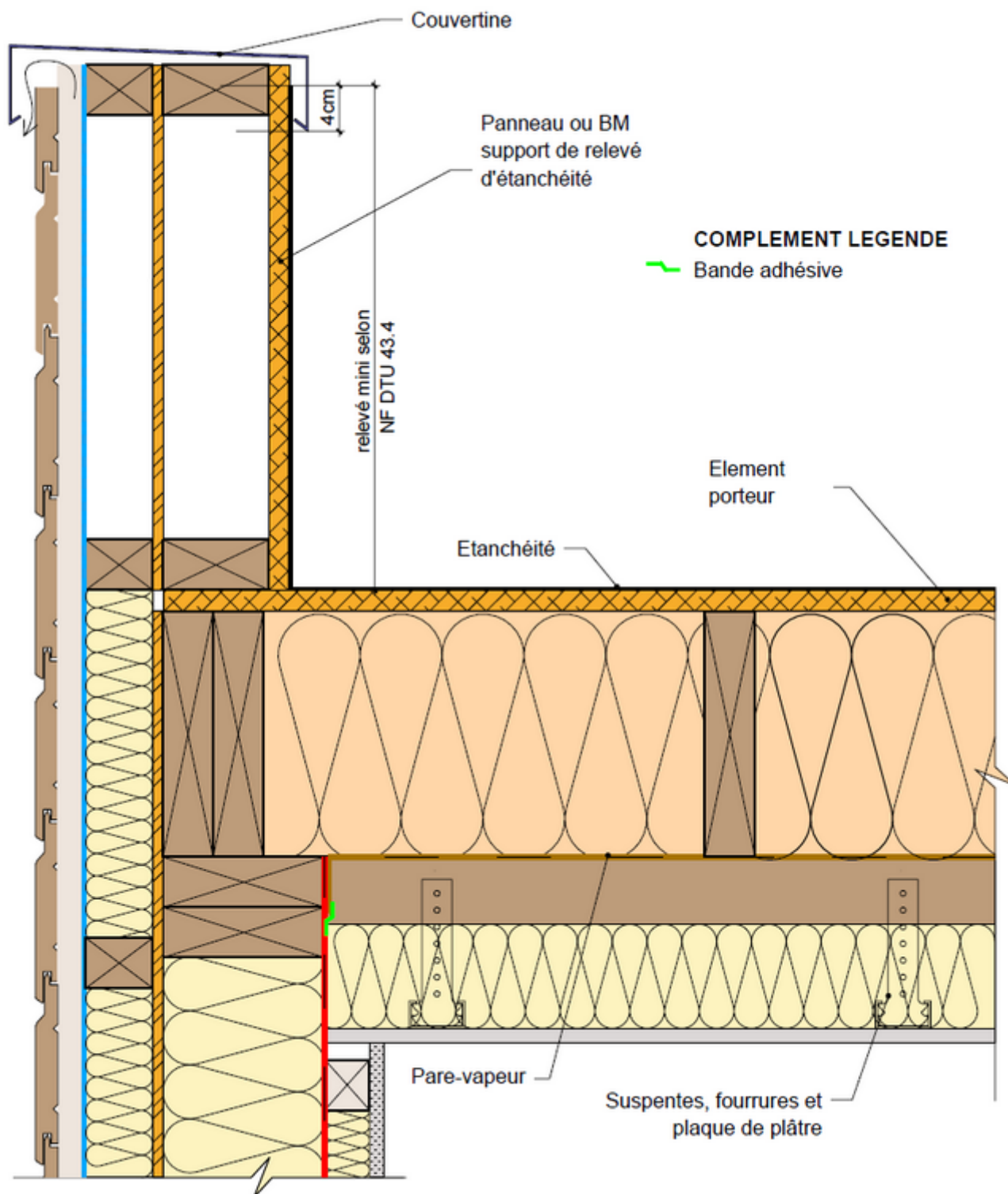
La structure porteuse de la toiture s'appuie sur la lisse haute de chaînage des murs à ossature bois.

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 est ponté au ruban adhésif avec le pare-vapeur du plafond.

