

REGLES
PROFESSIONNELLES

Bardage rapporté de tuiles terre cuite sur construction à ossature bois et panneaux CLT

Mai 2021



SOMMAIRE

Préambule	4
Comité de pilotage	5
1. Introduction	6
2. Domaine d'application	7
3. Références normatives	8
4. Définitions	9
5. Conception	12
5.1 Etanchéité à l'eau de pluie	12
5.2 Résistance au vent.....	12
5.3 Mise en œuvre en zone sismique	12
5.4 Réglementation feu	13
5.4.1 Résistance au feu.....	13
5.4.2 Réaction au feu.....	13
5.4.3 Dispositions particulières en matière de propagation du feu par les façades	13
5.5 Résistance aux chocs	14
5.6 Mise en œuvre de l'isolant complémentaire.....	16
6. Mise en œuvre du bardage tuiles	18
6.1 Ossature bois secondaire.....	18
6.1.1 Configurations possibles	18
6.1.2 Lamé d'air	19
6.1.2.1. Fixation des contrelattes	20
6.1.2.2. Fixation et raccordement des liteaux sur les contrelattes	23
6.2 Parement.....	23
6.2.1 Tuiles plates	23
6.2.1.1. Type de pose	23
6.2.1.2. Recouvrement.....	24
6.2.1.3. Fixation des tuiles aux liteaux.....	25
6.2.1.4. Mise en œuvre	25
6.2.1.5. Tuile à emboîtement.....	26
6.2.1.6. Définition.....	26
6.2.1.7. Fixation des tuiles aux liteaux.....	27
6.2.1.8. Mise en œuvre	27
7. Points singuliers	29
7.1 Intégration des menuiseries	29
7.1.1.1. Menuiserie en applique intérieure et pré-cadre bois	30
7.1.1.2. Menuiserie en applique intérieure, pré-cadre bois et isolation thermique par l'extérieur	33
7.2 Angle rentrant.....	35
7.3 Angle sortant	37
7.4 Traversée de paroi	38
7.5 Pied de mur	39

7.6 Rive haute.....	40
7.7 Recoupement entre niveaux lorsque nécessaire	42
7.8 Joints de dilatation.....	43
8. Choix des matériaux.....	45
8.1 Références normatives.....	45
8.2 Matériaux	46
8.2.1 Tuile de terre cuite.....	46
8.2.2 Ossature Bois.....	46
8.2.2.1. Contrelatte, liteaux et contre-ossatures	46
8.2.2.2. Risques biologiques	46
8.2.2.3. Isolant.....	47
8.2.2.4. Organes de fixations	47
8.2.2.5. Vis à bois	47
8.2.2.6. Pointes	47
8.2.2.7. Caractéristiques du métal des crochets.....	47
8.2.3 Pare-pluie.....	47
8.2.4 Autres matériaux.....	48
8.2.4.1. Éléments métalliques.....	48
8.2.4.2. Grille anti rongeur	48
Annexes	49
Annexe A : Spécifications concernant la résistance au vent.....	49
Annexe B : Stabilité en zone sismique.....	50
Exigences sur les bâtiments neufs.....	50
Fixation des tuiles en bardage en zone sismique	51
Annexe C : Tableau d'équivalence des exigences réglementaires française avec les Euroclasses pour revêtement de façade	52
Annexe D : Méthode de calcul et hypothèses retenues pour le dimensionnement des pointes pour la fixation des contrelattes – Cas sans complément d'isolation par l'extérieur.....	53
Annexe E : Remplacement d'une tuile cassée	58
Annexe F : Éléments de fixation en fonction de l'atmosphère extérieure	59
Annexe G : Traitement de l'entourage de baie – Exemple illustratif du § 7.1	60
Annexe H : Allotissement des travaux	64

Préambule

Le bardage en tuiles terre cuite s'est fortement développé ces dernières années non seulement pour son apport esthétique mais aussi par sa grande durabilité et son étanchéité à l'eau. Il a ainsi trouvé sa place dans des réalisations très contemporaines. Sa pose dérivée de la couverture est considérée comme courante sur support béton ou maçonnerie.

Pour accompagner son évolution sur le marché de la construction, la filière bois s'est rapprochée de la filière Terre cuite afin de proposer une autre solution aux revêtements en bois ou à base de bois.

La filière Terre cuite et la filière bois, en associant les professionnels de la couverture, de la charpente, de la menuiserie et des contrôleurs techniques ont élaboré ces règles professionnelles de conception et de mise en œuvre du bardage en tuiles de terre cuite sur construction ossature bois selon NF DTU 31.2 et panneaux CLT.

