



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »
www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**SYSTEMES CONSTRUCTIFS
À OSSATURE BOIS**

MAITRISE DES PERFORMANCES THERMIQUES

MARS 2013

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

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

1 - Domaine d'application 9

2 - Termes et définitions 11

3 - État de l'art et références 14

- 3.1. • DTU relatifs aux présentes recommandations professionnelles..... 14
- 3.2. • Références normatives des règles de calculs 16
- 3.3. • Certifications et homologations relatives aux présentes recommandations professionnelles..... 17
 - 3.3.1. • Bois et matériaux à base de bois 17
 - 3.3.2. • Matériaux d'isolation et d'étanchéité 17
 - 3.3.3. • Autres matériaux..... 17

4 - Choix des matériaux 18

- 4.1. • Information générale sur ce chapitre 18
- 4.2. • Matériaux en bois et à base de bois 18
 - 4.2.1. • Bois de structure et composants structuraux 18
 - 4.2.2. • Panneaux à base de bois..... 20
- 4.3. • Durabilité du bois et des matériaux à base de bois 20
- 4.4. • Organes de fixation ou d'assemblage 21
- 4.5. • Fenêtres et portes extérieures..... 21
- 4.6. • Matériaux isolants..... 21
 - 4.6.1. • Prescriptions communes à tous les matériaux..... 21
 - 4.6.2. • Isolants à base de laine minérale 22
 - 4.6.3. • Isolants à base de fibres de bois 23
 - 4.6.4. • Autres matériaux isolants 23
- 4.7. • Matériaux d'étanchéité..... 24
 - 4.7.1. • Matériaux pour pare-vapeur 24
 - 4.7.2. • Matériaux pour pare-pluie 25
 - 4.7.3. • Matériaux pour écrans de sous-toiture..... 26
- 4.8. • Matériaux complémentaires pour systèmes d'étanchéité à l'eau et à l'air 27
 - 4.8.1. • Matériaux pour barrière d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (bandes d'arase) 27
 - 4.8.2. • Mastics..... 27
 - 4.8.3. • Bandes adhésives ou autres accessoires adhésifs 27
 - 4.8.4. • Matériaux pour fond de joint 28
 - 4.8.5. • Profils d'étanchéité métalliques ou plastique..... 28

5 - Conception de parois permettant de satisfaire la performance thermique exigée 30

- 5.1. • Parois verticales extérieures..... 30
 - 5.1.1. • Généralités 30
 - 5.1.2. • Avec isolation en âme 30
 - 5.1.3. • Avec isolation en âme et complément intérieur 31
 - 5.1.4. • Avec isolation en âme et complément extérieur 32
 - 5.1.5. • Avec isolation en âme et compléments intérieur et extérieur..... 33
- 5.2. • Éléments préfabriqués de planchers et de toitures..... 34

5.2.1. • Généralités	34
5.2.2. • Planchers sur vide sanitaire ou locaux non chauffés	35
5.2.3. • Planchers hauts supports d'étanchéité (toitures terrasses)	37
5.2.4. • Charpentes en chevrons autoporteurs pour couvertures froides	39

6 - Prescriptions pour la mise en œuvre des isolants entre éléments d'ossature principale ... 43

6.1. • Généralités	43
6.2. • Tenue mécanique des éléments de plancher et de toiture chargés d'isolant	44

7 - Prescriptions complémentaires pour les systèmes de doublages isolants intérieurs et extérieurs 45

7.1. • Spécifications pour la mise en œuvre d'un complément d'isolation extérieur entre chevrons horizontaux ou verticaux	45
7.1.1. • Justification de la performance mécanique du système de doublage	45
7.1.2. • Mise en œuvre des chevrons et de l'isolant	46
7.2. • Spécifications pour la mise en œuvre d'un complément d'isolation intérieur	47
7.2.1. • Mise en œuvre entre tasseaux verticaux ou horizontaux	47
7.2.2. • Mise en œuvre en couche continue devant la paroi	47
7.2.3. • Limitation de l'épaisseur du complément d'isolation intérieur en cas de mise en œuvre côté intérieur par rapport au pare-vapeur	47
7.2.4. • Spécifications concernant les doublages derrière une cheminée à foyer ouvert ou un insert	48

8 - Spécifications pour la protection des parois et des isolants aux intempéries avant leur mise hors d'eau définitive 50

8.1. • Conditions de mise en œuvre entre montants d'ossature principale et en doublage intérieur de parois verticales	50
8.1.1. • Mise en œuvre sur chantier	50
8.1.2. • Mise en œuvre en usine	50
8.2. • Conditions de mise en œuvre en doublage extérieur de parois verticales	51
8.2.1. • Mise en œuvre sur chantier	51
8.2.2. • Mise en œuvre en usine	51
8.3. • Conditions de mise en œuvre dans les planchers et les toitures	52
8.3.1. • Mise en œuvre sur chantier	52
8.3.2. • Mise en œuvre en usine	52

9 - Maîtrise de l'efficacité thermique (transmission et étanchéité) des jonctions entre parois 53

9.1. • Généralités	53
9.2. • Liaison mur extérieur / mur extérieur en partie courante	53
9.3. • Liaison mur extérieur / mur extérieur en angle sortant	54
9.4. • Liaison mur extérieur / mur extérieur en angle rentrant	56
9.5. • Cas particulier des angles ouverts dans les murs extérieurs	57
9.6. • Liaison mur extérieur / mur intérieur	59
9.6.1. • Mur intérieur porteur simple ossature (refend)	59
9.6.2. • Mur intérieur porteur double ossature (séparatif)	60
9.7. • Liaison mur extérieur / dalle maçonnée	61
9.7.1. • Tolérances dimensionnelles pour la réception des supports maçonnés	61
9.7.2. • Dalle maçonnée avec chape	62

9.7.3. • Dalle béton sans chape	64
9.8. • Liaison mur extérieur / plancher bas en bois sur vide sanitaire.....	64
9.9. • Liaison mur intérieur / plancher bas en bois sur vide sanitaire	66
9.9.1. • Mur intérieur simple ossature.....	66
9.9.2. • Mur intérieur séparatif à double ossature	67
9.10. • Liaison mur extérieur / plancher intermédiaire (entre deux locaux chauffés en permanence)	68
9.10.1. • Exemples pour des planchers sur lisse haute.....	68
9.10.2. • Exemples pour des planchers sur muraillère	70
9.11. • Liaison mur extérieur / plancher haut (toiture terrasse avec étanchéité)	71
9.11.1. • Exemples pour des toitures chaudes	71
9.11.2. • Exemples pour des toitures froides	72
9.12. • Liaison mur extérieur / charpente de toiture.....	73
9.12.1. • Exemples pour des charpentes traditionnelles.....	73
9.12.2. • Exemples pour des charpentes industrielles	76
9.13. • Liaison entre éléments de toiture préfabriqués.....	86
9.13.1. • Liaison en bas de pente	86
9.13.2. • Liaison en partie courante.....	87
9.13.3. • Liaison sur pannes intermédiaires	88
9.13.4. • Liaison au faîtage	88

10 - Maîtrise des interfaces avec les autres corps d'états pouvant dégrader les performances thermiques et l'étanchéité..... 89

10.1. • Intégration des menuiseries extérieures	89
10.1.1. • Préambule à ce chapitre	89
10.1.2. • Constitution et tolérances du chevet de menuiserie.....	89
10.2. • Interfaces avec les lots « fluides » (électricité, plomberie, ventilation, zinguerie et chauffage)	91
10.2.1. • Création d'une gaine technique en partie courante.....	91
10.2.2. • Spécifications pour l'incorporation d'éléments traversants la barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau	93
10.2.3. • Spécifications pour l'incorporation d'éléments traversants la barrière d'étanchéité à l'eau.....	94
10.3. • Interface avec le lot « fumisterie »	99
10.4. • Ordonnancement des travaux.....	100
10.4.1. • Règles générales	100
10.4.2. • Conditions préalables requises pour l'exécution des travaux	101

11 - Fiabilisation de la performance des systèmes d'étanchéité (pare-pluie et pare- vapeur) 104

11.1. • Pare-pluie : règles générales	104
11.2. • Conception du système d'étanchéité avec film pare-pluie souple.....	105
11.2.1. • Conditions d'acceptation des fournitures des films pare-pluie et accessoires d'étanchéité et validation de la mise en œuvre.....	105
11.2.2. • Mise en œuvre en partie courante	105
11.2.3. • Mise en œuvre aux points singuliers.....	106
11.3. • Conception du système d'étanchéité avec panneau rigide pare-pluie.....	106
11.3.1. • Généralités et rappels.....	106
11.3.2. • Mise en œuvre en partie courante	107
11.3.3. • Mise en œuvre aux points singuliers.....	108
11.4. • Pare-vapeur : règles générales.....	108
11.4.1. • Nécessité ou non de mettre en œuvre un pare-vapeur selon les parois	108
11.4.2. • Choix de la perméance du pare-vapeur (performance de transmission de la vapeur d'eau)	109



Annexe D..... 139

D. 1 • Généralités	139
D. 2. • Propriétés des matériaux	140
D. 3. • Conditions initiales	141
D. 4. • Conditions aux limites.....	141
D. 4.1. • Généralités	141
D. 4.2. • Conditions externes	142
D. 4.3. • Conditions internes	142
D. 5. • Eléments contenus dans le rapport de simulation	143
D. 5.1. • Préambule	143
D. 5.2. • Description du problème	143
D. 5.3. • Simulations.....	144
D. 5.4. • Résultats.....	144



Domaine d'application

1



Le présent document est applicable pour les bâtiments à ossature bois qui relèvent du domaine d'application du NF DTU 31.2 – Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois, à savoir les ouvrages à structure en bois dont les parois verticales sont contreventées par des panneaux à base de bois et dont les montants sont à entraxe réduit.

Les éléments de parois constituant ces ouvrages peuvent être intégralement assemblés sur le site de la construction ou tout ou partie pré-assemblés en atelier.

Les présentes Recommandations Professionnelles s'appliquent, en France métropolitaine, pour des locaux à faible ou moyenne hygrométrie, lorsque la RT 2012 est applicable elle-même.

Pour les Départements d'Outre Mer, où la performance thermique est liée aux exigences de la RTAA DOM, une annexe aux présentes recommandations professionnelles fournit des prescriptions spécifiques.

Ce document aborde seulement le cas des ouvrages neufs.

Les ouvrages et locaux suivant ne sont pas visés par le présent document :

- Les bâtiments climatisés pour lesquels une étude particulière relative aux transferts hygrothermiques doit être réalisée ;
- La rénovation ou la réhabilitation des logements anciens ;
- Les locaux à ambiance agressive telle que définie dans la NF EN ISO 12944 ;
- Les constructions à pan de bois (colombages) comportant des remplissages (maçonnerie, torchis, paille, etc.) ;
- Les constructions à technique poteaux –poutres ;
- Les ouvrages dont les éléments porteurs de structure font appel à d'autres principes :

- les murs en madriers ou en rondins empilés à chant,
- les murs sandwichs associant, par collage, des revêtements extérieurs et intérieurs en bois ou en panneaux dérivés du bois à un matériau isolant,
- les éléments porteurs en plaques assurant seuls la stabilité (panneaux de particules, bois paneautés, panneaux massifs contrecollés, etc.),
- Les éléments de fondation en bois.

Les présentes recommandations professionnelles portent seulement sur la performance énergétique des parties d'ouvrages constituant l'enveloppe des bâtiments à ossature bois.

Certains points techniques particuliers seront abordés plus précisément dans des recommandations professionnelles ou un guide RAGE spécifique (isolation des toitures terrasses bois, intégration des menuiseries extérieures dans des parois à ossature bois). Les présentes Recommandations Professionnelles ne décrivent que des solutions techniques relatives à la fiabilisation des performances thermiques, d'étanchéité à l'eau et à l'air des bâtiments à ossature bois. La compatibilité de ces solutions avec les autres exigences (stabilité, sécurité incendie, performance acoustique,...) n'est pas détaillée ici et doit être justifiée pour chaque nouveau projet.



Termes et définitions

2



Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent :

Baie :

Ouverture dans un mur limitée par des plans généralement perpendiculaires aux plans du mur.

Calfeutrement :

Garnissage d'un joint séparant deux éléments : par exemple mur / dormant de fenêtre, dont la fonction principale, dans ce document, est d'assurer l'étanchéité à l'eau et/ou à l'air. Un tel calfeutrement est souvent appelé : garniture d'étanchéité.

Cavité

Volume compris entre les éléments de structure pouvant être ou non rempli par un isolant.

Contreventement

Disposition ayant pour fonction de stabiliser le bâtiment soumis aux sollicitations horizontales

Diaphragme

Paroi constituée d'une ossature et d'un voile travaillant qui la rigidifie dans son propre plan

Élément de structure

Partie d'ouvrage travaillant sous différentes sollicitations. On peut les classer comme suit :

les éléments principaux qui sont ceux dont la ruine totale ou partielle compromet la stabilité exigée d'une construction sous les charges qui lui sont appliquées ;

les éléments secondaires qui sont ceux dont la ruine n'a pas d'incidence sur la stabilité des éléments

Embrasure :

Espace libre aménagé dans l'épaisseur d'un mur pour recevoir une fenêtre. Les cotés de l'embrasure sont appelés tableaux.

Fond de joint :

Élément qui limite la profondeur et définit le profil arrière du produit de calfeutrement. Il permet :

- De déterminer le volume du mastic constituant le calfeutrement du joint ;
- D'assurer un travail du mastic sur deux faces sensiblement parallèles ;
- D'exercer une pression sur le mastic (lissage) pour assurer un contact optimum du mastic avec les deux faces à étancher.

Une fois le mastic sec ou réticulé, le fond de joint n'a plus de fonction.

Joint :

Espace libre entre deux éléments de même nature ou de nature différente, parfois appelé joint creux

Lisse basse

Élément de liaison entre fondation et plancher ou entre plancher et mur. On dit aussi semelle basse

Lisse de chaînage

Élément de structure linéaire continu, généralement horizontal, en bois (ou éventuellement en métal) fixé sur la lisse haute des parois verticales porteuses et relié aux parois horizontales. Il est destiné à maintenir solidaires les parois entre elles

Lisse haute

Voir lisse de chaînage ou sablière

Montant

Pièce de bois verticale d'un élément de structure. On dit aussi poteau

Pare-pluie

Matériau (plaque ou film) utilisé sous le revêtement extérieur du mur (ou parement support) comme protection contre le passage de l'eau, mais qui reste perméable à la vapeur d'eau. Il peut contribuer à l'étanchéité à l'air de l'ouvrage

Pare-vapeur

Matériau imperméable en film mis en œuvre sur la face chaude de la paroi, dont la fonction est de limiter la transmission de vapeur d'eau. Il peut contribuer à assurer l'étanchéité à l'air de l'ouvrage

Paroi ¹

Ensemble des éléments de structure principaux ou secondaires qui circonscrivent une cavité

Sablière

Voir chaînage

Traverse

Pièce en bois continue assemblée à chaque extrémité des montants dans un élément de mur

Valeur Sd

Exprime l'épaisseur de la couche d'air de diffusion à la vapeur d'eau équivalente du matériau. Elle s'exprime en mètre et est inversement proportionnelle à la perméance

Voile travaillant

Panneau fixé sur une ossature de manière à lui conférer une résistance aux efforts dans son plan

■ ¹ Il existe des parois :
pleines ;

- à support continu ;
- à support discontinu.

On distingue également :

- les parois verticales ;
- les parois horizontales ;
- les parois inclinées.

3

État de l'art et références



3.1. • DTU relatifs aux présentes recommandations professionnelles

- NF DTU 20.1, Travaux de bâtiment — Ouvrages en maçonnerie de petits éléments — Parois et murs (indice de classement : P 10-202).
- NF DTU 21, Travaux de bâtiment — Exécution des ouvrages en béton (indice de classement : P 18-201).
- NF DTU 24.1, Travaux de bâtiment — Travaux de fumisterie — Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils (indice de classement : P 51-201).
- NF DTU 24.2, Travaux de bâtiment — Travaux d'âtrerie (indice de classement : P 51-202).
- NF DTU 25.41, Travaux de bâtiment — Ouvrages en plaques de plâtre (indice de classement : P 72-203).
- NF DTU 25.42, Travaux de bâtiment — Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre-isolant (indice de classement : P 72-204).
- NF DTU 31.1, Travaux de bâtiment — Charpente et escaliers en bois (indice de classement : P 21-203).
- NF DTU 31.2, Travaux de bâtiment — Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois (indice de classement : P 21-204).
- NF DTU 31.3, Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets (indice de classement : P 21-205).
- NF DTU 36.5, Travaux de bâtiment — Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures (indice de classement : P 20-202).

- FD DTU 36.5 P3, Travaux de bâtiment — Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures — Partie 3 : Mémento de choix en fonction de l'exposition (indice de classement : P 20-202-3).
- NF DTU 40.11, Travaux de bâtiment — Couverture en ardoises (indice de classement : P 32-201).
- NF DTU 40.14, Travaux de bâtiment — Couverture en bardeaux bitumés (indice de classement : P 39-201).
- NF DTU 40.21, Travaux de bâtiment — Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief (indice de classement : P 31-202).
- NF DTU 40.211, Travaux de bâtiment — Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat (indice de classement : P 31-203).
- NF DTU 40.22, Travaux de bâtiment — Couverture en tuiles canal de terre cuite (indice de classement : P 31-201).
- NF DTU 40.23, Travaux de bâtiment — Couverture en tuiles plates de terre cuite (indice de classement : P 31-204).
- NF DTU 40.24, Travaux de bâtiment — Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal (indice de classement : P 31-207).
- DTU 40.241, Couvertures en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal (indice de classement : P 31-205).
- DTU 40.25, Couverture en tuiles plates en béton (indice de classement : P 31-206).
- NF DTU 40.35, Travaux de bâtiment — Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues (indice de classement : P 34-205).
- NF DTU 40.36, Travaux de bâtiment — Couverture en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non (indice de classement : P 34-206).
- NF DTU 40.41, Travaux de bâtiment — Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc (indice de classement : P 34-211).
- NF DTU 40.44, Travaux de bâtiment — Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable (indice de classement : P 34-214).
- NF DTU 40.45, Travaux de bâtiment — Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en cuivre (indice de classement : P 34-215).



- XP DTU 40.5, Couverture — Travaux d'évacuation des eaux pluviales — Cahier des clauses techniques (indice de classement : P 36-201).
- NF DTU 41.2, Travaux de bâtiment — Revêtements extérieurs en bois (indice de classement : P 65-210).
- NF DTU 43.4, Travaux de bâtiment — Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité (indice de classement : P 84-207).
- NF DTU 44.1, Travaux de bâtiment — Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics (indice de classement : P 85-210)

3.2. • Références normatives des règles de calculs

- NF EN 1990, Eurocodes structuraux — Bases de calcul des structures (indice de classement : P 06-100-1).
- NF EN 1991-1-3, Eurocode 1 — Actions sur les structures — Partie 1-3 : Actions générales — Charges de neige (indice de classement : P 06-113-1).
- NF EN 1991-1-4, Eurocode 1 — Actions sur les structures — Partie 1-3 : Actions générales — Charges de vent (indice de classement : P 06-114-1).
- NF EN 1991-1-4/NA, Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-4 : Actions générales — Actions du vent — Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4:2005 — Actions générales — Charges de vent (indice de classement : P 06-114-1/NA).
- NF EN 1995-1-1, Eurocode 5 — Conception et calcul des structures en bois — Partie 1-1 : Généralités — Règles communes et règles pour les bâtiments (indice de classement : P 21-711-1).
- NF EN 1995-1-1/NA, Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois — Partie 1-1 : Généralités — Règles communes et règles pour les bâtiments — Annexe nationale à la NF EN 1995-1-1:2008 — Généralités — Règles communes et règles pour les bâtiments (indice de classement : P 21-711-1/NA).
- NF EN 1995-1-2, Eurocode 5 — Conception et calcul des structures en bois — Partie 1-2 : Généralités — Calcul des structures au feu (indice de classement : P 21-712-1).
- NF EN 1995-1-2/NA, Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois — Partie 1-2 : Généralités — Calcul des structures au feu — Annexe nationale à la NF EN 1995-1-2:2005 — Généralités

— Calcul des structures au feu (indice de classement : P 21-712-1/NA).

3.3. • Certifications et homologations relatives aux présentes recommandations professionnelles

3.3.1. • Bois et matériaux à base de bois

- Certification Acerbois GLULAM pour le bois lamellé-collé
- Certification Acerbois-BMR pour le bois massif reconstitué
- Certification CTB-AB pour le bois massif abouté
- Certification CTB-PI pour les poutres en i
- Certification CTB-OSB3 et CTB-OSB4 pour les panneaux de type OSB
- Certification NF extérieur CTB-X pour les panneaux contreplaqués
- Certification CTB-H pour les panneaux de particules
- Certification CTB-RH pour les panneaux de fibres.

3.3.2. • Matériaux d'isolation et d'étanchéité

- Certification ACERMI pour les matériaux isolants
- Homologation CSTB Sd1 pour les écrans de sous toiture
- Certification marque, « Label SNJF », pour les mastics de calfeutrement.

3.3.3. • Autres matériaux

Pour les menuiseries extérieures :

- Attestation « Menuiseries 21 »
- Certification NF « CERTIFIE-CSTB-CERTIFIED »
- Certification « NF Fenêtres bois »
- Certification ACOTHERM

4

Choix des matériaux



4.1. • Information générale sur ce chapitre

Tous les matériaux décrits ci-dessous sont directement impactant sur l'efficacité énergétique de l'ouvrage. Les caractéristiques exposées ici ont une influence non négligeable sur la performance thermique et l'étanchéité de l'ouvrage.

Les caractéristiques « matériaux » visant à satisfaire les autres exigences essentielles ne sont pas décrites ici, mais dans les parties 1-2 (CGM) des NF DTU 31.2 et NF DTU 36.5 en ce qui concerne les menuiseries extérieures.

4.2. • Matériaux en bois et à base de bois

4.2.1. • Bois de structure et composants 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 éléments de bois massif reconstitué (BMR) sont conformes à la norme NF B 52-010.

Les éléments de bois lamellés collés (BLC) sont conformes à la norme NF EN 14080.

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

Les éléments structuraux en Lamibois (LVL) sont conformes à la norme NF EN 14374.



L'utilisation de poutres composites légères à base de bois est admise lorsque celles-ci bénéficient d'un Agrément Technique Européen émis dans les conditions prévues à l'ETAG 011 et d'un Document Technique d'Application.

Note

Les certifications Acerbois GLULAM pour le bois lamellé-collé, Acerbois-BMR pour le bois massif reconstitué, CTB-AB pour le bois massif abouté et CTB-PI pour les poutres en I valent la preuve de la conformité aux exigences du présent document.

La conductivité thermique et le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau des bois sont directement liés à leur masse volumique. La réglementation thermique donne ces valeurs pour les principales essences de bois.

Essence	Conductivité thermique λ en W / m.K	Facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ)
Epicéa, Sapin, Western Red Cedar	0,11	50
Douglas, Mélèze, Peuplier, Pin maritime, Pin noir, Pin sylvestre, Cèdre, Framiré, Méranti light red, Acajou	0,13	50
Châtaignier, Tauari, Limba, Bossé clair	0,15	50
Iroko, Louro vermelho, Mengkulang, maîtrise dark red, Niangon, Sapelli, Sipo, Teck	0,16	200
Chêne, Robinier, Frêne, Hêtre, Eucalyptus, Bossé foncé, Doussié, Merbau, Moabi, Movingui,	0,18	200
Autres essences résineuses ($\rho < 600 \text{ kg/m}^3$)	0,15	50
Autres essences résineuses ($\rho \geq 600 \text{ kg/m}^3$)	0,23	200
Autres essences feuillues ($\rho < 865 \text{ kg/m}^3$)	0,18	200
Autres essences feuillues ($\rho \geq 865 \text{ kg/m}^3$)	0,29	200

▲ **Tableau 1** : Conductivité thermique et facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau des essences de bois.

Plus la conductivité des bois de structure est faible, plus l'impact des ossatures sur l'affaiblissement de la performance thermique des parois (ponts thermiques intégrés) sera faible.

La conductivité thermique des BMA, BMR, et BLC est celle de l'essence de bois qui la compose.

La résistance à la diffusion de vapeur d'eau des BMA est la même que celle du bois massif. La résistance à la diffusion de vapeur d'eau des BMR et BLC est la même que celle du bois massif sauf lorsque les joints de colle sont une fois le matériau en œuvre, disposés

perpendiculairement au flux de vapeur, la résistance à la diffusion de vapeur d'eau doit être déterminée par essai selon NF EN ISO 12572.

La conductivité thermique et la résistance à la diffusion de vapeur d'eau des poutres en LVL est celle des panneaux de contreplaqué (Tableau 2).

Les Agrément Technique Européen et Document Technique d'Application dont bénéficient les autres types de poutre composite définissent les performances thermiques de ces produits.

4.2.2. • Panneaux à base de bois

Tous les panneaux à base de bois décrits dans le présent document sont des panneaux destinés à des emplois en milieu humide protégé (classe de service 2) et conformes à la norme NF EN 13986.

La conductivité thermique des panneaux à base de bois est donnée dans le tableau suivant :

Type de panneau	Norme de référence	Certification de produit	Conductivité thermique (W/m.K)
OSB 3 et OSB 4	NF EN 300	CTB-OSB3 et CTB-OSB4	0,13
Contreplaqué	NF EN 636-3	NF extérieur CTB-X	0,21
Panneaux de particules / P5	NF EN 312	CTB-H	0,18
LVL / S	NF EN 14279 ou NF EN 14374	/	0,21
Autres panneaux	Voir l'Avis Technique ou Document Technique d'Application visant favorablement leur emploi en voile travaillant de parois à ossature bois		

▲ **Tableau 2** : conductivité thermique des panneaux à base de bois

La résistance à la diffusion de vapeur d'eau des panneaux à base de bois doit être déterminée par essai conformément à la norme NF EN ISO 12572.

Cette valeur est certifiée dans le cadre de la marque de qualité dont le panneau peut faire l'objet.

Les certifications de produit données dans le (Tableau 2) ci-dessus certifieront prochainement les valeurs de résistance à la diffusion de vapeur d'eau annoncées par les fabricants.

4.3. • Durabilité du bois et des matériaux à base de bois

Pas de prescription particulière en dehors de celles du CGM (partie 1-2) du NF DTU 31.2.

4.4. • Organes de fixation ou d'assemblage

Pas de prescription particulière en dehors de celles du CGM (partie 1-2) du NF DTU 31.2.

4.5. • Fenêtres et portes extérieures

La performance thermique exigée pour les menuiseries extérieures est décrite en annexe E.

De plus, les prescriptions du NF DTU 36.5 s'appliquent et notamment :

Les performances sont évaluées conformément à la norme NF EN 14351-1.

Note 1

En plus de ces exigences, il peut y avoir des exigences réglementaires, comme par exemple : les caractéristiques thermiques, la résistance au choc de sécurité des allèges, les efforts de manœuvre des portes, la largeur de passage des portes vis-à-vis de la sécurité feu, la hauteur des poignées...

Note 2

Une attestation « Menuiseries 21 », un Document Technique d'Application, les certifications NF « CERTIFIA-CSTB-CERTIFIED », la certification « NF Fenêtres bois » et la certification ACOTHERM, valent la preuve de la conformité aux exigences du présent document.

Les profilés d'étanchéité des fenêtres doivent être conformes aux normes NF EN 12365-1 à 4

4.6. • Matériaux isolants

4.6.1. • Prescriptions communes à tous les matériaux

Pour une mise en œuvre optimale entre montants, tasseaux, solives ou chevrons les isolants doivent être semi-rigides.

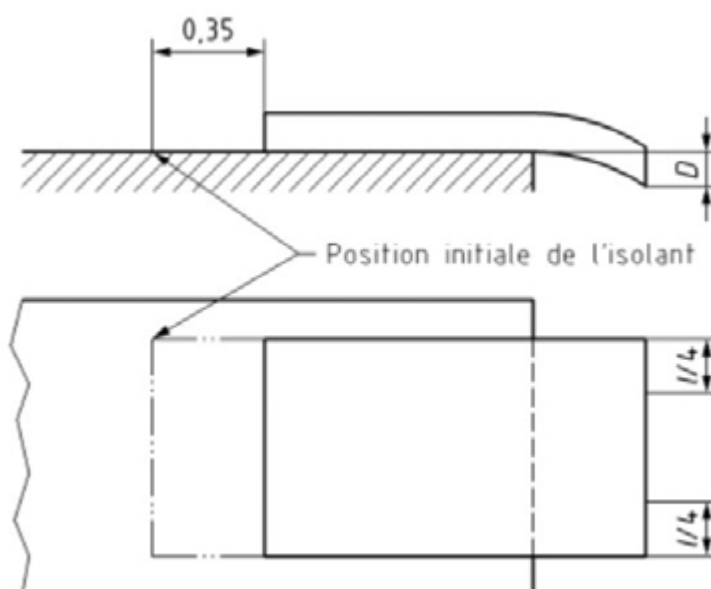
Tous les isolants dont la mise en œuvre est décrite dans le présent document ne sont soumis à aucune charge excepté leur poids propre, y compris en toiture.

En présence d'humidité, les performances thermiques des isolants peuvent varier. Ainsi la conductivité thermique est plus forte lorsque le matériau isolant se charge en humidité. La conductivité thermique déclarée par le fabricant et visée par une éventuelle certification doit être mesurée au plus proche des conditions de mise en œuvre.

En lien avec l'humidité également, des essais d'inter comparaison entre laboratoire sont actuellement en cours pour définir une méthodologie d'évaluation de la salubrité des isolants (quelle que soit leur composition) vis-à-vis du développement de champignons de moisissure.

- **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.



▲ Figure 1 : Test de semi-rigidité d'un isolant

Note 1

ce critère de semi-rigidité correspond au niveau L2 des isolants sous certificat ACERMI.

Note 2

Ce critère L2, bien que nécessaire pour des raisons de mise en œuvre (voir chapitre [6]), n'est pas suffisant pour garantir le non tassement dans le temps. Dans les normes produits et certifications de produit actuelles, aucun critère ne permet de garantir le non tassement des isolants sur plusieurs années.

4.6.2. • Isolants à base de laine minérale

L'isolant en laine minérale, non revêtu, se présente sous forme de panneaux ou rouleaux

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

- de classe d'absorption d'eau WS ($< 1 \text{ kg/m}^2$) ;
- 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).

Les panneaux rigides en laine de roche, destinés à des applications spécifiques (par exemple de type écran vis à vis des ouvrages de fumisterie), sont décrits dans les normes NF DTU correspondantes.

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

Note

La certification ACERMI permet de valider la conformité du matériau par rapport aux exigences du présent document.

4.6.3. • Isolants à base de fibres de bois

L'isolant en fibre de bois, non revêtu, se présente sous forme de panneaux.

Les isolants à base de fibre de bois sont définis par la norme NF EN 13171 et sont :

- de classe d'épaisseur T2 (déterminé selon EN 823, méthode B1, 250 Pa)
- de niveau de résistivité au passage d'air AFr 5 (déterminé selon EN 29053)

Note

La certification ACERMI permet de valider la conformité du matériau par rapport aux exigences du présent document.

Ces isolants font l'objet d'un Document Technique d'Application ou d'un Avis Technique visant favorablement leur mise en œuvre dans des constructions à ossature bois.

4.6.4. • Autres matériaux isolants

- Les plaques de polystyrène expansé doivent être conformes à la norme NF EN 13163.
- Les plaques de polystyrène extrudé doivent être conformes à la norme NF EN 13164.
- Les plaques de polyuréthane rigide doivent être conformes à la norme NF EN 13165.
- Les plaques de mousse phénolique doivent être conformes à la norme NF EN 13166.
- Les isolants en verre cellulaire doivent être conformes à la norme NF EN 13167.



- Les isolants en laine de bois (fibragglo) doivent être conformes à la norme NF EN 13168.
- Les isolants en liège expansé doivent être conformes à la norme NF EN 13170.

Ces isolants, ainsi que tout autre type d'isolant, comme la ouate de cellulose par exemple doivent faire l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant favorablement leur emploi entre éléments d'ossature en bois de murs, planchers ou toiture.

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

4.7. • Matériaux d'étanchéité

4.7.1. • Matériaux pour pare-vapeur

Les parois visées par le présent document comportent sur l'extérieur une lame d'air ventilée.

Les 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 pour application sur construction à ossature bois	Support discontinu	Support continu
Espace vide entre montants	$e \leq 60 \text{ cm}$	-
Résistance en traction (NF EN 12 311-2) [N/5 cm]	≥ 100	≥ 100
Résistance à la déchirure au clou (NF EN 12 310-1) [N] pour les parois verticales	≥ 40	≥ 40
Résistance à la déchirure au clou (NF EN 12 310-1) [N] pour les parois horizontales ou inclinées	≥ 80	≥ 80

▲ Tableau 3— Spécifications auxquelles répondent les pare-vapeur

Le facteur de transmission de la vapeur d'eau doit être inférieur ou égal à $10,80 \cdot 10^{-12} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$ soit une perméance $\leq 0,005 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$, ce qui correspond à une valeur $S_d \geq 18 \text{ m}$, mesurée selon NF EN 1931.

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 murs 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, B.

4.7.2. • Matériaux pour pare-pluie

4.7.2.1. • Pare-pluie-souples (films)

Les pare-pluie souples sont conformes à la NF EN 13859-2 et, par référence à cette norme, répondent aux spécifications du tableau ci-dessous :

		Support discontinu				Support continu	
		Bardages type XIII ⁽¹⁾		Bardages type XIV ⁽¹⁾		Bardages type XIII ⁽¹⁾	Bardages type XIV ⁽¹⁾
Entraxe entre montants		e ≤ 45 cm	45 cm < e ≤ 60 cm	e ≤ 45 cm	45 cm < e ≤ 60 cm		
Résistance à la pénétration de l'eau	neuf	W1		W2		W1	W2
	vieilli ⁽²⁾	W1 ⁽²⁾		W2 ⁽²⁾		W1 ⁽²⁾	W2 ⁽²⁾
Perméance à la vapeur d'eau		≥ 0,5 g/(m².h.mmHg) (soit ≥ 1,04.10-9 kg/(m².s.Pa))					
Valeur Sd		≤ 0,18 m					
Résistance en traction [N/5 cm]	neuf	≥ 100	≥ 140	≥ 100	≥ 140	≥ 100	
	vieilli	≥ 70 ⁽²⁾	≥ 100 ⁽²⁾	≥ 70 ⁽²⁾	≥ 100 ⁽²⁾	≥ 70 ⁽²⁾	≥ 70 ⁽²⁾
Résistance à la déchirure au clou [N]		≥ 75	≥ 100	≥ 75	≥ 100	≥ 75	
Stabilité dimensionnelle		≤ 1,5%					
Souplesse à basse température		T ≤ −5°C					

⁽¹⁾ le type de bardage rapporté – XIII ou XIV selon cahier CSTB 1833 – est annoncé dans le DTU ou l'Avis Technique du bardage rapporté

⁽²⁾ Test de vieillissement: annexe C EN 13859-2 (Durée de vieillissement 336 h UV sauf si bardage à claire-voie selon DTU 41.2 alors 5000 h UV)

Détermination W1: Résistance à la pénétration de l'eau: NF EN 1928 méthode A + § 5.2.3

Détermination W2: Résistance à la pénétration de l'eau: NF EN 13111 (la classe W1 répond à la classe W2)

Propriétés de transmission à la vapeur d'eau (valeur Sd): NF EN ISO 12572 série C

Résistance en traction: NF EN 12311-1 + annexe A (pliable) ou NF EN 12311-1 (non pliable)

Résistance à la déchirure au clou: NF EN 12310-1 + annexe B (pliable) ou NF EN 12310-1 (non pliable)

Stabilité dimensionnelle: NF EN 1107-1 (pliable) ou NF EN 1107-2 (non pliable)

Souplesse à basse température: NF EN 1109

▲ Tableau 4— Spécifications auxquelles répondent les pare-pluie souples

**Note :**

Une homologation CSTB vaut la preuve de la conformité du film pare-pluie aux exigences du présent document.

4.7.2.2. • Pare-pluie rigides en panneaux de fibres de bois

On utilise :

- les panneaux tendres de fibres de bois conformes aux exigences du type SB-H de la norme NF EN 622-4 ;
- les panneaux de fibres de moyenne densité (MDF) conformes aux exigences du type MDFRWH de la norme NF EN 622-5.

En complément, ces panneaux répondent également aux exigences de la norme NF EN 14964 de type IL (écrans rigides de sous toiture pour pose en discontinu).

Leur épaisseur est de 15 mm minimum et 22 mm maximum

Ils sont usinés avec rainures et languettes sur leurs quatre rives

Ces panneaux sont destinés à une pose avec des bardages de type XIV au sens du cahier CSTB 1833 exclusivement.

L'utilisation de ces panneaux est limitée à des bâtiments dont la hauteur :

- hauteur est limitée à R + 2 avec un maximum de 9 m (les pointes du pignon font partie du dernier niveau) ;
- hauteur du système est limitée à R + 1 avec un maximum de 6 m (les pointes du pignon font partie du dernier niveau en situation « d » au sens du DTU 20.1.

Note :

La certification CTB-RH vaut la preuve de la conformité des panneaux aux exigences du présent document.

4.7.3. • Matériaux pour écrans de sous-toiture

Les caractéristiques des écrans de sous-toiture sont décrites dans les DTU des matériaux de couverture (DTU de la série 40). Dans le cadre des présentes recommandations professionnelles, on utilisera des écrans HPV (Hautement Perméables à la Vapeur), dont la valeur Sd est inférieure ou égale à 0,10 m.

Note :

Une homologation CSTB Sd1 vaut la preuve de la conformité de l'écran aux exigences du présent document.

4.8. • Matériaux complémentaires pour systèmes d'étanchéité à l'eau et à l'air

4.8.1. • Matériaux pour barrière d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (bandes d'arase)

On utilise :

- feuille à base de bitume modifié SBS, d'épaisseur minimale 2 mm, grésée deux faces, conforme à la norme NF EN 14967 présentant une résistance à la déchirure au clou minimale de 120 N exprimée suivant la norme NF EN 12310-1 ;
- feuille plastique ou élastomère contre les remontées capillaires dans les murs, conforme à la norme NF EN 14909 (type A), résistante aux agents alcalins, présentant une résistance à la déchirure au clou minimale de 120 N exprimée suivant la norme NF EN 12310-1.

4.8.2. • Mastics

4.8.2.1. • Mastics à extruder

Les mastics doivent être conformes et classés selon NF EN ISO 11600. Ils doivent de plus répondre aux exigences de la norme NF EN 15651-1.

Au vu des déformations rencontrées sur les éléments et composants des parois à ossature bois, les mastics utilisés sont de classe F 25 E.

Selon les supports, des essais de convenance doivent être réalisés selon les chapitres [11.2.1] et [] du présent document.

Note :

La certification marque, « Label SNJF », permet d'attester des classes des mastics de calfeutrement.

4.8.2.2. • Mastics en cordons préformés

Ces mousses imprégnées pré-comprimées sont conformes aux spécifications de la norme NF P 30-303 ou NF P 30-305 ou NF P 85-550

4.8.3. • Bandes adhésives ou autres accessoires adhésifs

Les bandes ou surfaces adhésives utilisées pour le jointoiement des membranes souples :

- entre elles
- avec un élément en bois ;
- avec des panneaux à base de bois ;
- avec du béton ;
- avec du métal ;
- avec des gaines plastiques ;

ou pour les jointoiements entre panneaux à base de bois sont évaluées conformément aux chapitres [11.2.1] et [11.5.2] du présent document.

4.8.4. • Matériaux pour fond de joint

Le fond de joint doit être un matériau compressible et élastique tout en étant capable de résister aux pressions développées lors du serrage du mastic.

Note :

tel que défini dans le référentiel du Label SNJF et les essais de convenance. Il doit rester imputrescible à l'humidité, être compatible avec le mastic à venir et le primaire éventuel et ne pas gêner les déformations du mastic.

Les propriétés précédentes doivent être conservées jusqu'à la température de + 70 °C.

La section du fond de joint, supérieure à la largeur initiale du joint à surfaces parallèles, sera choisie en fonction de sa compressibilité.

Les fonds de joints sont en mousse de polyéthylène expansé à cellules fermées, utilisés en cordons ou bandes de section rectangulaire ou en mousse à cellules ouvertes imprégnées de résine conforme à la norme NF P 85-570, et vis-à-vis de la durabilité, seuls les produits de la classe 1 de la norme NF P 85-570 sont admis.

Note :

Un label SNJF vaut la preuve de la conformité aux exigences du présent document.

4.8.5. • Profilés d'étanchéité métalliques ou plastique

Ces produits sont utilisés en extérieur, comme bavettes, capotages de protection des pièces d'appuis ou des linteaux et plus généralement des habillages des tableaux de baies.

Les prescriptions de la partie 1-2 (CGM) du DTU 36.5 s'appliquent :

Les composants en PVC doivent être conformes aux prescriptions de la NF EN 12608.

Les tôles prélaquées en aluminium doivent être conformes à la norme NF EN 1396

Les tôles prélaquées en acier doivent être conformes aux normes NF EN 10169-1 à 3.

Tous les profilés métalliques doivent avoir une épaisseur de 15/10^e (1,5 mm) minimum.

Conception de parois permettant de satisfaire la performance thermique exigée

5



5.1. • Parois verticales extérieures

5.1.1. • Généralités

La conception et la mise en œuvre répondent aux prescriptions du NF DTU 31.2.

Ces parois comportent sur l'extérieur une lame d'air ventilée ménagée à l'arrière d'un bardage rapporté.