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



▲ Figure 3 : Liaison mur / toiture dans le cas d'un plancher haut sur lisse haute

### 8.1.2. • Planchers sur muraille

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

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

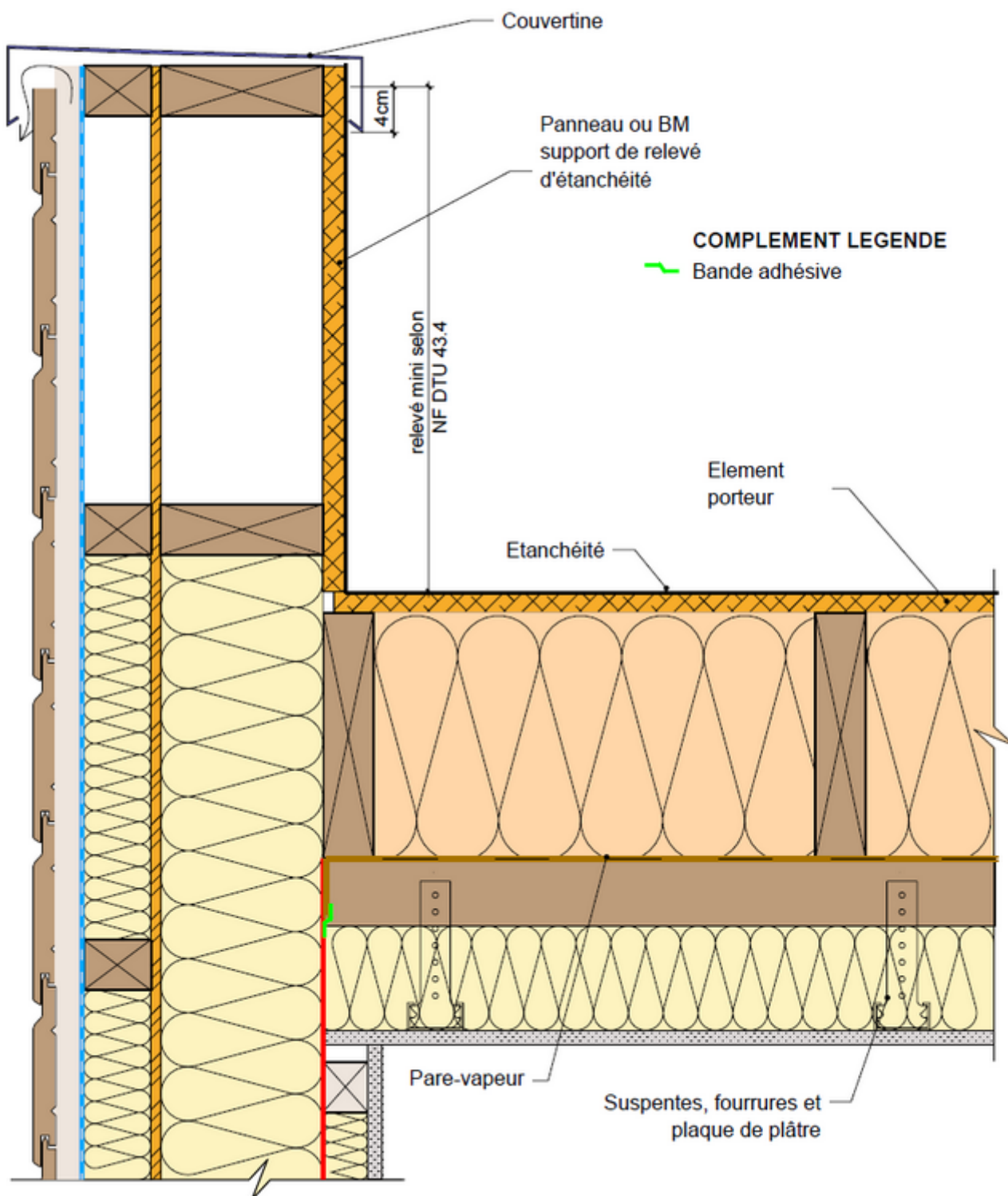
L'élément porteur est lui-même fixé à la muraille.