En parallèle, des campagnes d'essais (tenue au vent, parasismique...) ont été menées et ont permis de préciser le domaine d'emploi.

La problématique de propagation du feu en façade a elle aussi été appréhendée par une campagne d'essai LEPIR 2, avec l'obtention d'une appréciation de laboratoire du CSTB.

L'objectif de ces règles professionnelles est d'apporter aux maîtres d'œuvre et aux entreprises, les recommandations des professionnels pour la spécification et la mise en œuvre de cette technique en façade sur structure bois dans un seul document autoportant.

La partie concernant la mise en œuvre sur Façade à Ossature Bois (F.O.B.) sera traitée dans une version 2 de ce document.

Comité de pilotage

Nous remercions les membres du Comité de Pilotage qui ont su orienter au mieux la rédaction du présent document pour qu'elle corresponde aux attentes réelles des concepteurs et réalisateurs des 2 filières que sont les filière bois et filière terre cuite.

BUTET Yves	UMGCCP FFB
CHAUVIN François	Mandaté par la FFTB
DUCROQUETZ Céline	FTTB
DUPONT Olivier	CTMNC
FAUCHEUX José	CAPEB
FERNBACH Antoine	Mandaté par la FFTB
HERVY Mathieu	CTMNC
LAGREVE Stéphane	CTMNC
MALE Philippe	Mandaté par la FFTB
MARMORET Gilles	CAPEB / UNA-CMA
MAUFRONT Rodolphe	UMB FFB
OGEZ Rémi	Mandaté par la FFTB
PARQUIER Adrien	UMB FFB
QUINEAU Clément	UICB

La FFTB a travaillé en collaboration avec les représentants des entreprises BMI MONIER (Yann BINAZET), EDILIANS (Loïc HOGUET, David TRIBOUILLET), TERREAL (Emilie BENJAMIN, Philippe MALE) et WIENERBERGER (Christophe BROCHET, David SCHMITT) pour les apports sur la tuile de terre cuite et sa mise en œuvre en bardage.

Mme Virginie ETIENNE (SOCOTEC), Mme Valérie WESIERSKI (QUALICONSULT), M. Laurent PLAGNOL (APAVE) et M. François MICHEL (BUREAU VERITAS CONSTRUCTION) ont fait bénéficier la commission de leur expérience professionnelle et de leur compétence technique par une relecture critique de ce document. Qu'ils en soient vivement remerciés.

Nous remercions également ARTEMA AFFIX pour l'expertise apportée au document.

Ces règles professionnelles ont été élaborées à partir d'un premier travail déjà réalisé conjointement par la filière bois et la filière tuile de terre cuite qui fut formalisé dans un guide cofinancé par le CODIFAB et la FFTB et réalisé par le FCBA et le CTMNC.
Ce guide qui fut disponible sur le site du Codifab devient caduque par la publication du présent document.

1. Introduction

Les tuiles de terre cuite sont des produits traditionnels de couverture dont la mise en œuvre relève de normes NF DTU.

Les systèmes de bardage rapporté en tuiles de terre cuite font déjà l'objet de Règles professionnelles "Bardage rapporté en tuiles plates de terre cuite" de 1982 du CTTB et d'un guide technique du CSTB « Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois » du 25 juin 2005, révisé en mai 2009. De plus, la note d'information n°6 du 20 juin 2017 du Groupe Spécialisée n°2.2 « Définitions, exigences et critères de traditionalité applicables aux bardages rapportés », stipule que les systèmes de bardage en tuiles plates de terre cuite sont des systèmes traditionnels. Cependant ces documents ne traitent que les cas en partie courante sur support béton et ne traitent pas non plus des tuiles de terre cuite à emboîtement à relief et à pureau plat.

Concernant la conception et la mise en œuvre de tuiles en façade ou mur à ossature bois, les professionnels des filières bois et terre cuite ont émis le souhait, d'élaborer ensemble des Règles professionnelles sur les bardages rapportés en tuiles de terre cuite sur construction à ossature bois ou sur panneaux CLT.

Ce document traite aussi bien de la pose en partie courante que du traitement des points singuliers, notamment des entourages de baies et les traversées d'ouvrages.

2. Domaine d'application

Le présent document propose des clauses types de spécifications de mise œuvre pour les travaux d'exécution des procédés de bardages (façades) rapportés avec les revêtements extérieurs suivants :

- ✓ Tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat,
- ✓ Tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief,
- ✓ Tuiles plates de terre cuite.