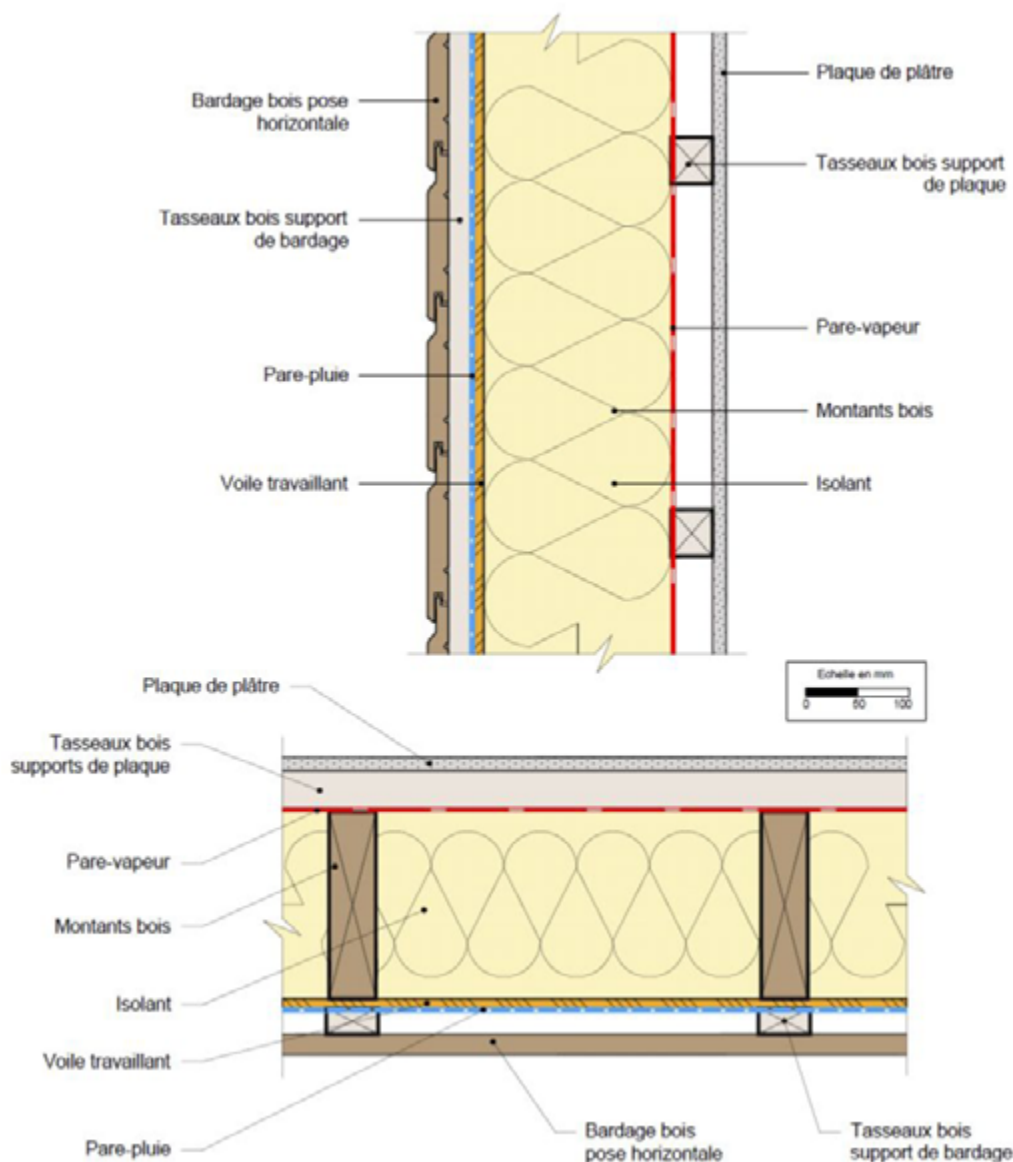
5.1.2. • Avec isolation en âme

La totalité de l'isolant est posé entre les montants de l'ossature principale.

La position et la nature du voile de contreventement (intérieur, extérieur, sur les deux faces) ne modifient pas la performance thermique de la paroi.

Le tasseau support de parement intérieur permet de ménager une lame d'air (non ventilée) qui fait office de gaine technique (cf. [10.2.1])

Les aspects hygrothermiques sont abordés au chapitre [11.4] du présent document.



▲ Figure 2 : Coupe verticale (en haut) et coupe horizontale (en bas) d'un mur à ossature bois avec isolation en âme.

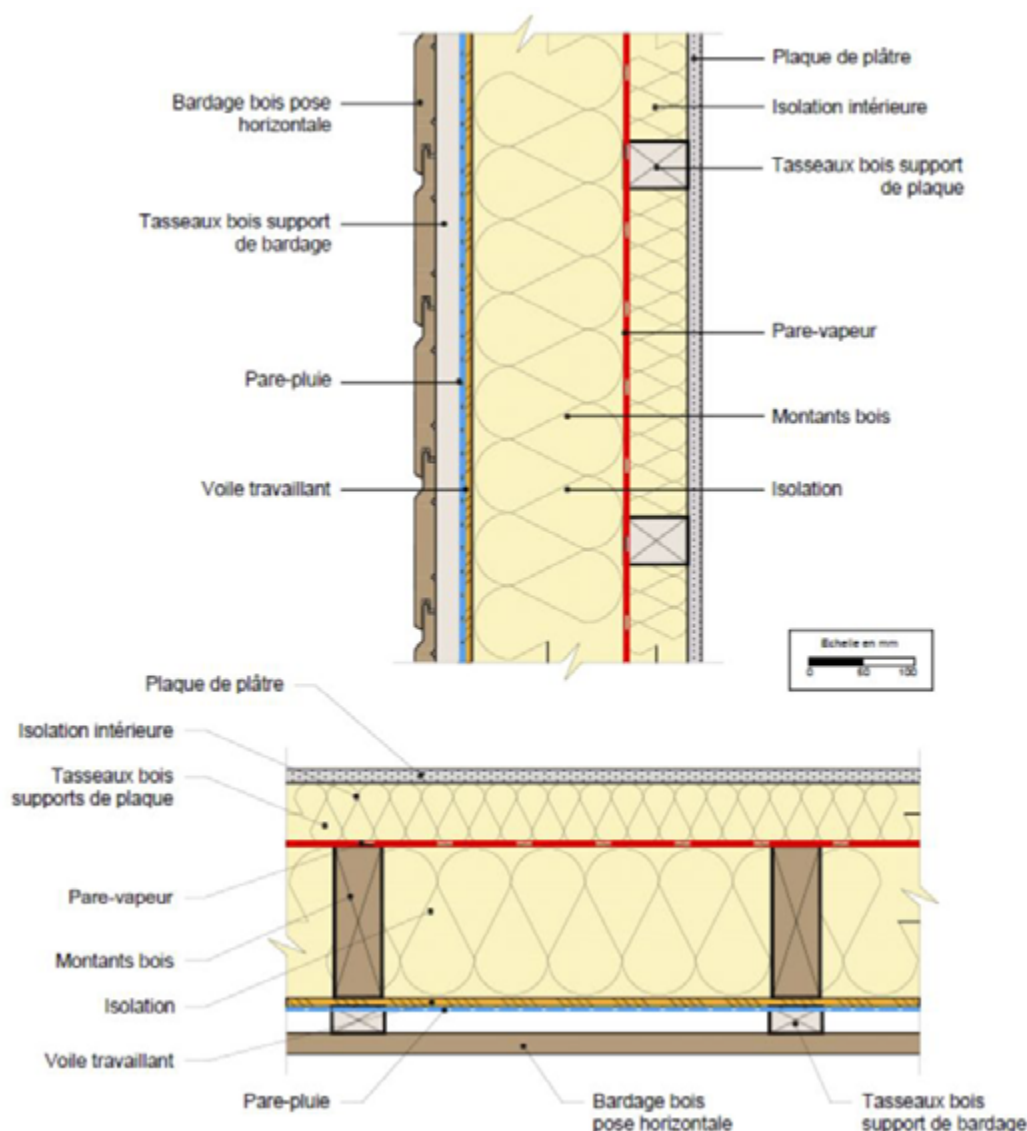
5.1.3. • Avec isolation en âme et complément intérieur

Un isolant est posé entre les montants de l'ossature principale.

Le complément d'isolation par l'intérieur est porté par les tasseaux supports de parement intérieur. La section de ces tasseaux est donc choisie en fonction de l'épaisseur de cet isolant de doublage. Cette épaisseur du doublage dans cette configuration est limitée (voir chapitre [7.2.3.]).

La position et la nature du voile de contreventement (intérieur, extérieur, sur les deux faces) ne modifie pas la performance thermique de la paroi.

Les aspects hygrothermiques sont abordés au chapitre [11.4] du présent document.



▲ Figure 3 : Coupe verticale (en haut) et coupe horizontale (en bas) d'un mur à ossature bois avec isolation en âme et complément isolant par l'intérieur

5.1.4. • Avec isolation en âme et complément extérieur

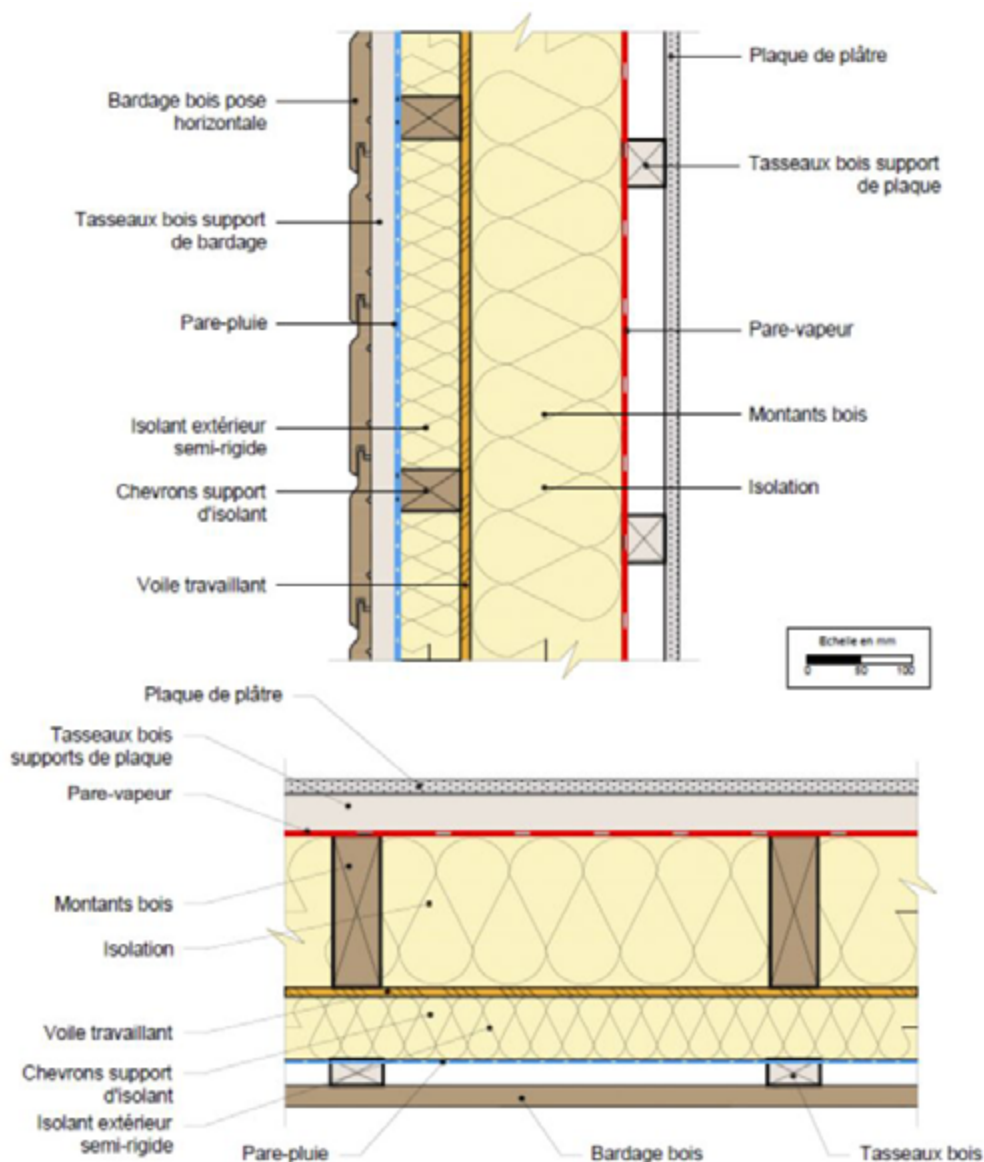
Un isolant est posé entre les montants de l'ossature principale.

Le complément d'isolation par l'extérieur est porté par des chevrons horizontaux ou verticaux. La section de ces tasseaux est donc choisie en fonction de l'épaisseur de cet isolant de doublage. **L'épaisseur de ce doublage est limitée à 100 mm.**

La position et la nature du voile de contreventement (intérieur, extérieur, sur les deux faces) ne modifie pas la performance thermique de la paroi.

Le tasseau support de parement intérieur permet de ménager une lame d'air (non ventilée) qui fait office de gaine technique (voir chapitre [10.2.1])

Les aspects hygrothermiques sont abordés au chapitre [] du présent document.



▲ Figure 4 : Coupe verticale (en haut) et coupe horizontale (en bas) d'un mur à ossature bois avec isolation en âme et complément isolant par l'extérieur

5.1.5. • Avec isolation en âme et compléments intérieur et extérieur

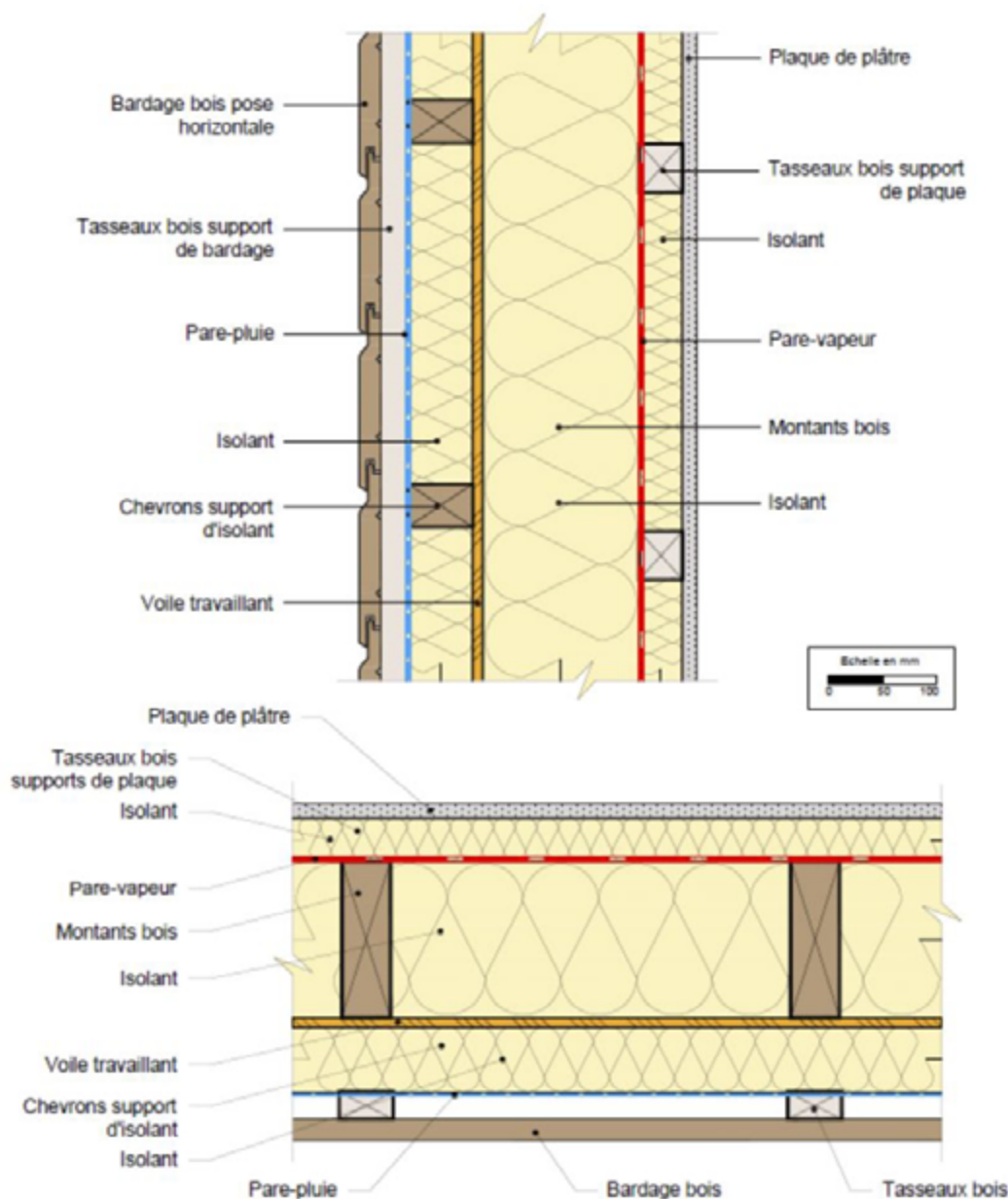
Un isolant est posé entre les montants de l'ossature principale.

Le complément d'isolation par l'extérieur est porté par des chevrons horizontaux ou verticaux. La section de ces tasseaux est donc choisie en fonction de l'épaisseur de cet isolant de doublage. L'épaisseur de ce doublage est limitée à 100 mm.

Le complément d'isolation par l'intérieur est porté par les tasseaux supports de parement intérieur. La section de ces tasseaux est donc choisie en fonction de l'épaisseur de cet isolant de doublage. Cette épaisseur du doublage dans cette configuration est limitée (voir chapitre [7.2.3]).

La position et la nature du voile de contreventement (intérieur, extérieur, sur les deux faces) ne modifie pas la performance thermique de la paroi.

Les aspects hygrothermiques sont abordés au chapitre [] du présent document.



▲ Figure 5 : Coupe verticale (en haut) et coupe horizontale (en bas) d'un mur à ossature bois avec isolation en âme et complément isolant intérieur et extérieur

5.2. • Éléments préfabriqués de planchers et de toitures

5.2.1. • Généralités

Les parois types présentées ci-dessous sont des toitures et des planchers dont la conception et le fonctionnement thermique et

hygrothermique peut s'apparenter à celui des murs : il s'agit donc de cavités (préfabriqués ou non) composées d'éléments porteurs (solives et chevrons) et d'au moins un panneau.

La conception et la mise en œuvre du système d'isolation d'autres types de charpente (charpente traditionnelle, charpente industrielle) est abordée dans d'autres documents (cahiers CSTB 3560-V2, 3647 et 3693 notamment).

5.2.2. • Planchers sur vide sanitaire ou locaux non chauffés

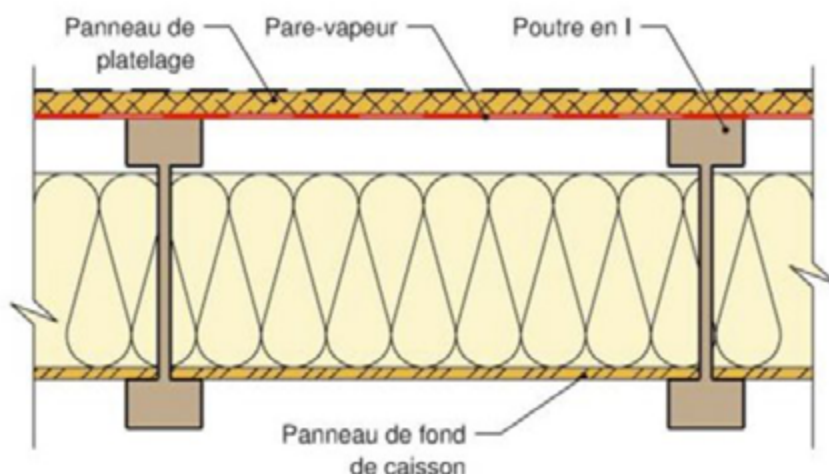
Le solivage répond aux prescriptions du DTU 31.1. Le platelage en panneaux à base de bois répond aux prescriptions du DTU 51.3.

Un pare-vapeur doit être mis en œuvre en sous-face du panneau de platelage dans tous les cas, pour garantir son intégrité, quelque soit le revêtement de sol mis en œuvre.

Dans le cas d'un plancher bas sur vide sanitaire l'isolant est porté par un panneau faisant office de fond de caisson. Le vide sanitaire est ventilé au 1/150^{ème} de la surface du plancher.

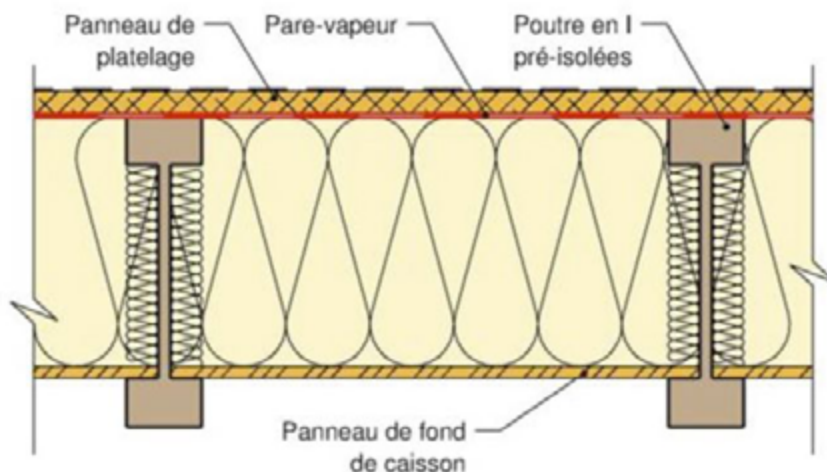
A l'intérieur du vide sanitaire, la garde au sol sous les éléments en bois du plancher (solives, fond de caisson,...) est de 30 cm minimum. La surface totale des orifices de ventilation doit être au minimum de 1/150^{ème} de la surface au sol du vide sanitaire

L'épaisseur d'isolant, selon la performance thermique souhaitée peut ne pas remplir la cavité sur toute sa hauteur.

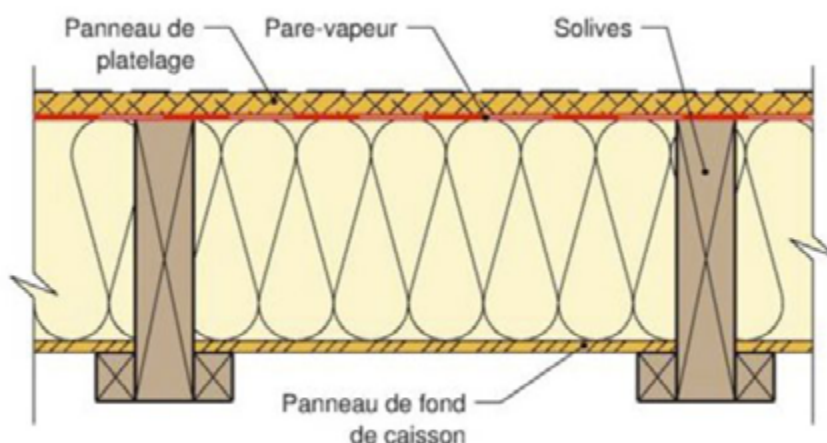


▲ Figure 6 : Sur vide sanitaire avec poutres en i

La poutre en i peut être pré-isolée pour permettre le remplissage complet du plénum avec de l'isolant semi rigide.



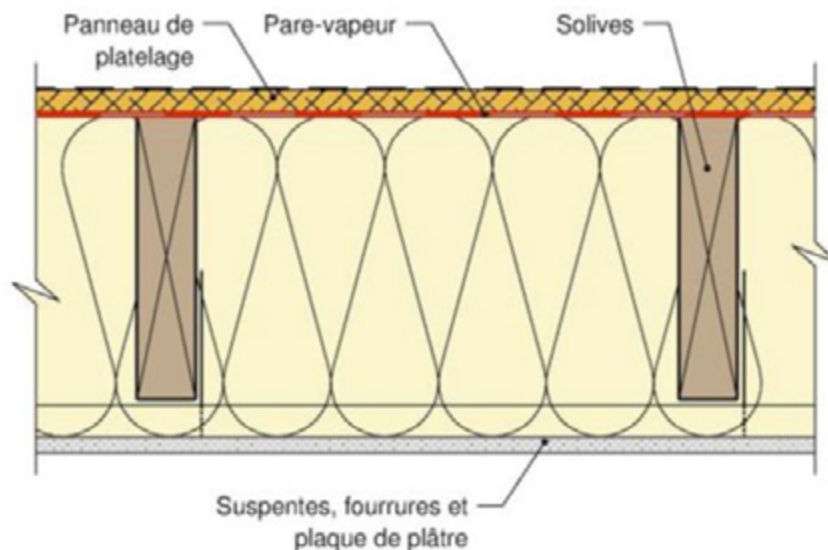
▲ Figure 7 : Sur vide sanitaire avec solives en i pré-isolées



▲ Figure 8 : Sur vide sanitaire avec solives de section rectangulaire

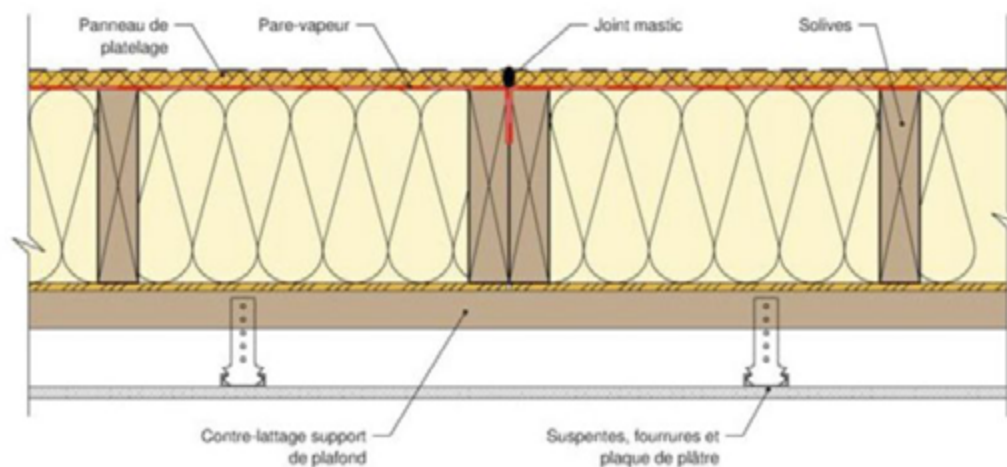
Dans le cas de planchers séparatif entre un local chauffé et un local non chauffé (cave, parking, vide sanitaire accessible), le fond de caisson tel que décrit ci-dessus n'est pas nécessaire, il est possible de réaliser un plafond traditionnel à l'aide de suspentes et fourrures métalliques.

La mise en œuvre du pare-vapeur est nécessaire.



▲ Figure 9 : Sur local non chauffé

Si un panneau à base de bois est présent en sous-face, une contre ossature est mise en œuvre pour permettre la fixation des suspentes du plafond.



▲ Figure 10 : Sur local non chauffé avec éléments préfabriqués

A la jonction entre deux éléments préfabriqués, un joint au mastic sera réalisé pour prévenir toute infiltration d'eau en phase chantier (cette opération ne dispense pas d'un bâchage complet de l'ouvrage

5.2.3. • Planchers hauts supports d'étanchéité (toitures terrasses)

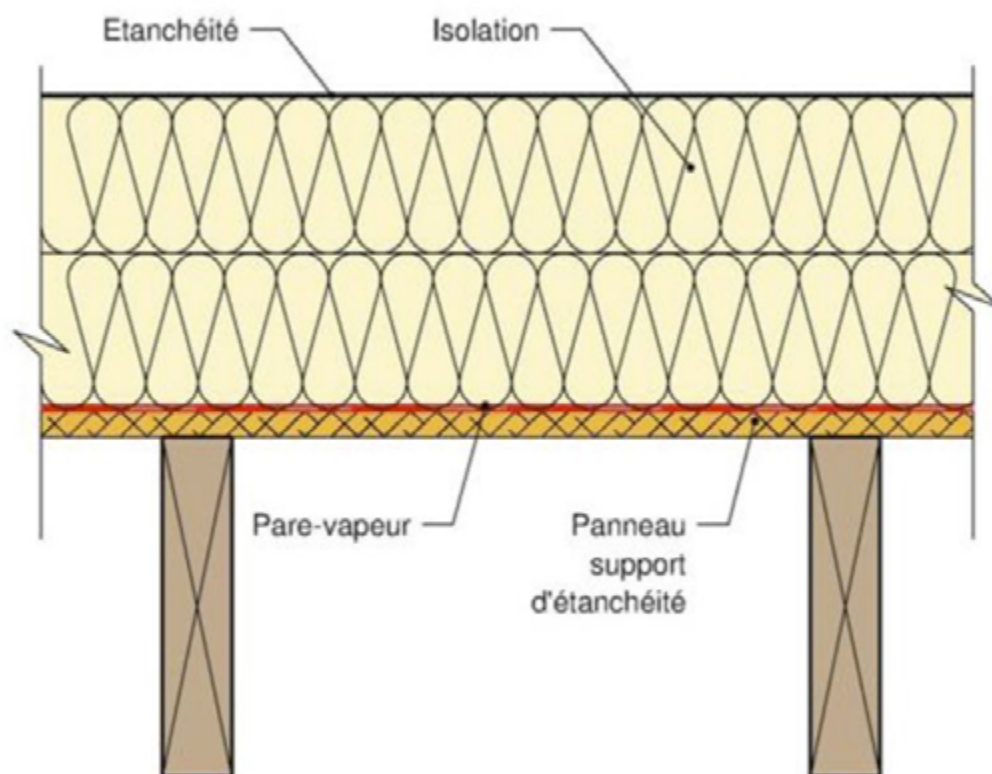
Ces parois répondent aux prescriptions du NF DTU 43.4.

Le présent document n'aborde que le cas de toitures « chaudes ».

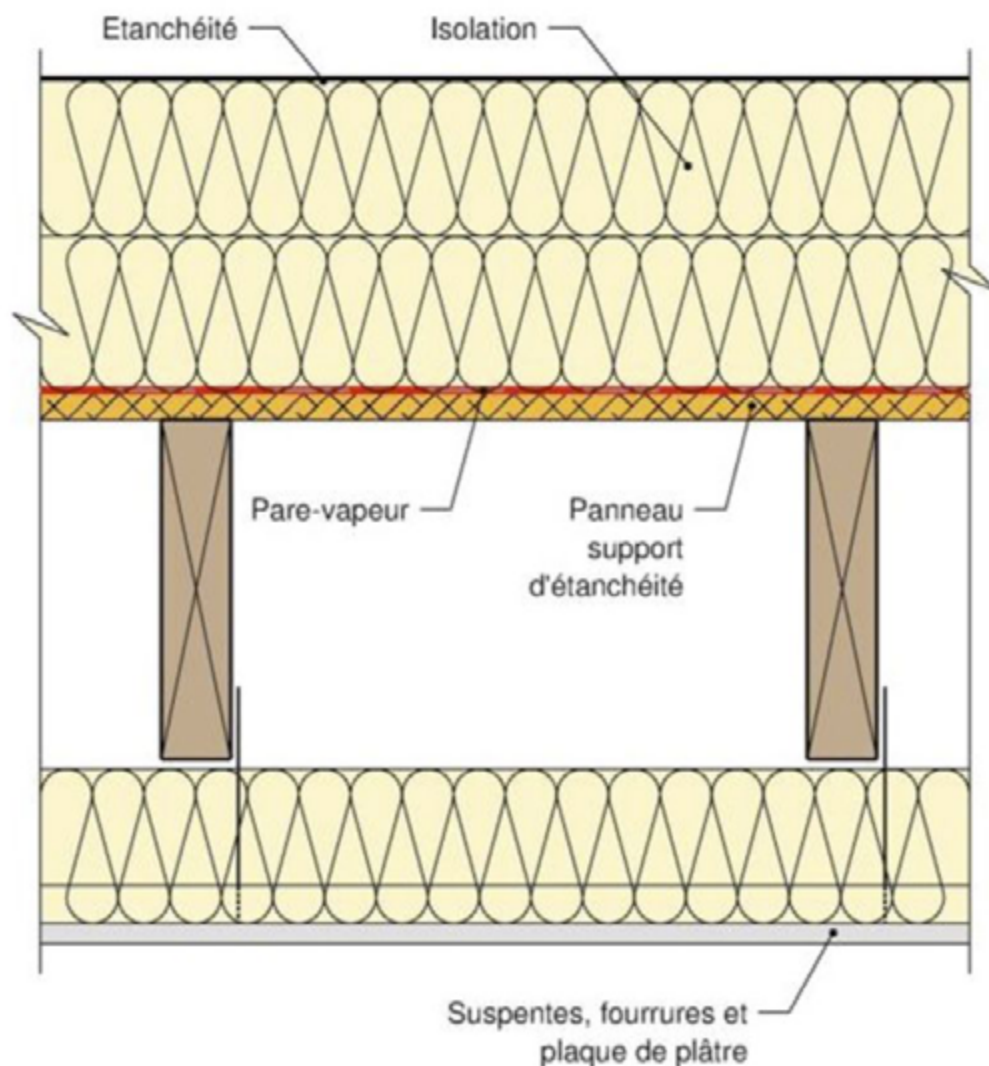
En effet les toitures dites « froides », nécessitent une ventilation du panneau support d'étanchéité en sous face.

Cette ventilation et son efficacité, notamment au travers des acrotères à ossature bois s'avère délicate à réaliser. Le traitement des entrées et sorties de ventilation au travers des acrotères, présente un risque important de discontinuité de l'étanchéité à l'eau, pouvant endommager les parois à terme.

Lorsque l'isolant est au dessus du panneau élément porteur d'étanchéité, alors un pare-vapeur est systématiquement mis en œuvre au dessus du panneau, sous l'isolant.



▲ Figure 11 : Toiture chaude



▲ Figure 12 : Toiture chaude avec complément d'isolation suspendu

L'épaisseur du complément d'isolation porté par la plaque de parement doit être choisie conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4 de façon à éviter l'apparition du point de rosée dans l'épaisseur de la paroi et dans tous les cas en respectant les prescriptions du chapitre [7.2.3]. du présent document. Il s'agit d'une simple correction acoustique.

Les toitures terrasses à double isolation (isolant entre solives + isolant entre étanchéité et panneau support) avec pare-vapeur sous les solives feront l'objet de recommandations professionnelles spécifiques et ne sont donc pas décrites dans le présent document.

Note :

Le NF DTU 25.41 – Ouvrages en plaques de plâtre limite la charge d'isolant en plafond ou rampant à 15 kg/m².

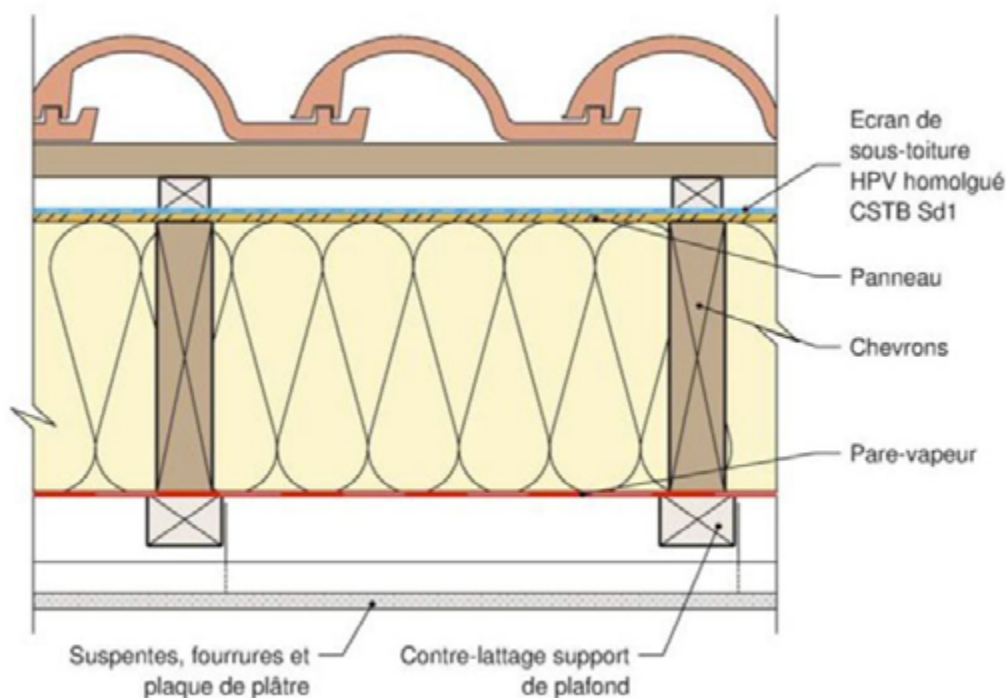
5.2.4. • Charpentes en chevrons autoporteurs pour couvertures froides

Le vide entre chevrons est limité à 60 cm.

La position et la nature du panneau (intérieur, extérieur, sur les deux faces) ne modifient pas la performance thermique de la paroi.

Les aspects hygrothermiques sont abordés au chapitre [] du présent document.

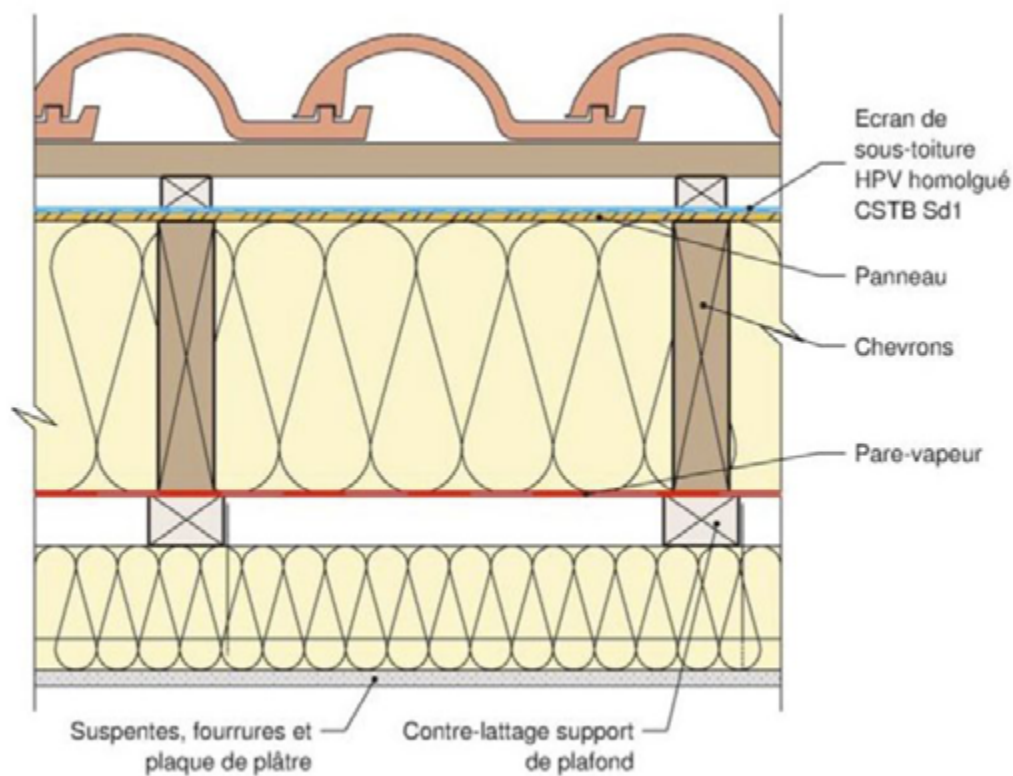
La sous-face de la couverture est ventilée avec de l'air extérieur.



▲ Figure 13 : avec panneau et isolation entre chevrons (préfabriqué ou non)

Afin d'éviter tout percement du pare-vapeur un contre chevronnage intérieur permet la fixation des suspentes du plafond.

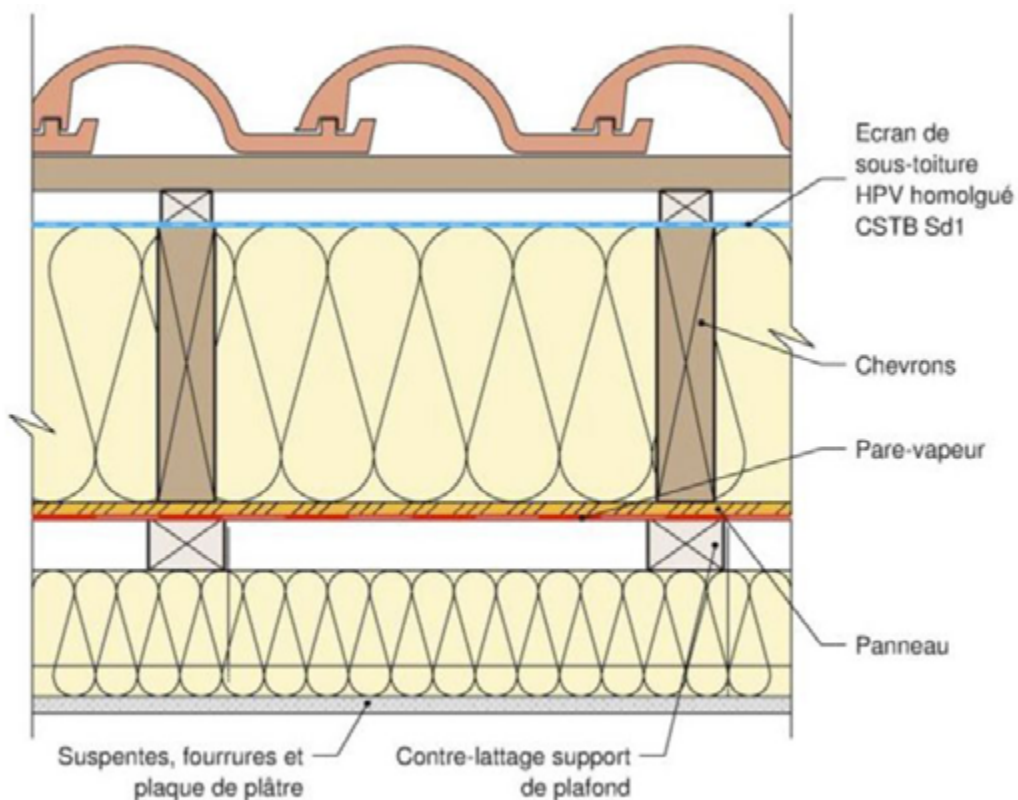
Un doublage, sous le pare-vapeur, peut être mis en œuvre. L'épaisseur du doublage dans cette configuration est limitée (voir chapitre [7.2.3]).



▲ Figure 14 : Avec isolation entre chevrons et complément intérieur sur plafond

Note :

Le NF DTU 25.41 – Ouvrages en plaques de plâtre – limite la charge d'isolant en plafond ou rampant à 15 kg/m².



▲ Figure 15 : Avec panneau en sous-face

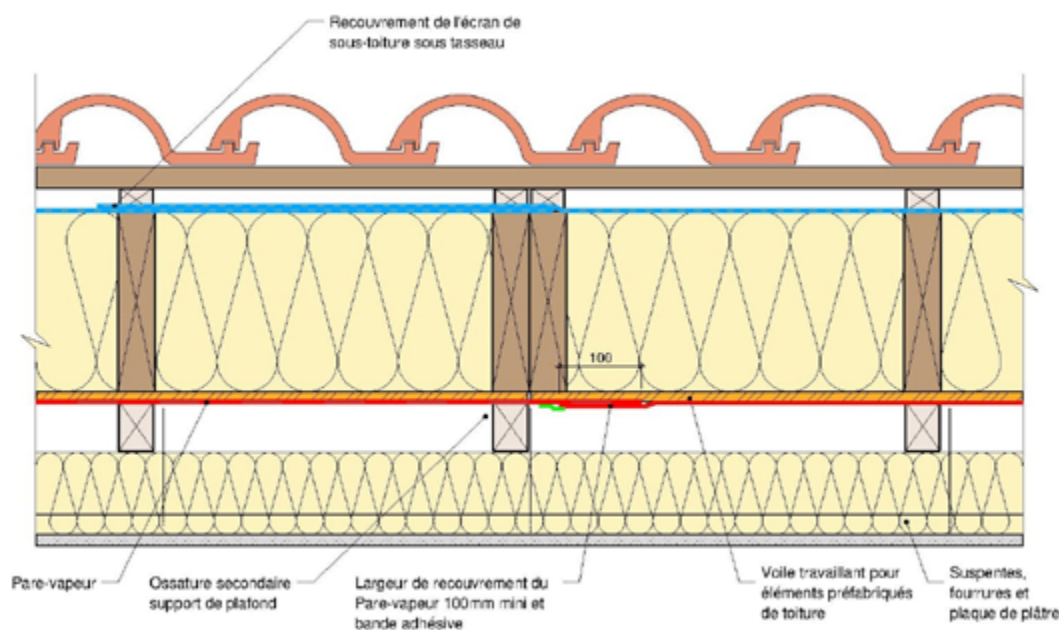
Le panneau peut également être mis en œuvre en sous-face du chevonnage. L'isolant peut alors remplir toute la hauteur de la cavité.