Le pare-vapeur du mur à ossature bois est ponté au ruban adhésif avec le pare-vapeur du plafond.

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

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



▲ Figure 4 : Liaison mur / toiture dans le cas d'un plancher haut sur muraillère

## 8.2. • 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.

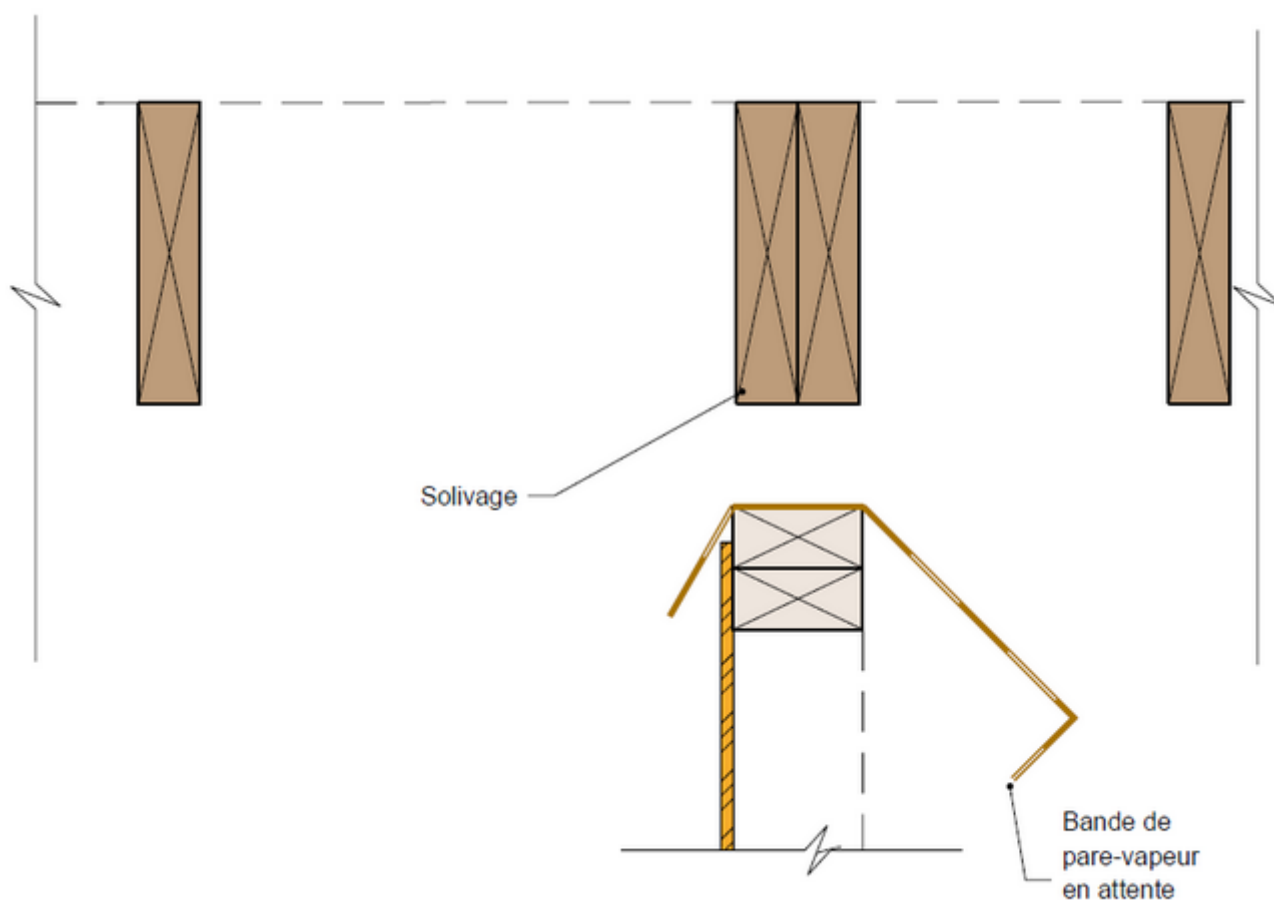
Une bavette métallique, conforme au NF DTU 43.4, rejette les eaux de ruissellement de la façade au-delà du relevé d'étanchéité.