Seules les tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief avec un galbe G0 et G1 sont pris en compte dans ces Règles Professionnelles. La définition du galbe et sa détermination sont données dans le cahier du CSTB N° 3785, de janvier 2018.

Les bardages rapportés visés s'appliquent sur maisons et bâtiments à ossatures bois conformes au NF DTU 31.2 ou panneaux CLT conforme à la NF EN 16351 disposant d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application visant l'emploi en murs.

Les procédés de bardage rapporté visés par le présent document s'appliquent sur les bâtiments neufs ou sur les bâtiments existants.

NOTE

Dans le cas de travaux de rénovation sur l'existant, le maître d'ouvrage doit faire réaliser une étude préalable justifiant l'aptitude de la paroi à supporter le bardage rapporté (état de dégradation, matériaux, constitution de la paroi et les possibilités d'ancrage des fixations) et la communiquer à l'entreprise.

Le procédé de bardage rapporté est mis en œuvre verticalement (soit 0° sur le plan).

Le présent document est applicable aux bâtiments réalisés dans les zones climatiques françaises de plaine (conventionnellement caractérisées par une altitude inférieure ou égale à 900 m).

Le domaine d'emploi s'étend à toutes les réalisations, en France métropolitaine, de bardage rapporté sur ossature bois pour des bâtiments de 28 mètres de hauteur maximale, en région de vent 1, 2 et 3.

Les parois revêtues de tuiles (parties courantes et points singuliers) sont considérées à joints fermés (ne nécessitant pas la mise en œuvre de pare-pluie) au sens du cahier n°3251 V2.

NOTE

Les schémas présents dans ce document sont également valables pour les murs en panneaux CLT.

Dans le cas où des dispositions parasismiques peuvent être nécessaire, il convient de se référer au paragraphe 5.3 ainsi qu'à l'Annexe B de ce document.

Les fonctions à remplir telles que l'isolation thermique, l'isolation acoustique, la sécurité incendie, peuvent nécessiter d'autres dispositions complémentaires.

3. Références normatives

- NF EN 1991-1-4/NA mars 2008 : 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 - Actions du vent,
- NF EN 1995 : Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois,
- NF EN 1998 : Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes,
- NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs,
- NF DTU 25.41 : Ouvrages en plaques de plâtre (annexe B),
- NF DTU 31.2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois,
- NF DTU 36.5 : Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures,
- NF DTU 40.21 : Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief,
- NF DTU 40.211 : Couvertures en tuiles de terre cuite à pureau plat,
- NF DTU 40.23 : Couvertures en tuiles plates de terre cuite,
- NF DTU 40.36 : Couverture en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non
- NF EN 10346 : Produits plats en acier revêtus en continu par immersion à chaud pour formage à froid,
- NF EN 16351 : Structures en bois - Bois lamellé croisé,
- FD P20-651 : Durabilité des éléments et ouvrages en bois,
- NF P08-301 : Ouvrages verticaux des constructions Essais de résistance aux chocs – Corps de chocs,
- P08-302 : Murs extérieurs des bâtiments - Résistance aux chocs - Méthodes d'essais et critères,
- Guide ENS Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – justifications parasismiques pour le bâtiment à risque normal (2014),
- Cahier du CSTB n°3316_V2 : Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un constat de traditionalité,
- Cahier du CSTB n°3534 Note d'information n°5 du GS2.2 : Modalités des essais de chocs de performance sur les bardages rapportés, vêtures et vêtages,
- Cahier du CSTB n°3521_V2 Note d'information n° 6 du GS2.2 : Définitions, exigences et critères de traditionalité applicables aux bardages rapportés,
- Cahier du CSTB n°3546-V2 Note d'information n°11 du GS 2.2 : Résistance aux chocs des bardages rapportés, vêtures et vêtages,
- Cahier du CSTB n°3725 : Stabilité en zones sismiques - Systèmes de bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique,

4. Définitions

Structure porteuse

On appelle « structure porteuse » la structure sur laquelle le procédé de bardage rapporté va être mis en œuvre. Elle doit notamment assurer la stabilité du bâtiment et son étanchéité à l'air. Dans le cadre du présent document, la structure porteuse est désignée par la COB (Construction Ossature Bois) et les panneaux CLT sous document technique d'application (DTA).

Montant

Pièce de bois verticale d'un élément de structure.

Voile (travaillant ou de stabilité)

Panneau fixé sur une ossature de manière à lui conférer une résistance aux efforts dans son plan ou de maintenir l'équerrage du mur dans le cadre d'une façade ossature bois non porteuse.