En cas de support discontinu, les écrans de sous-toiture mis en œuvre doivent être de classe appropriée selon l'entraxe des supports.

Note :

Ces classes sont décrites dans le référentiel d'homologation CSTB couverture.

Cette technique est également adaptée aux éléments préfabriqués.



▲ Figure 16 : Jonction entre éléments de toiture préfabriqués avec panneau en sous-face

Prescriptions pour la mise en œuvre des isolants entre éléments d'ossature principale

6



6.1. • Généralités

Les isolants insérés entre montants, solives, tasseaux ou chevrons.

Les éléments de structure en bois sont rabotés et ne doivent pas présenter de singularités et déformations trop importantes de manière à pouvoir épouser parfaitement les isolants.

Les tolérances sur les singularités et les déformations résiduelles **après assemblage** des éléments d'ossature, sont répertoriées dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs sont basées sur celles de la classe ST-I de la norme NF B 52-001, avec un renforcement pour prendre en compte cette liaison ossature / isolant semi-rigide.

Singularité	Critère
Flache	Non admis
Flèche de face	< 5mm / 2 m
Flèche de rive	< 4 mm / 2 m
Gauchissement	< 4% de la largeur
Tuilage	< 4% de la largeur

▲ Tableau 5 : Singularités admissibles sur les montants et traverses des parois à ossature bois

Note 1 :

Ces déformations sont mesurées conformément à la norme NF EN 1310.

Note 2 :

Les arêtes cassées ou arrondies avec un rayon de moins de 3 mm ne sont pas considérées comme du flache

Lors de la pose de l'isolant :

- L'isolant doit être supporté en partie basse des parois verticales ;

- La périphérie des parois horizontales ou inclinées est close soit par la présence des solives, d'entretoises, de planches d'arrêts (parfois appelées déflecteurs) ;

La largeur maximale de l'isolant correspond à la largeur des éléments supports et les largeurs /longueurs sont découpés aux dimensions de la cavité augmentée de 5 mm avec une tolérance de 0 à +5 mm sur cette surcote, de manière à réaliser un contact continu entre l'ossature et l'isolant sur toute la périphérie.

Cette tolérance 0/+5 mm s'applique également sur l'épaisseur de l'isolant en œuvre par rapport à celle des montants d'ossature.

À l'intérieur d'une cavité, les isolants peuvent être disposés en plusieurs morceaux sur la hauteur uniquement.

La hauteur des cavités à remplir d'isolant ne peut dépasser 2,80 m pour limiter le risque de tassement. Pour des cavités de hauteur supérieure à 2,80 m, une entretoise supportant le poids de l'isolant et fixée mécaniquement aux montants d'ossature sera mise en œuvre.

6.2. • Tenue mécanique des éléments de plancher et de toiture chargés d'isolant

Au vu des configurations de parois de murs, planchers et toitures décrites dans au chapitre [5] ci-dessus, les charges d'isolant sont reprises :

- Soit par un panneau à base de bois cloué, agrafé ou vissé sur la structure principale
- Soit par le pare-vapeur et des contrelattes fixées perpendiculairement à la structure principale
- Soit par le pare-vapeur et des contrelattes fixées au droit de la structure principale

Lorsque la densité de l'isolant est limitée à 60 kg/m³, pour une épaisseur maximale de 500 mm, les dispositions constructives (NF DTU 31.2) relatives à la fixation des panneaux à base de bois en sous-face des éléments porteurs, par pointes non lisses, agrafes ou vis, permettent de reprendre ces charges particulières.

Dans les cas où le film pare-vapeur participe à la reprise des charges d'isolant, des prescriptions spécifiques pour la fixation du pare-vapeur sont prévues au chapitre [11.5.3]. du présent document.

Prescriptions complémentaires pour les systèmes de doublages isolants intérieurs et extérieurs

7



7.1. • Spécifications pour la mise en œuvre d'un complément d'isolation extérieur entre chevrons horizontaux ou verticaux

7.1.1. • Justification de la performance mécanique du système de doublage

Afin d'assurer la tenue mécanique des systèmes de doublage extérieur sous sollicitations des actions de vent (zones 1 à 4) et de séisme (zones 1 à 4), les prescriptions suivantes doivent être appliquées :

- Le chevronnage est vertical (au droit des montants d'ossature) ou horizontal.
- En cas de pose verticale en zone de sismicité 2, 3 ou 4, le chevronnage est interrompu à chaque niveau.
- Le vide entre chevrons est limité à 60 cm
- La masse surfacique du revêtement extérieur est limitée à 25 kg/m²
- La densité de l'isolant est limitée à 55 kg/m³
- Aucune des deux dimensions de la section du chevron ne doit dépasser 100 mm
- L'épaisseur d'isolant est limitée à 100 mm.
- Les chevrons sont fixés avec **des vis à filetage partiel** :
 - à chaque intersection avec les montants de l'ossature principale en cas de pose horizontale
 - tous les 60 cm en cas de pose verticale au droit des montants d'ossature



- Les vis sont choisies comme indiqué dans le (Tableau 13) ci-dessous :

Section maximale des chevrons	Dimension des vis
36 mm x 60 mm	Ø6 mm x 140/100 mm
45 mm x 100 mm	Ø8 mm x 200/100 mm

▲ Tableau 6 : Dimension des vis à filetage partiel pour la fixation des chevrons porteurs du doublage extérieur en fonction de leur section

Toute configuration s'écartant des prescriptions ci-dessus doit faire l'objet d'une justification mécanique particulière faisant la preuve de la résistance au vent et aux actions de séisme du système de doublage.

7.1.2. • Mise en œuvre des chevrons et de l'isolant

L'isolant peut être mis en œuvre devant une paroi verticale à support continu ou discontinu avec interposition d'un contre chevronnage.

Cette technique nécessite un revêtement extérieur ventilé.

Dans le cas d'un isolant mis en œuvre verticalement (entre chevrons verticaux) celui-ci est supporté en partie basse.

Il est toujours protégé par un revêtement extérieur. Un pare pluie est éventuellement mis en œuvre selon les préconisations du chapitre [], en fonction du type de revêtement extérieur.

Dans le cas où il n'y a pas d'exigence de pare pluie, une protection provisoire de chantier est appliquée

Les chevrons sont dimensionnés et liaisonnés sur l'ossature principale afin de reprendre tous les efforts induits par l'isolant et le revêtement extérieur (poids propre, charges climatiques, sismiques,...) conformément au chapitre [7.1.1]. ci-dessus.

L'isolant est semi-rigide, serré mais non comprimé dans son épaisseur et sur toute sa périphérie avec une mise en œuvre analogue à celle décrite ci-dessus au chapitre [6].

Il n'y a pas de discontinuité autre que celle causée par les chevrons dans la mise en œuvre.

La surface de l'isolant ne doit pas émerger du nu extérieur des tasseaux. .

7.2. • Spécifications pour la mise en œuvre d'un complément d'isolation intérieure

7.2.1. • Mise en œuvre entre tasseaux verticaux ou horizontaux

L'isolant est maintenu entre tasseaux horizontaux ou verticaux, en bois ou en métal, sur lesquels est fixé le parement intérieur (plaque de plâtre, lambris, etc.).

De fait, les dimensions et la nature de ces tasseaux satisfont a minima aux exigences des différents DTU relatifs au type de parement intérieur (DTU 25.41 pour les ouvrages en plaques de plâtre et DTU 36.2 pour les parements en bois).

La largeur de tasseaux et l'épaisseur d'isolant associée sont limitées à 100 mm.

L'isolant utilisé est semi rigide et monocouche. L'isolant est serré mais non comprimé dans son épaisseur et sur toute sa périphérie avec une mise en œuvre analogue à celle décrite ci-dessus au chapitre [6]. Il n'y a pas de discontinuité dans la mise en œuvre.

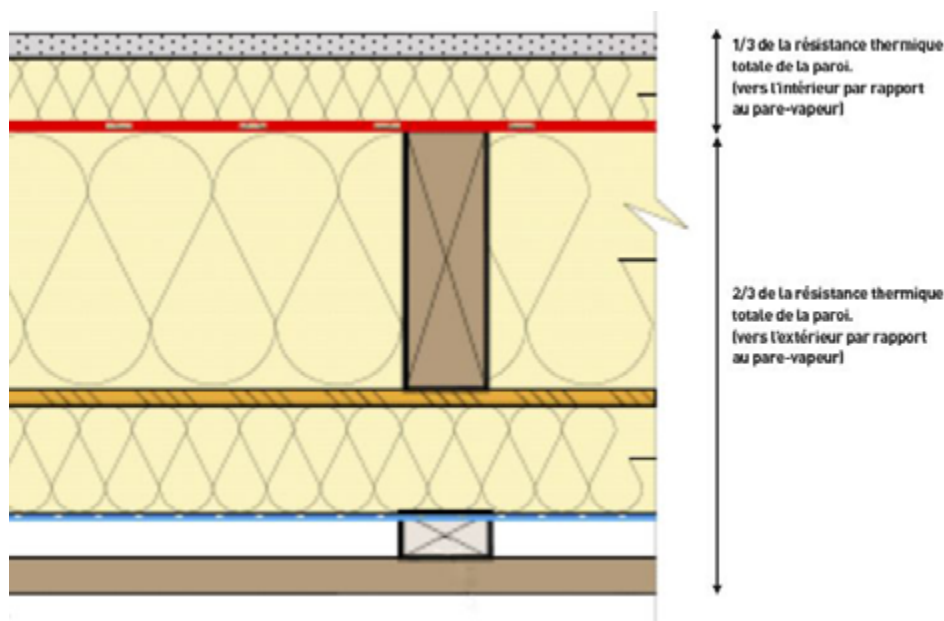
Il n'y a pas de discontinuité autre que celle causée par les chevrons dans la mise en œuvre.

7.2.2. • Mise en œuvre en couche continue devant la paroi

Cette technique particulière fera l'objet de recommandations professionnelles RAGE spécifiques intitulées « Isolation Thermique par l'intérieur – cas du neuf »

7.2.3. • Limitation de l'épaisseur du complément d'isolation intérieure en cas de mise en œuvre côté intérieur par rapport au pare-vapeur

L'épaisseur de l'isolant de doublage intérieur est limitée de façon à ce que sa résistance thermique soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant du mur (règle dite des 2/3 – 1/3).



▲ Figure 17 : Schéma de principe de la règle dite des « 2/3 – 1/3 »

7.2.4. • Spécifications concernant les doublages derrière une cheminée à foyer ouvert ou un insert.

Les travaux d'âtrerie sont couverts par le DTU 24.2.

Deux cas de figure peuvent se présenter :

Soit les prescriptions du fabricant indiquées sur la notice de l'appareil, notamment la distance de sécurité par rapport aux matériaux combustibles, sont mises en œuvre,

Soit, une cloison d'interposition incombustible protégée est mise en œuvre avec les prescriptions suivantes :

- on doit protéger les parois par interposition d'un matériau d'une résistance thermique minimale de $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ à 50°C (ou de $0,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ à 200°C), ayant un classement A1 ou au moins M0 ou A2-s1,d0 (équivalent à 30 mm d'isolant fibreux de densité inférieure à 100 kg/m^3 avec feuille d'aluminium ou isolants structuraux haute température autoportants constitués de silicate de calcium) ;
- l'isolant ne doit pas pouvoir se dégrader pour des températures inférieures à 400°C ;
- une lame d'air d'épaisseur minimale de 30 mm, éventuellement entrecoupée d'ailettes avec un minimum de 10 mm entre le sommet des ailettes et l'isolant, est ménagée entre l'isolant et l'appareil.

Dans le cas des inserts, les sections des entrées d'air de convection sont définies dans les prescriptions d'installation du fabricant de

l'appareil, avec un minimum de passage libre de 400 cm² pour l'entrée basse et 500 cm² pour la sortie haute

Si le fabricant le précise dans la notice de l'appareil, l'amenée d'air comburant, lorsqu'elle débouche dans l'habillage, peut faire office d'entrée d'air basse de ventilation de l'appareil.

Note :

Certains foyers, de par leur conception, ne provoquent pas d'élévation de température supérieure à 30 °C et ne nécessitent donc pas l'enlèvement des matériaux combustibles des parois d'adossement.

Si aucune des deux solutions ci-dessus n'est possible, l'appareil ne doit pas être installé.

Spécifications pour la protection des parois et des isolants aux intempéries avant leur mise hors d'eau définitive

8



Toutes les prescriptions développées au chapitre [6] ci-dessus s'appliquent avec les compléments ci-dessous.

8.1. • Conditions de mise en œuvre entre montants d'ossature principale et en doublage intérieur de parois verticales

8.1.1. • Mise en œuvre sur chantier

La mise en œuvre n'est possible que lorsque le chantier est hors d'eau.

8.1.2. • Mise en œuvre en usine

Les parois contenant des isolants doivent être protégées des intempéries pendant les phases transport, stockage, levage et jusqu'à la mise hors d'eau des bâtiments.

La mise en œuvre des isolants en atelier assortie de la mise en œuvre des ouvrages d'étanchéité (pare-pluie et pare-vapeur) conformément aux prescriptions du présent document permet d'assurer la protection de l'isolant.

Lorsque les films pare-pluie et pare-vapeur sont rabattus sur la périphérie des parois préfabriquées, leur débord équivaut au moins à l'épaisseur du mur et les deux films sont agrafés l'un sur l'autre.

Si les menuiseries ne sont pas mises en œuvre en atelier, les films pare-pluie et pare-vapeur ne sont pas perforés (continus devant le chevêtre) avant la pose de la menuiserie sur le chantier.



A défaut, un bâchage complet des éléments préfabriqués contenant de l'isolant doit être réalisé avant toute sortie d'atelier et rester en place jusqu'à la mise hors d'eau du bâtiment. Ce bâchage est agrafé sur les bois d'ossature de manière à ne pas être endommagé lors des phases de transport et de levage des éléments préfabriqués.

8.2. • Conditions de mise en œuvre en doublage extérieur de parois verticales

8.2.1. • Mise en œuvre sur chantier

Un bâchage intégral est posé à l'avancement lors de la mise en œuvre de l'isolant. Ce bâchage restera en place et sera déposé, également à l'avancement lors de la mise en œuvre du revêtement extérieur.

La mise en œuvre du pare-pluie (conformément aux prescriptions du présent document) peut faire office de protection provisoire de l'isolant et ne nécessite pas de dépose.

8.2.2. • Mise en œuvre en usine

Les parois contenant des isolants doivent être protégées des intempéries pendant les phases transport, stockage, levage et jusqu'à la mise hors d'eau des bâtiments.

La mise en œuvre des isolants en atelier assortie de la mise en œuvre des ouvrages d'étanchéité (pare-pluie et pare-vapeur) conformément aux prescriptions du présent document permet d'assurer la protection de l'isolant.

Lorsque les films pare-pluie et pare-vapeur sont rabattus sur la périphérie des parois préfabriquées, leur débord équivaut au moins à l'épaisseur du mur et les deux films sont agrafés l'un sur l'autre.

Si les menuiseries ne sont pas mises en œuvre en atelier, les films pare-pluie et pare-vapeur ne sont pas perforés (continus devant le chevêtre) avant la pose de la menuiserie sur le chantier.

A défaut, un bâchage complet des éléments préfabriqués contenant de l'isolant doit être réalisé avant toute sortie d'atelier et rester en place jusqu'à la mise en œuvre du revêtement extérieur. Ce bâchage est agrafé sur les bois d'ossature de manière à ne pas être endommagé lors des phases de transport et de levage des éléments préfabriqués.

8.3. • Conditions de mise en œuvre dans les planchers et les toitures

8.3.1. • Mise en œuvre sur chantier

La mise en œuvre n'est possible que lorsque le chantier est hors d'eau.

8.3.2. • Mise en œuvre en usine

Les parois contenant des isolants doivent être protégées des intempéries pendant les phases transport, stockage, levage et jusqu'à la mise hors d'eau des bâtiments.

La mise en œuvre des isolants en atelier assortie de la mise en œuvre des ouvrages d'étanchéité (écrans de sous-toiture et pare-vapeur) conformément aux prescriptions du présent document permet d'assurer la protection de l'isolant.

Lorsque les films écran de sous-toiture et pare-vapeur sont rabattus sur la périphérie des parois préfabriquées, leur débord équivaut au moins à l'épaisseur de la paroi et les deux films sont agrafés l'un sur l'autre.

A défaut, un bâchage complet des éléments préfabriqués contenant de l'isolant doit être réalisé avant toute sortie d'atelier et rester en place jusqu'à la mise hors d'eau du bâtiment dans le cas des planchers, ou de la couverture dans le cas des toitures. Ce bâchage est agrafé sur les bois d'ossature de manière à ne pas être endommagé lors des phases de transport et de levage des éléments préfabriqués.

Maîtrise de l'efficacité thermique (transmission et étanchéité) des jonctions entre parois

9



9.1. • Généralités

Pour chaque type de liaisons, les prescriptions techniques ci-dessous sont établies pour limiter au maximum le pont thermique au niveau de cette liaison, garantir l'étanchéité à l'eau et à l'air tout en assurant une performance mécanique adaptée, fonction du niveau de préfabrication et de la présence ou non de doublages intérieurs ou extérieurs.

Note :

Les valeurs de pont thermique (notées Ψ) sont répertoriées dans le Catalogue Bois Construction (également issu de travaux RAGE)

9.2. • Liaison mur extérieur / mur extérieur en partie courante

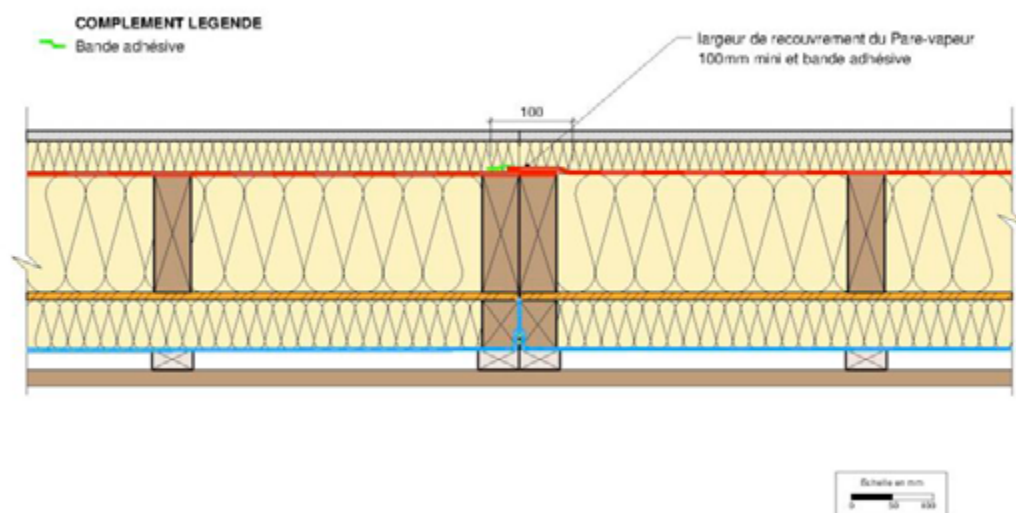
Lorsque les éléments de parois verticales sont préfabriqués, la jonction mécanique entre eux se fait par l'intermédiaire des montants latéraux de chacun des éléments.

En cas de doublage isolant intérieur ou extérieur, la performance thermique optimale sera obtenue en croisant les isolants de doublage, c'est-à-dire posés entre tasseaux et chevrons horizontaux, ce qui permet de diminuer l'impact du pont thermique de la liaison.

La jonction au niveau du pare-vapeur est réalisée avec un recouvrement de 100 mm minimum et un pontage à la bande adhésive.

La jonction du film pare-pluie est réalisée grâce à un recouvrement vertical équivalent à un entraxe entre tasseaux supports de bardage ou, comme présenté sur la (Figure 18) ci-dessous, par un retour

de pare-pluie avec calfeutrement (mousse imprégnée précomprimée) entre les éléments bois verticaux (ossature principale ou contre-ossature).



▲ Figure 18 : Coupe horizontale de la liaison de deux murs en partie courante.

Note :

Lorsque les films pare-pluie et pare-vapeur sont mis en œuvre intégralement sur le site la construction, se reporter également aux [11.2]. et [].

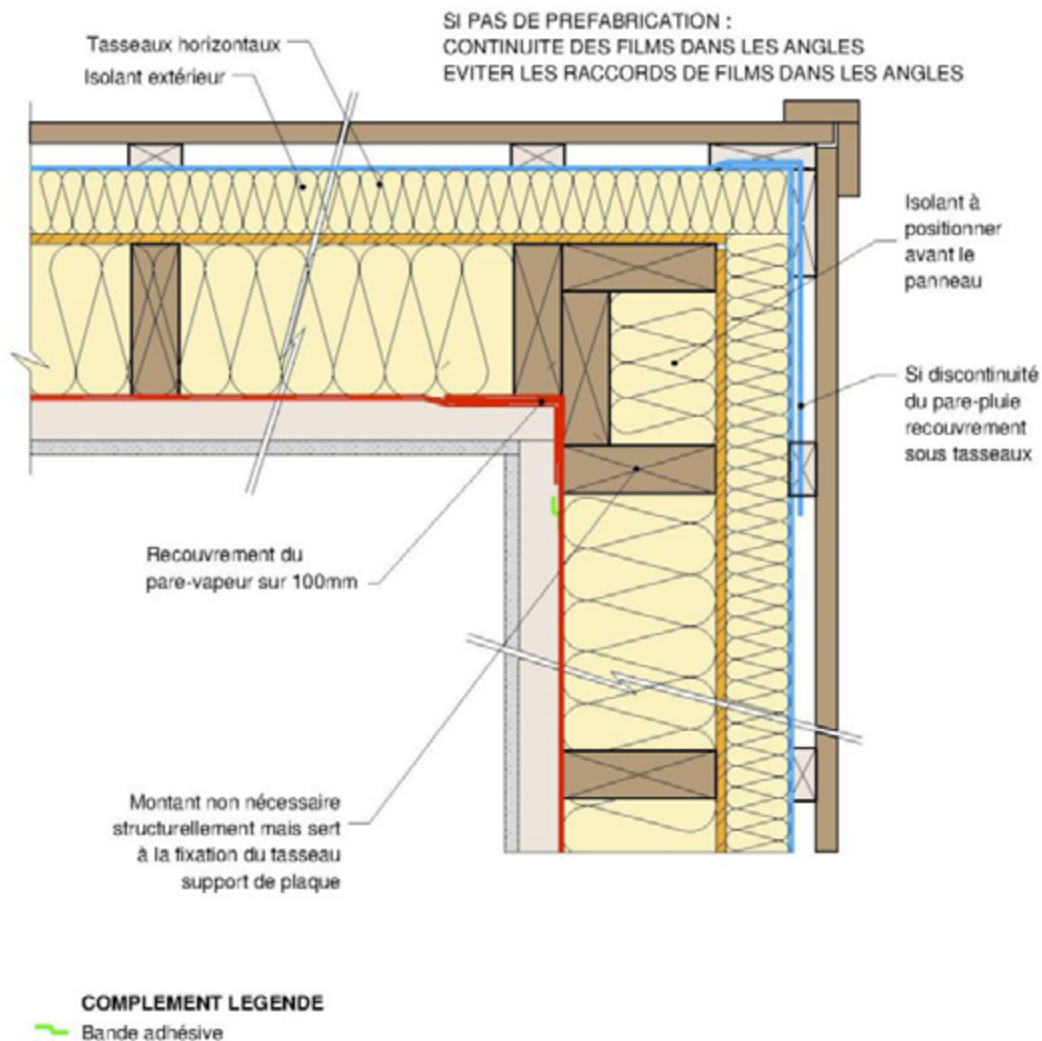
9.3. • Liaison mur extérieur / mur extérieur en angle sortant

La tenue mécanique des angles nécessite la présence d'au moins trois montants, et souvent quatre, du fait de la fixation des tasseaux et chevrons supports des éléments de parement et revêtements intérieur et extérieur. La configuration présentée ci-dessous, présente un bon compromis performance mécanique / performance thermique en limitant le pont thermique.

La jonction au niveau du film pare-vapeur est réalisée avec un recouvrement de 100 mm minimum **de part et d'autre de l'angle** et un pontage à la bande adhésive.

Lorsque le film pare-pluie est posé sur site, la jonction du film pare-pluie est réalisée grâce à un recouvrement vertical équivalent à la distance entre l'angle et le premier tasseau du mur comme indiqué sur la (Figure 19) ci-dessous.

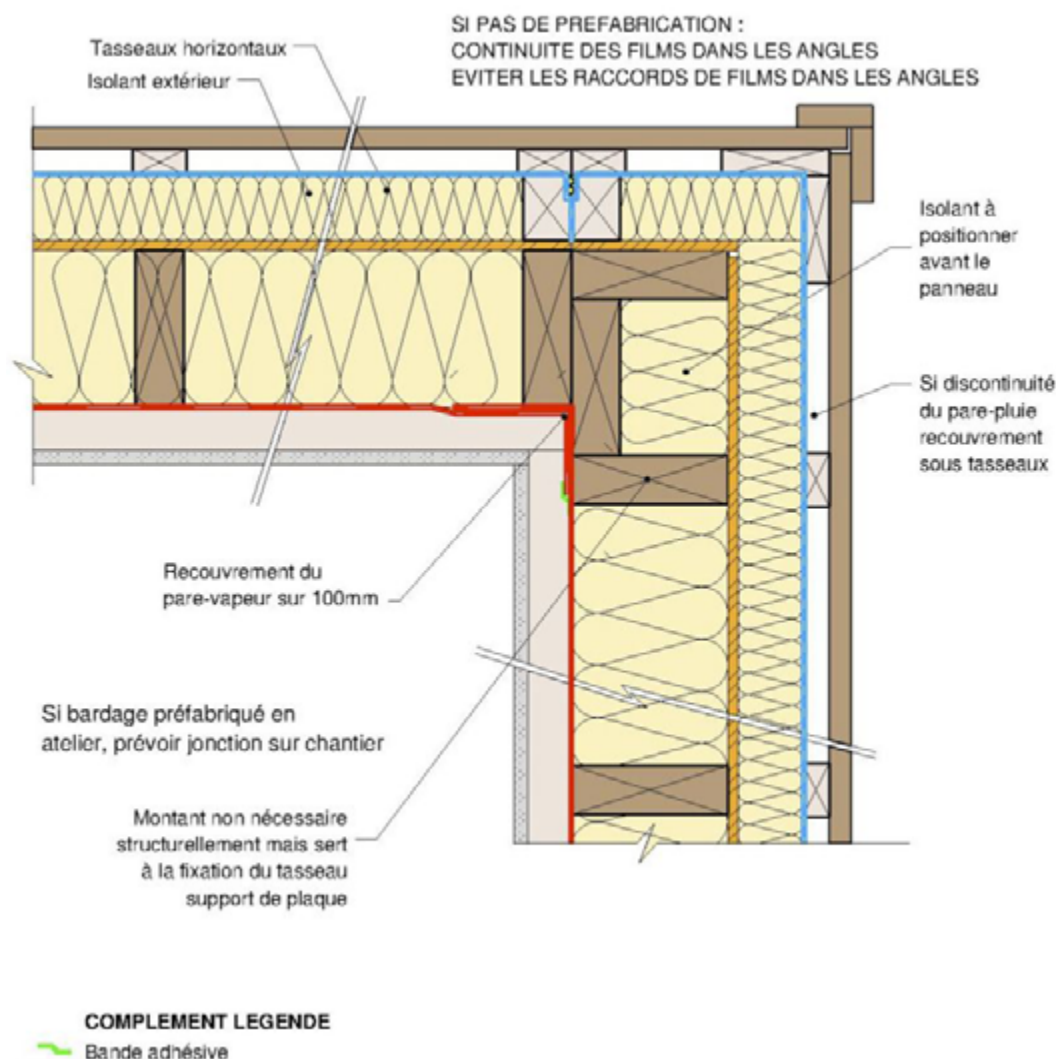
Lorsque le pare-pluie n'est pas posé en atelier mais sur chantier (à éviter si les murs sont préfabriqués), le raccordement du pare-pluie sera réalisé en partie courante des murs (voir chapitre [11.2.2].) et non dans l'angle.



▲ Figure 19 : Coupe horizontale de la liaison mur extérieur / mur extérieur en angle sortant (fabrication sur site)

Dans le cas d'éléments préfabriqués en atelier, le morceau d'isolant de remplissage de l'angle lorsque ce dernier est constitué de quatre montants, doit être positionné avant la pose du voile de contreventement quand il est placé côté **extérieur**, même si l'entreprise fabricant les murs n'est pas titulaire du lot isolation. Pour ce faire l'entreprise se rapprochera du maître d'ouvrage (ou de son représentant) pour effectuer le choix du matériau isolant à mettre en œuvre (nature, performance,...).

L'assemblage entre les deux éléments de paroi préfabriqués est réalisé comme indiqué au chapitre [9.2].



▲ Figure 20 : Coupe horizontale de la liaison mur extérieur / mur extérieur en angle sortant (fabrication en atelier)

9.4. • Liaison mur extérieur / mur extérieur en angle rentrant

La tenue mécanique des angles nécessite la présence d'au moins trois montants, et souvent quatre, du fait de la fixation des tasseaux et chevrons supports des éléments de parement et revêtements intérieur et extérieur. La configuration présentée ci-dessous, présente un bon compromis performance mécanique / performance thermique en limitant le pont thermique.

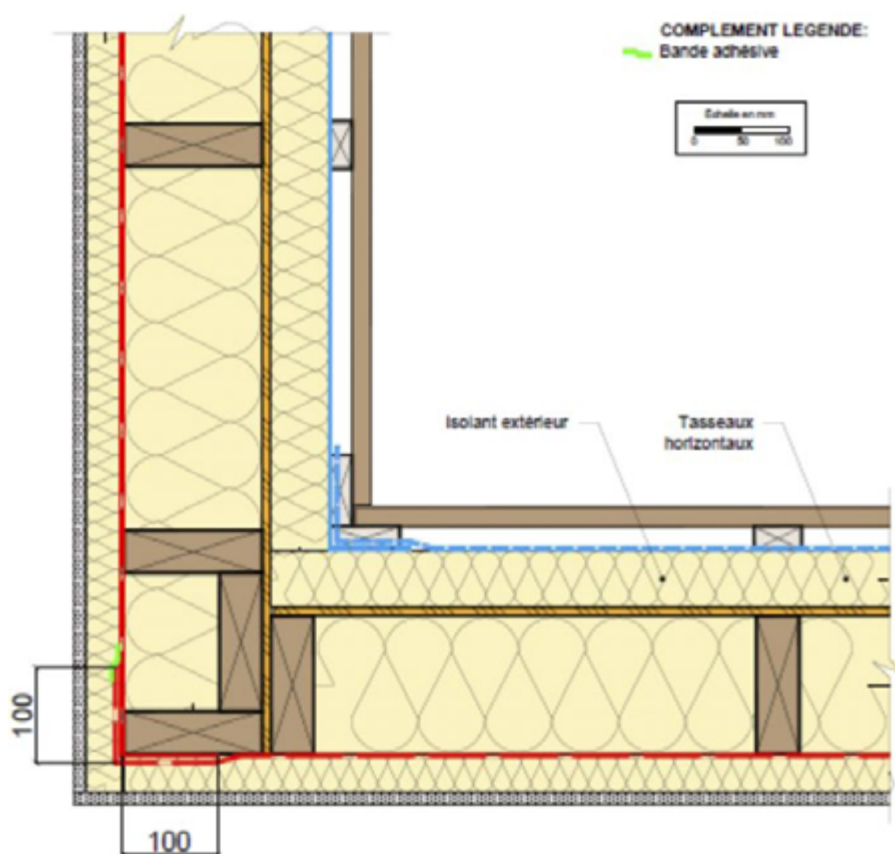
Dans le cas d'éléments préfabriqués en atelier, le morceau d'isolant de remplissage de l'angle lorsque ce dernier est constitué de quatre montants, doit être positionné avant la pose du voile de contreventement quand il est placé côté **intérieur**, même si l'entreprise fabricant les murs n'est pas titulaire du lot isolation. Pour ce faire l'entreprise se rapprochera du maître d'ouvrage (ou de son représentant) pour effectuer le choix du matériau isolant à mettre en œuvre (nature, performance,...).

La jonction au niveau du film pare-vapeur est réalisée avec un recouvrement de 100 mm minimum **de part et d'autre de l'angle** et un pontage à la bande adhésive.

La jonction du film pare-pluie est réalisée grâce à un recouvrement vertical permettant au pare-pluie de passer sous les deux tasseaux de part et d'autre de l'angle.

Lorsque le pare-pluie n'est pas posé en atelier mais sur chantier (à éviter si les murs sont préfabriqués), le raccordement du pare-pluie sera réalisé en partie courante (voir chapitre [11.2.2].) et non dans l'angle, où la continuité est préférable.

Lorsque le revêtement extérieur est en partie posé en atelier, la jonction du pare-pluie et du bardage dans les angles sera réalisée comme décrit dans ce chapitre, sur le chantier, avec interposition éventuelle d'un couvre-joint.

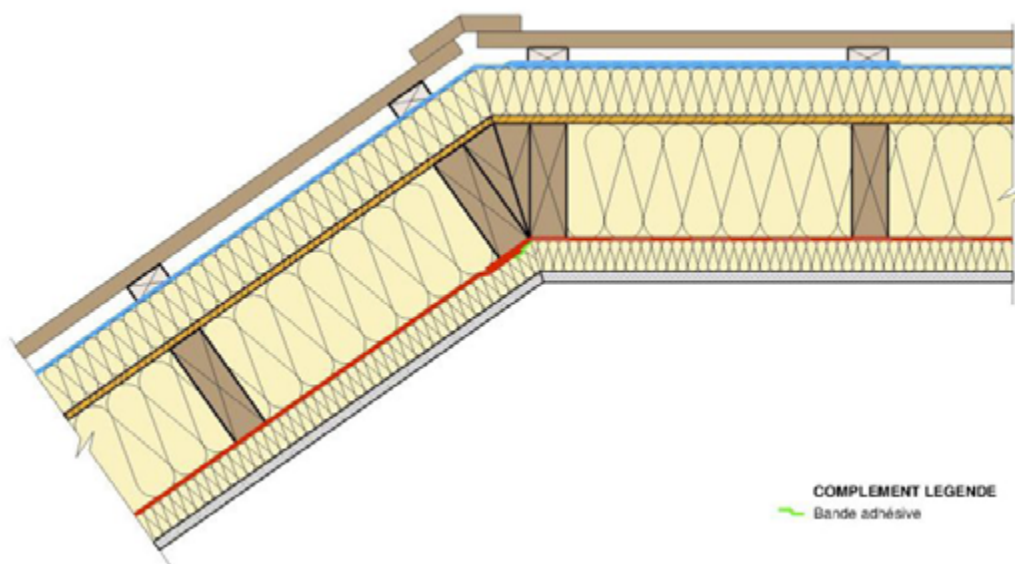


▲ Figure 21 : Coupe horizontale de la liaison mur extérieur / mur extérieur en angle rentrant

9.5. • Cas particulier des angles ouverts dans les murs extérieurs

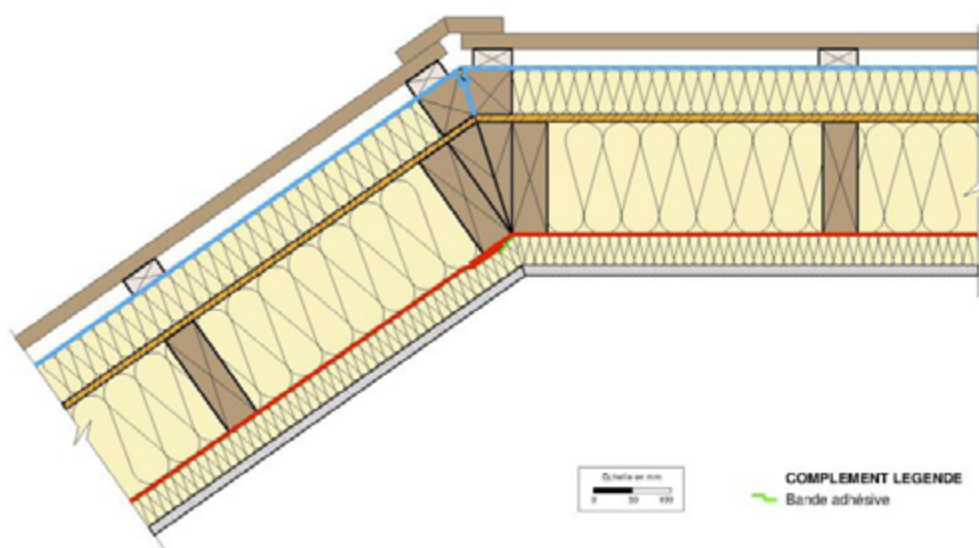
Cette liaison s'effectue de la même manière que la liaison décrite au chapitre [9.2].

La nécessité, pour des raisons mécaniques de rigidifier l'angle au moyen de plusieurs montants crée une faiblesse thermique. Pour des constructions à très haute performance énergétique, (type BBC +, maisons passives,...) la présence d'un doublage intérieur ou extérieur permettant de réduire l'impact de ce pont thermique peut être nécessaire, d'autant plus si on retrouve plusieurs fois ce type d'angle sur un même bâtiment.



▲ Figure 22 : Coupe horizontale d'un angle ouvert entre deux parois verticales (parois fabriquées sur site)

En cas de parois préfabriquées en atelier la solution de jonction décrite au chapitre [9.2] s'applique.



▲ Figure 23 : Coupe horizontale d'un angle ouvert entre deux parois verticales (films posés en atelier)

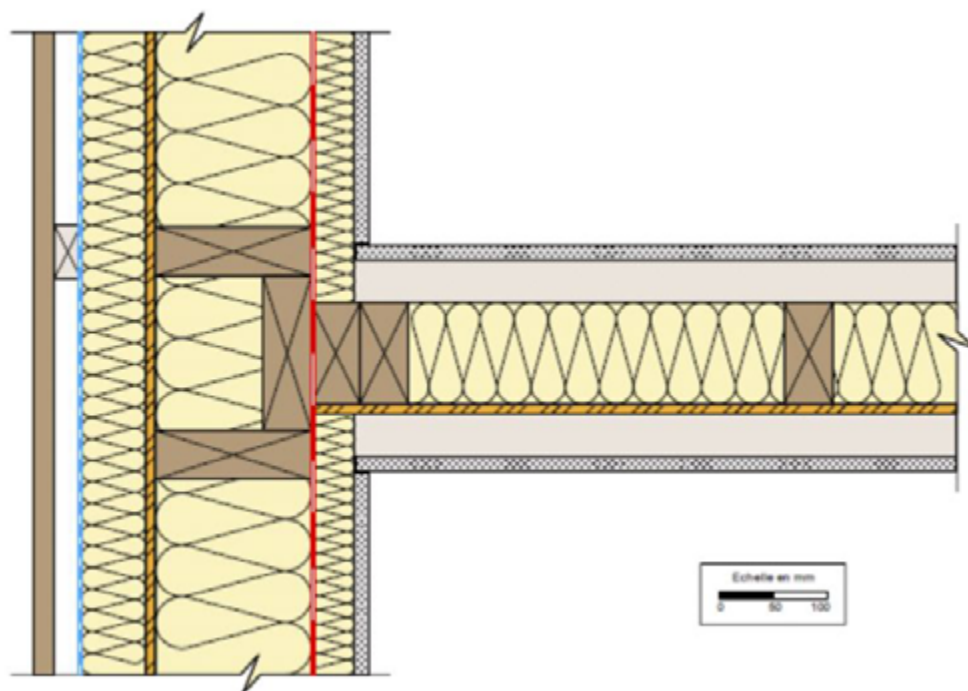
9.6. • Liaison mur extérieur / mur intérieur

9.6.1. • Mur intérieur porteur simple ossature (refend)

Dans le cas d'éléments préfabriqués en atelier, le morceau d'isolant de remplissage de la cavité formée par les montants de la jonction (lorsqu'elle est nécessaire au niveau mécanique) doit être positionné avant la pose du voile de contreventement quand il est placé côté **extérieur** même si l'entreprise fabricant les murs n'est pas titulaire du lot isolation.

Pour ce faire l'entreprise se rapprochera du maître d'ouvrage (ou de son représentant) pour effectuer le choix du matériau isolant à mettre en œuvre (nature, performance,...).

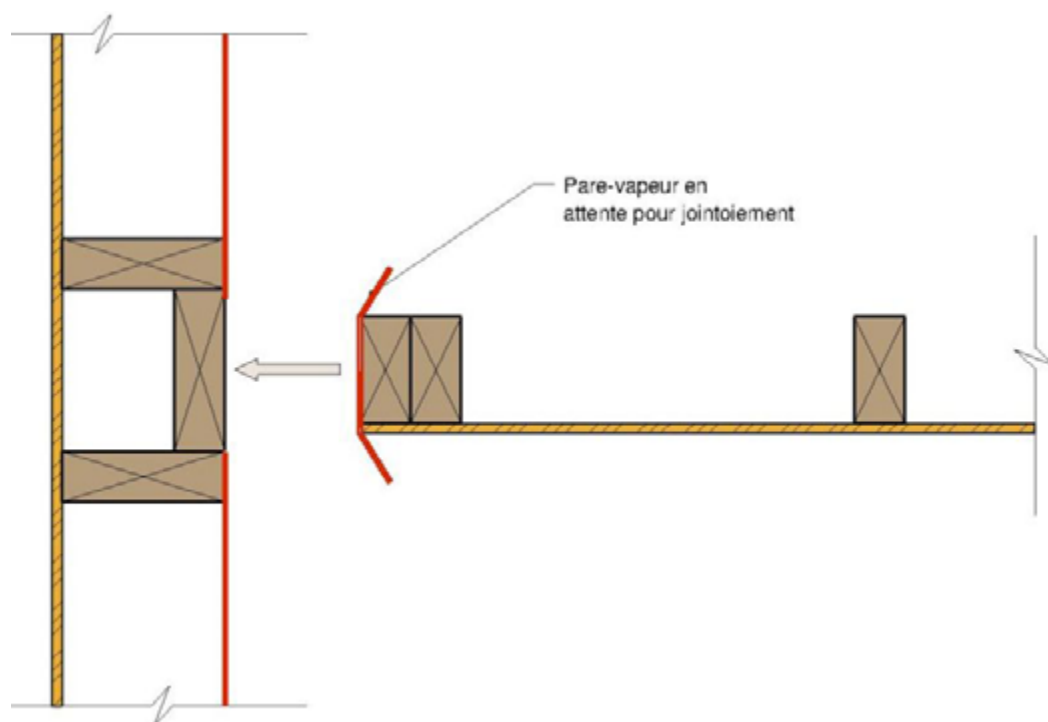
Le pare-vapeur devra être filant (et donc continu) au niveau de cette jonction.