### COMMENTAIRE

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.

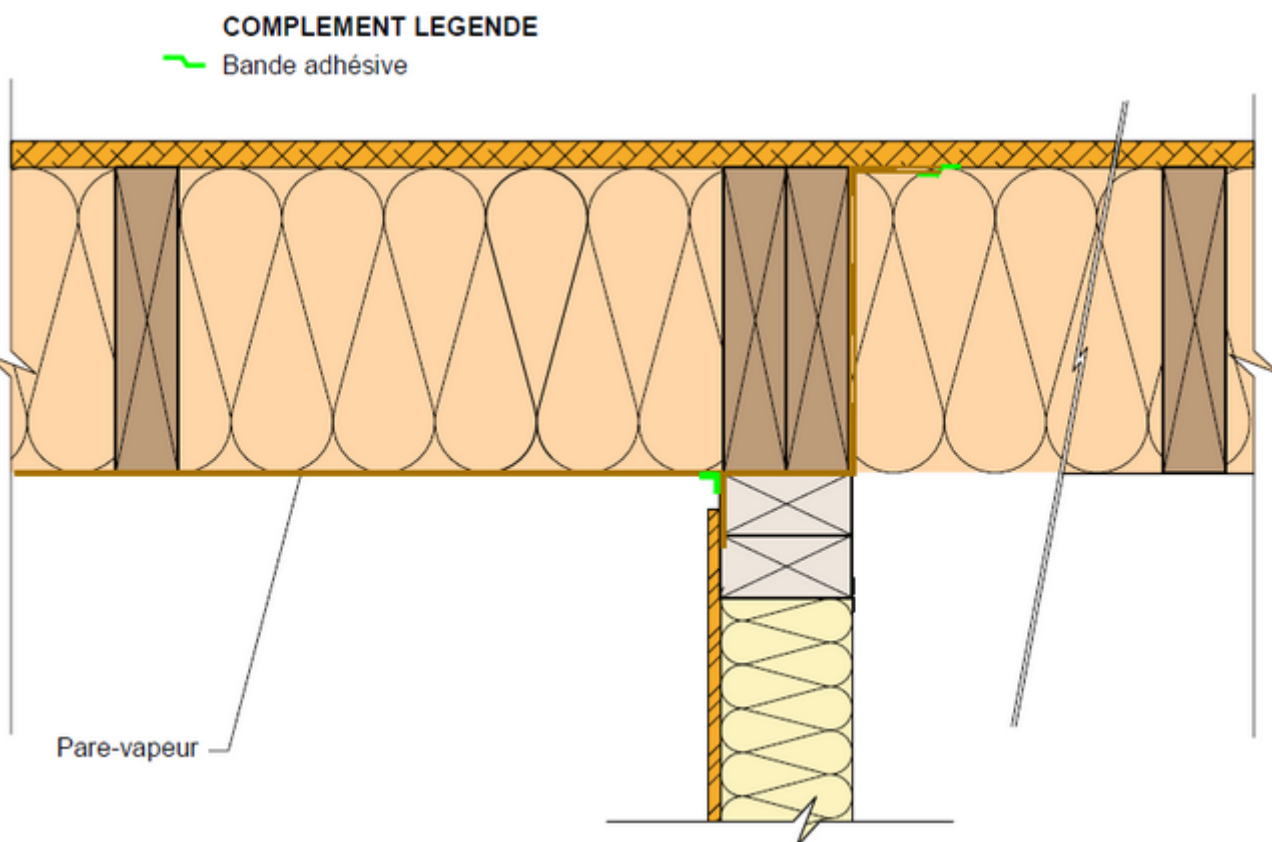
Après la mise en œuvre du mur du niveau inférieur, une bande de film pare-vapeur est posée en attente sur la lisse de chaînage du mur. Le Sd de cette bande rapportée est égal à celui du pare-vapeur prévu en plafond. La largeur « l » de la bande rapportée est choisie telle que :