Bardage rapporté à lame d'air ventilée

Un bardage rapporté est un procédé de revêtement extérieur de façade plane verticale. Il est composé d'une ossature, d'une lame d'air ventilée, d'un parement extérieur en tuile de terre cuite et éventuellement d'un isolant complémentaire (ITE).

Ossature secondaire

Ensemble du dispositif permettant de rapporter le parement extérieur sur la structure porteuse : l'ossature secondaire est composée de contrelattes et de liteaux.

Contrelatte

Élément en bois posé verticalement, fixé mécaniquement sur le montant de la structure porteuse, il est le support des liteaux. La contrelatte permet de dégager un espace suffisant pour la lame d'air ventilée.

Contre-ossature extérieure

Élément en bois posé horizontalement, fixé mécaniquement sur le montant de la construction bois, il est le support de la contrelatte. La contre-ossature, présente dans le cas d'une isolation complémentaire, permet l'intégration de l'isolant.

Isolant thermique par l'extérieur

Matériau isolant en plaques, en panneaux ou en rouleaux semi-rigides dont les caractéristiques thermiques permettent à la paroi verticale extérieure d'atteindre la résistance thermique prescrite dans le cas d'une isolation thermique par l'extérieur.

Lame d'air ventilée

Espace libre ménagé en arrière du revêtement extérieur et éventuellement devant l'isolant complémentaire, assurant la ventilation derrière la peau du bardage. Des ouvertures en partie basse (entrée d'air) et en partie haute (sortie d'air) permettent, selon un dimensionnement, la bonne circulation du flux d'air dans la lame d'air.

Liteau

Élément en bois posé horizontalement, fixé mécaniquement sur la contrelatte, il est le support du revêtement extérieur.

Tuiles en terre cuite

Éléments destinés à être posés en discontinu sur des toitures en pente et à servir de bardage, obtenus par façonnage, séchage et cuisson d'une pâte argileuse comportant ou non certains additifs. Elles peuvent être dotées sur tout ou partie de leur surface d'un engobe ou d'un émail. Parmi les différents types de tuiles, on distingue notamment les tuiles suivantes, utiles pour la pose en bardage :

Tuiles plates

Tuiles généralement plates, pouvant présenter ou non de légères cambrures transversales et/ou longitudinales et ne comportant aucun système d'emboîtement. La mise en œuvre des tuiles plates en toiture est décrite dans le NF DTU 40.23.

Tuile courte

Est définie comme tuile courte, une tuile plate ayant une dimension verticale d'un pureau plus un recouvrement. (Doublis)

Tuiles à emboîtement

Tuiles comportant un dispositif d'emboîtement longitudinal et un dispositif d'emboîtement transversal simples ou multiples. La mise en œuvre des tuiles à emboîtement en toiture est décrite dans le NF DTU 40.21.

Tuiles à pureau plat

Tuiles comportant un dispositif d'emboîtement longitudinal et un dispositif d'emboîtement transversal simples ou multiples et dont la partie visible ne comporte aucun relief séparant les zones d'écoulement des zones d'emboîtement longitudinaux. La mise en œuvre des tuiles à pureau plat en toiture est décrite dans le NF DTU 40.211.

Bavette / déflecteur / larmier

La bavette est un profilé métallique horizontal, interrompant le ruissellement de l'eau sur le bardage. Dans le cas de la réglementation Incendie, la bavette peut être appelée déflecteur.