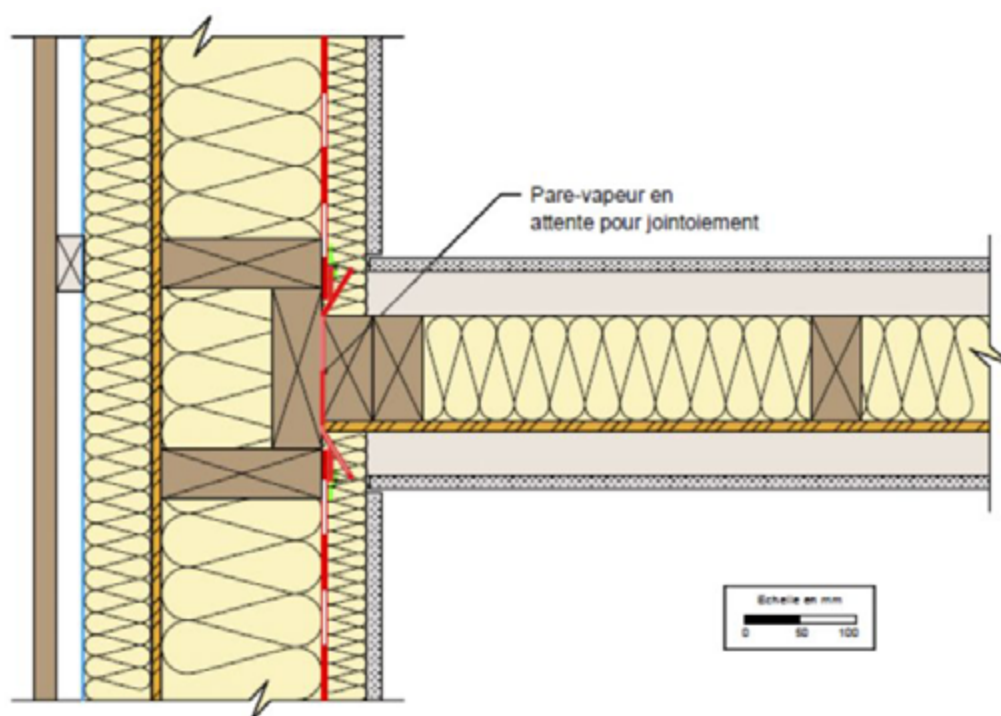
▲ Figure 24 : Coupe horizontale de la liaison mur extérieur / mur intérieur porteur simple ossature (refend)

Lorsque la liaison mur extérieur / refend est réalisée avant la pose du pare-vapeur, une bande de film pare-vapeur sera positionnée au niveau de la jonction, avec des dépassées en attente (à gauche, à droite, en tête et en pied), pour assurer cette continuité par pontage au ruban adhésif (Figure 25)

Si l'entreprise fabricant les murs n'est pas titulaire du lot dans lequel est décrite la pose du pare-vapeur. Celle-ci se rapprochera du maître d'ouvrage (ou de son représentant) pour effectuer le choix du matériau pare-vapeur à mettre en œuvre (nature, performance,...).



▲ Figure 25 : Principe d'assemblage entre mur extérieur et mur intérieur porteur simple ossature (refend) avec bande de pare-vapeur en attente

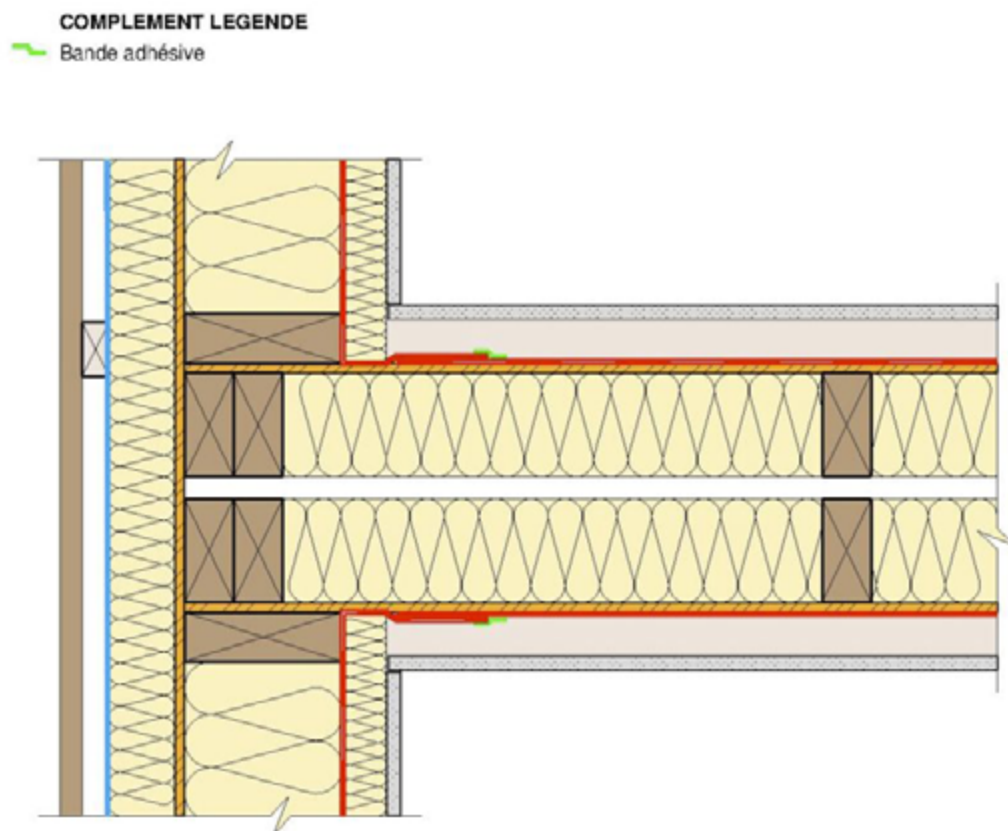


▲ Figure 26 : Coupe horizontale de la liaison mur extérieur / mur intérieur porteur simple ossature (refend) avec bande de pare-vapeur en attente

9.6.2. • Mur intérieur porteur double ossature (séparatif)

Le mur double ossature, à vocation séparative, doit avoir une performance acoustique élevée. L'ossature du double mur intérieur interrompt donc celle du mur extérieur pour que les transmissions latérales acoustiques soient limitées.

En règle générale, un film pare-vapeur doit être placé sur les deux faces de la paroi séparative. L'étanchéité à l'air est alors réalisée comme pour un mur angle extérieur (Figure 27).

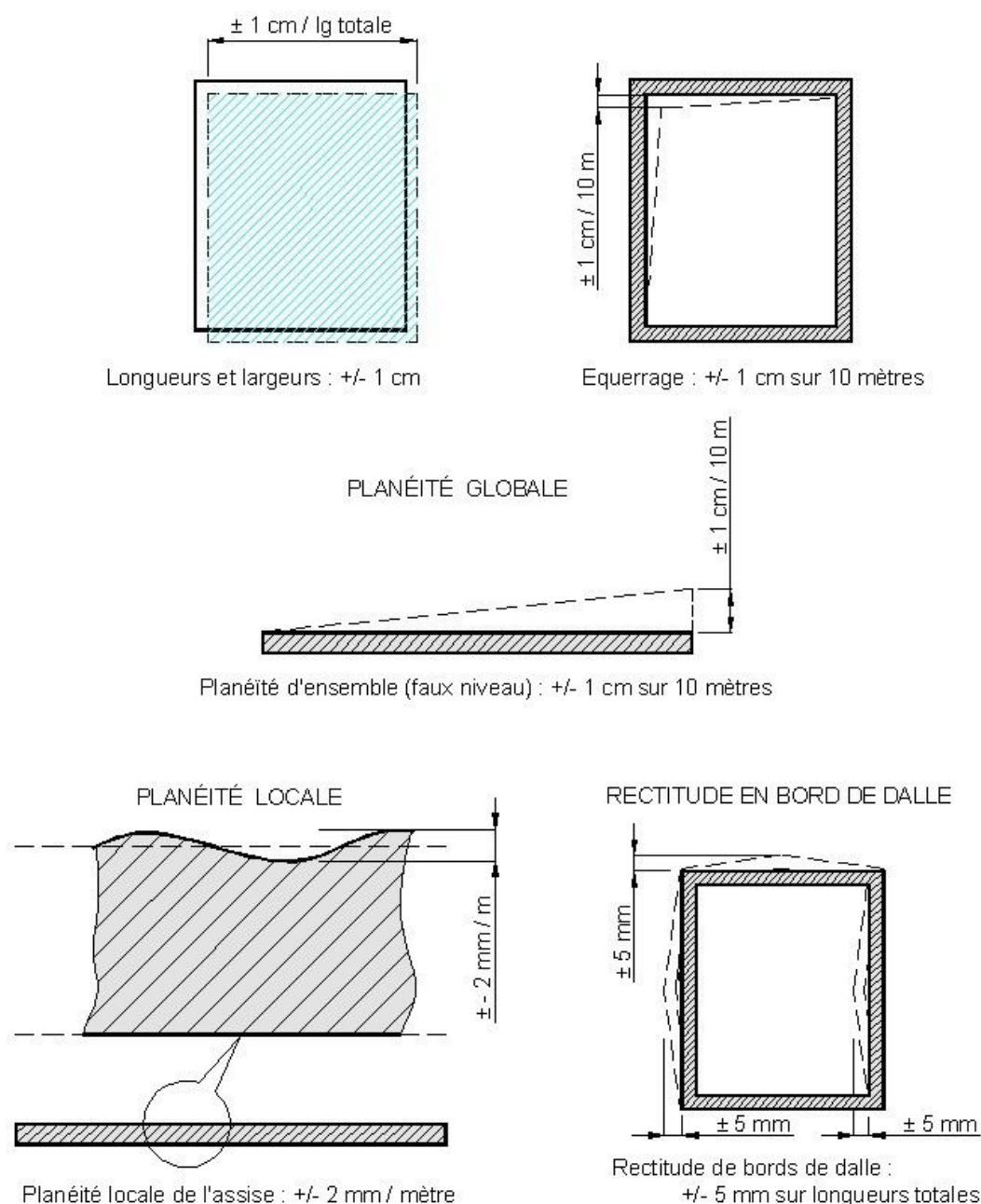


▲ Figure 27 : Coupe horizontale de la liaison mur extérieur / mur intérieur double ossature (séparatif)

9.7. • Liaison mur extérieur / dalle maçonnée

9.7.1. • Tolérances dimensionnelles pour la réception des supports maçonnés.

Les tolérances géométriques à appliquer pour la réalisation d'une dalle béton support de murs ossature bois sont spécifiques et plus contraignantes que dans le cas de murs maçonnés. Elles sont représentées ci-dessous :



▲ Figure 28 : Tolérances dimensionnelles des supports maçonnés

Ces mêmes tolérances s'appliquent pour la réception ouvrages maçonnés (plots, longrines, murs de soubassement,...) supports de planchers bas en bois sur vide sanitaire.

Pour limiter le pont thermique et assurer la performance d'étanchéité à l'air de la liaison lisse basse / maçonnerie, les tolérances ci-dessus doivent être respectées. En cas d'écart, le fonctionnement des produits de jointoiement conventionnels décrits dans ce document ne peut être garanti.

9.7.2. • Dalle maçonnée avec chape

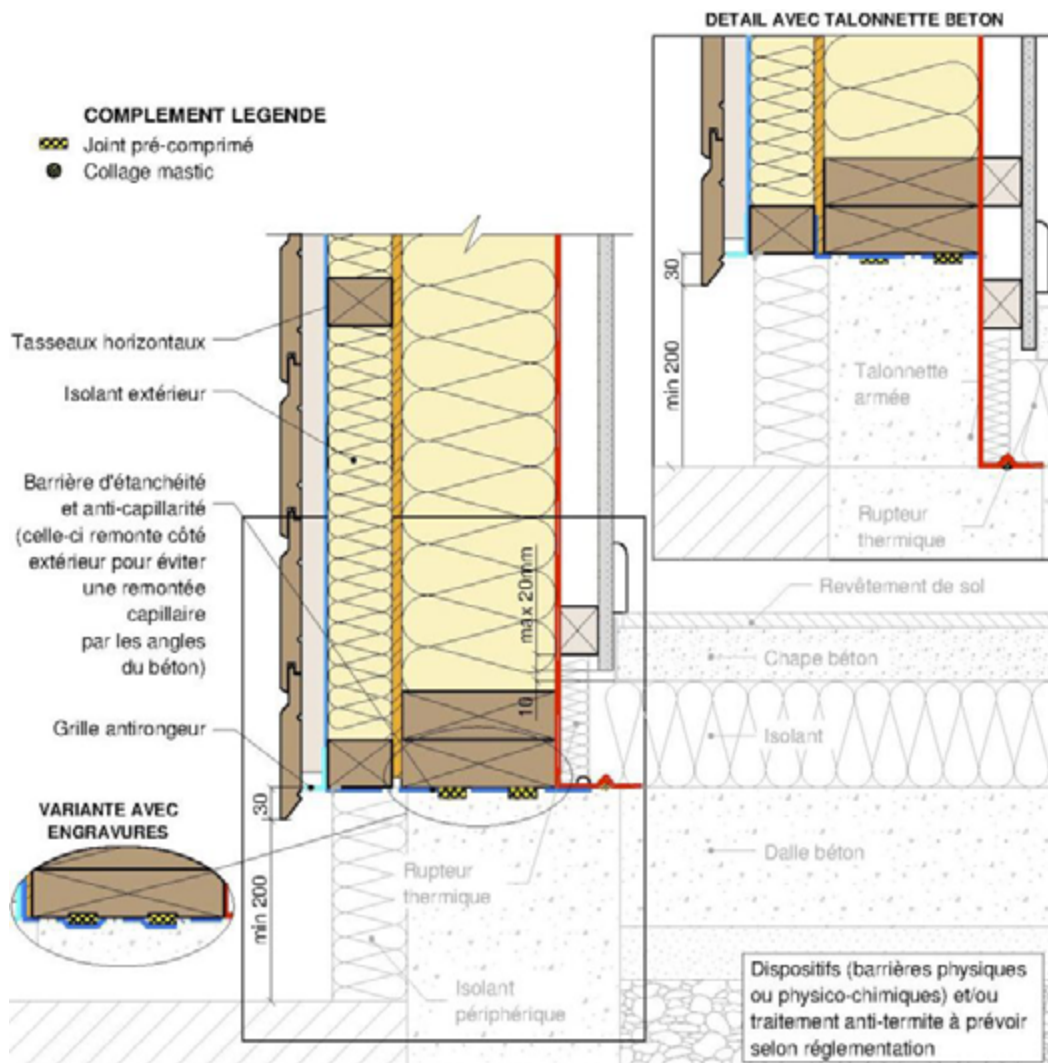
Du point de vue « pont thermique » la réalisation d'une chape sur isolant permet d'atteindre une performance très satisfaisante.

L'étanchéité à l'air et à l'eau est assurée par :

- le débord du revêtement extérieur de 3 cm au delà de la liaison lisse basse / maçonnerie ;
- l'interposition de deux cordons de calfeutrement pré-comprimés sous la lisse basse ;
- le retour du pare-vapeur et son collage sur la dalle.

Le pare-vapeur doit descendre jusqu'à la dalle et donc être mis en œuvre avant coulage de la chape, mise en œuvre des isolants sous chape et des relevés périphériques.

La (Figure 29) présente également une variante en cas de talonnette armée (surbot) pouvant être utilisée pour l'accessibilité du bâtiment aux personnes à mobilité réduite. De la même manière, le pare-vapeur doit descendre jusqu'au niveau de la dalle pour y être retourné et collé. La présence de cette épaisseur de béton peut conduire à mettre en œuvre un isolant par l'extérieur compatible avec un contact avec le sol, pour compenser la faible résistance thermique de ce surbot.

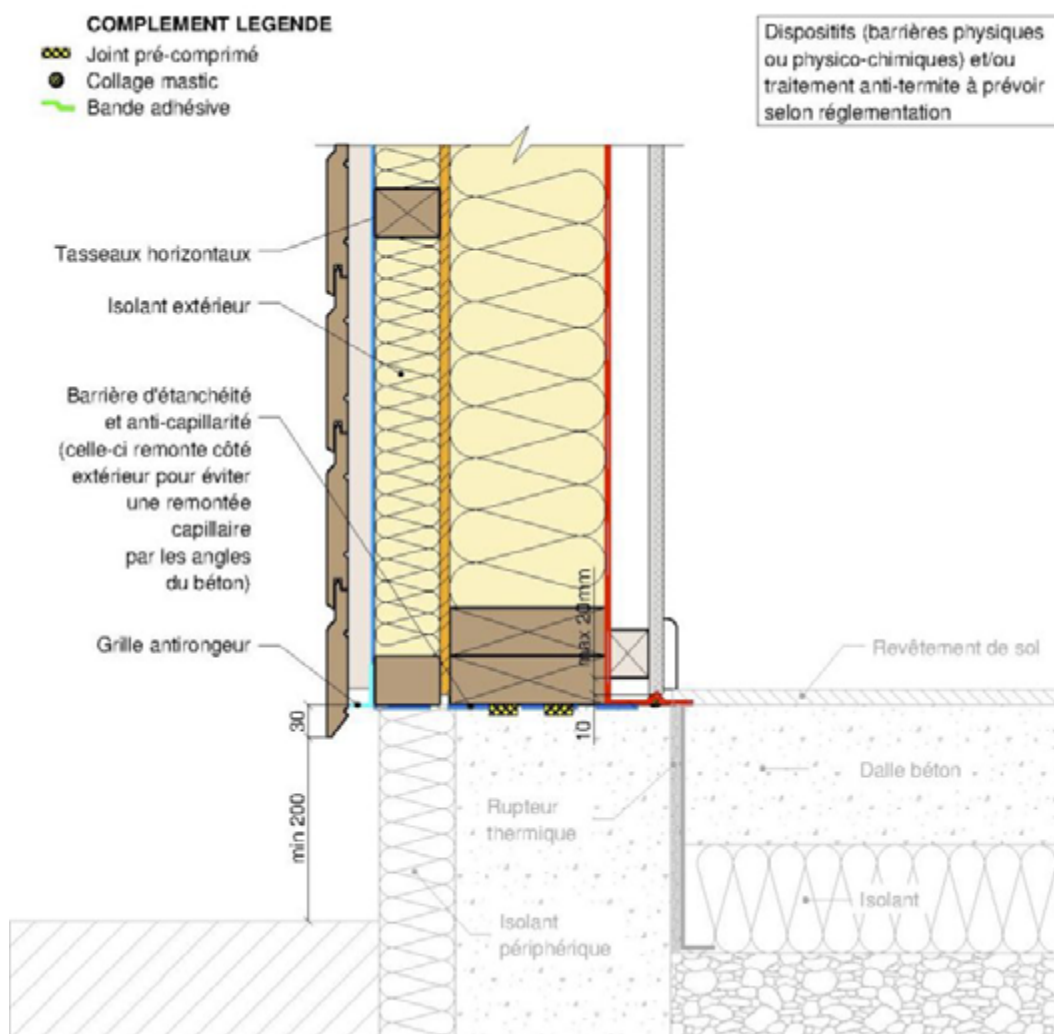


▲ Figure 29 : Coupe verticale de la liaison mur extérieur / dalle maçonnée avec chape

9.7.3. • Dalle béton sans chape

La mise en œuvre s'effectue de manière identique à celle décrite en 9.7.2.

Le pont thermique peut être très élevé, la présence d'un doublage extérieur en périphérie de la dalle permettant de réduire l'impact de ce pont thermique est souvent nécessaire.



▲ Figure 30 : Coupe verticale de la liaison mur extérieur / dalle maçonnée sans chape

9.8. • Liaison mur extérieur / plancher bas en bois sur vide sanitaire

La cavité située sur la périphérie de plancher doit être remplie d'isolant sur toute sa hauteur ou vers l'intérieur au moins sur une distance égale à l'épaisseur d'isolant en partie courante afin de ne pas générer de pont thermique.

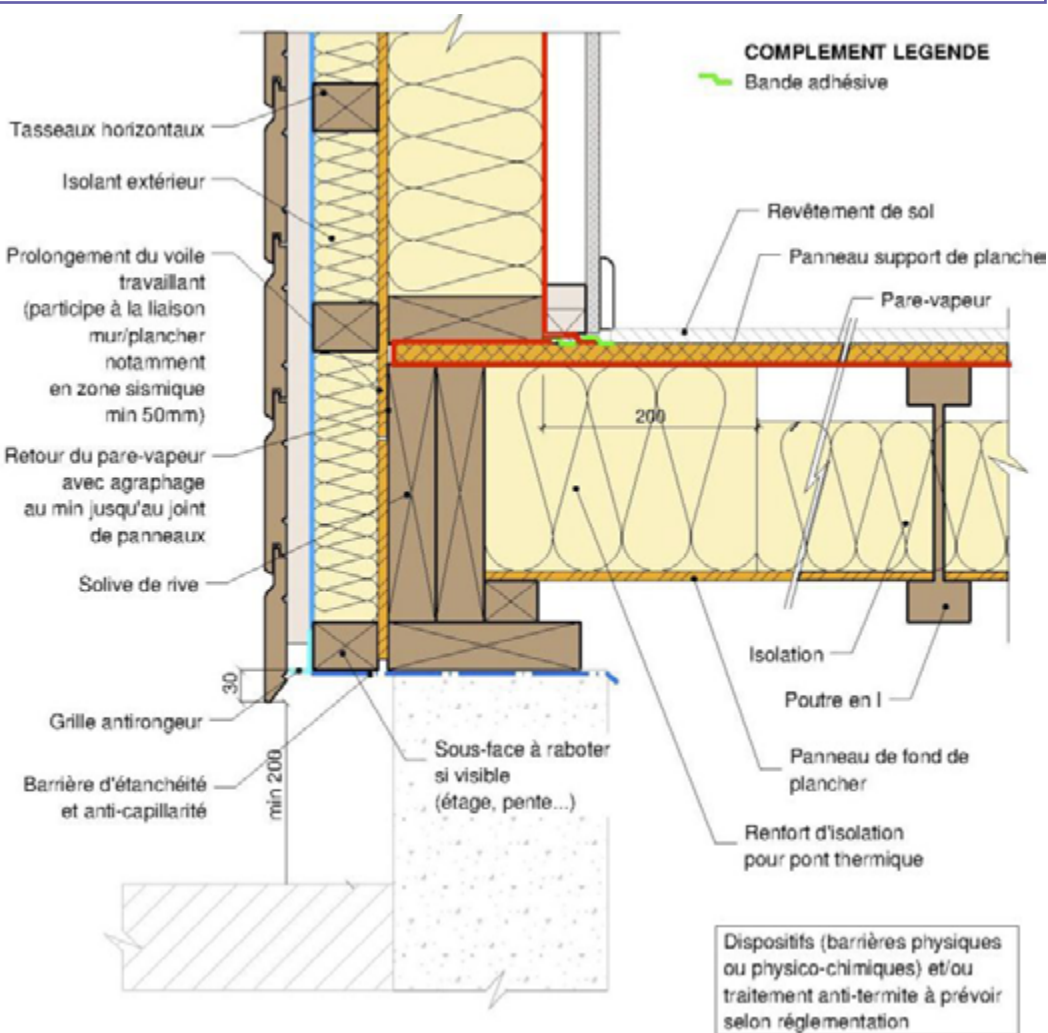
En cas de paroi verticale isolée par l'extérieur, l'isolant file devant le plancher, tout en respectant la garde au sol de 20 cm.

Le film pare-pluie descend jusqu'au nu inférieur de la lisse basse.

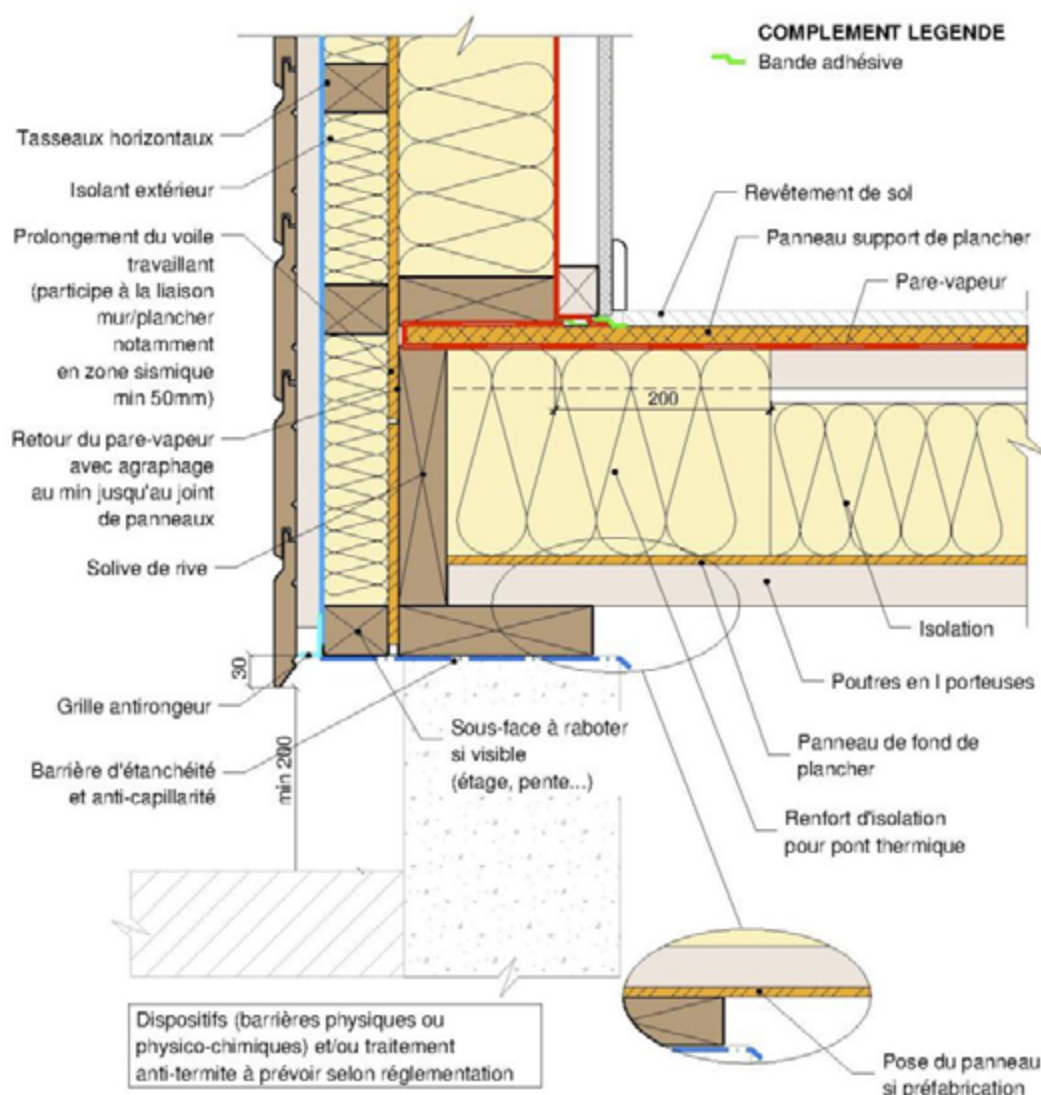
Le film pare-vapeur situé sous le panneau de plancher est rabattu sous le mur et collé au delà (Figure 31) ci-dessous. Le film pare-vapeur de la paroi verticale descend jusqu'au niveau du plancher avec une sur longueur d'au moins 10 cm, puis est rabattu sur le panneau et collé au ruban adhésif ou au mastic.

Note :

Le retour de pare-vapeur sous le mur n'est possible que s'il y a présence d'un doublage extérieur. Dans le cas contraire, l'étanchéité à l'air doit être traitée ponctuellement par un calfeutrement au mastic de chaque assemblage rainure-langue des panneaux de plancher. Le film pare-vapeur est alors arrêté au nu extérieur du panneau de plancher.



▲ Figure 31 : Cas d'un solivage parallèle aux murs extérieurs



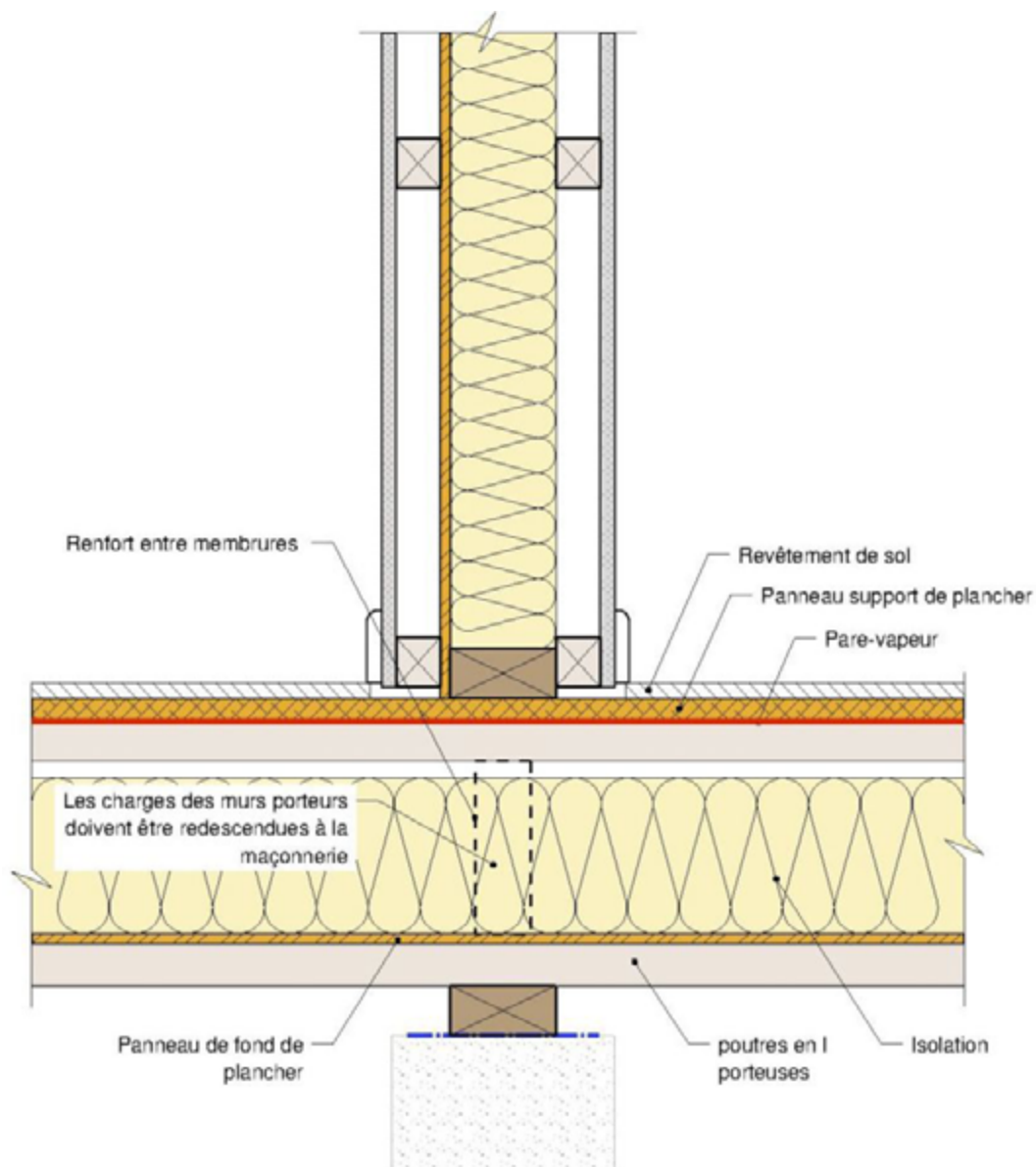
▲ Figure 32 : Cas d'un solivage perpendiculaire aux murs extérieurs

9.9. • Liaison mur intérieur / plancher bas en bois sur vide sanitaire

9.9.1. • Mur intérieur simple ossature

L'isolation du plancher ne doit pas être perturbée, à l'exception des éventuels renforts de solives (quand il s'agit de poutres en i) positionnés entre les membrures au droit du mur.

Le film pare-vapeur sous le panneau de plancher n'est pas interrompu par la liaison.



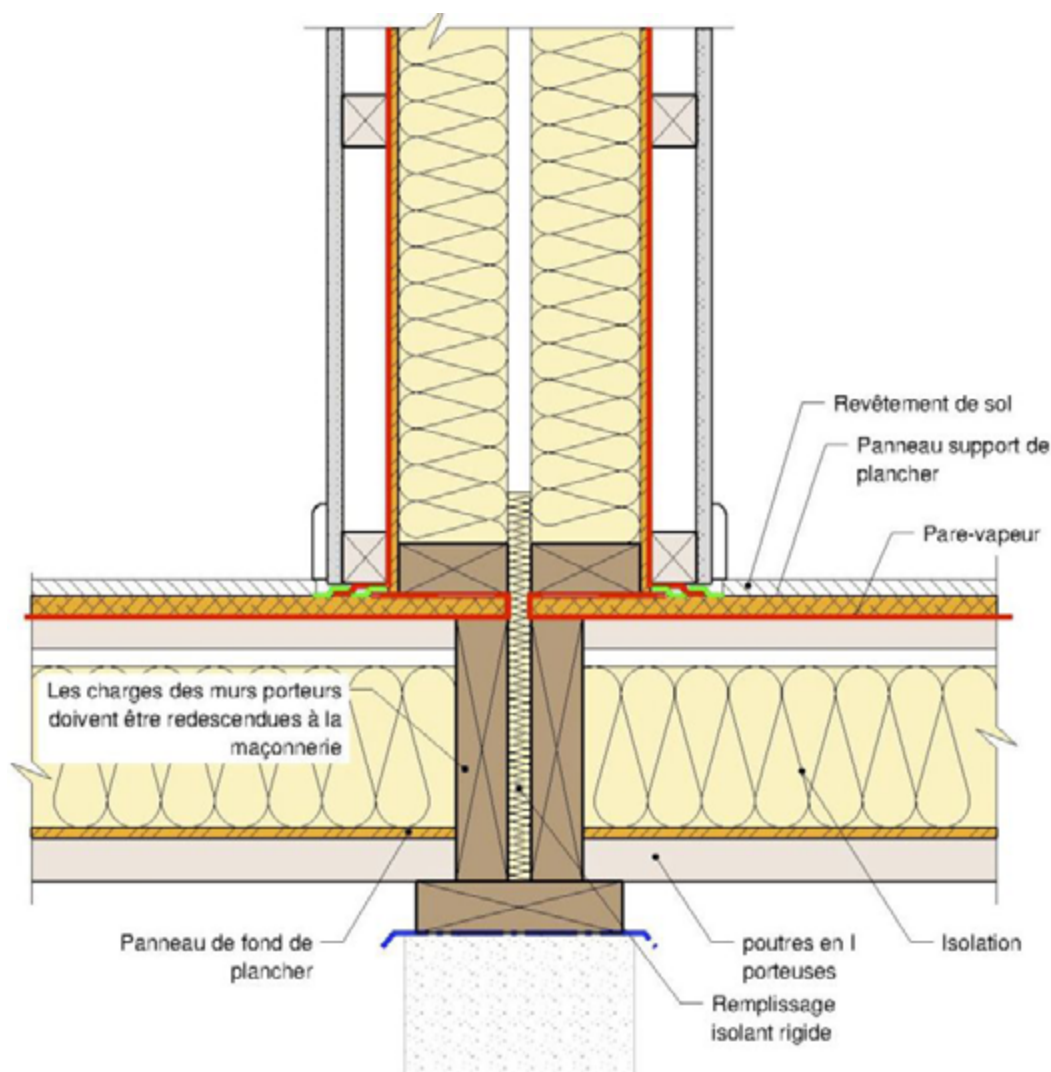
▲ Figure 33 : coupe verticale de la jonction entre un mur porteur intérieur simple ossature et un plancher bois sur vide sanitaire

9.9.2. • Mur intérieur séparatif à double ossature

En raison des performances acoustiques exigées pour ce type de liaison (afin d'empêcher les transmissions latérales) le solivage du plancher est interrompu au droit de chaque partie du mur séparatif.

Un complément d'isolation est interposé dans la lame d'air (non ventilée) au moins sur toute la hauteur du plancher.

Le pare-vapeur en sous face du panneau de plancher est interrompu, rabattu sur le plancher avant la pose des parois verticales et jointoyé (au ruban adhésif).



▲ Figure 34 : coupe verticale de la jonction entre un mur porteur intérieur séparatif à double ossature et un plancher bois sur vide sanitaire

9.10. • Liaison mur extérieur / plancher intermédiaire (entre deux locaux chauffés en permanence)

9.10.1. • Exemples pour des planchers sur lisse haute

Cette solution est à appliquer seulement lorsqu'un doublage isolant par l'extérieur, continu devant le plancher, est mis en œuvre.

La proportion d'isolant de part et d'autre du pare-vapeur doit respecter la règle dite « 2/3-1/3 »

En cas de fabrication sur site, la chronologie pour la réalisation de cette jonction est la suivante :

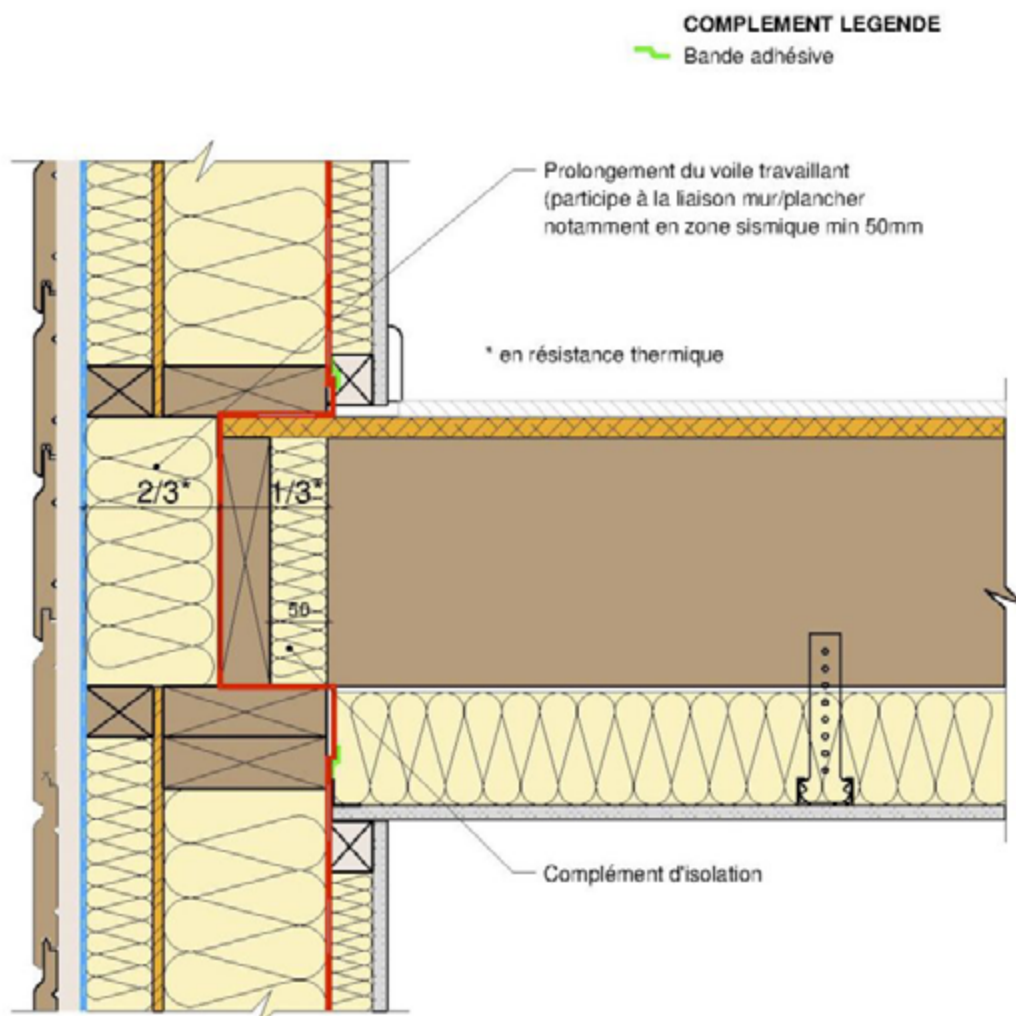
- Etape 1 : mise en œuvre du pare-vapeur du mur du niveau inférieur

- Étape 2 : positionnement de la bande de film pare-vapeur sur le haut du mur inférieur et mise en attente sur l'extérieur du mur (ou le pare-vapeur du mur inférieur est filant)
- Étape 3 : mise en œuvre du plancher (solivage + platelage)
- Étape 4 : le film est rabattu sur le platelage
- Étape 5 : mise en œuvre du mur du niveau supérieur et de son pare-vapeur
- Étape 6 : jointoiement au ruban adhésif de la bande rapportée avec le pare-vapeur (de part et d'autre du plancher).

En cas de préfabrication en atelier des éléments de mur et de plancher, la chronologie pour la réalisation de cette jonction est la suivante :

- Étape 1 : mise en œuvre du mur du niveau inférieur (équipé de son pare-vapeur)
- Étape 2 : mise en œuvre des éléments de plancher préalablement équipés de la bande de film rapportée rabattue dessus/ dessous.
- Étape 3 : mise en œuvre du mur du niveau supérieur (équipé de son pare-vapeur)
- Étape 4 : jointoiement au ruban adhésif de la bande rapportée avec le pare-vapeur (de part et d'autre du plancher).

Les jonctions horizontales de pare-pluie sont traitées comme en partie courante (voir chapitre [11.2.2])



▲ Figure 35 : Coupe verticale de la liaison plancher intermédiaire sur lisse haute / mur extérieur

Note :

La liaison mécanique des murs du niveau supérieur est systématiquement justifiée. Cette solution peut ne pas être possible notamment lorsque les charges verticales sont élevées (bâtiments de plusieurs niveaux, toitures végétalisées,...) car génératrice de moment d'excentrement importants.

9.10.2. • Exemples pour des planchers sur muraillère

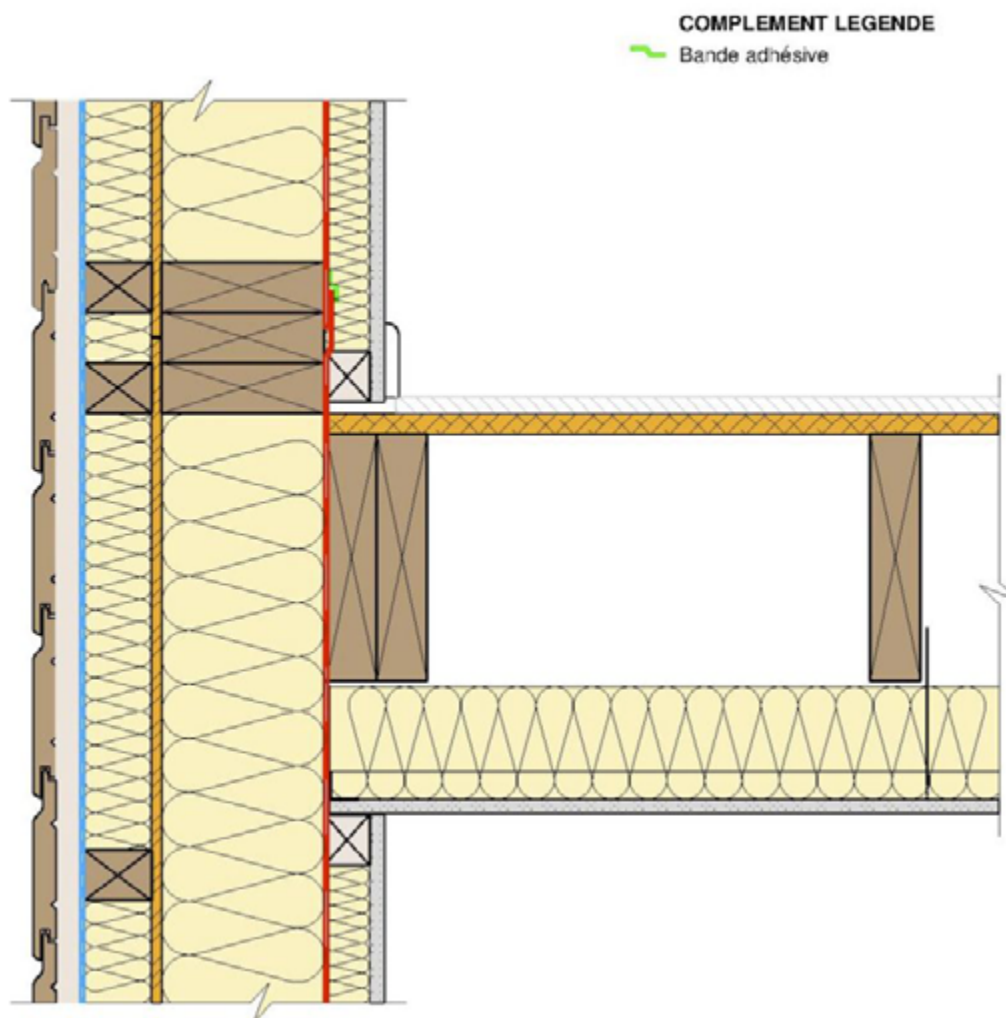
Dans cette configuration, seul l'isolant du doublage intérieur est interrompu. Les films pare-pluie et pare-vapeur sont continus, ainsi que l'isolant extérieur et entre montants.