$$l = \text{largeur lisse haute} + \text{hauteur solive} + 20 \text{ cm}$$



▲ Figure 5 : Mise en œuvre d'une bande de pare-vapeur en attente – Étape 1

Le solivage et l'élément porteur sont ensuite mis en œuvre. L'extrémité de la bande de pare-vapeur rapportée est collée au ruban adhésif à la sous-face de l'élément porteur. L'autre extrémité de la bande est pontée également au ruban adhésif avec le pare-vapeur du plafond.



▲ Figure 6 : Réalisation de la continuité du pare-vapeur – Étape 2

Le mur du niveau supérieur peut alors être mis en œuvre.

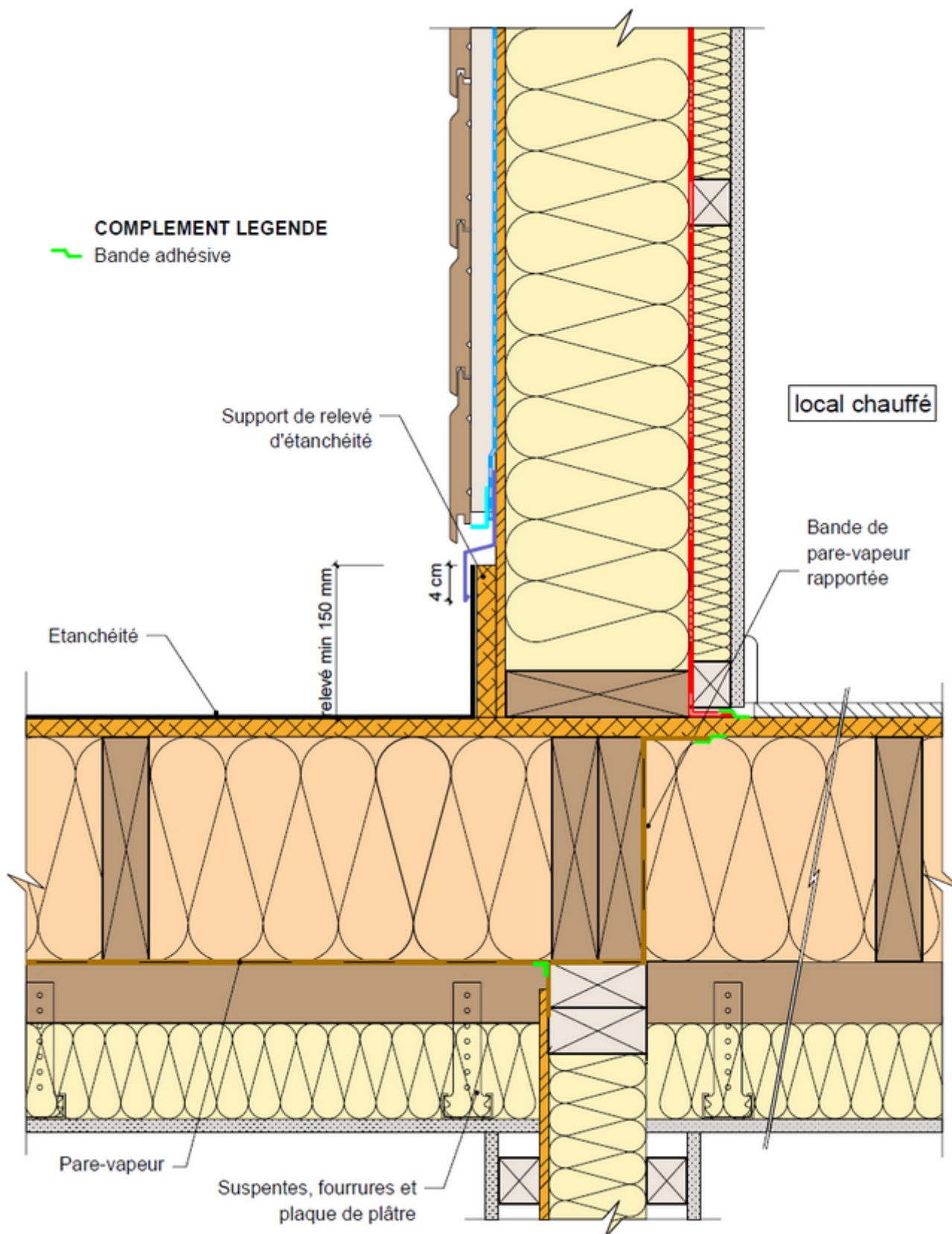
Du bois massif ou un panneau contreplaqué (type CTB-X) conforme au DTU 43.4 faisant office de support de relevé d'étanchéité, est fixé, en complément du voile de contreventement, côté extérieur. L'épaisseur de ce panneau est d'au moins 18 mm.