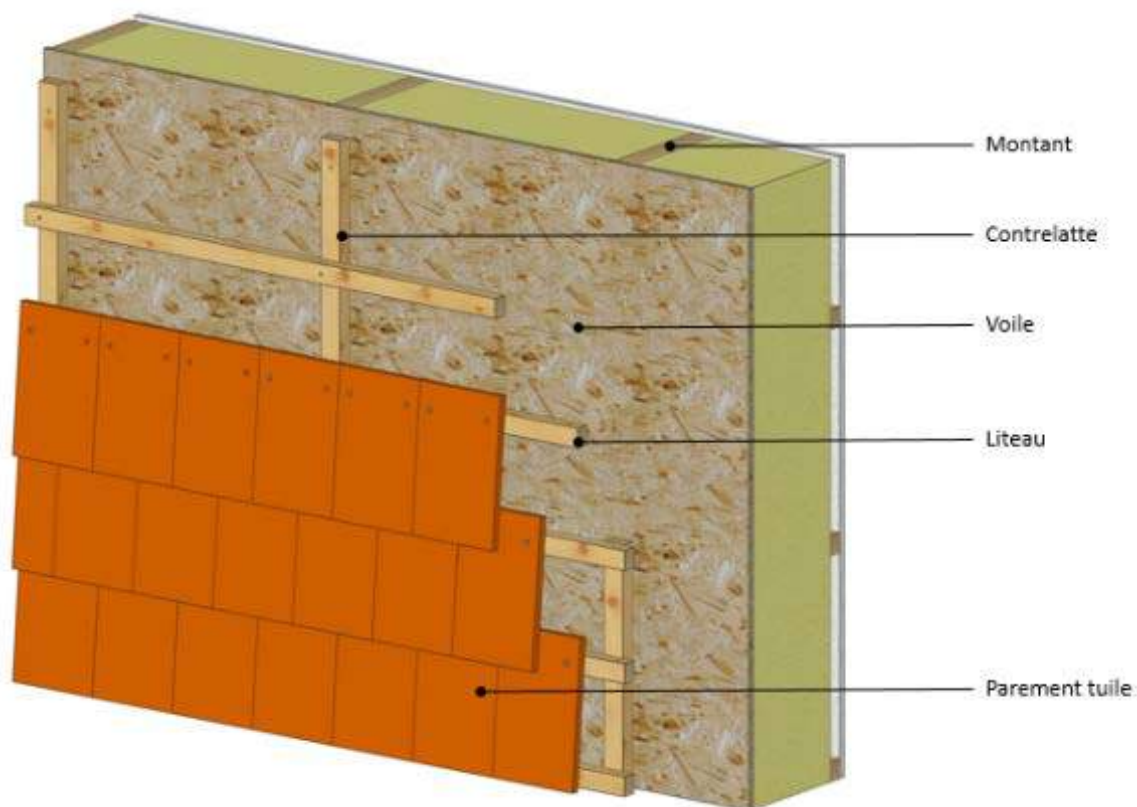


Figure 1 - Bardage rapporté sur construction bois à base de tuile de terre cuite

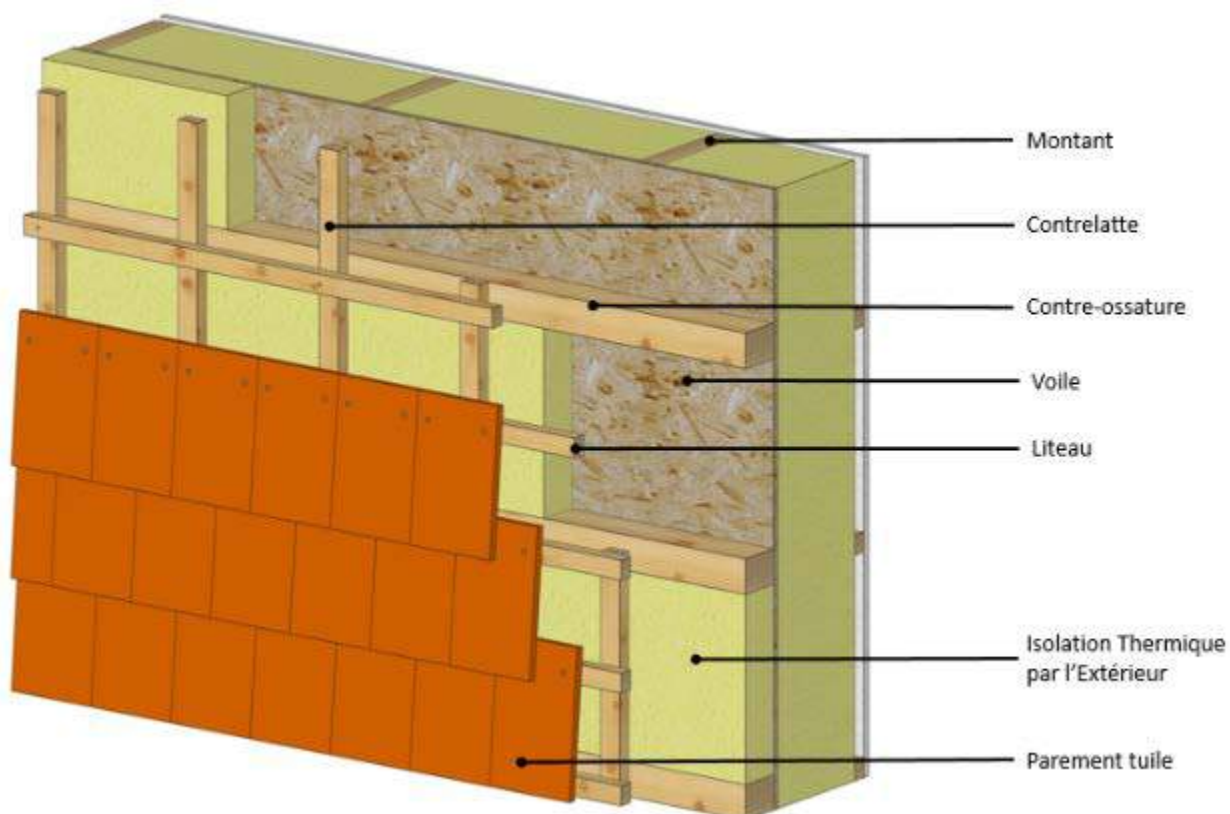


Figure 2 - Solution de bardage en tuile de terre cuite sur COB avec ITE supportée par une contre-ossature horizontale

5. Conception

5.1 Etanchéité à l'eau de pluie

Les bardages rapportés à base de tuile de terre cuite détaillés dans ce document, mis en œuvre sur construction à ossature bois et panneaux CLT, répondent aux critères des bardages dits « à joints fermés ». Dans un tel mur, l'étanchéité à l'eau de pluie est assurée par l'assemblage des tuiles et de ses accessoires.

Les apports d'eau provenant des toitures ne sont pas pris en compte. Dans ce cas, les eaux de pluie ruisselant du toit seront récupérées par un recueil d'évacuation des eaux pluviales (chéneaux, gouttières...).

5.2 Résistance au vent

Les bardages rapportés à base de tuile de terre cuite détaillés dans ce document, mis en œuvre sur construction à ossature bois et panneaux CLT peuvent être mis en œuvre en France Métropolitaine (Corse comprise), et en en région de vent 1, 2 et 3 jusqu'à 28 mètres de hauteur, quelle que soit la catégorie de terrain visée (0, II, IIIa, IIIb et IV).

Les préconisations suivantes doivent être suivies dans la mise en œuvre des produits :

- ✓ L'entraxe maximal des contrelattes est de 600 mm ;
- ✓ La dimension minimale des liteaux est de 25 mm d'épaisseur par 38 mm de largeur ; de section rectangulaire, posés à plat (CF figure 3)
- ✓ Dans le cas de tuiles plates : la fixation des tuiles se fait par deux vis de diamètre 4,5 mm ;
- ✓ Dans le cas de tuiles à emboîtement, la fixation des tuiles se fait par une vis de diamètre 4,5 mm et d'un crochet.

L'annexe A propose la carte de France définissant les zones climatiques de vent.