Pour faciliter le positionnement de la solive muraillère, une entaille superficielle des montants peut être pratiquée. Dans ce cas, le pare-vapeur, posé avant la mise en œuvre de cette muraillère, doit bénéficier d'une sur longueur adaptée pour pouvoir épouser la forme de l'entaille lors de la fixation de la muraillère

Lorsque les murs et le plancher sont préfabriqués en atelier, la solive muraillère sera posée sur le mur en usine afin de préserver l'intégrité du pare-vapeur lors de la fixation des éléments de plancher.

Note :

cette dernière préconisation est établie pour ne pas fixer l'élément préfabriqué directement sur le mur. En effet l'opération de grutage et de fixation des éléments préfabriqués sur le chantier sans muraillère présente une probabilité trop élevée de voir déchirer le film pare-vapeur.



▲ Figure 36 : Coupe verticale de la liaison plancher intermédiaire sur muraillère

9.11. • Liaison mur extérieur / plancher haut (toiture terrasse avec étanchéité)

9.11.1. • Exemples pour des toitures chaudes

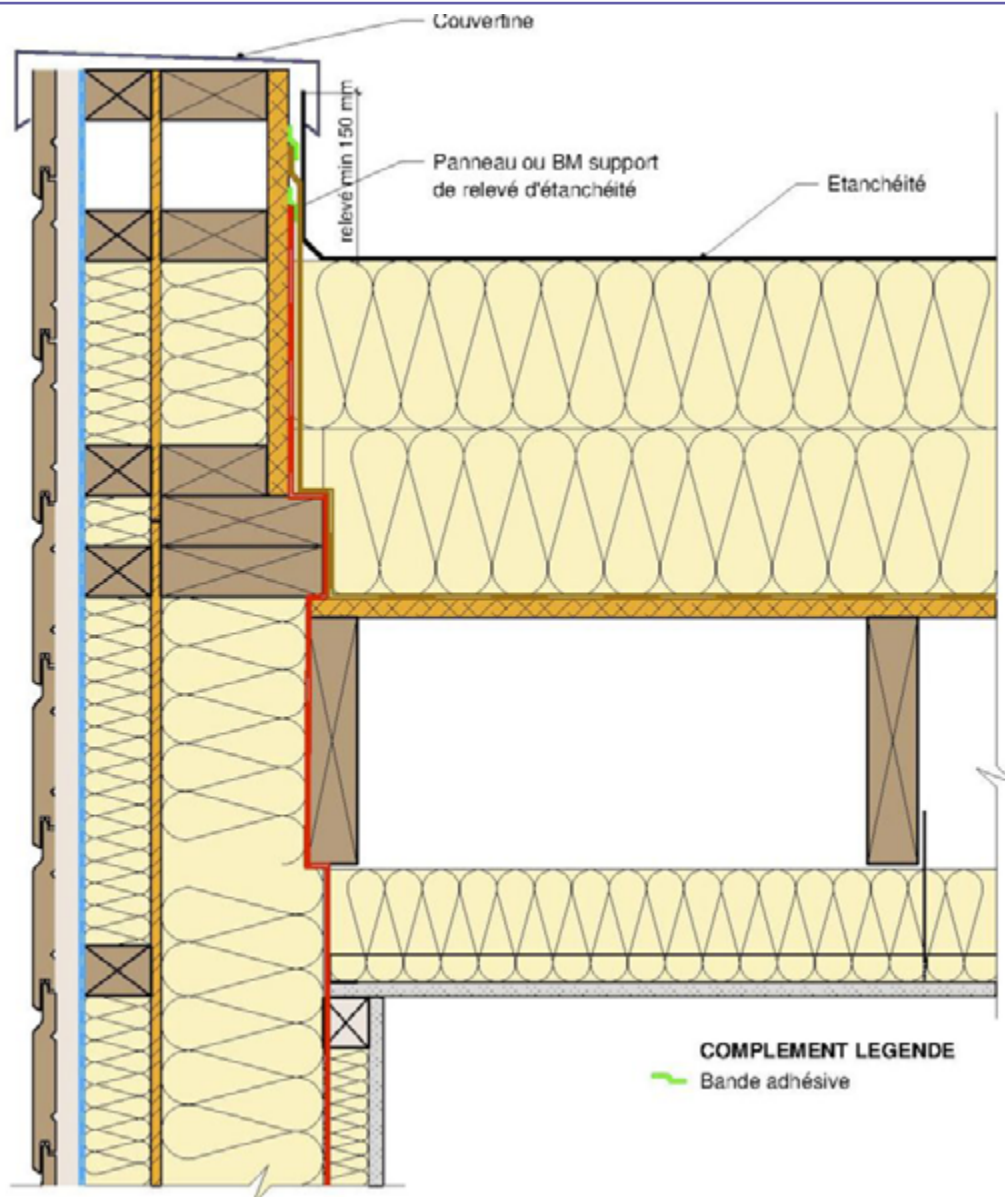
De l'isolant est mis en œuvre dans l'acrotère sur une hauteur au moins équivalente à celle de l'épaisseur de l'isolant de toiture.

Le pare-vapeur du mur est relevé sur l'acrotère jusqu'au niveau de la nappe d'étanchéité et collé au ruban adhésif sur le panneau support de relevé.

Le pare-vapeur de toiture est traité de la même manière.

Note :

le pare-vapeur de toiture doit être conforme aux exigences du DTU 43.4 (type 36 S), ce n'est pas un pare-vapeur « classique » DTU 31.2.



▲ Figure 37 : coupe verticale de la liaison mur extérieur / toiture terrasse chaude

9.11.2. • Exemples pour des toitures froides

Les toitures terrasses supports d'étanchéité de type « toiture froide » ne sont pas couvertes par les présentes recommandations professionnelles.

9.12. • Liaison mur extérieur / charpente de toiture

9.12.1. • Exemples pour des charpentes traditionnelles

9.12.1.1. • Généralités

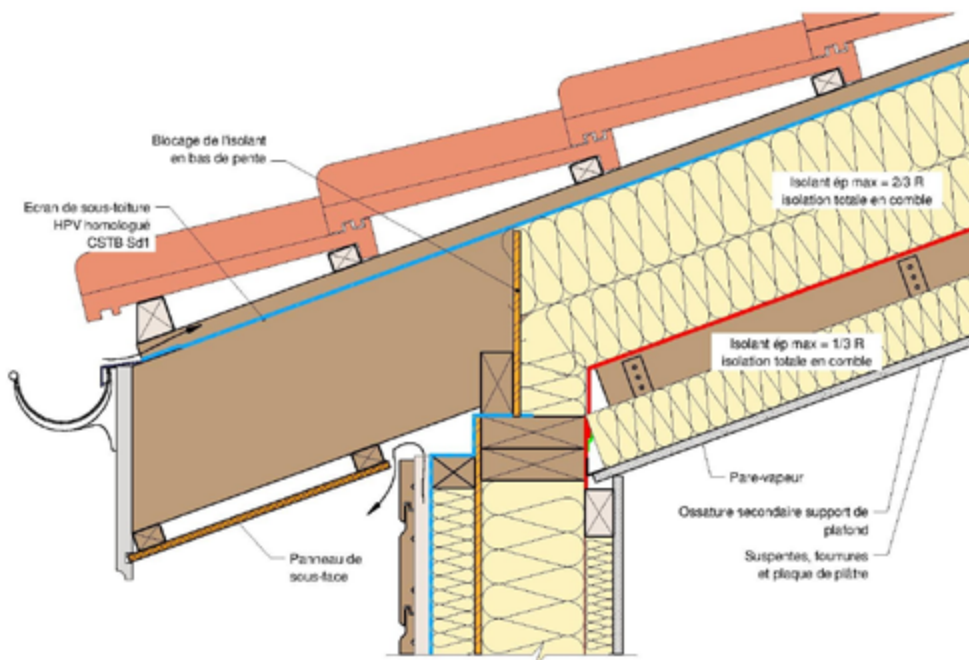
Une épaisseur d'isolant est positionnée entre chevrons. L'utilisation d'un écran de sous toiture homologué CSTB Sd1 (écran HPV – Hautement Perméable à la Vapeur – $Sd \leq 0,10 \text{ m}$) est recommandée, permettant ainsi de remplir d'isolant toute la hauteur entre chevrons.

9.12.1.2. • Liaison en bas de pente

En bas de pente un déflecteur (planche d'arrêt en panneau à base de bois) doit être positionné entre chaque chevron afin d'éviter le tassement et le glissement de l'isolant dans la dépassée de toiture.

Le film pare-vapeur du mur est raccordé avec celui situé en sous-face des chevrons avec un ruban adhésif.

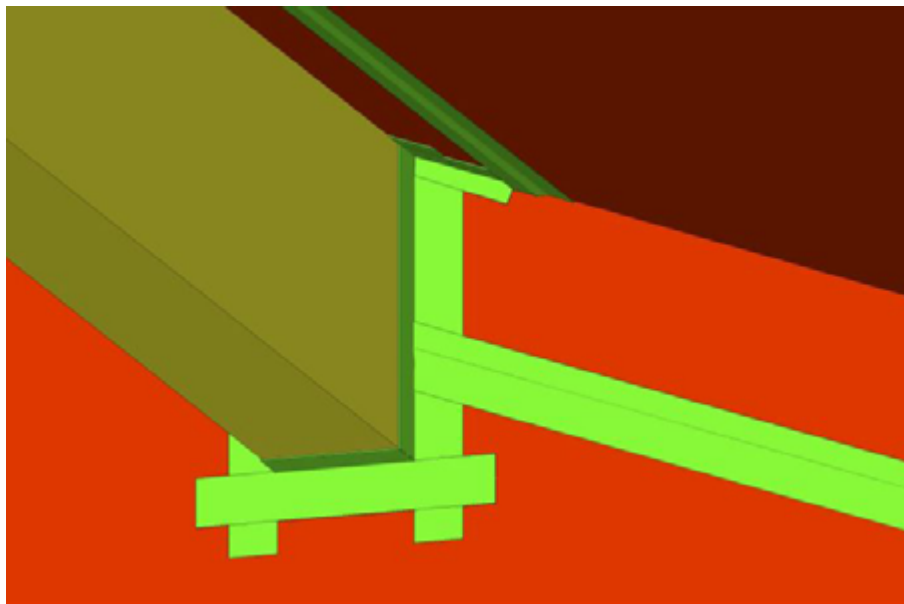
Le film pare pluie du mur est agrafé sur la lisse de chaînage avant la pose des chevrons et pris en pince par les entretoises entre chevrons.



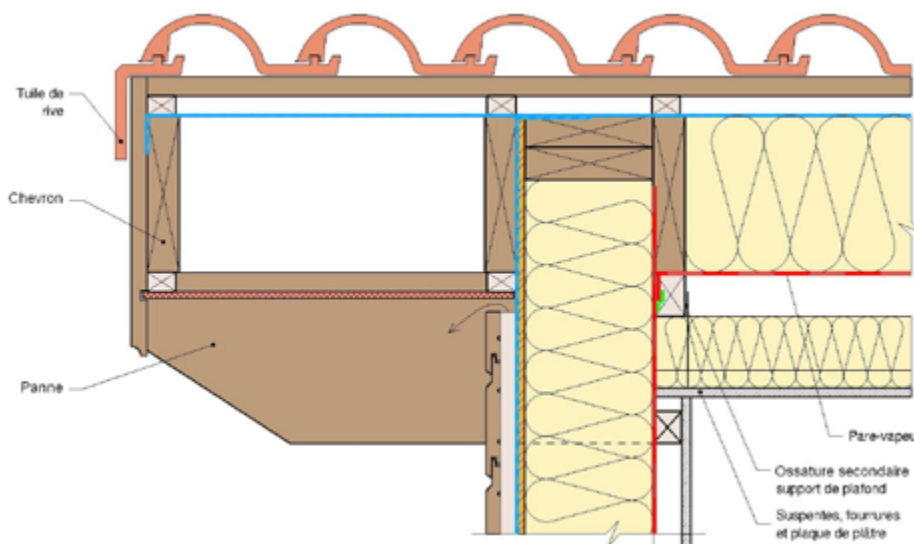
▲ Figure 38 : liaison mur extérieur / charpente traditionnelle

9.12.1.3. • Liaison en pignon avec dépassée de panne

Lorsque les pannes sont apparentes dans le milieu intérieur chauffé, un jointoiment au ruban adhésif doit être réalisé en périphérie de chaque panne (faîtière, intermédiaires, sablières) dans le plan du film pare-vapeur pour reconstituer la barrière d'étanchéité à l'air.



▲ Figure 39 : Vue 3D du jointoiment du pare-vapeur autour de la de panne en cas de dépassée en charpente traditionnelle



▲ Figure 40 : Dépassée de panne en charpente traditionnelle

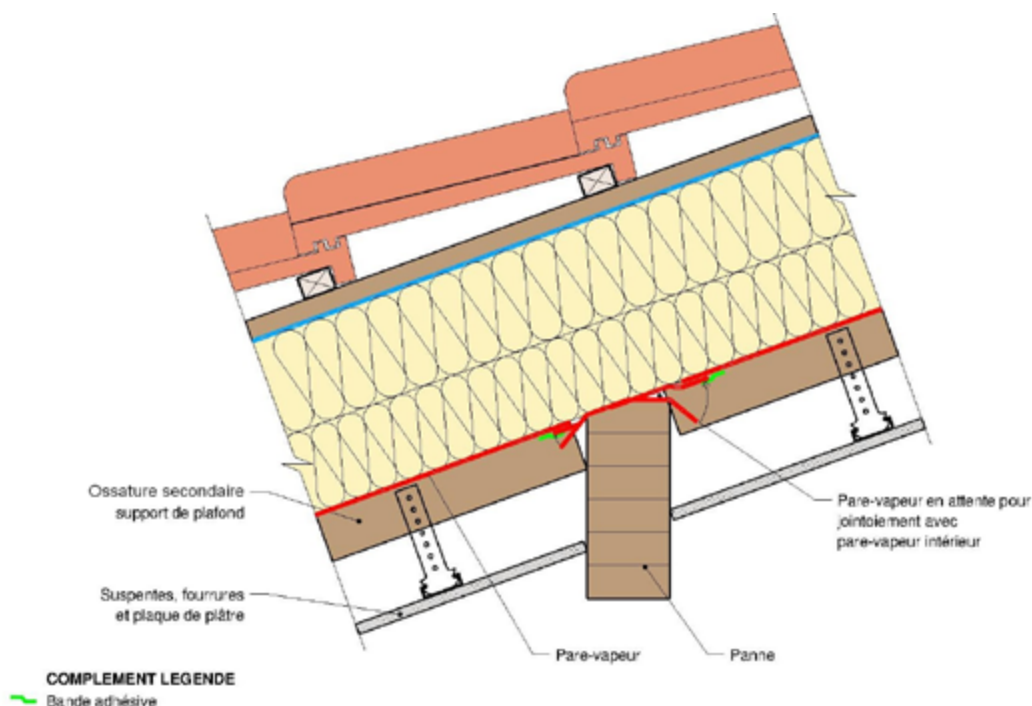
9.12.1.4. • Liaison sur panne (apparente ou non)

La continuité du film pare-vapeur doit être assurée en sous-face des chevrons.

Lorsque le pare-vapeur est posé en atelier en sous-face d'éléments de toiture préfabriqués, cette continuité n'est par perturbée par les pannes.

Lorsque la charpente est posée intégralement sur le site de la construction, une bande de film pare-vapeur devra être mise en attente sur chaque panne, avant la mise en œuvre des chevrons, même si la pose du pare-vapeur ne fait pas partie du lot « charpente », comme indiqué sur la (Figure 41) ci-dessous.

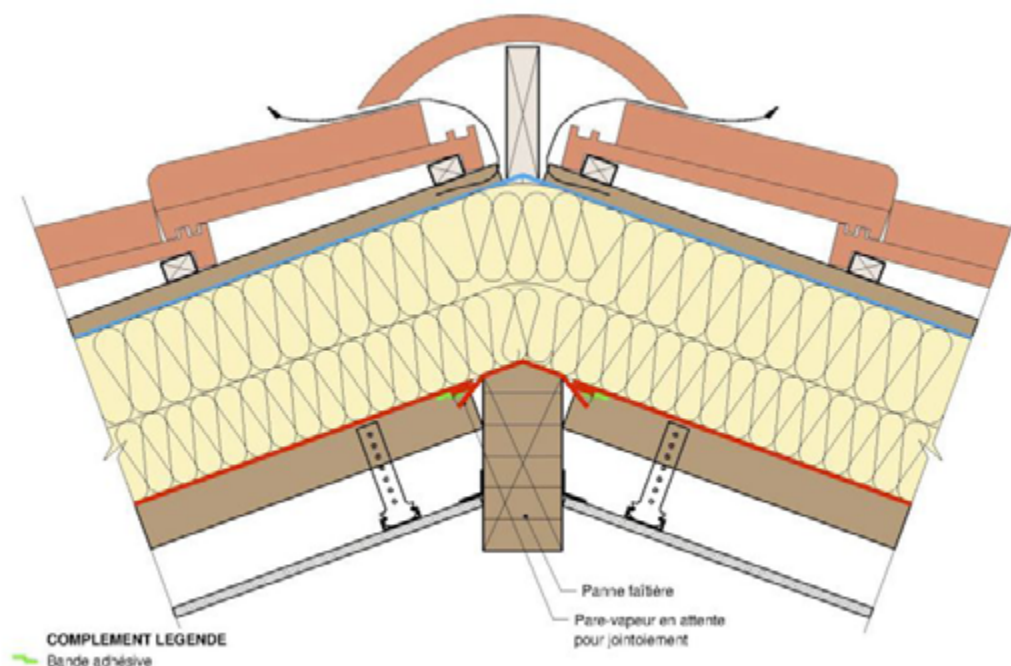
Lors de la mise en œuvre du film pare-vapeur en partie courante, un jointoiement sera réalisé de part d'autre avec la bande en attente à l'aide d'un ruban adhésif.



▲ Figure 41 : Jointoiement du film pare-vapeur au niveau d'une panne

9.12.1.5. • Liaison au faîtage

Au niveau de la panne faîtière, la continuité de la barrière d'étanchéité à l'air est assurée par la mise en œuvre, par le titulaire du lot charpente, d'une bande de pare-vapeur en attente, comme indiqué au chapitre [9.12.1.4]. ci-dessus.



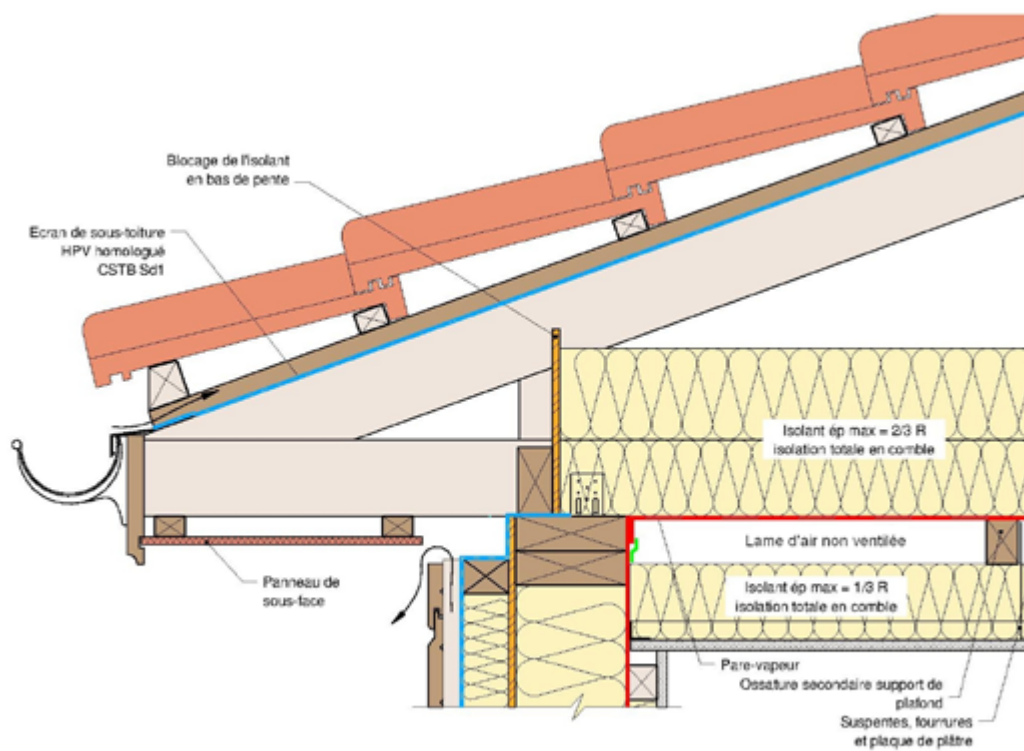
▲ Figure 42 : Jointoiement du film pare-vapeur au niveau d'une panne faîtière

9.12.2. • Exemples pour des charpentes industrielles

9.12.2.1. • Charpentes à combles perdus

L'isolant dans les combles perdus est mis en œuvre selon les prescriptions du cahier CSTB 3560 (prochainement révisé dans le cadre du programme RAGE).

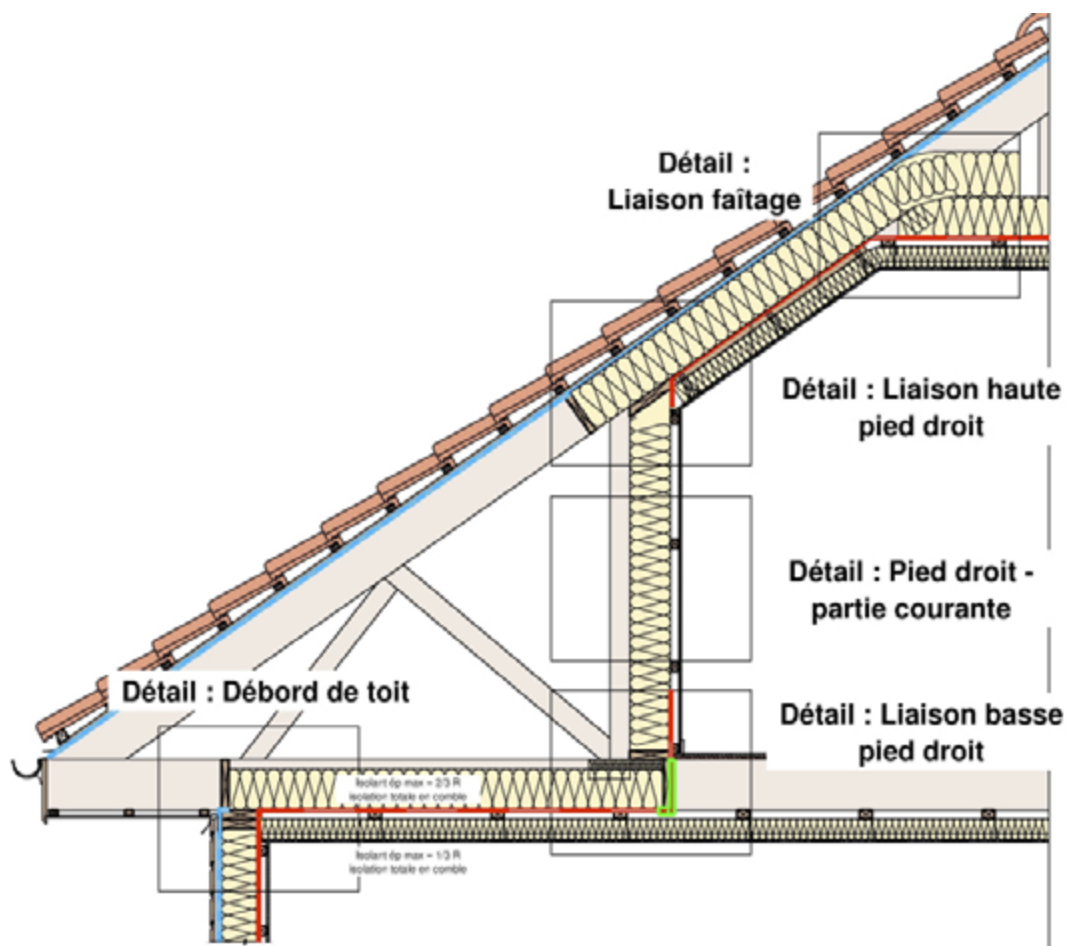
La mise en œuvre du pare-vapeur en sous face des entrants des fermes est réalisée de manière analogue à celle décrite ci-dessus au [9.12.1].



▲ Figure 43 : Liaison mur extérieur / charpente industrielle

9.12.2.2. • Charpentes à combles aménageables avec entrain porteur

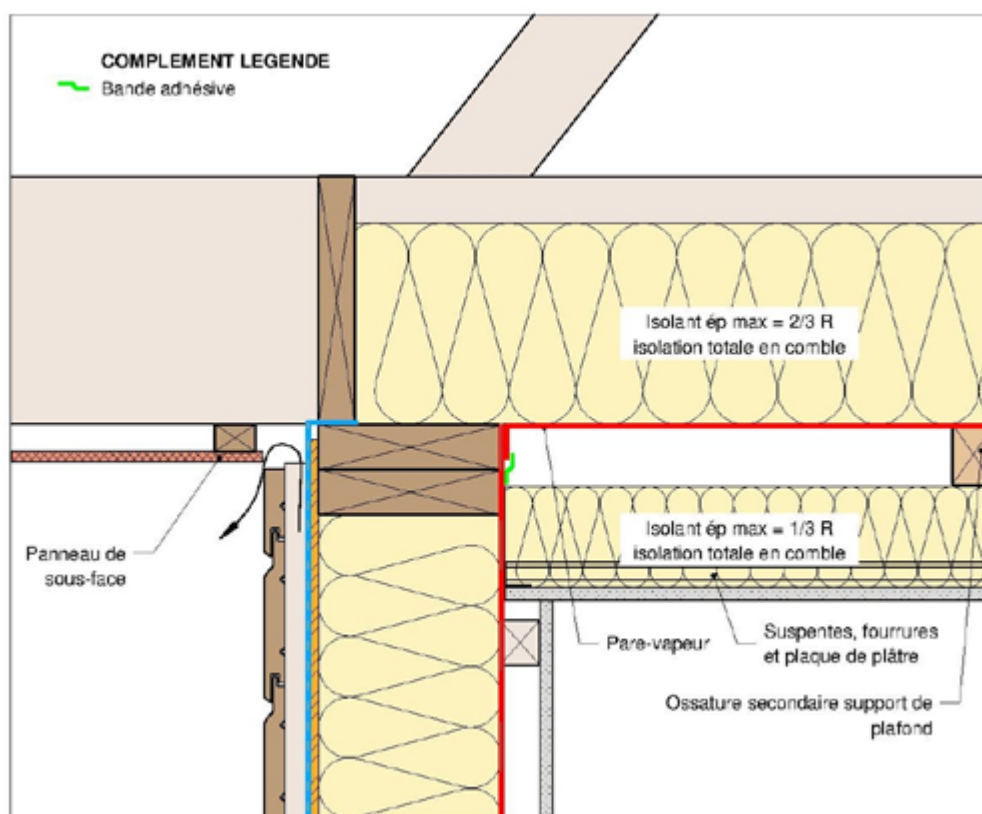
La continuité de l'isolant et du film pare-vapeur doit être assurée entre les parties horizontales, verticales et rampantes.



▲ Figure 44 : Charpente industrialisée à combles aménagés avec entrants porteurs – Vue générale

Chacun des détails est reproduit, agrandi et expliqué ci-dessous.

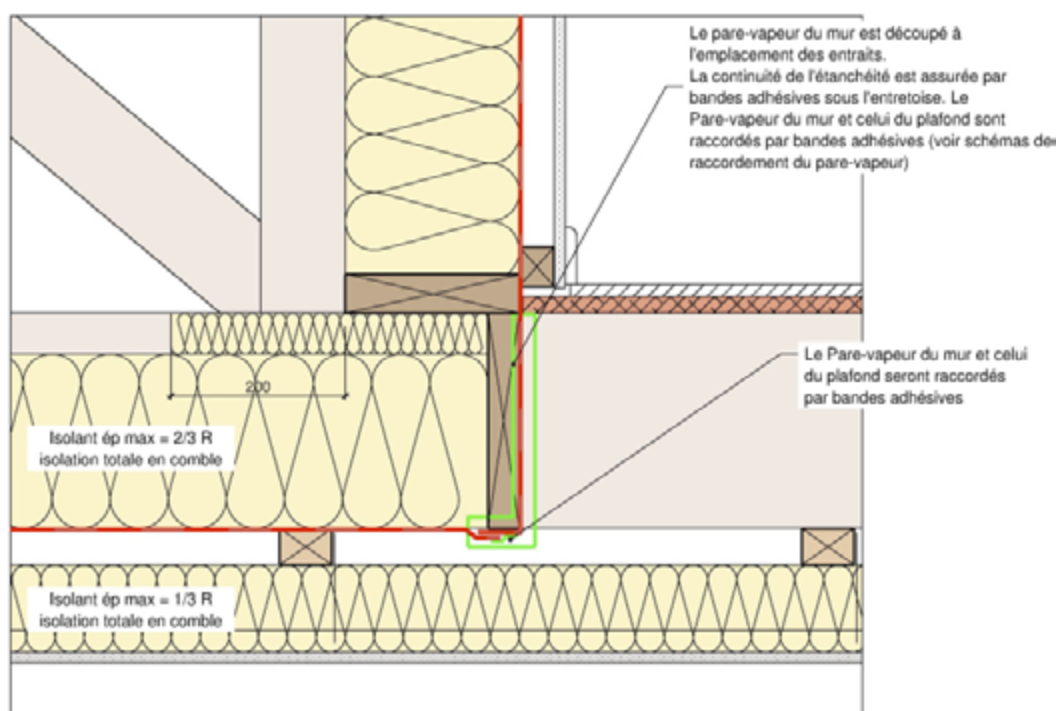
Liaison mur extérieur /entrait et débord de toit :



▲ Figure 45 : Détail « débord de toit »

Au niveau de la liaison entre le mur extérieur et l'entrait de fermette, la mise en œuvre de l'isolant et du film pare-vapeur est réalisée comme indiqué au chapitre [9.12.1].

Liaison en partie basse du pied droit :



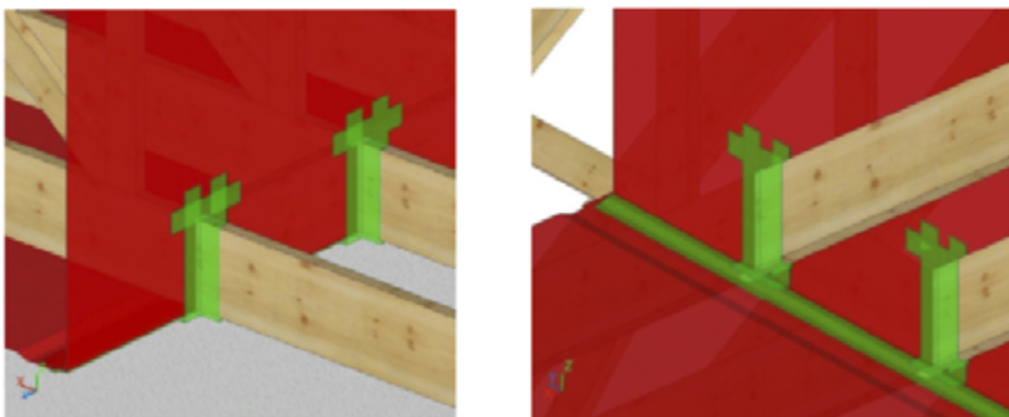
▲ Figure 46 : Détail « liaison basse pied droit

Le soin à apporter à cette liaison est capital pour la performance de l'ensemble du point de vue de l'étanchéité à l'air.

Si l'épaisseur d'isolant entre entrails est inférieure à la hauteur de ces mêmes entrails, au droit des murs et sur 20 cm vers l'extérieur (Figure 46), un complément d'isolant est mis en œuvre.

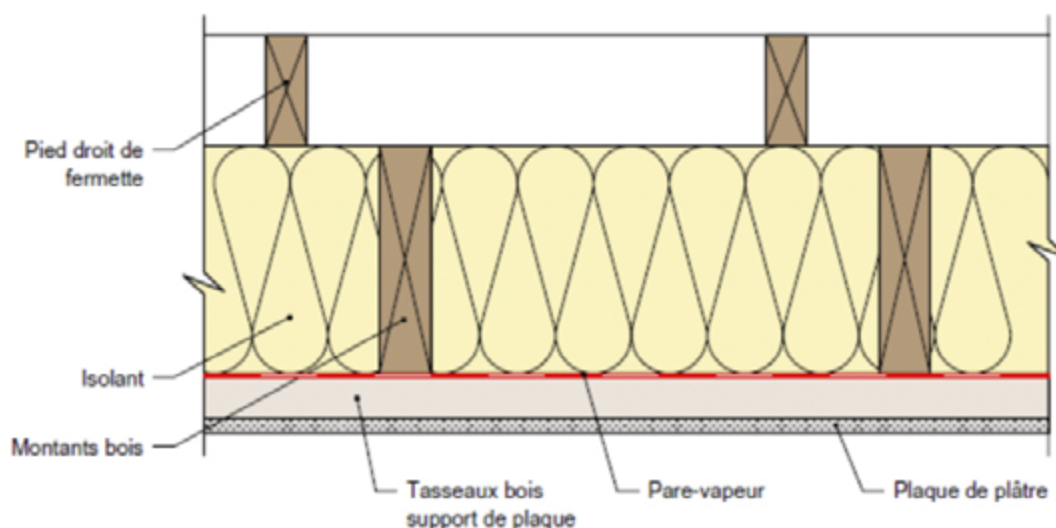
Le jointoiment du film pare-vapeur à cet endroit est réalisé en plusieurs étapes successives :

- le film pare-vapeur est mis en œuvre sur le pied droit avec une sur longueur sur le plancher égale à la hauteur des entrails augmentée de 5 cm ;
- la sur longueur est incisée ;
- les parties incisées sont rabattues entre les entrails ;
- un jointoiment au ruban adhésif autour de chaque entrail est réalisé comme indiqué sur la (Figure 45) à gauche ;
- le pare-vapeur du plafond du niveau inférieur est raccordé au ruban adhésif (voir (Figure 47), à droite)



▲ Figure 47 : Jointoiment du pare-vapeur au ruban adhésif en périphérie des entrails.

Traitement du pied droit en partie courante :



▲ Figure 48 : isolation du pied droit – exemple 1

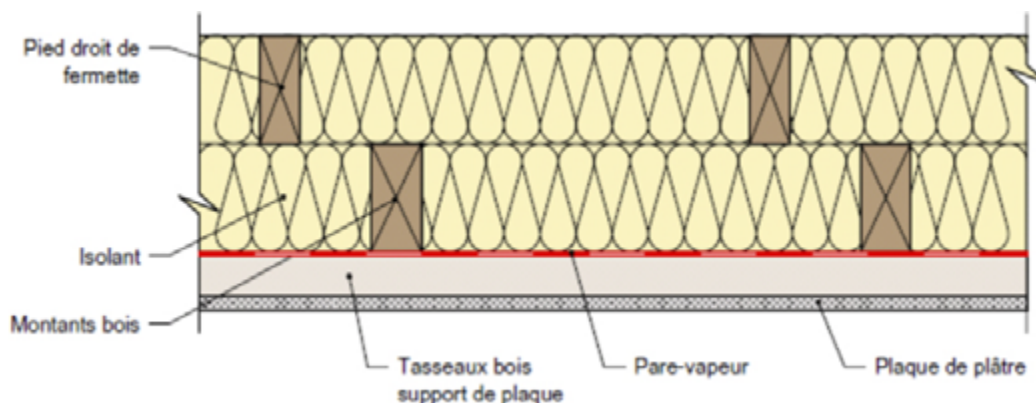
La performance thermique de la couche isolante du pied droit ne doit pas être inférieure à celle des murs extérieurs, pour ne pas créer de faiblesse thermique. Deux solutions sont envisageables pour l'isolation des pieds droits de charpentes industrialisées :

- En une seule couche, devant le pied droit, supportée par une ossature rapportée (Figure 48)
- En deux couches, l'une entre les éléments du pied droit, l'autre, devant le pied droit, supportée par une ossature rapportée (Figure 49)

Note :

Pour mieux couper le pont thermique, il est recommandé de décaler l'ossature support d'isolant et l'ossature du pied droit

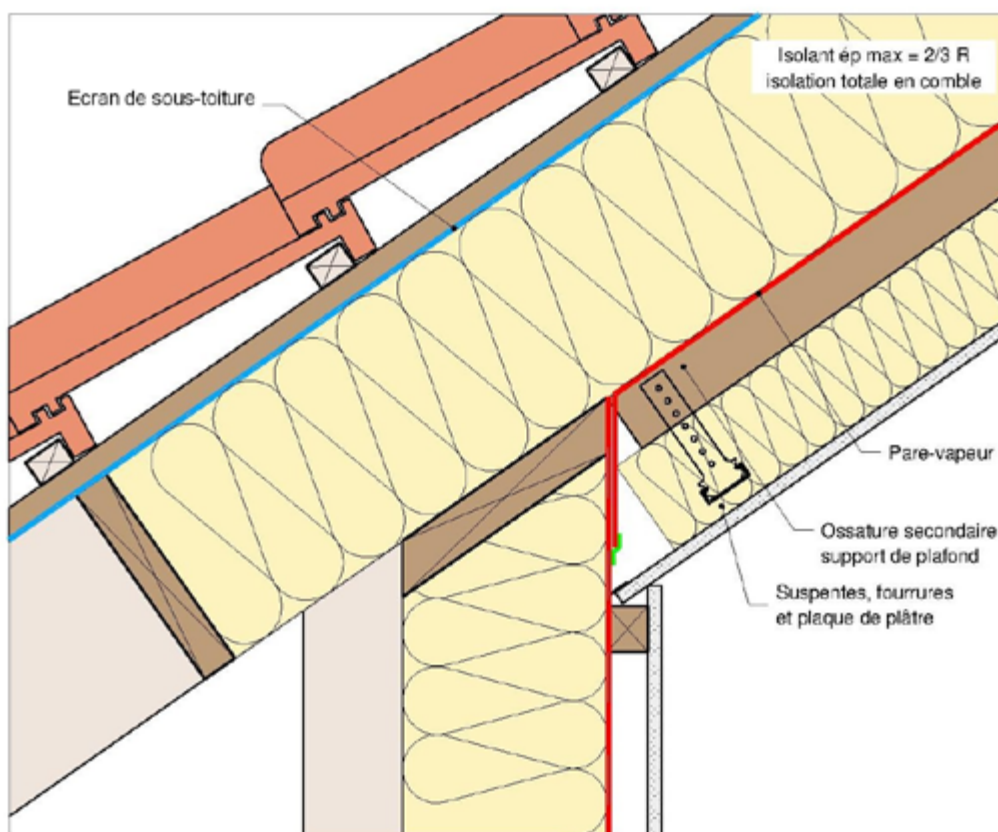
La mise en œuvre du pare-vapeur et sa protection par une gaine technique ménagée par un tasseau bois est réalisée comme pour les parois verticales.



▲ Figure 49 : Isolation du pied droit – exemple 2

Liaison pied droit / rampant :

Au niveau de la liaison entre le pied droit et le rampant de la fermette, la mise en œuvre de l'isolant et du film pare-vapeur est réalisée comme indiqué au chapitre [9.12.1].



▲ Figure 50 : Liaison haute du pied droit

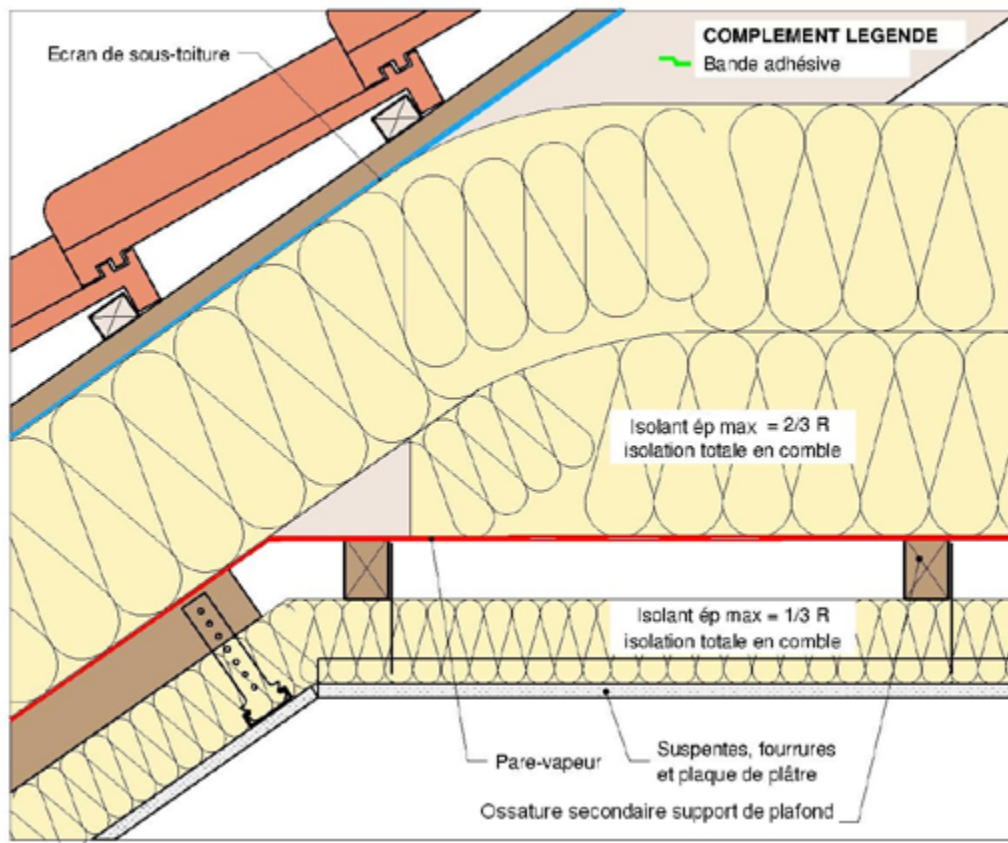
Une entretoise est positionnée entre les arbalétriers des fermettes pour bloquer l'isolant dans la pente (). La position de l'entretoise doit permettre à l'isolant du rampant de recouvrir complètement l'isolant du pied droit.