Une bavette métallique, également conforme au DTU 43.4, rejette les eaux de ruissellement de la façade au moins 4 cm au-delà du relevé d'étanchéité.

### COMMENTAIRE

Ce type de liaison, pour éviter tout risque de condensation, nécessite l'utilisation d'une membrane pare-vapeur dont la valeur  $S_d$  est supérieure ou égale à 90 m.





▲ Figure 7 : Liaison toiture / mur extérieur en relevé

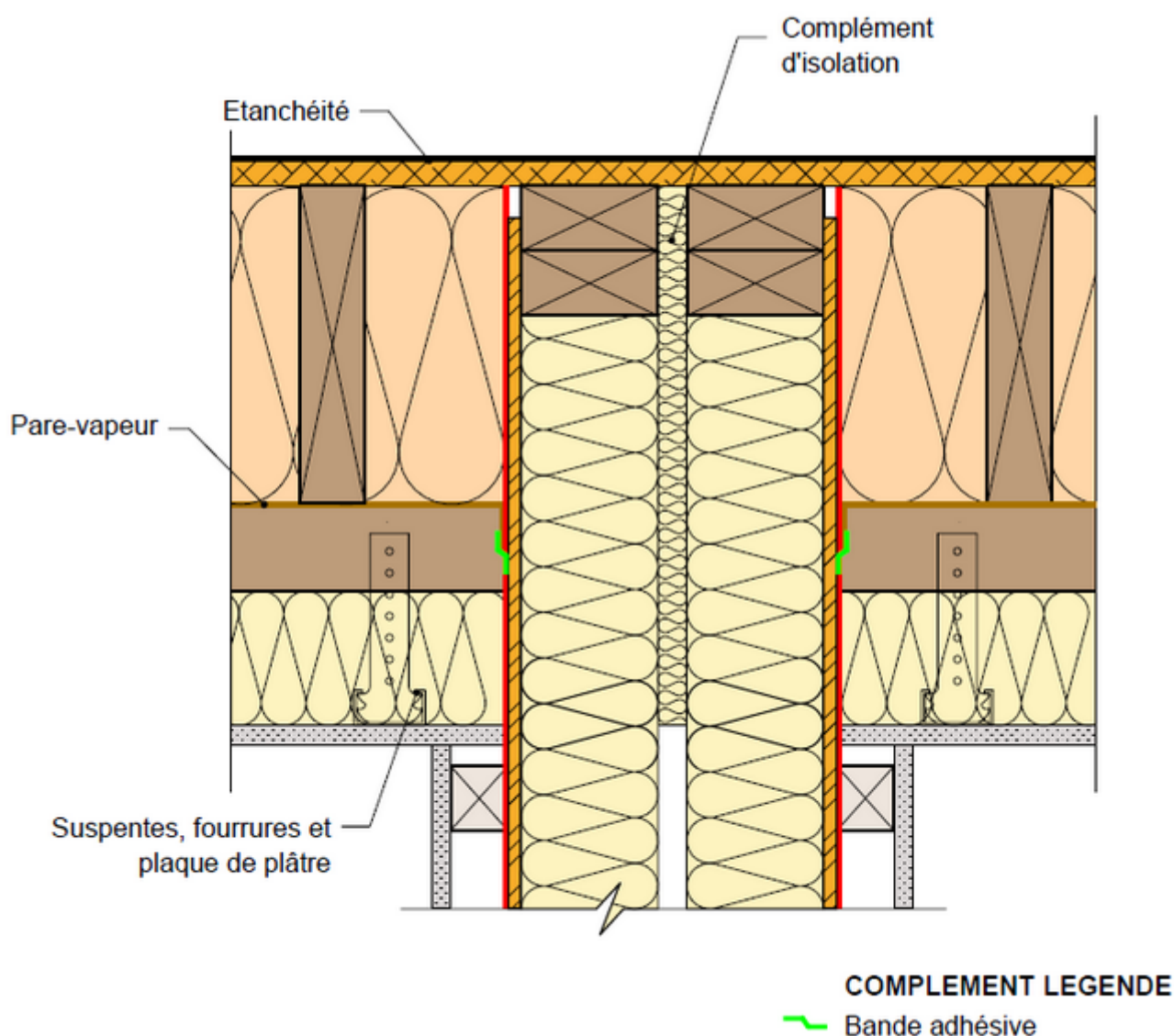


### 8.3. • Liaison entre une toiture terrasse et un mur intérieur porteur

L'élément porteur ne doit pas être interrompu par le mur porteur intérieur (simple ossature ou double ossature). La continuité du support d'étanchéité est donc assurée.

Le pare-vapeur de plafond est ponté au ruban adhésif, de part et d'autre du mur intérieur, avec le pare-vapeur des murs.

Dans le cas d'un mur intérieur double ossature, un complément d'isolation est nécessaire afin d'éviter un pont thermique important.



▲ Figure 8 : Liaison mur intérieur / toiture



# Performance thermique des toitures terrasses

9



## 9.1. • 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.

## 9.2. • Parois en partie courante

**Avec 200 mm d'isolant entre solives et 100 mm en doublage intérieur**

$\lambda$ 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>	0,132	7,44
<b>0,038</b>	0,153	6,40
<b>0,041</b>	0,165	5,92

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

## 9.3. • 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 (UNSAFA) ;
- 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.



TOITURES-TERRASSES EN BOIS  
ISOLÉES INTÉGRALEMENT  
SOUS L'ÉLÉMENT PORTEUR  
CONCEPTION

AOÛT 2014

NEUF