NOTE

La Corse côté Est, en région de vent 4, n'est pas visée par le présent document.

5.3 Mise en œuvre en zone sismique

Les systèmes de bardage rapporté à base de tuile de terre cuite peuvent être mis en œuvre quelle que soit la zone sismique et la catégorie de bâtiment.

Les bardages répondent aux recommandations du guide ENS « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti, 2014 » au travers de la note « Bardage en tuiles de terre cuite en zones sismiques, CTMNC, 2016 » et ainsi à la réglementation rappelée dans l'Annexe B.

Les sollicitations sismiques engendrées dans les fixations sont à déterminer conformément au cahier 3725 « Stabilité en zones sismiques, janvier 2013 ».

NOTE

Les systèmes doivent avoir été préalablement dimensionnés sous sollicitations climatiques.

5.4 Réglementation feu

5.4.1 Résistance au feu

Les bardages rapportés n'assurent pas de rôle de résistance au feu.

5.4.2 Réaction au feu

Selon l'arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu, les tuiles de terre cuite ont un classement conventionnel A1.

Le tableau d'équivalence des exigences règlementaires française avec les Euroclasses pour revêtement de façade est disponible en annexe B.

5.4.3 Dispositions particulières en matière de propagation du feu par les façades

Lorsque l'IT 249 s'applique, L'appréciation de laboratoire n° AL18-239 « Comportement au feu d'un élément de façade » donne les dispositions particulières propres aux systèmes de bardages rapportés à base de tuile de terre cuite sur construction à ossature bois et panneaux CLT.

NOTE

L'épaisseur de l'isolation complémentaire doit être égale à l'épaisseur de la contre ossature.

NOTE

L'appréciation de laboratoire ne vise pas la mise en œuvre des tuiles plates en claire voie (définie au §6.2.1.1).