Liaison rampant / faîtage :

La mise en œuvre dans la partie horizontale du pare-vapeur, de l'isolant (principal et de doublage) est réalisée comme indiqué au chapitre [9.12.2.1].

L'isolant du rampant est prévu avec une sur longueur permettant de recouvrir l'isolant de la partie horizontale et assurer une continuité.

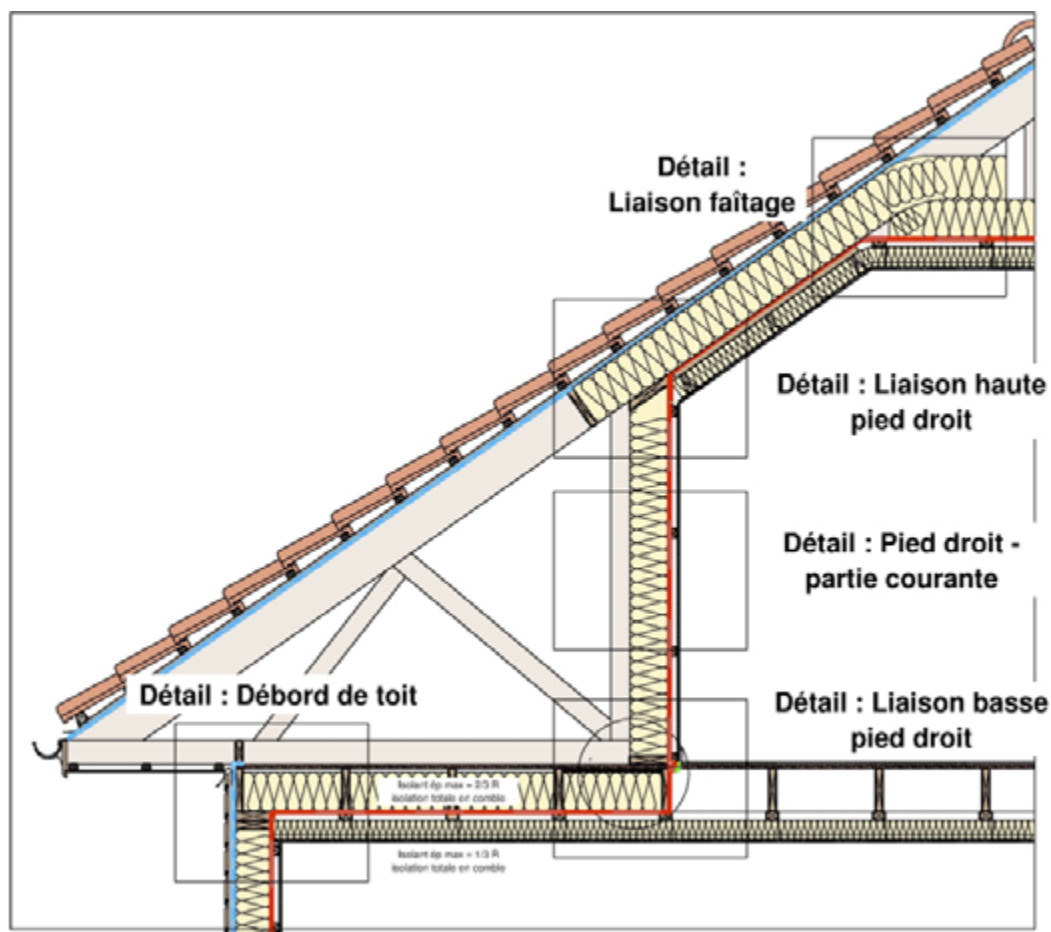
Dans le doublage côté intérieur, la continuité de l'isolant doit également être assurée.



▲ Figure 51 : Détail « liaison faîtage »

9.12.2.3. • Charpentes à combles aménageables avec interposition d'un plancher bois

La continuité de l'isolant et du film pare-vapeur doit être assurées entre les parties horizontales, verticales et rampantes.



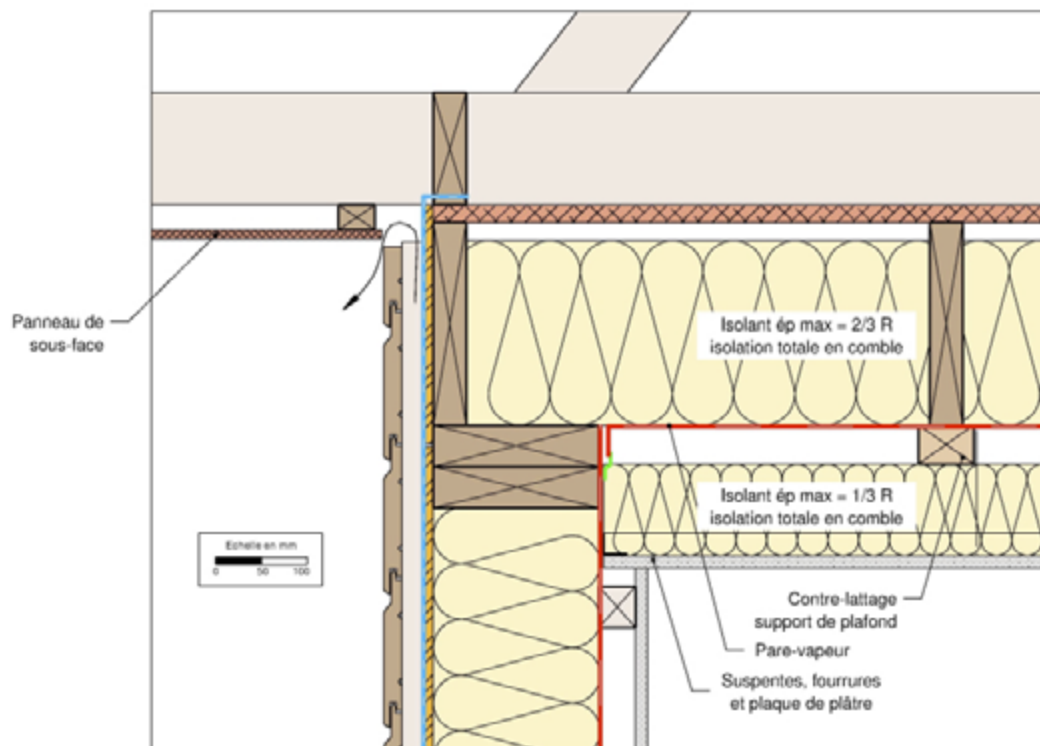
▲ Figure 52 : Charpente industrialisée à combles aménagés avec interposition d'un plancher bois – Vue générale

Chaque détail est détaillé et agrandi ci-dessous :

Liaison mur extérieur / entrain et débord de toit

Au niveau de la liaison entre le mur extérieur et l'entrain de fermette, la mise en œuvre de l'isolant et du film pare-vapeur est réalisée comme indiqué au chapitre [9.12.1].

Le film pare-pluie est rabattu et fixé entre les entretoises et le panneau de plancher



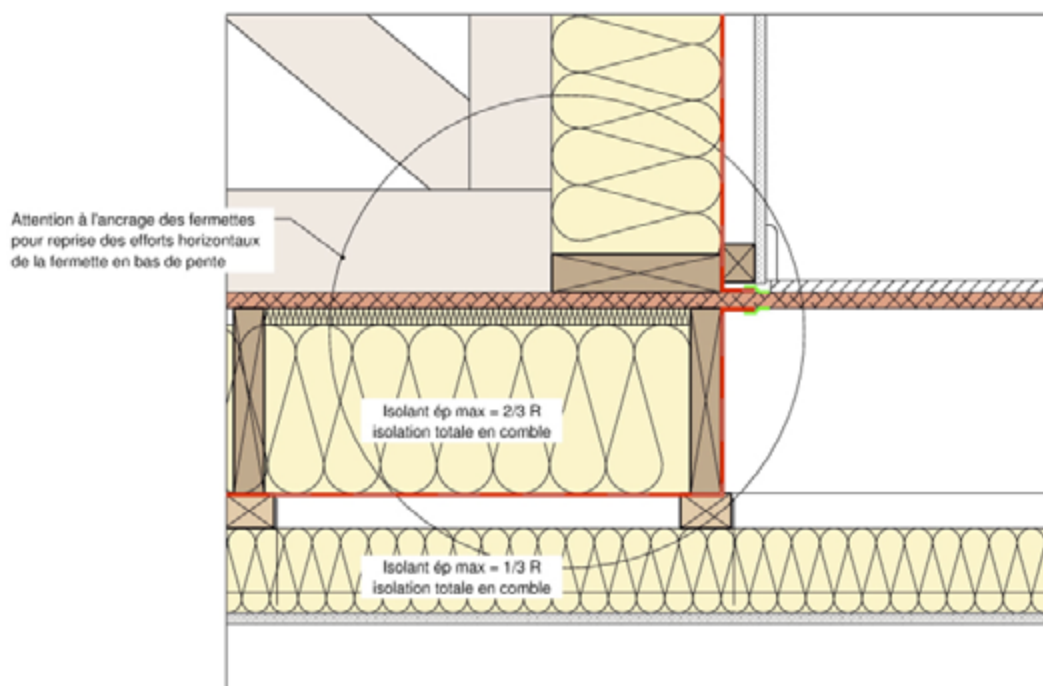
▲ Figure 53 : Liaison « débord de toit »

Liaison en partie basse du pied droit

Les fermettes sont perpendiculaires au solivage du plancher. L'isolant principal entre solives est mis en œuvre avant le pare-vapeur. Le dernier intervalle de solives avant le pied droit (vers l'extérieur) est rempli d'isolant sur toute sa hauteur pour couper le pont thermique sous le pied droit, comme représenté sur la (Figure 54).

Avant la pose du plafond et du doublage éventuel, le pare-vapeur est mis en œuvre avec une sur longueur permettant de le jointoyer au ruban adhésif sur la sous face du plancher, en remontant au droit de la dernière solive isolée.

Le pare-vapeur du pied droit est retourné et jointoyé au ruban adhésif sur le plancher



▲ Figure 54 : liaison basse du pied droit

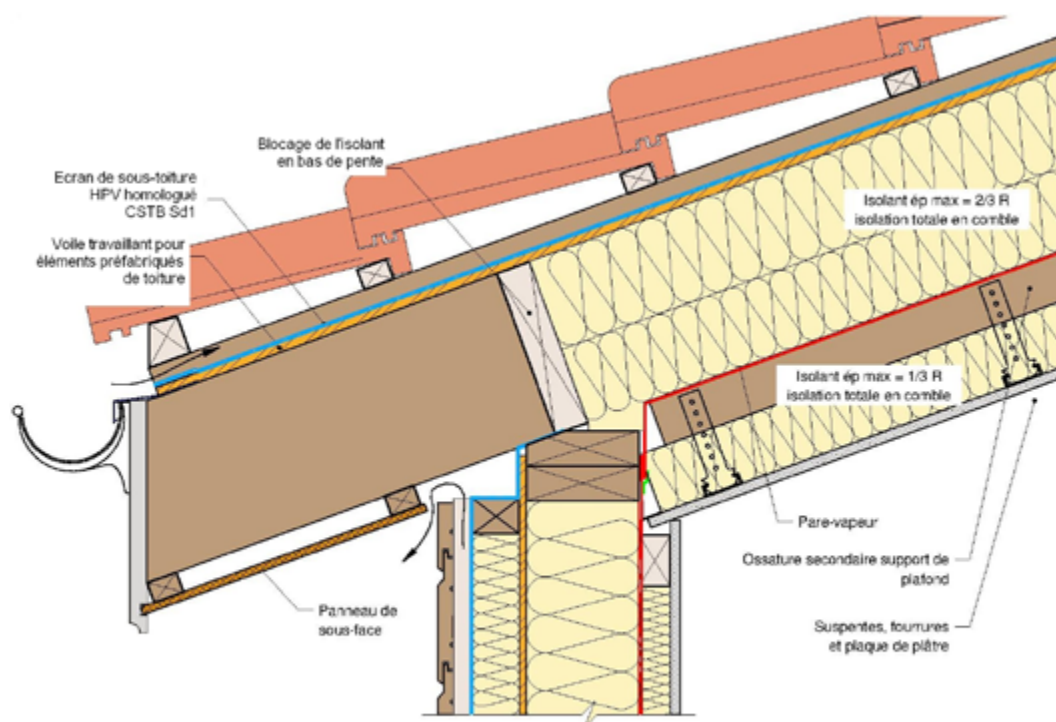
Autres détails

Les détails de pied droit et du faîtage sont traités de la même manière qu'au chapitre [9.12.2.2].

9.13. • Liaison entre éléments de toiture préfabriqués

9.13.1. • Liaison en bas de pente

En bas de pente, et au niveau des raccords d'étanchéité, il convient de procéder comme indiqué en [9.12.1].

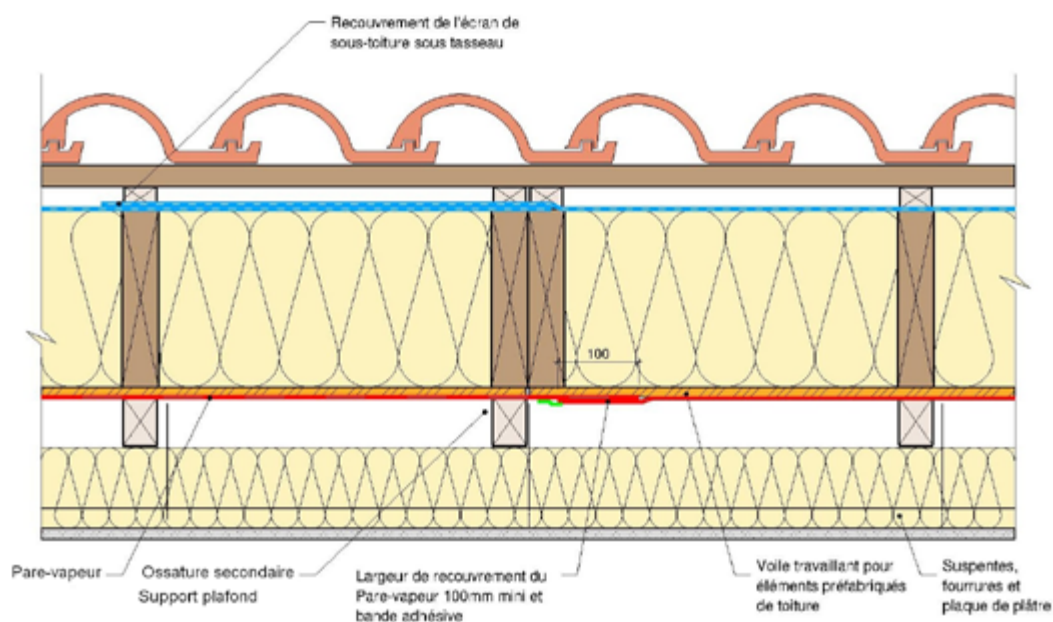


▲ Figure 55 : Liaison mur extérieur / éléments de toiture préfabriqués

9.13.2. • Liaison en partie courante

Dans le cas où les éléments de toiture sont préfabriqués et équipés également en atelier de leurs films écrans de sous-toiture et pare-vapeur, le raccordement des films est réalisé comme pour les parois verticales :

- recouvrement de l'écran de sous-toiture sur une largeur égale à un entraxe de tasseaux support de couverture
- recouvrement d'au moins 10 cm et pontage au ruban adhésif du film pare-vapeur en plafond



▲ Figure 56 : Liaison entre deux éléments de toiture préfabriqués

9.13.3. • Liaison sur pannes intermédiaires

Les prescriptions des chapitres [9.12.1.3] et [9.12.1.4]. s'appliquent.

9.13.4. • Liaison au faîtage

Les prescriptions du chapitre [9.12.1.5]. s'appliquent.

Maîtrise des interfaces avec les autres corps d'états pouvant dégrader les performances thermiques et l'étanchéité

10



10.1. • Intégration des menuiseries extérieures

10.1.1. • Préambule à ce chapitre

Un guide spécifique sur l'intégration des menuiseries extérieures dans les murs à ossature bois (issu également d'un projet RAGE) sera prochainement édité. Dans ce futur guide, exhaustif sur le sujet, seront décrits tous les cas de figure non abordés ici : Pose au nu extérieur, pose au nu intérieur, pose en tunnel, menuiseries PVC, Aluminium, Bois, Bois Aluminium,...). Seront également visés les aspects thermiques et étanchéité.

Dans les présentes recommandations professionnelles, n'est ainsi décrit que le chevêtre à ossature bois, destiné à supporter la menuiserie en œuvre.

10.1.2. • Constitution et tolérances du chevêtre de menuiserie

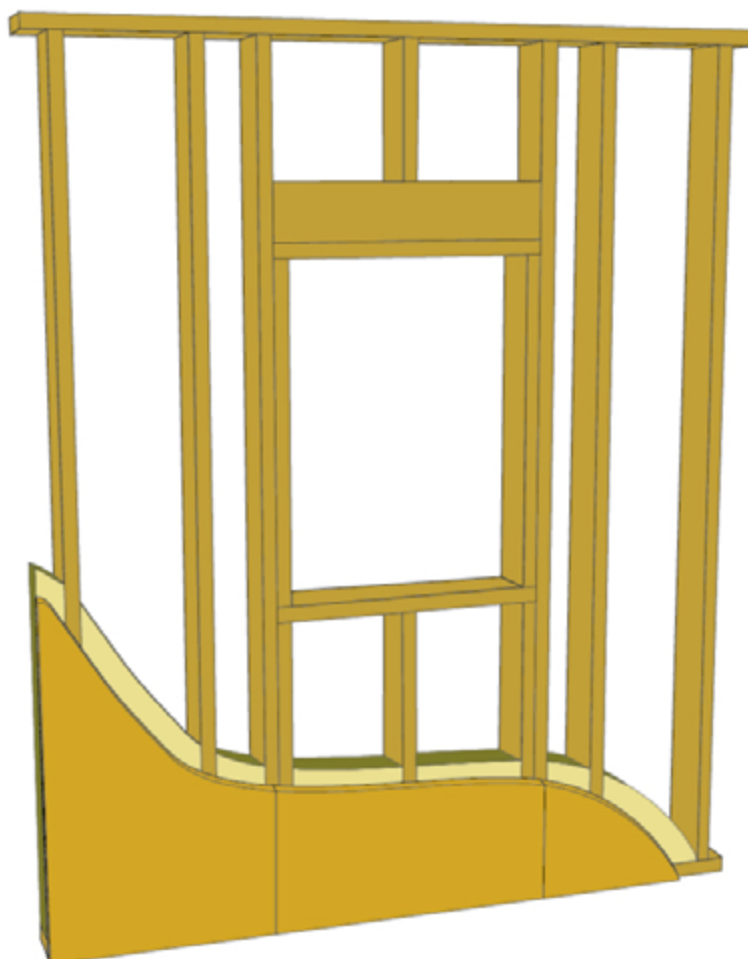
Le chevêtre est conçu et dimensionné pour qu'aucune charge ne soit appliquée à la menuiserie afin d'assurer un fonctionnement et des performances optimales.

La conception du chevêtre destiné à recevoir une menuiserie est dépendante :

- du type de menuiserie (avec ou sans volet roulant),
- de la dimension de la menuiserie,
- des charges appliquées sur le linteau et sur le mur.

Dans tous les cas, le chevêtre comporte, au minimum (Figure 57) :

- deux montants latéraux continus de part et d'autre de l'ouverture, sur la hauteur du mur ;
- une traverse d'appui ;
- une traverse de linteau ;
- des montants d'appui (sous la traverse d'appui), calepinés à la trame des montants d'ossature du mur ;
- un linteau.



▲ Figure 57 : Chevêtre de menuiserie – Exemple de schéma de principe

Les charges appliquées au chevêtre via le linteau peuvent conduire à augmenter le nombre des montants latéraux, assemblés de façon à reconstituer un poteau.

Les linteaux font l'objet d'une justification mécanique et ne présentent pas de flèche (W_{fin}) excédant $1/500$ de la portée, sans toutefois dépasser 10 mm.

Les tolérances sur le chevêtre sont les suivantes :

- tolérances dimensionnelles de la baie : ± 5 mm ;
- tolérances de verticalité : ± 3 mm ;
- tolérances d'horizontalité : ± 3 mm ;
- flèche locale maximale de 3 mm sous règle de 2m.

10.2. • Interfaces avec les lots « fluides » (électricité, plomberie, ventilation, zinguerie et chauffage)

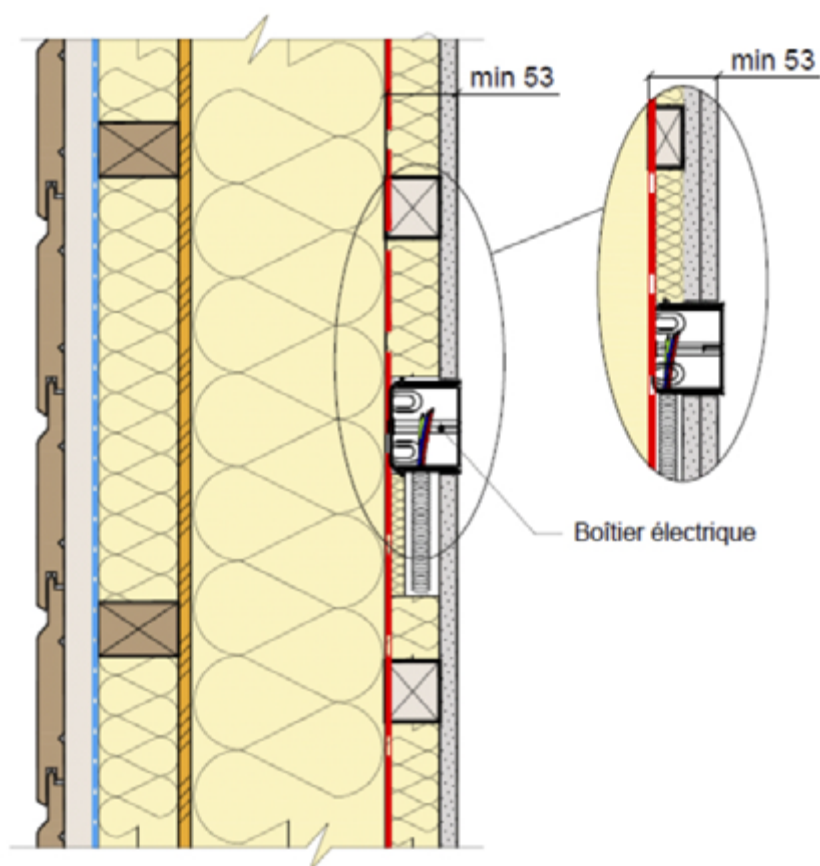
10.2.1. • Création d'une gaine technique en partie courante

Une gaine technique pour le passage des gaines, tuyaux et la pose des boîtes d'encastrement électriques est indispensable pour éviter tout percement du film pare-vapeur.

La mise en œuvre de tasseaux horizontaux ou verticaux, supports de l'isolant de doublage et/ou de parement intérieur, dont l'épaisseur ménage la gaine technique, assure cette « protection » du film pare-vapeur.

La section des tasseaux doit être choisie telle que :

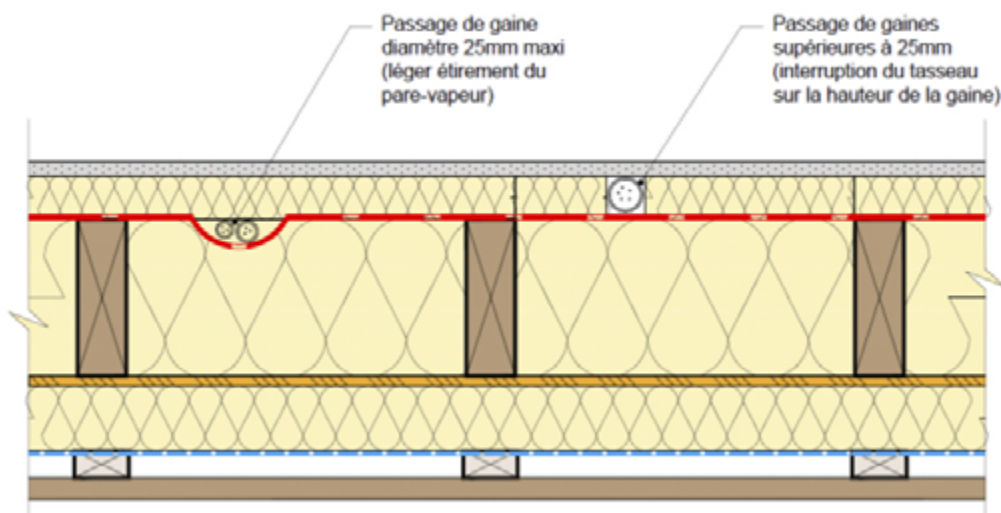
- La largeur est compatible avec les exigences d'appui des revêtements extérieurs (exemple : 45 mm minimum pour les plaques de plâtre) ;
- L'épaisseur, pour les parois ne comportant pas de boîtes d'encastrement est supérieure ou égale à 25 mm ;
- L'épaisseur, lorsque des boîtes d'encastrement sont prévues, doit être égale à la profondeur de boîte moins l'épaisseur du parement intérieur. (exemple : pour une boîte de 53 mm de profondeur, posée avec un parement intérieur de 13 mm, l'épaisseur du tasseau doit être au minimum de $53 - 13 = 40$ mm).



▲ Figure 58 : Exemple de conception d'une gaine technique en partie courante

La mise en œuvre de gaines de dimensions (diamètre ou épaisseur) supérieures à 100 mm (gaines isolées de VMC double-flux par exemple) se fera dans des colonnes techniques spécifiques et non dans l'épaisseur d'un tasseau.

Lorsqu'il est nécessaire que les gaines soient (localement) perpendiculaires aux tasseaux et lorsque leur diamètre est inférieur ou égal à 25 mm, il est possible de les faire passer entre le pare-vapeur et le tasseau. Si les gaines ont un diamètre supérieur à 25 mm le tasseau devra être interrompu pour permettre le passage de la gaine (Figure 59) ci-dessous.



▲ Figure 59 : Passage de gaines perpendiculaires aux tasseaux supports d'isolant et/ou de parement.

10.2.2. • Spécifications pour l'incorporation d'éléments traversants la barrière d'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Cette situation est à éviter au maximum. Tous les réseaux (électricité, plomberie, ventilation,...) doivent circuler dans le volume étanche à l'air pour limiter le nombre de pénétrations, et n'avoir à traiter que les arrivées principales.

Lorsque la barrière à la diffusion de vapeur d'eau est tout de même percée pour le passage d'une gaine ou de tout autre élément (élément de structure par exemple), sa continuité doit être rétablie sur toute la périphérie du percement.

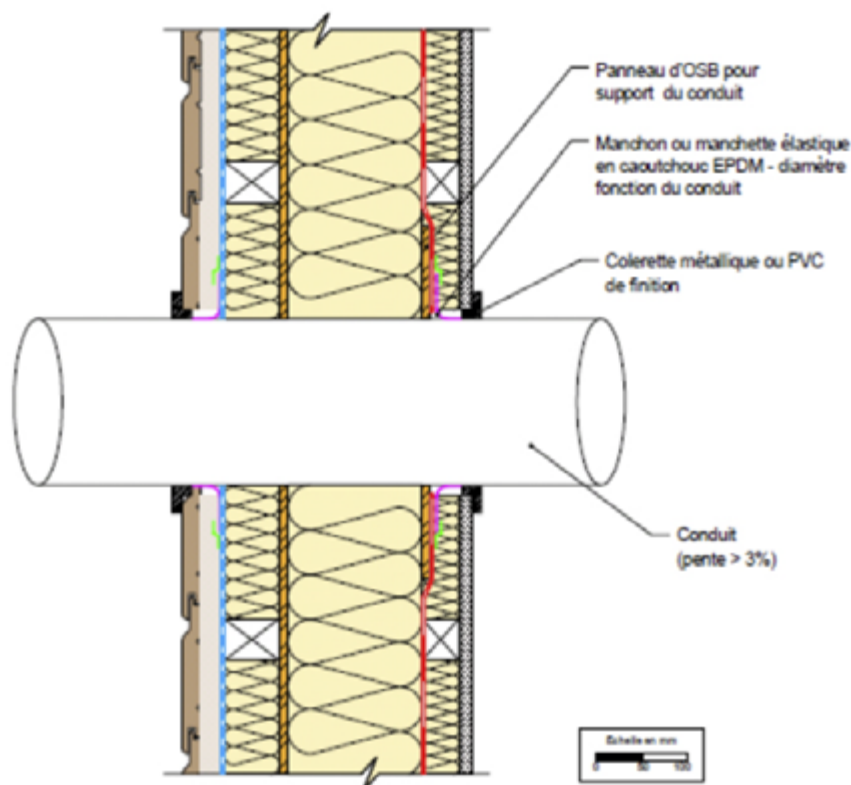
Cette continuité peut être rétablie par pontage au ruban adhésif ou à l'aide d'accessoires spécialisés (passe-câbles, manchons EPDM) spécifiques pour les dimensions de l'élément traversant.

Le positionnement et le maintien des gaines traversantes sont réalisés avec un panneau à base de bois pré-percé aux dimensions de la gaine, ce panneau étant lui-même fixé aux montants d'ossature.

La pente des fourreaux traversants est au minimum de 3% et est orientée vers l'extérieur.

Note :

ces prescriptions sont également valables pour les fixations d'éléments pesants fixés côté intérieur des murs (éléments hauts de cuisine, chaudière ou centrale VMC murale,...).



▲ Figure 60 : Raccordement de l'étanchéité à l'air et à l'eau en périphérie d'un élément traversant par un manchon EPDM

Les prescriptions ci-dessus sont également valables dans le cas des planchers bas en bois sur vide sanitaire et les toitures (et de manière générale pour toutes les parois visées par une exigence d'étanchéité à l'air ou à la vapeur d'eau).

10.2.3. • Spécifications pour l'incorporation d'éléments traversants la barrière d'étanchéité à l'eau

10.2.3.1. • Cas général

Cette situation est également à éviter au maximum.

En effet on priorisera les passages en toiture pour lesquels il existe des accessoires standards étudiés pour traiter les aspects étanchéité à l'eau, ou dans la dénivelée de toiture plutôt qu'en façades bois verticales.

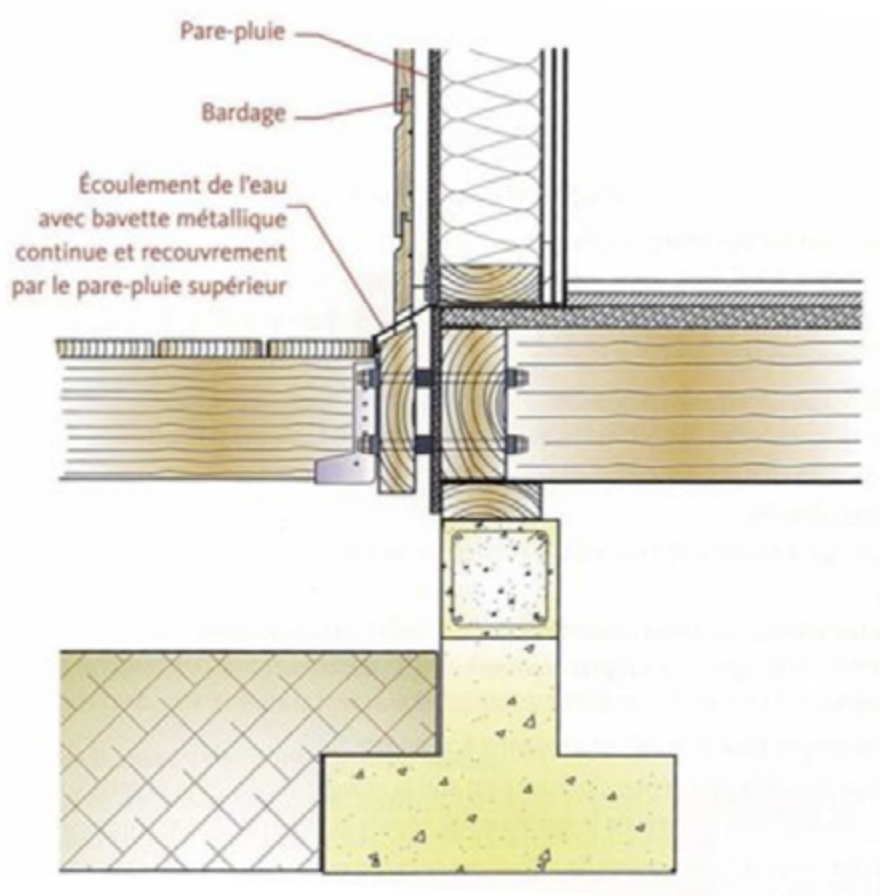
Exemples :

Antennes paraboliques, conduits de VMC, points lumineux extérieurs, ...)

A défaut, pour le traitement de ce point singulier les prescriptions suivantes doivent être appliquées (voir également (Figure 60)) :

- Le percement de la paroi est légèrement oblique descendant vers l'extérieur (pente supérieure à 3%)
- Le pare-pluie est incisé autour de l'élément traversant
- Un calfeutrement est réalisé en périphérie de l'élément traversant (conformément au DTU 44.1) à l'aide d'un mastic + fond de joint ou d'un mastic en cordon préformé.

Lorsque ce calfeutrement n'est pas possible (par exemple des éléments de structure linéaires en façade type murallière support de terrasse bois ou de balcon) un dispositif de déviation des eaux de ruissellement à l'arrière du revêtement extérieur (bavette métallique) sera mis en œuvre.

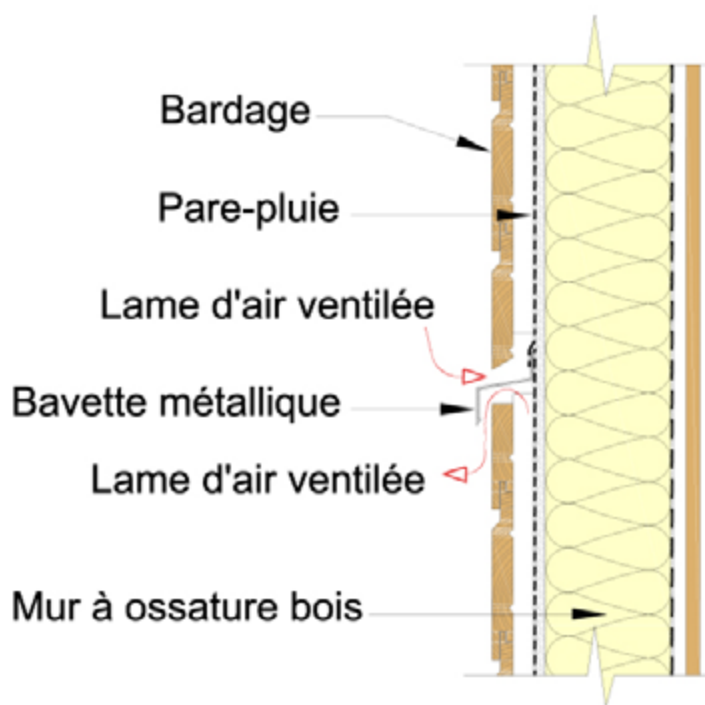


▲ Figure 61 : Positionnement d'une bavette métallique pour la déviation des eaux ruisselant accidentellement à l'arrière du bardage.

10.2.3.2. • Cas particulier : mise en œuvre des bavettes de recouvrement de la lame d'air

La mise en œuvre d'une bavette interrompt totalement la double peau extérieure : le revêtement extérieur, les tasseaux supports du revêtement extérieur et le pare-pluie.

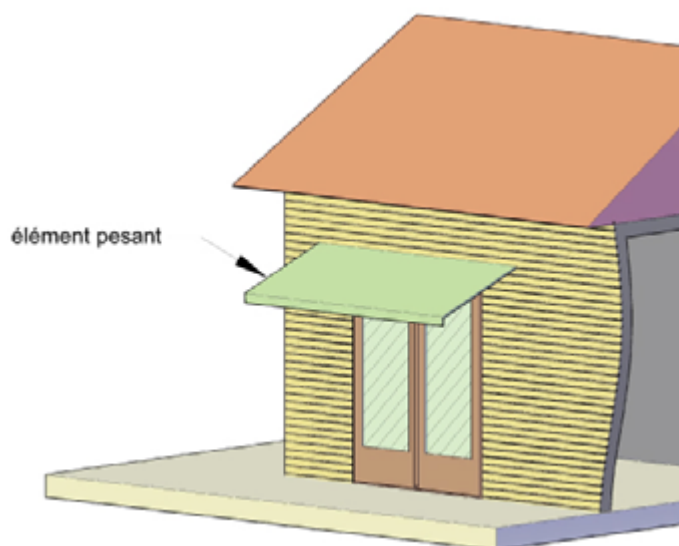
Pour rétablir la continuité de l'étanchéité, la bavette, après fixation sur le mur, sera recouverte par le pare-pluie sur au moins 20 mm et la liaison assurée par collage au mastic.



▲ Figure 62 : Mise en œuvre d'une bavette de recoupement de la lame d'air

10.2.3.3. • Cas particulier : éléments pesants en façade

Les éléments pesants rapportés en façade seront fixés sur l'ossature principale. Il s'agit par exemple de stores, brise-soleil, balcons,...



▲ Figure 63 : Mise en œuvre d'un élément pesant en façade – vue générale

Les réservations pour la disposition d'entretoises seront communiquées à l'entreprise de construction **avant** la fabrication des murs.

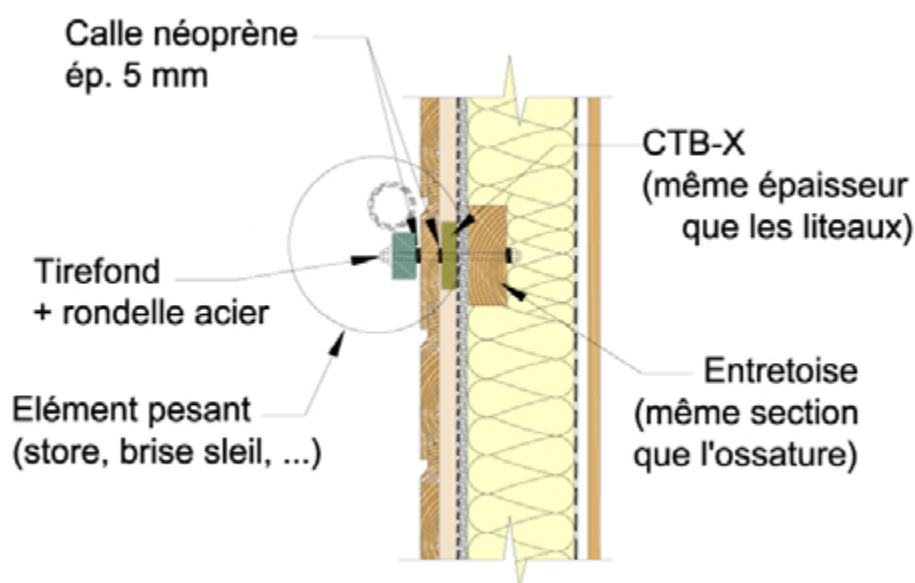
Les fixations seront obligatoirement en inox.

L'écoulement de l'eau sur le revêtement extérieur et dans la lame d'air ne doit pas être perturbé par cet élément rapporté : Des rondelles néoprène de désolidarisation, d'épaisseur au moins égale à 5 mm permettent cet écoulement, à l'interface de chaque élément rapporté.

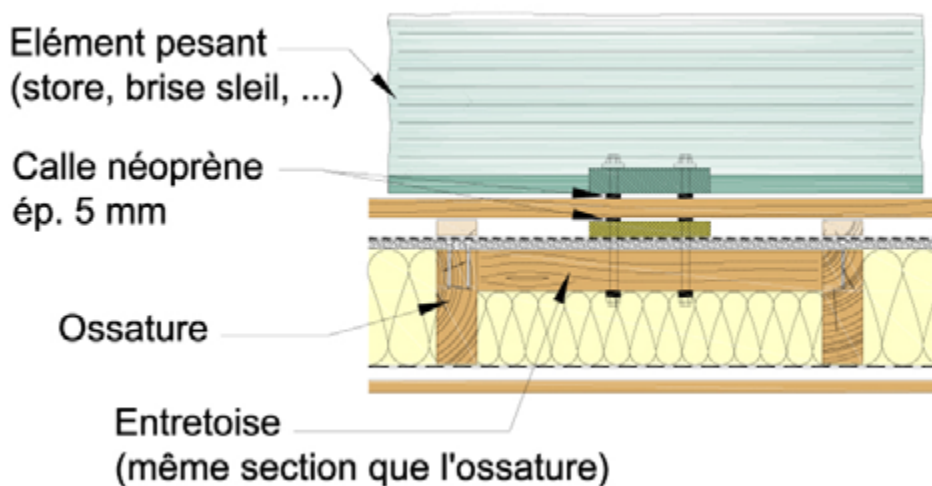
Une cale en contreplaqué (de type CTB-X) de l'épaisseur des tasseaux support de revêtement extérieur sera disposée ponctuellement (pour respecter le débit de la lame d'air) dans l'épaisseur de la lame d'air au droit de chaque fixation pour permettre leur serrage sans endommager le revêtement extérieur.

Un calfeutrement (à l'aide d'un mastic en cordon préformé par exemple) est réalisé en périphérie de ce calage ponctuel pour rétablir l'étanchéité à l'eau.

La rive supérieure de ces cales sera biseautée (au moins à 30°) pour permettre l'écoulement de l'eau.



▲ Figure 64 : Mise en œuvre d'un élément pesant en façade – coupe verticale



▲ Figure 65 : Mise en œuvre d'un élément pesant en façade – coupe horizontale

10.2.3.4. • Cas particulier : éléments non pesants en façade

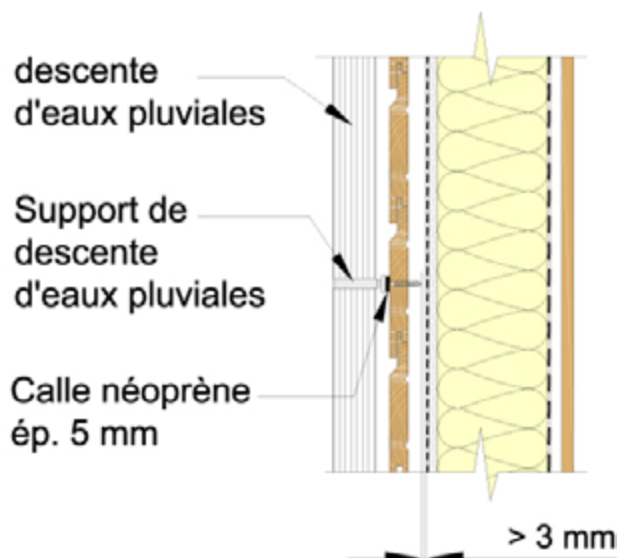
Les éléments de plus faible poids (petits luminaires, descentes d'eau pluviales, arrêts de volets) peuvent être fixés sur l'ossature secondaire (tasseaux support de revêtement extérieur), au travers du revêtement extérieur.