Les solutions techniques pour la réalisation de l'isolation des toitures terrasses en bois décrites dans le NF DTU 43.4, toitures chaudes ou toitures froides, peuvent présenter quelques problématiques techniques : Dans la pratique, la solution toiture chaude était jusqu'alors utilisée en priorité car il est relativement délicat de maîtriser un renouvellement d'air efficace au niveau des acrotères dans le cas de la toiture froide. Avec des exigences de performances thermiques des ouvrages plus élevées, l'épaississement de l'isolation est généralisé et impacte également les toitures terrasses. Cet épaississement de l'isolation par isolant rigide rapporté par le dessus a ses limites, et actuellement, un certain nombre de prescripteurs développent des solutions mixtes (fusion entre solutions « chaudes » et « froides » précitées, avec interposition d'un pare-vapeur en sous-faces de la structure porteuse en bois) qui sans être validées techniquement peuvent générer de grosses pathologies. La problématique clé ici est la maîtrise des transferts de vapeur d'eau dans le complexe de toiture avec la contrainte particulière liée aux nappes d'étanchéités posées sur ces toitures terrasses.

Des prescriptions optimisées et sécuritaires sont proposées dans le cadre du domaine d'application de ce Guide, en utilisant des membranes pare-vapeur et des membranes d'étanchéité plastique dont les propriétés en terme de résistance à la diffusion de vapeur d'eau sont telles que la valeur Sd du pare-vapeur soit 6 fois plus élevée que celle de la membrane d'étanchéité.

Concernant l'allotissement des travaux, il conviendra, afin de dégager nettement les responsabilités des entreprises de créer un macro-lot « toiture » comprenant tous les travaux de charpente et 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)