NOTE

Mise en place d'un déflecteur de flammes :

- *Selon l'appréciation de laboratoire N° AL18-239, un déflecteur doit être mis en œuvre en recouvrement du bardage ventilé à chaque niveau de la façade. Ce déflecteur, constitué d'une tôle d'acier d'épaisseur minimal 15/10 fixé sur la façade, assure un débord de 20 millimètres minimum par rapport au nu extérieur du bardage et ce quel que soit la nature de l'écran thermique (pour les façades de types C et D).*
- *Au-dessus du déflecteur de flamme, un profilé de ventilation est mis en œuvre. Ce profilé de ventilation en tôle d'acier d'épaisseur 10/10 est perforé à hauteur de 50 centimètre carré par mètre linéaire, permettant la ventilation de la lame d'air.*
- *Pour ces deux pièces, l'acier doit être conforme à la norme NF EN 10346 avec une nuance S220GD minimum.*
- *La longueur maximale de ces pièces est de 4 mètres.*
- *Le recouvrement minimal entre deux mêmes pièces est de 70 mm, réalisé soit par éclisse, recouvrement de pièces ou par une chemise de garantie.*
- *La mise en œuvre du déflecteur devra suivre les préconisations suivantes :*
 - *Distance entre la sous-face du déflecteur et le chef des tuiles de dernier rang (« a ») comprise entre 10 mm et 20 mm.*
 - *Recouvrement entre la goutte d'eau du déflecteur et le chef des tuiles doit être de minimum (r1) de 30 mm.*

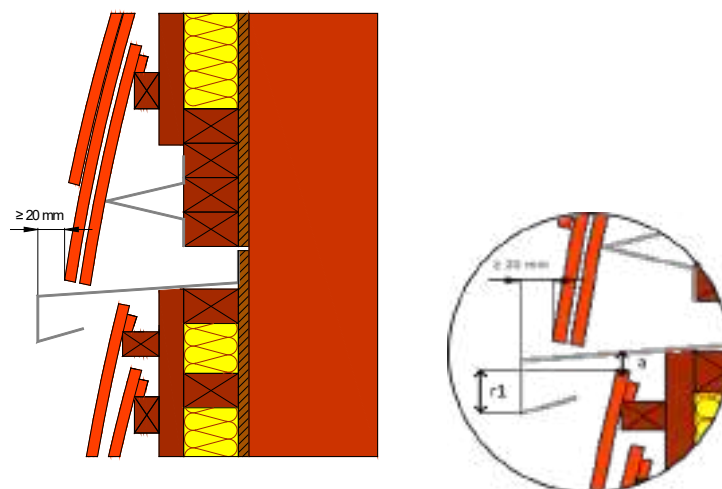


Figure 3 – Schéma du déflecteur

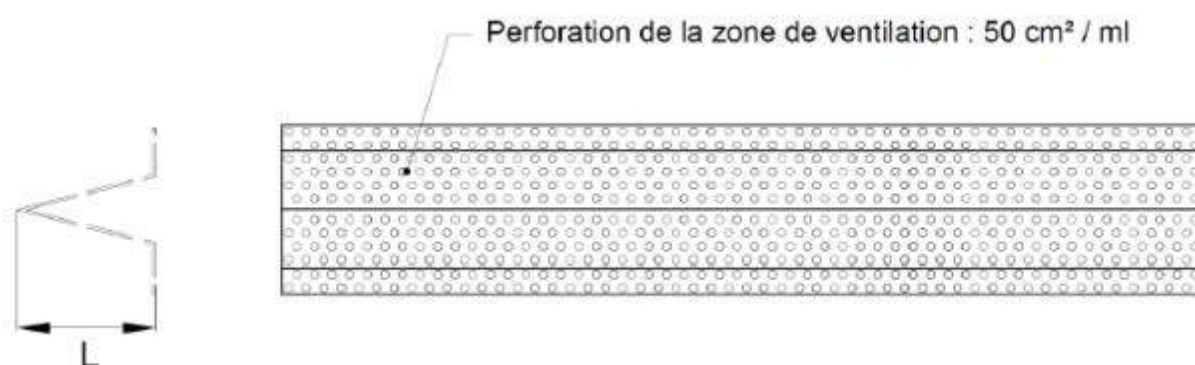


Figure 4 – Vue du profilé de ventilation

NOTE

Dans le cas de tuiles plates, utiliser la tuile courte en doublis et en finition en haut de bardage (sous la bavette).

5.5 Résistance aux chocs

Nous traiterons uniquement des chocs extérieurs de conservation des performances puisque les murs à ossature bois sont réputés satisfaisants aux exigences de résistance aux chocs de sécurité tels que définis dans la norme P08-302.