La longueur des éléments de fixation devra être étudiée de façon à ne pas percer le pare-pluie : une distance « de sécurité » de 3 mm sera respectée.

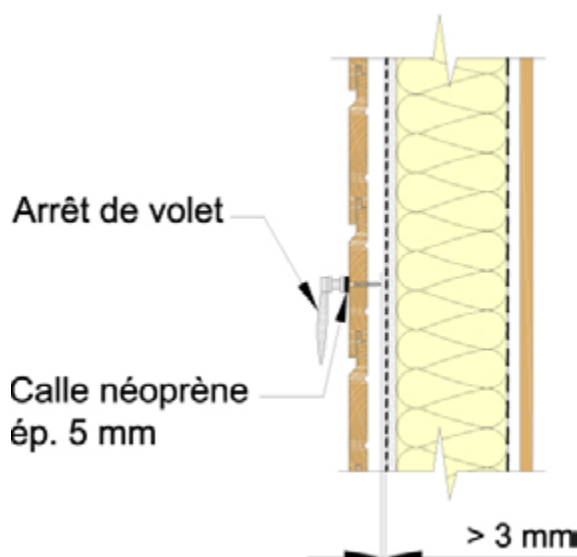
La longueur maximale de ces fixations sera donc égale à : $\text{ép.}_{\text{revêtement}} + \text{ép.}_{\text{tasseau}} - 3 \text{ mm}$

Les fixations seront obligatoirement en inox.

L'écoulement de l'eau sur le bardage ne doit pas être perturbé par cet élément rapporté.



▲ Figure 66 : fixation d'un support de descente d'eaux pluviales



▲ Figure 67 : Fixation d'un arrêt de volet

10.2.3.5. • Cas particulier : volets battants

Les volets battants sont assemblés sur les murs à ossature bois par l'intermédiaire des encadrements de baie.

En aucun cas les pattes de fixation des volets ne doivent se situer en façade et perforer le revêtement extérieur et le pare-pluie.



Ce point particulier sera développé dans le guide pratique RAGE « intégration des menuiseries extérieures dans des parois à ossature bois. »

10.3. • Interface avec le lot « fumisterie »

Les travaux de fumisterie sont décrits dans le NF DTU 24.1. Ils concernent la réalisation des conduits de fumée individuels et collectifs, tubages,... destinées à évacuer les produits de combustion des appareils destinés au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire

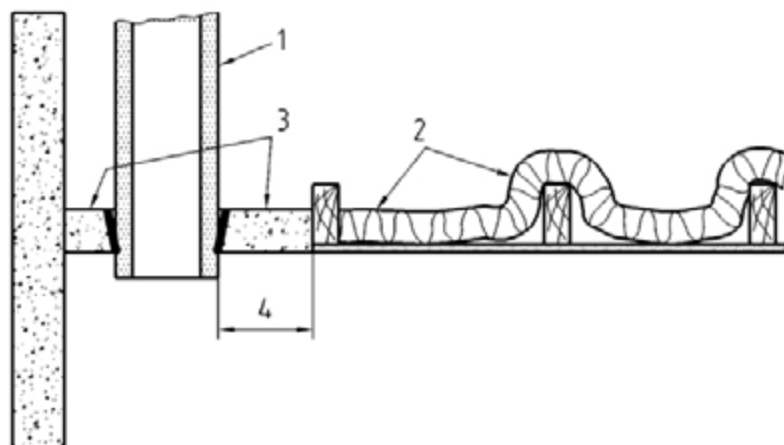
Il convient également le cas échéant de se reporter aux prescriptions des Avis Technique relatifs aux conduits d'évacuation des fumées.

En règle générale, l'entreprise réalisant les travaux de fumisterie devra fournir à l'entreprise du gros œuvre bois les réservations nécessaires à l'incorporation des conduits de cheminée ainsi que les charges devant être reprises par la structure.

Les conduits maçonnés sont auto portants (aucun contact avec la structure bois) ou dans le cas contraire, les éléments supportant le conduit seront incombustibles (remplissage de trémie en béton ou écarteur métallique par exemple)

Pour l'insertion dans une structure en bois, une distance de sécurité entre la face externe du conduit et les matériaux combustibles avoisinants doit être respectée.

Cette distance de sécurité est déterminée en fonction de la résistance thermique (R_u) de la paroi du conduit et de sa classe de température (T) et varie généralement entre 2 cm et 10 cm.



Légende

- | | |
|--------------------|---|
| 1 Conduit de fumée | 3 Pas d'isolant sur la partie non combustible |
| 2 Isolation | 4 Distance de sécurité |

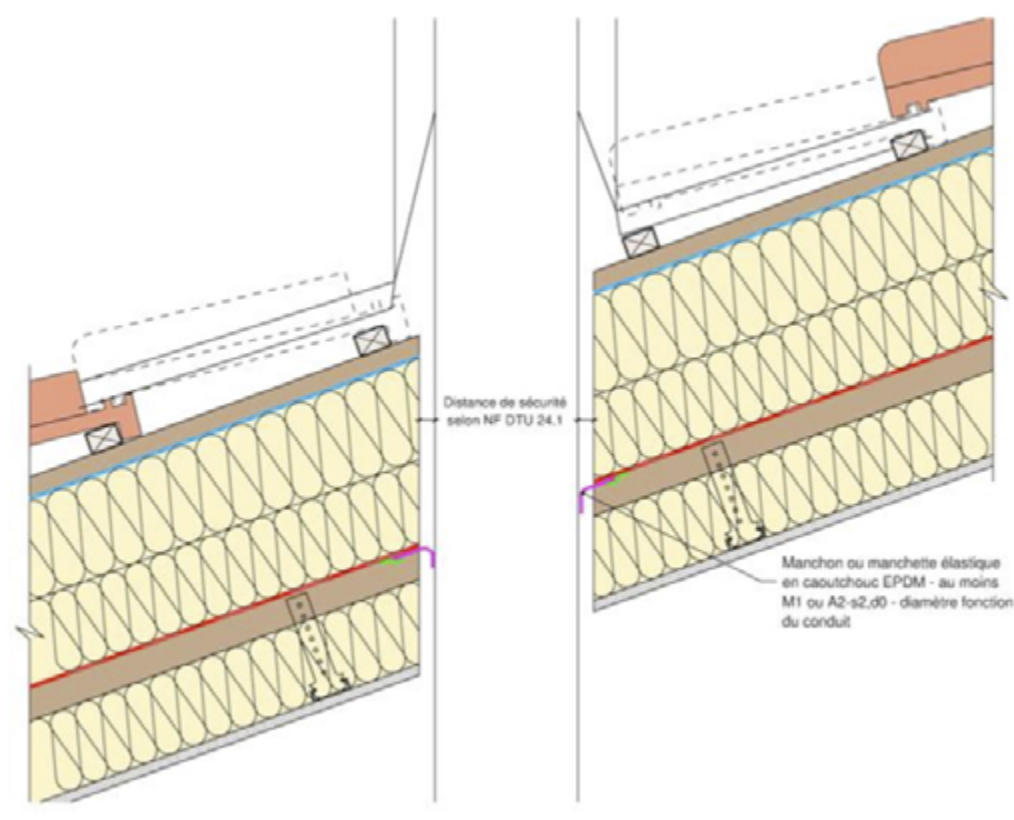
▲ Figure 68 : Distance de sécurité par rapport aux matériaux combustibles – Source : NF DTU 24.1

Le DTU 24.1 recommande de ne pas isoler la partie non combustible faisant la liaison entre le conduit et les matériaux combustibles, aussi bien en traversée de plancher qu'en charpente.

Concernant l'étanchéité à l'air de la paroi traversée par un conduit, les raccords d'étanchéité sont réalisés avec des profilés (manchons) spécifiques, permettant un serrage du conduit, ces manchons seront ensuite raccordés au pare-vapeur avec du ruban adhésif.

Les manchons doivent dans cette configuration bénéficier d'une classification de réaction au feu au moins M1 ou A2-s2,d0.

L'étanchéité au niveau de la couverture est réalisée, en fonction de la nature du matériau de couverture selon les prescriptions des DTU de la série 40.



▲ Figure 69 : Raccordement autour d'un conduit en toiture

10.4. • Ordonnancement des travaux

10.4.1. • Règles générales

Les entrepreneurs adressent au maître d'ouvrage (et au maître d'œuvre s'il a été délégué à cet effet), dans les délais prescrits par le marché ou à défaut dans les trente jours suivants la signature dudit marché, les dessins nécessaires à l'exécution et à la pose des ouvrages ainsi que les plans d'implantation, de réservation et d'ensemble s'il y a lieu.

Les dessins doivent préciser les emplacements et dimensions des ouvrages, les axes et dimensions des trous de scellement éventuels, ainsi que leur nature et les dimensions des réservations. La nature et le nombre des précisions à fournir sont fonction de l'importance des ouvrages et doivent être suffisantes pour permettre aux autres corps d'état de concevoir et réaliser les ouvrages de leur lot.

Après agrément, le maître d'ouvrage ou son mandataire fait retour d'un exemplaire de ces dessins.

à l'entrepreneur, pour exécution, et en transmet un exemplaire à chacun des entrepreneurs des autres corps d'état intéressés, pour information ou pour exécution si leurs ouvrages doivent être réalisés conformément aux indications portées par ces dessins.

10.4.2. • Conditions préalables requises pour l'exécution des travaux

10.4.2.1. • Travaux de gros œuvre bois (charpente et ossature)

Les travaux de soubassement en grande masse et en tranchée sont terminés et les terres excédentaires ont été soit évacuées, soit stockées aux endroits désignés par le maître de l'ouvrage ;

Les travaux de VRD sont suffisamment avancés pour ne pas compromettre la propreté du chantier ;

Les travaux de soubassement sont terminés et les fouilles et tranchées remblayées et compactées ;

Les autres ouvrages de maçonnerie prévus dans les Documents Particuliers du Marché ont été réalisés ;

Les dispositions prévues pour la ventilation des vides sanitaires sont respectées ;

L'entreprise chargée des ouvrages de soubassement a libéré les lieux après nettoyage ;

Des aires de stockage suffisantes ont été mises à sa disposition et à celle de l'entreprise chargée des travaux de couverture ou d'étanchéité.

10.4.2.2. • Travaux de menuiseries extérieures

Les dispositions prévues dans les présentes recommandations professionnelles sont respectées et dans le bâtiment concerné :

- les travaux de couverture sont suffisamment avancés pour que le bâtiment puisse être considéré hors d'eau ;
- des locaux de stockage pour le dépôt sur chantier des menuiseries extérieures sont mis à sa disposition ;



- il n'y a pas de mouvement de la baie mettant en charge la menuiserie
- dans le cas de fenêtres en jonction avec un revêtement extérieur des murs, par exemple bardage, préciser la position relative des nus fenêtre/habillage, ainsi que l'entreprise qui exécutera les dispositifs de liaison fenêtre – revêtement extérieur, tel que jambage, voussure, bavette. Dans ce même cas, coordonner les attaches des fenêtres et des revêtements extérieurs.

10.4.2.3. • Travaux d'équipements techniques

Les dispositions prévues dans les présentes recommandations professionnelles sont respectées et dans le bâtiment concerné :

- les travaux de couverture sont terminés ;
- les travaux de menuiseries extérieures sont terminés ;
- les travaux de vitrage sont terminés ;
- les renforcements de la structure nécessaire à l'exécution de leurs ouvrages sont en place ;
- des locaux de stockage sont mis à leur disposition ;
- le titulaire du présent lot doit fournir ses réservations au titulaire du lot charpente pour validation des percements envisagés. Cet accord intervient avant la réalisation de l'étude d'exécution du lot charpente.

10.4.2.4. • Travaux d'isolation

Les dispositions prévues dans les présentes recommandations professionnelles sont respectées et dans le bâtiment concerné :

- la nature du support est conforme à ce qui lui a été indiqué ;
- la périphérie des parois horizontales est close soit par la présence des solives, soit par des entretoises ;
- les parois contre lesquelles il lui est demandé de réaliser une isolation, en vue de l'installation ultérieure d'une cheminée à foyer ouvert ou d'un appareil de chauffage insuffisamment isolé, ne contiennent aucune matière combustible à l'exception des bois d'ossature et du voile travaillant en panneaux dérivés du bois.

10.4.2.5. • Travaux de revêtements intérieurs

Les dispositions prévues les présentes recommandations professionnelles sont respectées et dans le bâtiment concerné :

- la nature du support est conforme à ce qui lui a été indiqué ;
- la nature du support est compatible avec la réalisation de son ouvrage ;



- la totalité des renforts et adaptations de la structure nécessités par la réalisation des ouvrages des d'isolation et d'étanchéité à l'air
- le titulaire du présent lot doit fournir ses réservations au titulaire du lot charpente pour validation des percements envisagés. Cet accord intervient avant la réalisation de l'étude d'exécution du lot charpente.

10.4.2.6. • Travaux de revêtements extérieurs

Les dispositions prévues les présentes recommandations professionnelles sont respectées et dans le bâtiment concerné :

- les travaux de couverture ou d'étanchéité sont terminés et ils permettent de protéger en tête le revêtement extérieur dans son état initial contre toute pénétration d'eau entre le revêtement et la paroi en bois ;
- les divers percements en façade (ventilation, coffrets, EGE) sont terminés et l'adaptation du revêtement extérieur à leur périphérie est possible ;
- les travaux de menuiserie extérieure sont terminés et l'adaptation du revêtement extérieur à leur périphérie est possible ;
- la largeur des appuis de fenêtres ou des solives éventuels a été suffisamment dimensionnée pour que les eaux de ruissellement ne puissent s'introduire dans la paroi et soient rejetées devant le revêtement extérieur dans son état final ;
- les dispositifs de fractionnement sont en place et ils sont compatibles avec le ou les revêtements ;
- en partie basse, il est possible de prolonger le revêtement extérieur pour assurer le rejet des eaux au-delà de la liaison maçonnerie / lisse basse, ou un dispositif approprié a été prévu ;
- pour les jouées de lucarne, les rives métalliques sont posées ;
- le pare-pluie et les tasseaux, s'ils ont été mis en œuvre par une autre entreprise, permettent de réaliser les travaux ;
- les réservations sont suffisantes pour assurer une lame d'air ventilée au dos du revêtement;
- la pose des tasseaux n'entrave pas la circulation de l'air.

Fiabilisation de la performance des systèmes d'étanchéité (pare-pluie et pare-vapeur)

11



11.1. • Pare-pluie : règles générales

La présence d'un pare-pluie dépend de la contribution à l'étanchéité à l'eau de l'ouvrage de revêtement extérieur.

Son caractère obligatoire est indiqué dans le (Tableau 7) ci-dessous.

Dans le cas où il est obligatoire, la hauteur d'exposition de l'ouvrage est à limiter selon les prescriptions de la norme NF DTU du revêtement extérieur associé. Ces textes précisent également la hauteur maximale du pare-pluie entre deux recouvrements avec rejet des eaux à l'extérieur de l'ouvrage.

Type de revêtement extérieur *)		Obligation d'un pare-pluie	NF DTU concerné
Murs de doublage en maçonnerie avec lame d'air	Cas des murs à support continu	Oui	NF DTU 31.2
	Cas des murs à support discontinu	Oui	
Bardage rapporté en lames de bois		Oui	NF DTU 41.2
Bardage en panneaux de contreplaqués avec finition	Pose à joints creux verticaux	Oui	NF DTU 41.2
	Pose à joints verticaux garnis ou revêtus d'un couvre joint	Facultatif, selon DPM	
Bardage rapporté en bardeaux de bois		Oui	NF DTU 41.2
Bardage rapporté en bardeaux bitumés		Facultatif, selon DPM	NF DTU 40.14
Bardage rapporté en ardoises naturelles		Oui	NF DTU 40.11
Bardage rapporté en ardoises de fibres-ciment		Facultatif, selon DPM	NF DTU 40.13
Bardage rapporté en feuilles de zinc supportées		Facultatif, selon DPM	NF DTU 40.41
Bardage rapporté en feuilles d'acier inoxydable supportées		Facultatif, selon DPM	NF DTU 40.44



Type de revêtement extérieur ^{*)}	Obligation d'un pare-pluie	NF DTU concerné
Bardage rapporté en plaques métalliques à nervures verticales	Facultatif, selon DPM	NF DTU 40.35 et règles professionnelles « bardage métallique » du SNPPA (janvier 1981)
Bardages rapportés selon d'autres techniques que celles détaillées ci-dessus	Selon les prescriptions de l'Avis Technique ou du Document Technique d'Application du procédé de bardage rapporté ^{**)}	/

^{*)} Pour ce qui concerne les bardages rapportés, l'admissibilité de la pose sur maison à ossature bois est précisée dans le texte de mise en œuvre, NF DTU, Règles Professionnelles, Avis Technique ou Document Technique d'Application ¹ dont ils relèvent.

^{**)} Dans la mesure où l'Avis Technique ou Document Technique d'Application vise favorablement la pose sur maison à ossature bois.

▲ Tableau 7 – Obligation de pare-pluie selon le type de revêtement extérieur

11.2. • Conception du système d'étanchéité avec film pare-pluie souple

11.2.1. • Conditions d'acceptation des fournitures des films pare-pluie et accessoires d'étanchéité et validation de la mise en œuvre

Le pare-pluie et ses accessoires tels que décrits dans le présent document sont destinés à être mis en œuvre derrière des revêtements extérieurs permettant de constituer des façades de type XIII ou XIV (au sens du cahier CSTB 1833).

Note :

Une homologation CSTB sur le système pare-pluie et des accessoires conformes aux exigences du chapitre (cf.4) du présent document est un préalable à l'acceptation des fournitures de « l'ouvrage pare-pluie ».

Lorsque les techniques ou les matériaux utilisés s'écartent des prescriptions du présent document la performance d'étanchéité et la qualité de mise en œuvre du pare-pluie et de ses accessoires sont validées par un essai d'étanchéité et de vieillissement tel que décrit en annexe C.

11.2.2. • Mise en œuvre en partie courante

Lorsque le pare-pluie est obligatoire ou prescrit par les Documents particuliers du marché (Tableau 7), le pare-pluie est posé avec des recouvrements :

- horizontaux supérieurs ou égaux à 15 cm ;
- verticaux égaux à un entraxe entre ossatures support de revêtement extérieur (les lés doivent se superposer entre deux tasseaux – voir chapitre [9]).

La fixation provisoire du pare-pluie est réalisée sur la paroi par des pointes ou agrafes, le pare-pluie étant ensuite maintenu par des tasseaux eux-mêmes fixés dans les montants de l'ossature.

Les principes de mise en œuvre du pare-pluie sont :

- organisation générale de la mise en œuvre en vue de canaliser l'eau ;
- recouvrement à sec des lés longitudinaux en partie courante
- traitement des angles d'ébrasement de menuiseries extérieures par retour de pare-pluie ou bandes rapportées.

11.2.3. • Mise en œuvre aux points singuliers

Les prescriptions décrites aux chapitres [9] et [10] du présent document s'appliquent.

11.3. • Conception du système d'étanchéité avec panneau rigide pare-pluie

11.3.1. • Généralités et rappels

Ces pare-pluie rigides sont destinés à une pose en association avec des bardages de type XIV au sens du cahier CSTB 1833.

L'utilisation de ces panneaux est limitée à des bâtiments dont la hauteur :

- est limitée à R + 2 avec un maximum de 9 m (les pointes du pignon font partie du dernier niveau).
- est limitée à R + 1 avec un maximum de 6 m (les pointes du pignon font partie du dernier niveau) en situation « d » au sens du DTU 20.1.

Note :

Les panneaux de fibres de bois certifiés CTB-RH répondent aux exigences de ce chapitre.

En phase chantier, les pare-pluie rigides en fibres de bois doivent être revêtus par le parement extérieur dans les plus brefs délais. A défaut, un bâchage provisoire des façades sera mis en place et retiré à l'avancement lors de la pose du revêtement extérieur.

11.3.2. • Mise en œuvre en partie courante

En arrêt bas, la distance avec le terrain naturel est au minimum de 200 mm.

Les panneaux usinés avec rainures et languettes ont une épaisseur minimale de 15 mm, la rainure est positionnée en partie inférieure afin de ne pas piéger l'eau.

Ils sont posés à coupe de pierre avec assemblage en rainure languette en partie courante, les jonctions des petites rives ne sont pas obligatoirement au droit des montants.

Les panneaux reposent sur deux montants au moins, et la jonction de deux panneaux est soit sur un montant, soit à plus de 15 cm du montant.

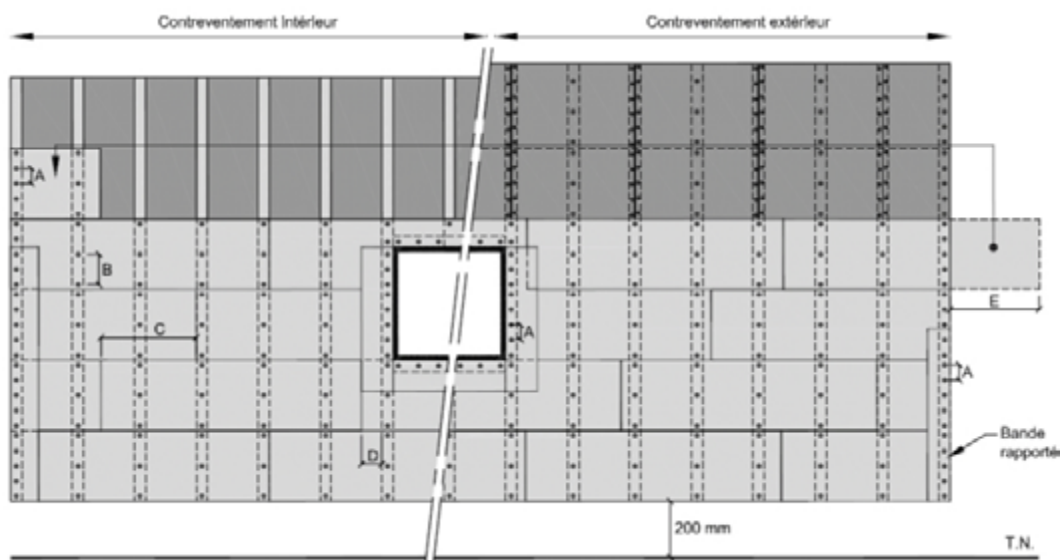
Un jeu de dilatation, au minimum de 1 mm/m, est prévu au niveau des points singuliers.

La fixation des panneaux est réalisée sur les montants d'ossature par des agrafes ou pointes ou vis à tête large (diamètre de la tête = 2 fois diamètre corps) dont la longueur permet un enfoncement minimal de 30 mm dans le bois d'ossature.

On peut réaliser une fixation provisoire des panneaux pare-pluie par des pointes ou agrafes. La fixation définitive est obtenue par la fixation de tasseaux eux-mêmes fixés dans les montants de l'ossature (densité minimum de fixation : 6 par m²).

L'espacement maximal entre les fixations est de 30 cm. La distance des fixations au bord longitudinal est de 50 mm.

Un fractionnement est créé au droit de chaque plancher d'étage par l'intermédiaire d'une bavette métallique, qui est recouverte par le panneau au niveau supérieur, et recouvre la rive du panneau d'au moins 3 cm au niveau extérieur.



Légende : A = 150 mm ; B = 300 mm ; C = 250 mm ; D = 150 mm minimum ; E = 1 entraxe minimum

▲ Figure 70 : Mise en œuvre d'un pare-pluie rigide (vue de face)

La pose des panneaux est identique, que le voile de contreventement soit positionné côté intérieur ou côté extérieur.

Note :

les panneaux pare-pluie rigides ne peuvent pas être utilisés comme voiles de contreventement.

11.3.3. • Mise en œuvre aux points singuliers

Un traitement particulier des points singuliers est nécessaire avant la pose définitive du revêtement extérieur et de tous ses accessoires d'étanchéité pour prévenir de toute infiltration d'eau en phase chantier ou des risques d'exposition aux intempéries pour les panneaux pare-pluie (en complément du bâchage provisoire décrit ci-dessus au 11.3.1.).

Dans ce cas, au niveau de chaque point singulier (angles, menuiseries extérieures, tout élément traversant le panneau), des bandes rapportées de pare-pluie souple sont mises en œuvre, permettant un recouvrement d'au moins 15 cm de part et d'autre du point singulier (côte « D » sur la (Figure 68)).

Exemple : Au niveau des angles, une bande de 30 cm de large permet d'assurer un recouvrement de 15 cm de part et d'autre de l'angle.

Ces bandes rapportées sont collées (mastic ou ruban adhésif) sur le panneau de fibre de manière à assurer une étanchéité provisoire avant la pose définitive des accessoires d'étanchéité du revêtement extérieur de type XIV.

11.4. • Pare-vapeur : règles générales

11.4.1. • Nécessité ou non de mettre en œuvre un pare-vapeur selon les parois

La nécessité de la mise en œuvre d'un film pare-vapeur est fonction du type de paroi selon le (Tableau 8).

Type de paroi	Nécessité d'un pare-vapeur ?
Plancher sur local chauffé	Selon Documents Particuliers du Marché (DPM)
Plancher sur vide sanitaire	Oui
Parois extérieures verticales ou rampantes	Oui
Plafond sous comble	Oui

Type de paroi	Nécessité d'un pare-vapeur ?
Paroi séparative entre 2 locaux	Un pare-vapeur n'est pas nécessaire entre deux locaux chauffés en permanence au sein d'une même unité de vie.
	Il est indispensable entre un local chauffé en permanence et un local non chauffé .
	Il est indispensable dans le cas de séparatif entre deux unités de vie ; il est alors à poser des deux cotés de la paroi.
	Entre un local chauffé en permanence et un local chauffé par intermittence ou entre 2 locaux à destinations différentes, la présence de pare-vapeur est indiquée dans les DPM, selon les scénarios d'occupation prévus par le maître d'ouvrage

▲ Tableau 8— Nécessité du pare-vapeur en parois verticales

Les matériaux (papiers, etc.) enduits de bitume ou non, dont sont équipés certains isolants fibreux ne permettent pas d'assurer la fonction pare-vapeur.

11.4.2. • Choix de la perméance du pare-vapeur (performance de transmission de la vapeur d'eau)

11.4.2.1. • Cas général

Lorsqu'aucune prescription particulière n'est effectuée par le maître d'ouvrage, il convient d'utiliser un film pare-vapeur dont la valeur S_d est supérieure ou égale à 18 m.

L'utilisation des barrières à la vapeur d'eau à S_d variable n'est pas visée dans ces recommandations professionnelles.

11.4.2.2. • Optimisation des transferts de vapeur d'eau

Caractérisation des matériaux

Le facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau μ est déterminé obligatoirement par essai (et non issu de valeurs tabulées) selon :

- NF EN ISO 12572 pour les matériaux en bois ou à base de bois (panneaux)
- NF EN 12086 pour les matériaux isolants
- NF EN 1931 pour les films pare-pluie et les barrières à la diffusion de vapeur

Parois visées par les prescriptions de ce chapitre

Il s'agit des :

- Parois verticales



- Toitures inclinées sous réserve que la conception soit analogue à celle des murs, que l'écran de sous-toiture soit HPV ($S_d \leq 0,10$ m) et que la ventilation entre l'écran et la couverture réponde aux DTU de la série 40 dont celle-ci relève.

Les planchers bas sur vide sanitaire (conditions d'humidité particulières dans le vide sanitaire) et les toitures répondant au DTU 43.4 (résistance à la diffusion de vapeur d'eau trop élevée des membranes d'étanchéité) ne sont pas visés par la présente règle de moyens.

Conditions d'applications des prescriptions de ce chapitre

La présente règle de moyens s'applique si :

- les parois comprennent une lame d'air efficacement ventilée côté extérieur (conforme aux prescriptions du DTU 41.2 ;
- les isolants sont uniquement des fibres minérales semi-rigides, des fibres de bois semi-rigides ou de la ouate de cellulose (sous Avis Technique visant favorablement l'emploi considéré) ;
- le climat du site de la construction est celui de la France métropolitaine (Corse comprise) ;
- les locaux sont à faible et moyenne hygrométrie seulement ;
- les locaux ne sont pas climatisés ;
- l'étanchéité à l'air du bâtiment est traitée selon les prescriptions du présent document.

Dispositions constructives pour un contreventement côté extérieur

Sans doublage isolant intérieur

Le S_d du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevé que le S_d du voile de contreventement

Avec doublage isolant intérieur

Le S_d du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevé que le S_d du voile de contreventement

La règle des 2/3 – 1/3 (voir chapitre [7.2.3].) doit être respectée.

Dispositions constructives pour un contreventement côté intérieur

Sans doublage isolant intérieur

Le S_d du pare-vapeur (film ou panneau de contreventement) doit être au moins 5 fois plus élevé que le S_d du pare-pluie ou du parement extérieur

Note :

Lorsque deux matériaux sont juxtaposés (film sur panneau par exemple), leurs valeurs S_d s'additionnent pour donner un S_d équivalent

Avec doublage isolant intérieur

Le S_d du pare-vapeur (film ou panneau de contreventement) doit être au moins 5 fois plus élevé que le S_d du pare-pluie ou du parement extérieur

Note :

Lorsque deux matériaux sont juxtaposés (film sur panneau par exemple), leurs valeurs S_d s'additionnent pour donner un S_d équivalent

La règle des $2/3 - 1/3$ (voir chapitre [7.2.3].) doit être respectée.

Dispositions constructives pour un contreventement sur les deux faces de la paroi.

Sans doublage isolant intérieur

La somme des S_d du voile intérieur et du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevée que le S_d du voile extérieur

Avec doublage isolant intérieur

La somme des S_d du voile intérieur et du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevée que le S_d du voile extérieur

La règle des $2/3 - 1/3$ (voir chapitre [7.2.3].) doit être respectée.

11.4.2.3. • Justification par simulation numérique des transferts de vapeur d'eau

Dans le cas où au moins une des conditions de ce chapitre [11.4] ne serait pas remplie par les configurations des parois devant être mises en œuvre, il convient de justifier leur conception vis-à-vis des risques de condensation.

La méthode de justification par simulation numérique décrite en annexe D doit alors être appliquée.



11.5. • Conception du système d'étanchéité à l'air avec film pare-vapeur

11.5.1. • Généralités

Un système d'étanchéité à l'air et à la diffusion de vapeur d'eau comprend à minima :

- La membrane souple (« film pare-vapeur ») et les raccordements membrane sur membrane et membrane sur les supports constructifs, c'est-à-dire :
 - une ou des membrane(s)
 - un ou des éléments permettant de faire la jonction entre les lés de la membrane (adhésifs, mastics ou colles par exemple)
 - un ou des éléments permettant de faire la jonction entre des supports (bois, brique, parpaing, plaque de plâtre, plâtre, métal...) et la membrane (adhésifs, mastics ou colles par exemple)
- Les accessoires de traitement des pénétrations : passe-câbles, manchons ...

Note :

Les complexes kraft-polyéthylène associés en usine aux rouleaux ou panneaux isolants destinés à l'isolation thermique par l'intérieur, même jointoyés sur chantier, ne sont pas considérés comme « système pare-vapeur » au sens des présentes recommandations et du NF DTU 31.2.

11.5.2. • Validation du système d'étanchéité à l'air et à la vapeur

11.5.2.1. • Membranes

Les membranes utilisées doivent répondre aux exigences mentionnées au chapitre [4.7.1] du présent document.

11.5.2.2. • Jonctions entre membranes

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 9) ci-dessous.

Résistance	Spécifications d'essai	Critère de conformité (unité : N/50 mm)
Au cisaillement (neuf)	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
Au cisaillement (vieilli)	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
Au pelage	Pour les adhésifs, largeur utile testée Pour les mastics, recouvrement de 12,5 mm	25 N

▲ **Tableau 9** : Caractéristiques des jonctions réalisées par bandes adhésives ou collage

Note 1 :

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.

Note 2 :

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.

11.5.2.3. • Jonctions entre membranes et autres éléments de la construction

Ces jonctions, au vu des dispositions constructives décrites aux chapitres (cf.9) et (cf.10) du présent document concernent :

- la liaison du pare-vapeur avec la dalle maçonnée ;
- la liaison du pare-vapeur avec la dalle bois ;
- la liaison du pare-vapeur avec les dormants des menuiseries ;
- la liaison du pare-vapeur avec les manchons des pénétrations de parois.

Les fournisseurs doivent donc valider, selon leur destination, des éléments de jointoiement (rubans adhésifs et mastics) pour des jonctions sur :

- bois massif non traité ;
- bois massif traité pour un usage en classe d'emploi 2 (structure) ou 3 (menuiserie) ;
- panneaux à base de bois (OSB 3, OSB 4, contreplaqué type CTB-X, panneau de particule type CTB-H) ;
- béton ;
- maçonnerie (parpaing, brique) ;
- métal (alu) ;
- PVC ;
- manchons EPDM.

Les essais d'évaluation sont réalisés conformément à la norme NF EN 12316-2 adaptée pour chacun des supports décrits ci-dessus.

Pour les rubans adhésifs, il convient de soumettre à l'essai la largeur utile du produit

Pour les mastics, il convient de soumettre à l'essai un recouvrement de 12,5 m.

Les résultats d'essais sont exprimés en N/50 mm et le critère de conformité est fixé à 40 N minimum.

11.5.3. • Mise en œuvre en partie courante

La fixation du pare-vapeur est réalisée de façon provisoire par agrafage ou clouage sur la structure. La fixation définitive est obtenue par la mise en œuvre des tasseaux supports de parement intérieur (murs et plafonds).

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

Les agrafes ou pointes de fixation provisoire doivent être recouvertes par un tasseau ou du ruban adhésif.

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

En plafond (horizontal ou oblique) le film pare-vapeur peut être mis en charge par l'isolant mis en œuvre entre les éléments de la structure principale (solives, entrants de fermettes, chevrons,...).

Les films pare-vapeur conformes aux prescriptions du chapitre (cf.4) présentent tous une caractéristique de résistance à la déchirure au clou supérieure à 80 N en cas d'utilisation en parois horizontales ou inclinées.

La densité de fixation du film pare-vapeur, par l'intermédiaire des fixations des tasseaux support de plafond doit donc être suffisante pour reprendre les charges de l'isolant sans endommager le film.

Lorsque les hypothèses suivantes sont respectées :

- vide entre tasseaux 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 60 kg/m³ ;
- épaisseur d'isolant inférieure ou égale à 50 cm.

il convient alors d'avoir au moins 3 fixations, prenant en pince le pare-vapeur entre le tasseau et l'élément de structure principale, par mètre linéaire lorsque les tasseaux sont au droit des éléments de structure principale

Lorsque les tasseaux sont perpendiculaires aux éléments de structure, une fixation à chaque croisement tasseau/structure est nécessaire.

Note :

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

11.5.4. • Mise en œuvre aux points singuliers

Les prescriptions décrites aux chapitres (cf.9) et (cf.10) du présent document s'appliquent.

11.6. • Conception du système d'étanchéité à l'air avec panneau bois

Les ouvrages l'étanchéité à l'air sans film souple, avec un panneau à base de bois jointoyé (qui peut être le voile de contreventement lorsque celui-ci est positionné côté intérieur), doivent faire l'objet d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application visant favorablement la réalisation de l'étanchéité à l'air de bâtiments à ossature bois.

Préparation de l'entrepreneur à la réception des travaux

12



12.1. • Information sur ce chapitre

Le présent chapitre est axé sur les points que l'entrepreneur en charge de différents lots d'un chantier de construction d'un bâtiment à ossature bois doit surveiller pour que la réception des travaux pour la thématique de la performance thermique soit facilitée.

12.2. • Réception des travaux de gros œuvre bois

Toutes les prescriptions du présent document doivent être respectées et en particulier :

- tous les pléniums horizontaux (planchers), verticaux (isolation en âme et doublage, obliques (rampant) destinés à recevoir de l'isolant sont clos sur toute leur périphérie. Ainsi les solives de rive, chevrons d'arrêt, entretoises, déflecteurs (planches d'arrêt) doivent être positionnés par le titulaire du lot « gros œuvre bois » ;
- tous les films et/ou isolants indissociables des éléments de gros œuvre, devant être posés à l'avancement lors du levage des parois (voir chapitre [9]) sont bien mis en œuvre par l'entreprise titulaire du lot « gros œuvre bois » ;
- tous les bois de structure au contact des isolants respectent les tolérances géométriques prévues au chapitre [6].

12.3. • Réception des travaux d'isolation

Toutes les prescriptions du présent document doivent être respectées et en particulier :

- La densité et la rigidité des matériaux mis en œuvre doivent être adaptées.
- L'isolant doit être serré sur toute la périphérie des éléments supports (pas de jeu sur aucun des quatre côtés)
- La continuité de l'enveloppe isolante est assurée sur toutes les parois (planchers, murs et toitures) et au niveau des points singuliers (têtes de planchers, périphérie des menuiseries, liaisons mur/dalle, mur/plancher intermédiaire)
- Lorsque le différentiel de température intérieur / extérieur le permet une thermographie infrarouge (à la caméra thermique) permet de visualiser facilement les défauts de mise en œuvre de l'isolant et les manques éventuels.

12.4. • Réception des travaux d'étanchéité

Toutes les prescriptions du présent document relatives à la conception et à la mise en œuvre des systèmes « pare-pluie » et « pare-vapeur » doivent être respectées et en particulier avant la réalisation d'un test de vérification de l'étanchéité à l'air réglementaire :

Note :

La détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments (méthode de pressurisation par ventilateur – dite « porte soufflante » est réalisée selon la norme NF EN 13829 – méthode B

- le mesurage ne peut intervenir qu'une fois terminée l'enveloppe du bâtiment ou la partie de bâtiment à soumettre à l'essai ;
- un mesurage préliminaire de la perméabilité de la partie de l'enveloppe devant assurer l'étanchéité à l'air (système pare-vapeur) peut permettre de réparer plus facilement les fuites que lorsque le bâtiment est entièrement terminé ;
- si le produit de la différence de température de l'air entre l'intérieur et l'extérieur (en kelvins) par la hauteur du bâtiment (en mètres) donne un résultat supérieur à 500 mK, l'essai ne doit pas être réalisé ;
- si la vitesse du vent dépasse 6 m/s (ou 21,6 km/h ou 3 sur l'échelle de Beaufort), l'essai ne doit pas être réalisé ;
- toutes les ouvertures extérieures volontaires du bâtiment ou de la partie de bâtiment à soumettre à l'essai doivent être fermées (menuiseries extérieures) ;



- toutes les ouvertures réglables doivent être fermées et les ouvertures volontaires restantes (grilles de ventilation des menuiseries) doivent être scellées ;
- toutes les portes de communication (sauf celles de placards et des toilettes qu'il convient de fermer) doivent être ouvertes ;
- les systèmes de chauffage et de ventilation mécanique doivent être arrêtés ;
- les bouches d'air des systèmes de ventilation (mécanique ou naturelle) doivent être obturées ;
- les siphons des installations sanitaires sont remplis ou obturés.

Entretien et maintenance pour un maintien de la performance thermique initiale

13



13.1. • Préambule

Les ouvrages ou partie d'ouvrages en bois, notamment ceux exposés directement aux intempéries ou au contact d'agents biologiques de dégradation doivent faire l'objet d'un entretien régulier.

Le présent chapitre ne couvre pas l'ensemble des opérations d'entretien recommandées pour les bâtiments à ossature bois mais spécifiquement celles ayant un impact sur la performance thermique et l'étanchéité des ouvrages en bois.

Les présentes recommandations professionnelles couvrent l'entretien des bâtiments utilisés dans leurs conditions initiales (destination du bâtiment fixé par le marché lors de la construction) et non lors de changement d'usage, pouvant conduire à des conditions de salubrité et donc d'entretien bien différentes.

13.2. • Opérations d'entretien et fréquences

13.2.1. • Entretien des abords du bâtiment

Il est recommandé, afin de ne pas perturber le fonctionnement hygro-thermique des ouvrages de ne pas réaliser ou laisser pousser de la végétation aux abords immédiats (moins de 2 m) des murs à ossature bois. Au moins une fois par an les abords devront être entretenus.

13.2.2. • Assises du bâtiment

L'état sanitaire des parois d'assises, doit être surveillé afin de détecter rapidement la présence d'auréoles et autres traces témoignant d'une humidité anormale générées par des Remontées capillaires et

des infiltrations d'eau. Une inspection régulière des sous-sols et vides sanitaires est également conseillée.

L'entretien courant et permanent se limite dans ce cas précis à une surveillance active, et une éventuelle réhabilitation du bâtiment.

13.2.3. • Parois horizontales enveloppes

13.2.3.1. • Planchers bas sur vide sanitaire

En l'absence de ventilation suffisante dans le volume non chauffé situé en dessous du plancher bois de rez-de-chaussée, l'air saturé en humidité peut humidifier les pièces et parements en bois du plancher et générer des développements fongiques importants.

Au moins deux fois par an, il faudra visiter le vide sanitaire pour vérifier l'état sanitaire de la sous-face du plancher, et également veiller à ce que les orifices de ventilation remplissent leur fonction de façon pérenne : pas de soupirail bouché, dégagement des bouches d'aération, des grilles,...

Le cas échéant, il faudra éradiquer les amorces de dégradations, restauration d'un renouvellement d'air efficace dans les deux volumes situés de part et d'autre de la paroi, et s'il y a lieu réaliser un sondage dans l'isolant pour vérifier si celui-ci est encore sain et apte à assurer sa fonction.

13.2.3.2. • Toitures terrasses

Une fois par an au moins, ou après d'intenses périodes pluvieuses, il est recommandé de visiter la terrasse avec détection d'éventuelles poches d'eau pouvant, outre entraîner des dommages mécaniques, générer un dysfonctionnement hygrothermique de la paroi.

13.2.4. •• Risques d'infiltration d'eau ou de condensation dans les parois verticales

Les parois conçues selon les prescriptions de ces recommandations professionnelles ne doivent pas présenter de risque d'infiltration d'eau ou de condensation.

Toutefois, en cas de défaut de mise en œuvre ou de défaillance d'un matériau assurant l'étanchéité à l'eau ou à l'air, des infiltrations ou de la condensation peuvent se produire : rarement localisées en parties courantes de façades mais plutôt au droit de points singuliers.

Exemple : dégradation de l'étanchéité en périphéries de menuiseries extérieure, au droit de descentes d'eau pluviales percées, percement

Des risques accrus de condensation dans les parois peuvent être notamment dus à un défaut de ventilation de la lame d'air à l'arrière du revêtement extérieur.

Une fois par an au moins, ou après d'intenses périodes pluvieuses, il est recommandé une inspection visuelle des façades et toitures avec :

- Nettoyage et vérification des gouttières, chéneaux, descentes d'eau pluviales,... et remplacement des éléments de cassés ou manquants
- Contrôle des fixations et des joints du revêtement extérieur
- Contrôle des orifices de ventilation de la lame d'air à l'arrière du revêtement extérieur

13.2.5. •• Étanchéité à l'eau et perméabilité à l'air des fenêtres et portes extérieures

L'étanchéité à l'eau est assurée principalement par les calfeutrements (entre menuiserie et gros œuvre, entre vitrage et bois, entre panneaux et bois, dans les assemblages), les profils d'arrêt (jet d'eau, plinthes, rainures...) et d'évacuation de l'eau (gorges de récupération et drainages).

La maîtrise de la perméabilité à l'air est assurée principalement par un ou des profilés de calfeutrement entre ouvrant(s) et le dormant, la qualité d'ajustement (maîtrise des jeux) entre ouvrant(s) et le dormant, le calfeutrement entre le gros œuvre et la menuiserie.

La surveillance à réaliser au moins une fois par an est un contrôle visuel :

- des assemblages bois-bois d'angle ou de fil (pas d'assemblage ouvert) ;
- de la qualité du calfeutrement (côtés intérieur et extérieur) entre le vitrage et le bois (continuité du calfeutrement, intégrité du joint, adhérence sur les 2 supports...) (Un mauvais calfeutrement peut-être notamment détecté par l'apparition de salissures dans l'interface calfeutrement-vitrage visibles au travers du vitrage) ;
- de la qualité du calfeutrement (côté extérieur) entre le gros œuvre et la menuiserie (continuité du calfeutrement, intégrité du joint, adhérence sur les 2 supports...) ;
- du bon état des profilés de calfeutrement entre ouvrant(s) et dormant (souplesse, continuité, intégrité du profilé : pas de déformation, pas de déchirure, pas d'arrachage, pas de raccourcissement...). Vérification que les protections des profilés aient bien été enlevées ;
- de la non déformation, pour les portes extérieures de l'ouvrant (vérification rectitude du montant de battement, vérification recouvrement entre ouvrant et dormant au battement) ;

Au moins deux fois par an, il y a lieu de dégager les gorges de récupérations d'eau et les drainages (ouvrant(s) et dormant) par curage et aspiration (pointe ou mèche ou vrille puis aspirateur).

Annexe A



Cas particulier des Départements d'Outre Mer

A. 1. • Introduction

Les conditions climatiques propres aux Départements d'Outre-Mer ont conduit le législateur à créer une réglementation spécifique. Les grands principes sont exposés dans cette annexe.

L'ensemble des autres prescriptions abordées dans le reste du document ne peut s'appliquer aux DOM en l'état.

A. 2. • L'essentiel sur la RTAA DOM

A. 2.1. • Généralités

La RTAA DOM (Réglementation Thermique – Acoustique – Aération) intervient sous la forme d'un décret modifiant le titre VI du livre premier du code de la construction et de l'habitation (articles R. 162-1 à 4) concernant les dispositions spécifiques à l'outre-mer.

Trois arrêtés, en date du 17 avril 2009, en précisent les modalités d'application, portant sur la thermique, l'acoustique et l'aération.

Les exigences réglementaires portent sur une obligation de moyens, décrivant le niveau de performance minimale à atteindre pour les différents éléments de la construction

Les exigences concernant l'acoustique ne sont pas abordées dans le présent document.

A. 2.2. • Objectif de protection de l'enveloppe du bâtiment

La réglementation prévoit ainsi des niveaux maximaux de facteur solaire S_w :

- Parois opaques horizontales $S_w \leq 0,03$
- Parois opaques verticales $S_w \leq 0,09$
- Baies de pièces non climatisées $S_w \leq 0,65$
- Baies de locaux climatisés $S_w \leq 0,25$

Il est à noter qu'au sens de l'Arrêté « les fenêtres en toiture sont interdites lorsque la pente du toit est inférieure à 60°, sauf dans les Hauts de La Réunion (au-delà de 800 mètres d'altitude) ».

Note

Les fenêtres de toit relèvent de la procédure d'Avis Technique.

En outre, dans les Hauts de La Réunion, les exigences sur le coefficient de transmission surfacique U permettent de définir une isolation minimale des bâtiments :

- Parois opaques horizontales $U \leq 0,5 \text{ W/m}^2$.
- Parois opaques verticales $U \leq 2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

A. 2.3. • Objectif de ventilation naturelle

La vitesse d'air est un paramètre essentiel du confort thermique.

Toute pièce principale (salon, chambre...) doit pouvoir être balayée par un flux d'air extérieur continu grâce aux baies ouvertes.

Des ouvertures doivent être présentes sur au moins deux façades d'orientations différentes, en respectant un taux d'ouverture minimal, et dans chaque pièce principale.

- Guyane : Ouverture des façades $\geq 25 \%$
- Guadeloupe / Martinique / Réunion < 400 m : Ouverture des façades $\geq 20 \%$
- Réunion entre 400 et 800 m : Ouverture des façades $\geq 15 \%$

Les ouvertures dans les parois à l'intérieur des bâtiments doivent être supérieures à la plus petite surface d'ouverture de la façade.

Toute pièce principale doit être équipée d'au moins une attente pour ventilateur de plafond. Un brasseur d'air est obligatoire pour les chambres ayant une seule façade ouverte sur l'extérieur

A. 2.4. • Objectif d'aération des locaux

Pour permettre de maintenir une qualité d'air suffisante dans les pièces de service (cuisines, salles de bains...)

Cette aération est obligatoirement réalisée par ventilation naturelle, sauf locaux climatisés ou soumis à des exigences d'isolement acoustique.

Les surfaces d'ouverture sont définies pour chaque type de pièce de service :

- Cuisines : Surface minimale d'ouverture $\geq 1 \text{ m}^2$ (au moins $0,20 \text{ m}^2$ situé à une hauteur supérieure à $1,9 \text{ m}$)
- Salles de bains : Surface minimale d'ouverture $\geq 0,30 \text{ m}^2$
- Toilettes : Surface minimale d'ouverture $\geq 0,15 \text{ m}^2$

De manière exceptionnelle, si une pièce de service ne dispose pas d'ouverture de taille suffisante, elle doit être équipée d'un système de ventilation mécanique permettant de respecter des débits minimaux d'air extrait.

	Logements de type 1 (T1)	Logements de type 2 (T2)	Logements de type 3 (T3) ou +
Cuisines	Débit $\geq 20 \text{ m}^3/\text{h}$	Débit $\geq 30 \text{ m}^3/\text{h}$	Débit $\geq 45 \text{ m}^3/\text{h}$
Salles de bain	Débit $\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$		Débit $\geq 30 \text{ m}^3/\text{h}$
Toilettes	Débit $\geq 15 \text{ m}^3/\text{h}$		

▲ **Tableau 10** : débit d'air extrait dans les pièces humides selon RTAA DOM

Les menuiseries ou les façades des pièces principales doivent en outre être équipées d'entrées d'air.

A. 2.5. • Objectif de limitation des consommations énergétiques et favorisation les énergies renouvelables

A l'exception de la Guyane, tous les logements neufs doivent être équipés d'une installation d'eau chaude sanitaire et dans tous les départements, toutes les installations d'eau chaude sanitaire devront en outre être alimentées par énergie solaire, à hauteur de 50 % au moins des besoins.

A. 3. • Choix des menuiseries

Le NF DTU 36.5 –partie 3 permet de choisir des classes AEV en fonction de la situation du bâtiment et de la menuiserie dans l'ouvrage.

Région	Catégorie de terrain	Hauteur du bâtiment H (m)		
		H ≤ 9	9 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28
DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER				
Guadeloupe	IV	A*3 E*5 V*A2	A*3 E*5 V*A3	A*3 E*6 V*A3
	IIIb	A*3 E*5 V*A3	A*3 E*6 V*A3	A*3 E*7 V*A4
	IIIa	A*3 E*6 V*A3	A*3 E*7 V*A4	A*3 E*8 V*A4
	II	A*3 E*7 V*A4	A*3 E*8 V*A5	A*3 E*8 V*A5
	0	A*3 E*8 V*A5	A*3 E*8 V*AE2100	A*3 E*8 V*AE2250
Guyane	IV	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2
	IIIb	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2
	IIIa	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2
	II	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2
	0	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2	A*2 E*4 V*A2
Martinique	IV	A*3 E*4 V*A2	A*3 E*4 V*A2	A*3 E*5 V*A3
	IIIb	A*3 E*4 V*A2	A*3 E*5 V*A3	A*3 E*6 V*A3
	IIIa	A*3 E*5 V*A3	A*3 E*6 V*A3	A*3 E*7 V*A4
	II	A*3 E*6 V*A3	A*3 E*7 V*A4	A*3 E*8 V*A4
	0	A*3 E*7 V*A4	A*3 E*8 V*A5	A*3 E*8 V*A5
Réunion	IV	A*3 E*4 V*A2	A*3 E*5 V*A2	A*3 E*5 V*A3
	IIIb	A*3 E*4 V*A2	A*3 E*5 V*A3	A*3 E*6 V*A3
	IIIa	A*3 E*5 V*A3	A*3 E*6 V*A4	A*3 E*7 V*A4
	II	A*3 E*7 V*A4	A*3 E*8 V*A4	A*3 E*8 V*A5
	0	A*3 E*8 V*A4	A*3 E*8 V*A5	A*3 E*8 V*A5

▲ Tableau 11 : Choix des performances AEV dans les DOM

Le (Tableau 2) ci-dessus est ainsi extrait de ce DTU et fixe la classe AEV nécessaire selon les cas.

Le choix des menuiseries dépend donc de la région (zone de vent), de la catégorie du terrain (rugosité) et de la hauteur du bâtiment.

La catégorie de terrain est définie dans l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4) et figure pour information en annexe B du présent document.

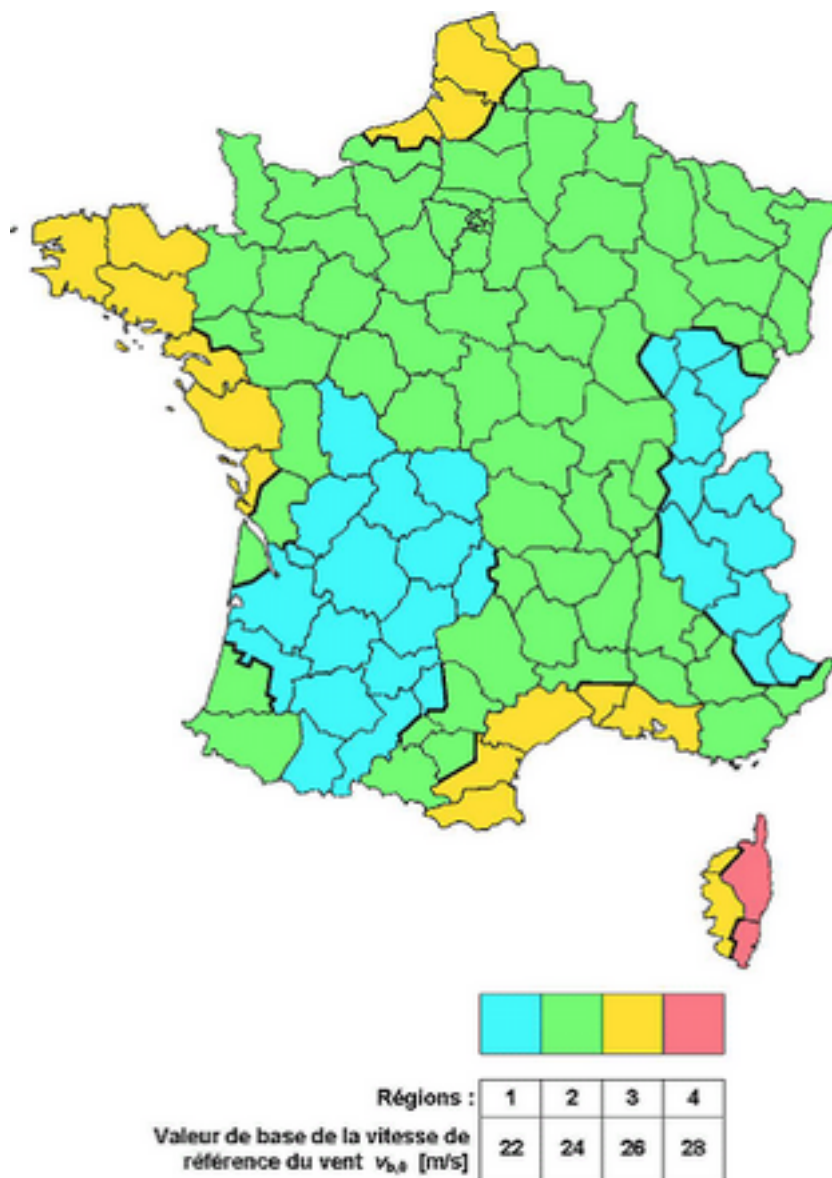
Annexe B



Définition des régions climatiques de la France métropolitaine et des catégories de terrain

B.1. • Définition des régions climatiques

Les zones de vent à prendre en compte sont celles définies dans l'Annexe Nationale de la norme NF EN 1991-1-4 (Eurocode 1, partie 1-4).



▲ Figure 71 : carte des régions de vent de la France métropolitaine

Cette carte est donnée à titre d'exemple et certains départements appartiennent à plusieurs régions de vent. Un découpage précis est donné dans l'Annexe Nationale de la norme NF EN 1991-1-4 (Eurocode 1, partie 1-4) ou dans l'annexe A du FD DTU 36.5 P3.

B.2 • Définition des catégories de rugosité de terrain

Catégorie de rugosité	Définition
0	Bord de mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur
IIIa	Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé

Catégorie de rugosité	Définition
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts

▲ **Tableau 12** : Définition des catégories de rugosité

Les photographies ci-dessous, également extraites de la norme NF EN 1991-1-4, illustrent le tableau ci-dessus.

Des phénomènes locaux (reliefs, effet venturi dû à des obstacles,...) peuvent influencer sur la rugosité du terrain.

Par défaut, en cas de doutes entre les zones II, IIIa, IIIb ou IV, la catégorie retenue sera la catégorie II.



▲ **Figure 72** : rugosité 0 (front de mer)



▲ Figure 73 : rugosité II (rase campagne, aéroport)



▲ Figure 74 : rugosité II (rase campagne)



▲ Figure 75 : Rugosité IIIa (campagne avec des haies, bocage)



▲ Figure 76 : Rugosité IIIb (bocage dense)



▲ Figure 77 : rugosité IIIb (zone industrielle, zone pavillonnaire)



▲ Figure 78 : rugosité IV (centre ville)



▲ Figure 79 : rugosité IV (forêt)

Annexe C



Validation expérimentale de la performance d'étanchéité à l'eau et à l'air des parois à ossature bois au niveau des points singuliers

C.1. Préambule

Pour les bâtiments dont la hauteur est supérieure à 10 m, les techniques et la qualité de mise en œuvre de la double peau extérieure (pare-pluie + revêtement extérieur + accessoires d'étanchéité) doivent être validées.

L'acceptation du système d'étanchéité à l'eau et à l'air est réalisée en 4 étapes :

- Choix des matériaux (chapitre [4.7] pour les films pare-pluie et pare-vapeur, chapitre [4.8] pour accessoires)
- Vérification de compatibilité des matériaux entre eux (chapitre [11])
- Conception des systèmes « pare-pluie et pare-vapeur » (chapitres [9] et [10])

Lorsque les techniques de mise en œuvre ou les caractéristiques des matériaux s'écartent des prescriptions détaillées dans la partie principale du présent document, les performances et la qualité de mise en œuvre de la double peau extérieure (pare-pluie + revêtement extérieur + accessoires d'étanchéité) doivent être validées par voie d'essai.

C.2. • Liaisons devant être caractérisées

Toutes les parois ou parties de parois comportant un point singulier susceptible de présenter une discontinuité dans les systèmes d'étanchéité à l'eau et à l'air peuvent être soumises à essai et notamment au niveau :

- Des menuiseries extérieures
- Des angles sortants et rentrants
- Des éléments traversants les barrières d'étanchéité à l'eau et à l'air
- De tout autre point singulier ne respectant pas les prescriptions du présent document
- ...

C.3. • Choix de l'organisme chargé du prélèvement des échantillons et du laboratoire d'essais

Le prélèvement des échantillons doit être réalisée par un organisme reconnu et indépendant qui doit être soit un organisme notifié, soit un organisme d'inspection conforme à la NF EN ISO/CEI 17020.

Il intervient pour la sélection du lot et pour la conformité du lot en fonction des résultats d'essais.

Les essais sont effectués dans un laboratoire conforme à la norme NF EN ISO/CEI 17025.

NOTE 1

Cette exigence est remplie en cas de laboratoire accrédité par le COFRAC, pour ces essais.

NOTE 2

L'attention est attirée sur le fait que l'exécution des essais de laboratoire destinés à vérifier la conformité de certaines caractéristiques peut présenter un délai important.

C.4. • Frais de contrôle et d'essais

Les frais de contrôle et d'essais sont à la charge de l'entreprise mettant en œuvre les systèmes d'étanchéité.

C.5. • Fréquence des contrôles

Les essais doivent être réalisés avant le démarrage des travaux de construction concernés par la problématique d'étanchéité à l'eau ou à l'air, pour les bâtiments dont la hauteur sera supérieure à 10 m, et dans la limite de deux essais par an pour la même entreprise demandeuse.

C.6. Échantillonnage

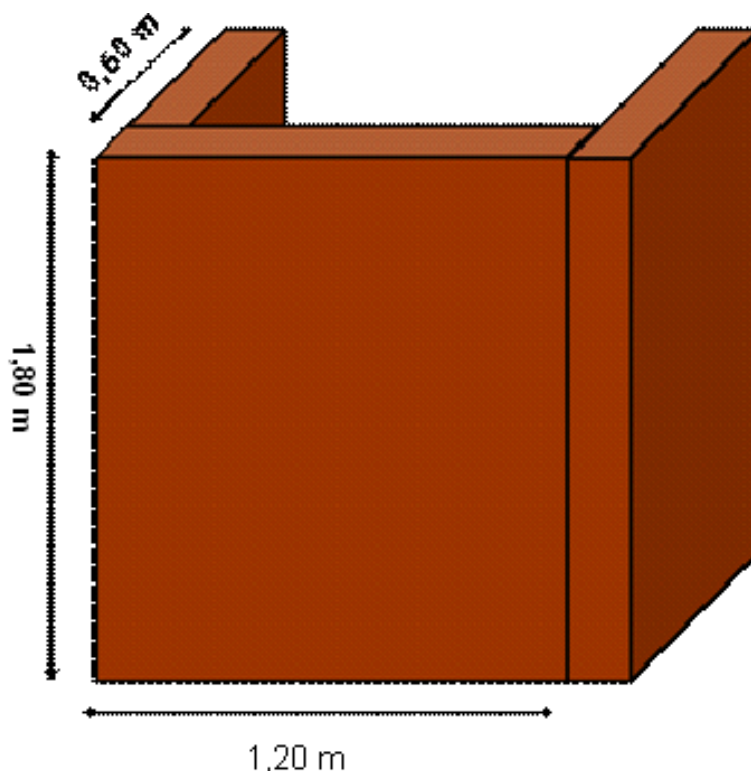
Les échantillons sélectionnés seront fabriqués en vraie grandeur d'emploi, et représentatifs de la solution constructive à tester.

Les dimensions cibles seront les suivantes :

Pour les éléments de mur contenant une menuiserie : 1,80 m x 1,80 m

Pour les éléments de mur contenant un élément traversant « ponctuel » (passage de gaine,...) : 1,00 m x 1,00.

Pour les angles la réalisation d'une maquette en « u » est nécessaire tel que représenté sur la figure ci-dessous :



▲ Figure 80 : Maquette en « u » à soumettre à essai

Note

L'organisme chargé des essais et de leur interprétation peut s'il le juge pertinent demander des dimensions d'échantillon particulières

Les échantillons soumis à l'essai doivent être tels que destinés à être mis en œuvre sur le chantier : tous les éléments concourant à

l'étanchéité doivent être mis en œuvre : les revêtements extérieurs les systèmes d'étanchéité pare-pluie et pare-vapeur, les joints, les accessoires divers.

Un essai par type d'échantillon doit être réalisé.

C.7. • Description du protocole d'essai

Le protocole consiste à réaliser un essai d'étanchéité sur l'échantillon à l'état neuf, puis un vieillissement de l'échantillon, puis un nouvel essai d'étanchéité sur l'échantillon après vieillissement.

Les essais avant et après vieillissement seront menés :

- Selon la norme NF EN 12865 – détermination de la résistance à la pluie battante des systèmes de murs extérieurs sous pression d'air pulsatoire, concernant la performance « étanchéité à l'eau »
- Selon la norme NF EN 12114 – Perméabilité à l'air des composants et parois de bâtiments – Méthode d'essai en laboratoire, concernant la performance « étanchéité à l'air »

Spécificités pour les essais d'étanchéité à l'eau (neuf et vieilli)

Pour les essais selon la norme NF EN 12865, la procédure B doit être utilisée. La pression maximale est de 2400 Pa (correspondant à l'action du vent sur une façade à 28 m en zone 4 de vent, orographie variée). Par dérogation à la norme les paliers d'écarts de pression sont de 400 Pa et non de 150 Pa. On applique ainsi les paliers suivants : 0, 0 – 400, 0 – 800, 0 – 1200, 0 – 1600, 0 – 2000, 0 – 2400.

La quantité d'eau qui pénètre dans le corps d'épreuve est déterminée par pesée après égouttage du corps d'épreuve pendant 10 min dans des conditions normales de laboratoire.

Remarque :

Si le matériau de revêtement extérieur est hygroscopique (bardage en bois par exemple), il ne faut pas prendre en compte lors de la pesée la masse d'eau absorbée pendant l'essai par le revêtement extérieur seul.

Pour cela, une mesure d'humidité (réalisée conformément à la norme NF EN 13183-2) est effectuée avant et après l'essai. La masse d'eau m_{eau} en kg contenue dans le revêtement extérieur est donnée par la formule suivante :

$$m_{\text{eau}} = \frac{m_s (H_2 - H_1)}{1,12} \times S$$

avec :

- m_s la masse surfacique en kg/m^2 du revêtement extérieur à 12% d'humidité (donnée fabricant)
- H_2 en %, l'humidité du parement mesurée après essai
- H_1 en %, l'humidité du parement mesurée avant essai
- S en m^2 , la surface de l'échantillon soumis à l'essai.

Spécificités pour les essais d'étanchéité à l'air (neuf et vieilli)

Les essais d'étanchéité à l'air sont menés en pression **et** en dépression.

La différence de pression maximale Δp_{max} est prise égale à 2500 Pa

Exposition climatique permettant le vieillissement de l'échantillon

Suite aux premiers essais d'étanchéité à l'eau et à l'air sur l'échantillon neuf, les conditions climatiques suivantes doivent être appliquées :

- Humidification par arrosage continu pendant 2 semaines (au débit de 2 l / m^2) pour simuler une période de pluie prolongée

Note

un dispositif d'arrosage tel que décrit en annexe A de la norme NF EN 12865 convient pour la réalisation de cet essai.

- Séchage par panneaux radiants à une température de 80°C corps noir afin de faire descendre le revêtement extérieur à 11% d'humidité ou 4 semaines.

Les essais d'étanchéité à l'eau et à l'air après vieillissement doivent être réalisés au plus tard 12h après l'arrêt du séchage

C.8. • Expression et évaluation des résultats d'essai

C.8.1. Etanchéité à l'eau

Le rapport d'essai est rédigé conformément aux exigences de la norme NF EN 12865.

La masse de chaque échantillon est mesurée avant et après chaque essai d'étanchéité à l'eau (avant et après vieillissement).

La masse d'eau absorbée doit être inférieure à 5% à la masse initiale de l'échantillon, en tenant compte de la masse d'eau éventuellement



absorbée par le revêtement extérieur. Ainsi, l'équation suivante doit être vérifiée :

$$\frac{m_1 - m_{\text{eau}}}{m_0} - 1 \leq 0,05$$

où :

- m_1 est la masse en kg de l'échantillon après essai
- m_{eau} est la masse d'eau absorbée par le revêtement extérieur pendant l'essai (voir chapitre C.7.)
- m_0 est la masse en kg de l'échantillon avant essai

Cette performance doit être atteinte par l'échantillon neuf et l'échantillon après vieillissement.

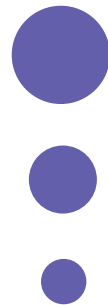
C.8.2. Etanchéité à l'air

Le rapport d'essai est rédigé conformément aux exigences de la norme NF EN 12114.

L'évaluation de la conformité est ici basée sur la variation du débit d'air entre avant et après le vieillissement.

L'essai sera considéré comme satisfaisant si le débit de fuite à 2500 Pa (Δp_{max}) après vieillissement n'est pas supérieur de plus de 5% au débit de fuite à 2500 Pa avant vieillissement.

Annexe D



Justification des transferts de vapeur d'eau dans les parois par simulation numérique

D. 1 • Généralités

La présente annexe encadre l'utilisation des logiciels de simulation hygrothermique utilisés pour prévoir le transfert transitoire bidimensionnel de chaleur et d'humidité dans les composants multicouches de parois à ossature bois d'un bâtiment soumis des deux côtés à des conditions climatiques.

Cette simulation est préconisée pour les parois ne répondant pas à la règle de moyen définie au chapitre [11.4] ci-dessus.

Les résultats doivent être interprétés afin de déterminer les risques de condensation.

Les configurations de parois seront acceptables si elles :

- Ne présentent pas de perte de résistance mécanique au cours du temps, ce qui génère des problèmes de sécurité pour les occupants des bâtiments.
- Présentent des effets acceptables sur la santé des occupants en limitant la production des spores de moisissures entrant dans le milieu intérieur.

Les configurations comportant des humidités en masse supérieures à 30% pendant plusieurs semaines seront considérées comme non valide.

Le logiciel utilisé doit permettre de calculer le transfert non stationnaire de chaleur et d'humidité à travers les parois de bâtiment à



ossature bois et résoudre les équations concernant les phénomènes bidimensionnels suivants d'accumulation et de transport :

- transfert de chaleur par conduction thermique en fonction de l'humidité ;
- transfert de chaleur latente par diffusion de vapeur ;
- accumulation d'humidité par sorption de vapeur et par capillarité ;
- transfert d'humidité par diffusion de vapeur ;
- transfert d'humidité par transport liquide (diffusion de surface et conduction capillaire).

La présente annexe ne s'applique pas lorsque :

- la convection se produit par des trous et fissures ;
- des forces hydrauliques, osmotiques, électrophorétiques sont présentes ;
- les températures quotidiennes moyennes du composant dépassent 50 °C.

Les hypothèses suivantes doivent être prises :

- Le pare vapeur est supposé continu et correctement posé (pour un débit de fuite à 4 Pa) conforme à la RT 2012);
- Une lame d'air complètement enfermée dans la paroi sera considérée comme non ventilée.
- La température et l'humidité d'une lame d'air donnant sur l'extérieur seront celles de l'ambiance extérieure;
- La température et l'humidité d'une lame d'air donnant sur l'intérieur seront celles de l'ambiance intérieure.
- Les transferts d'air sont négligés.

D. 2. • Propriétés des matériaux

Le (Tableau 4) fournit une liste de propriétés des matériaux et indique les sources pour les valeurs tabulées et les méthodes de mesure.

Caractéristique	Symbole	Valeurs tabulées	Méthode d'essais
Masse volumique sèche	ρ	Règles Th U fascicule 2	EN 1602
Porosité	ε		Selon matériaux
Chaleur spécifique	c	Règles Th U fascicule 2	NF EN 821-3



Caractéristique		Symbole	Valeurs tabulées	Méthode d'essais
Conductivité thermique	Sèche	λ_s		NF EN 12667
	Courbe en fonction de la température	λ_T		PR NF EN ISO 22007
	Courbe en fonction de l'humidité	λ_φ		PR NF EN ISO 22007
Résistance aux transferts de vapeur d'eau		μ	Règles Th U fascicule 2	NF EN ISO 12572
Courbe de sorption		w_φ		NF EN ISO 12571
Perméabilité d'eau liquide		K_l		NF EN ISO 15148

▲ Tableau 13 : liste des propriétés des matériaux

Les caractéristiques disponibles doivent être choisies dans l'ordre de préférence suivant :

- 1^{er} choix : Valeurs mesurées par des laboratoires notifiés;
- 2^e choix : Valeurs tabulées.

Les caractéristiques de sorption des panneaux de contreventement et des isolants doivent être mesurées par un laboratoire notifié.

La résistance aux transferts de vapeur d'eau des panneaux de contreventement et des films barrières aux transferts de vapeur d'eau doit être mesurée par un laboratoire indépendant.

D. 3. • Conditions initiales

Les conditions initiales des différents matériaux seront pris égales à :

- 20°C pour la température ;
- 80%HR pour l'humidité ;

ceci pour tous les matériaux utilisés dans la paroi

D. 4. • Conditions aux limites

D. 4.1. • Généralités

L'évaluation des risques encourus nécessite une bonne connaissance du climat environnant. En effet, l'humidité relative, la température mais aussi la pluie battante, le vent et l'ensoleillement sont autant de paramètres intervenant dans la création d'une ambiance environnante plus ou moins propice à ces problèmes d'humidité.

Les coefficients surfaciques à utiliser pour les simulations sont définis dans la Règlementation Thermique (Règles Th-U) selon l'inclinaison de la paroi et du sens du flux.

D. 4.2. • Conditions externes

Le climat extérieur sera celui qui se rapprochera le plus de l'endroit où la paroi est située.

Le climat doit provenir soit de Météo France soit du logiciel MétéoNorm.

Les données seront indiquées heure par heure (temps; pluviométrie; vitesse du vent; direction du vent; flux énergétique solaire direct; flux solaire diffus; température et humidité relative).

Les données principales seront la température et l'humidité relative.

L'ensoleillement sera un plus pour des calculs autres que la détermination des risques de condensation.

D. 4.3. • Conditions internes

Les valeurs de W/n (équivalent à la production nette de vapeur dans le local) définies dans les DTU sont répertoriées dans le (Tableau 5) suivant:

Classe d'hygrométrie	W/n	Bâtiment
Faible	$W/n \leq 2.5 \text{ g/m}^3$	Zone de stockage ; bureau ; commerce
Moyenne	$2.5 \text{ g/m}^3 < W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$	Logements à faible taux d'occupation
Forte	$5 \text{ g/m}^3 < W/n \leq 7.5 \text{ g/m}^3$	Logements à fort taux d'occupation, gymnases, cuisines, cantines, ...
Très forte	$7.5 \text{ g/m}^3 < W/n$	Bâtiments spéciaux : piscines, brasseries, laveries

▲ Tableau 14 : excès d'humidité pour chaque classe d'hygrométrie

Pour les simulations pour la détermination des risques de condensation le climat intérieur sera défini à partir de la quantité d'eau contenue dans l'air extérieur auquel il faudra rajouter **5g/m³** de vapeur d'eau sauf du 1^{er} mai au 30 septembre, période à laquelle il sera considéré que l'ouverture des fenêtres sera suffisante pour que la vapeur d'eau produite soit évacuée.

La température intérieure sera:

- égale à 20°C du 1^{er} octobre au 30 avril,
- égale à 25°C du 1^{er} juillet au 31 août,
- croissante linéairement entre le 1^{er} mai et le 30 juin de 20°C à 25°C,
- décroissante linéairement entre le 1^{er} septembre et le 30 septembre de 25°C à 20°C.

D. 5. • Éléments contenus dans le rapport de simulation

D. 5.1. • Préambule

La documentation détaillée des données d'entrée et de sortie des simulations numériques est une condition préalable essentielle à l'évaluation et au contrôle des résultats des calculs. Le principe est que la documentation soit constituée de telle sorte que toute personne qui renouvelle la simulation selon les indications de la documentation obtienne les mêmes résultats. La documentation doit donc inclure au moins les éléments suivants.

D. 5.2. • Description du problème

Objet de la simulation

- Détails précis de construction du composant de bâtiment étudié.
- Dimensions et épaisseurs des différents constituants.
- Schéma de la paroi
- Rappel des hypothèses
- La simulation sera réalisée sur une période de 3 ans minimum. Les données des climats seront reprises une année sur l'autre avec les mêmes conditions. La simulation débutera le premier janvier de l'année n à 00 :00 heure jusqu'au 31 décembre de l'année $n+2$ à 24 :00h.

Note

cette durée de simulation de 3 ans est valable pour des parois relevant du NF DTU 31.2. Pour les procédés ne relevant pas du DTU 31.2, cette durée peut être plus importante, compte tenu de la vitesse de sorption / désorption des matériaux composant les parois.

Conditions initiales

- Répartition initiale de la température.
- Répartition initiale de l'humidité.
- L'orientation de la paroi sera prise au Nord.
- L'inclinaison de la paroi.

Conditions aux limites

- Conditions climatiques intérieures et extérieures, origine et pas de temps. La méthode d'élaboration des données climatiques doit être spécifiée.
- Coefficients de transfert de chaleur surfaciques.

Caractéristiques des matériaux

- Documentation des propriétés des matériaux à l'aide de tableaux et graphiques.
- Source des données relatives aux matériaux.
- Hypothèses et approximations.

D. 5.3. • Simulations

La documentation doit comporter toutes les informations relatives au modèle de calcul et aux paramètres numériques choisis pour la simulation.

Outil de simulation

- Nom et version du logiciel.
- Validation du modèle à partir de cas de référence (facultatif).

Hypothèses numériques

- Discrétisation (maillage numérique).
- Pas de temps.
- Paramètres de contrôle numérique (précision de la solution).

D. 5.4. • Résultats

Le rapport de calcul doit comporter toutes informations utiles concernant l'affichage, l'évaluation et l'interprétation des résultats des calculs. Il convient que le rapport mentionne :

- la méthode utilisée ;
- la référence du présent document ;
- les données d'entrées comme indiquées dans le paragraphe « description du problème » ci-dessus.

Les résultats des calculs doivent être consignés par écrit sous une forme permettant de fournir toutes les informations essentielles concernant les performances hygrothermiques du composant étudié. Les graphiques et tableaux doivent au moins permettre de définir :

- la teneur en eau totale de la paroi (profils) ;
- les variations temporelles à des emplacements spécifiques ou intégrées sur les couches de matériaux aux endroits sensibles de la paroi ;
- les valeurs crêtes (minimum, maximum) ;
- les valeurs moyennes, au niveau des points, couches et surfaces étudiées, des variables hygrothermiques pertinentes et des conditions aux limites, comme par exemple :
 - température, flux de chaleur ;

- teneur en eau, flux d'humidité ;
- humidité relative ;
- pression de vapeur.

Note

Les « endroits sensibles » en terme d'humidité dans les parois à ossature bois se situent notamment au droit des montants de l'ossature principale, dans les doublages isolants situés côté intérieur par rapport au pare-vapeur et en surface des voiles de contreventement

La documentation des résultats peut être suivie d'une interprétation de leur signification pratique, d'une ou plusieurs des manières suivantes :

- en comparant les conditions hygrothermiques obtenues avec les limites spécifiées ;
- en contrôlant le risque d'accumulation d'humidité en comparant aux conditions initiales la teneur totale en eau dans la construction après un cycle ;
- en évaluant la tolérance à l'humidité de la construction (potentiel de séchage) ;
- en traitant les résultats transitoires à l'aide d'un modèle de post-traitement (par exemple pour le développement des moisissures ou des algues, la pourriture, la corrosion).

Cas des éléments en bois ou à base de bois intervenant dans la stabilité du bâtiment

Tous ces éléments (panneaux de contreventement, montants et traverses d'ossature,...) sont dimensionnés en classe de service 2 (pour limiter le fluage).

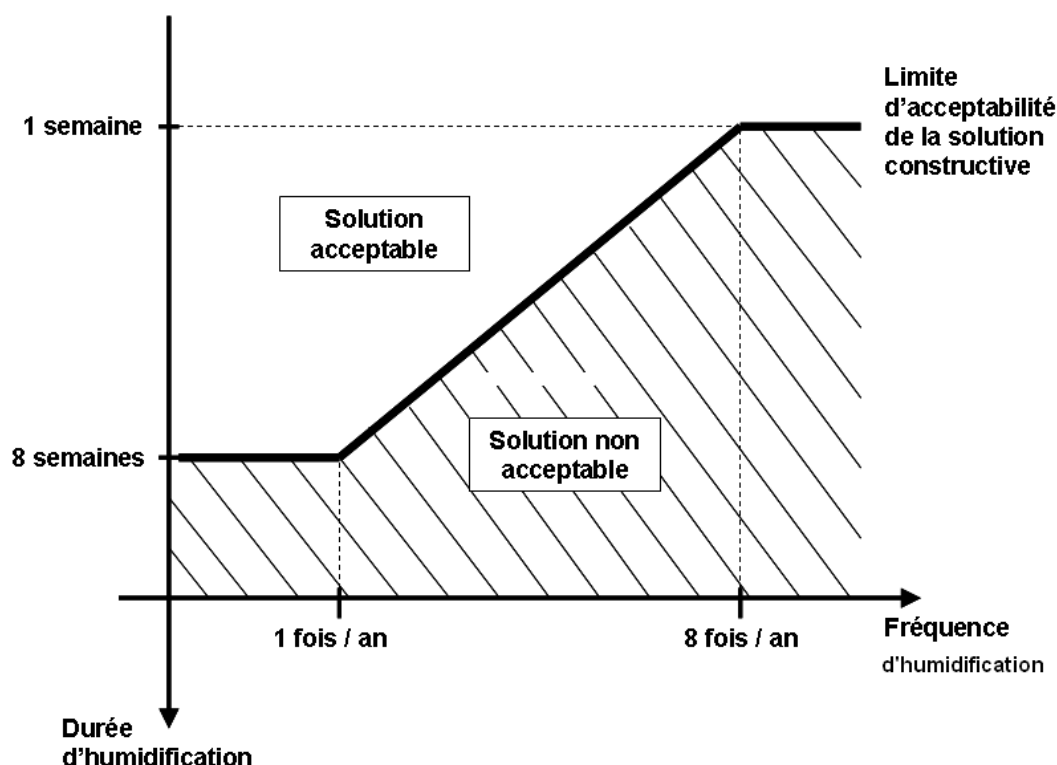
Les conditions d'humidité en tout point de ces éléments ne doivent donc pas être supérieure à 20% d'humidité pendant plus de 8 semaines par an, en ne comptabilisant que les périodes supérieures à une semaine comme indiqué sur la (Figure 11) ci-dessous.

Cas des autres éléments de la paroi (n'intervenant pas dans la stabilité du bâtiment)

Ces éléments (tasseaux, isolants, plaques de plâtres, panneaux à usage non structuraux,...), ont pour exigence de ne pas dépasser 23% d'humidité pendant 8 semaines pour que la conception de la paroi soit jugée satisfaisante, le critère étant ici d'empêcher l'apparition de champignons (de moisissure ou de pourriture).

Cette limite de 23% est basée sur des travaux en laboratoire et sur des expériences reconnues et réussies, prenant en compte les diverses conditions de germination des spores et les hypothèses de calcul décrites ci-dessus. Il est à noter que la durée de 8 semaines au-delà de 23% est défavorable même si elle est atteinte en plusieurs fois

1 semaine. Les périodes au-delà de 23% inférieures à une semaine ne seront pas comptabilisées, n'étant pas suffisamment longues pour provoquer le développement fongique. Le graphe, de la (Figure 11) montre l'acceptabilité d'une solution constructive en fonction des éléments exposés ci-dessus.



▲ Figure 81: Représentation des limites d'humidification des matériaux

Une autre propriété influant le comportement du matériau bois à l'humidité est sa capacité à pouvoir contenir à la fois de l'eau libre et/ou de l'eau liée. L'eau est dite liée ou hygroscopique quand elle est « retenue » chimiquement (liaisons hydrogènes) par les fibres de bois. Les molécules d'eau sont alors fixées dans le matériau lui-même. L'eau libre ou capillaire, donc liquide, apparaît dans le bois lorsque son taux d'humidité (en % en masse) dépasse le point de saturation des fibres. Le point de saturation des fibres est, pour les principales essences résineuses utilisées en structure, atteint lorsque l'humidité du bois dépasse 30% en masse.

Les cas de calcul où l'humidité de bois ou des matériaux à base de bois (panneaux, isolants) dépasse 30% sera donc également un critère rédhibitoire, la présence d'eau liquide dans une paroi fermée étant très difficile à évacuer.

Le rapport doit présenter un tableau d'analyse synthétique mettant en avant les critères d'interprétation définis ci-dessus.

En résumé une paroi est acceptable en termes hygrothermiques si les trois conditions suivantes sont respectées :

- Les éléments de la paroi participant à la stabilité du bâtiment sont à moins de 20% d'humidité sauf pendant 8 semaines

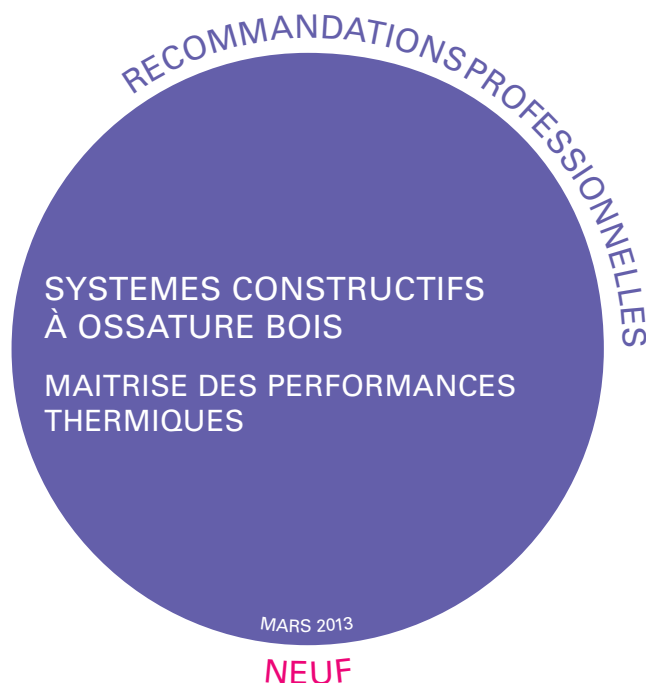
- Les éléments de la paroi ne participant pas à la stabilité du bâtiment sont à moins de 23% d'humidité sauf pendant 8 semaines
- Aucun des éléments de la paroi ne dépasse jamais 30% d'humidité

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 CINOVA) ;
- 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 (UNSA) ;
- 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.





Les Recommandations Professionnelles « *Maitrise des performances thermiques des systèmes constructifs à ossature bois* » se focalisent sur le volet thermique des parties d'ouvrages constituant l'enveloppe des bâtiments à ossature bois, afin de répondre aux enjeux induits par la nouvelle réglementation thermique RT 2012.

La vocation de ce document est d'alimenter les travaux de révision en cours de la norme NF DTU 31.2 – Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois.

Des parois types de murs, planchers et toitures y sont décrites. Pour chaque paroi, les spécificités de conception et de mise en œuvre des isolants et des films d'étanchéité en partie courante sont en particulier détaillées.

Spécifiquement sur le choix des matériaux, l'accent a été mis sur les aspects thermiques et étanchéité (par rapport au CGM de la norme NF DTU 31.2 actuel) avec notamment des tolérances de déformation sur les ossatures en œuvre (fonction de la surcote à la pose de l'isolant) et la définition de niveaux d'exigences pour les accessoires d'étanchéité à l'eau et à l'air afin de réellement passer à la notion de « système » d'étanchéité.

En termes de conception des précisions spécifiques aux doublages sont également apportées : justification au vent et au séisme des doublages extérieurs, salubrité des doublages intérieurs.

Enfin, le traitement des aspects thermique, étanchéité à l'eau et étanchéité à l'air des jonctions entre parois et des points singuliers permet de concevoir, fiabiliser et mettre en œuvre isolants, membranes et accessoires.



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