Selon la norme P08-302, « est considérée comme « facilement remplaçable » toute partie d'ouvrage qui, à tout moment, peut être remplacée rapidement, ce qui exige :

- Facilité de dépose et de pose à l'intérieur ou à l'extérieur ([...]),
- Facilité d'approvisionnement d'un produit identique ou équivalent,
- Possibilité, pour l'utilisateur, de rétablir immédiatement, même à titre provisoire, la sécurité et le confort de base ([...]).

Par extension, est également considérée comme « facilement remplaçable » toute partie d'ouvrage dont la réparation peut être effectuée rapidement par un artisan ou un dépositaire, sous réserve que cette réparation ne risque pas de diminuer les caractéristiques de l'ouvrage. » (Extrait de la norme P08-302 d'Octobre 1990, paragraphe 6.2.3)

La tuile de terre cuite est, à la vue de cette définition et aux préconisations des industriels dans leur méthode de remplacement de tuiles, considérée comme « facilement remplaçable ».

Le tableau 1 présente les énergies de choc à appliquer sur le système bardage selon le classement « Q ».

Tableau 1 - Energie de choc pour le classement « Q »

Classement « Q »	Corps de choc	Energie de choc (en joules) pour les parois facilement remplaçables
Q1	M 50	0
	M 3	3
	D 1	0
	D 0.5	1
Q2	M 50	0
	M 3	20
	D 1	0
	D 0.5	1
Q3	M 50	100
	M 3	20
	D 1	0
	D 0.5	1
Q4	M 50	130
	M 3	20
	D 1	3
	D 0.5	0

Le Tableau 2 : résume les exigences minimales requises en fonction de la situation de l'ouvrage et des aires d'activité.

Tableau 2 - - Classement selon la norme P08-302

Situation de l'ouvrage	Aires d'activité			
	Accès privé, sans voie piétonne ni aire de jeu	Accès privé, avec voie piétonne ou aire de jeu	Accès public ¹ , sans voie piétonne ni aire de jeu	Accès public ¹ , avec voie piétonne ou aire de jeu
En étage (hauteur > 2,50m)	Q1	Q1	Q1	Q1 ²
En rez-de-chaussée surélevé	Q1	Q1	Q2	Q2
En rez-de-chaussée	Q2	Q3	Q3	Q4

1. La notion d'accès public est prise dans un sens général et non au sens adopté pour les ERP (établissement recevant du public),
2. Dans le cas d'un accès public avec aire de jeux de ballon, la classe à adopter est Q2 jusqu'à 6m.

La pose en bardage de tuile plate de terre cuite est autorisée, du fait de sa traditionalité et l'expérience réussie et reconnue, en étage sans Aire de jeux, c'est-à-dire à une hauteur supérieure à 2,5m et à une hauteur supérieure à 6 m si l'ouvrage se situe au-dessus d'une aire de jeux.

Du fait des essais de résistance au choc (conformément aux normes NF P 08-301 et P 08-302 et les Notes d'informations N° 5 et N° 11 du Groupe Spécialisé 2.2) réalisés par des industriels de la filière de la Tuile Terre Cuite Française, et de l'expérience réussie, ces préconisations d'emploi s'appliquent aussi aux tuiles de terre cuite à emboîtement à faible galbe (soit les galbes visées G0 et G1). Ceci comprend donc aussi les tuiles de terre cuite à pureau plat.

Ainsi, dans le cadre du présent document, le tableau 3, ci-dessous, s'applique.

Tableau 3 - Classement des tuiles Terre Cuite visées par le document

Situation de l'ouvrage	Aires d'activité			
	Accès privé, sans voie piétonne ni aire de jeu	Accès privé, avec voie piétonne ou aire de jeu	Accès public ¹ , sans voie piétonne ni aire de jeu	Accès public ¹ , avec voie piétonne ou aire de jeu
En étage (hauteur > 2,50m)	Admis	Admis à partir d'une hauteur de 6 mètres de l'aire de jeu	Admis	Admis à partir d'une hauteur de 6 mètres de l'aire de jeu

1. La notion d'accès public est prise dans un sens général et non au sens adopté pour les ERP (établissement recevant du public)

Pour toute autre utilisation de tuiles plates en terre cuite ou de tuiles à emboîtement faiblement galbées ou de tuiles à emboîtement à pureau plat, nécessitant une utilisation différente de celle du tableau 3, un justificatif est à fournir pour la mise en œuvre de ces tuiles en bardage. Le maître d'œuvre (ou d'ouvrage) peut se tourner auprès des industriels pour des tuiles ayant ces classes de résistance au choc.

5.6 Mise en œuvre de l'isolant complémentaire

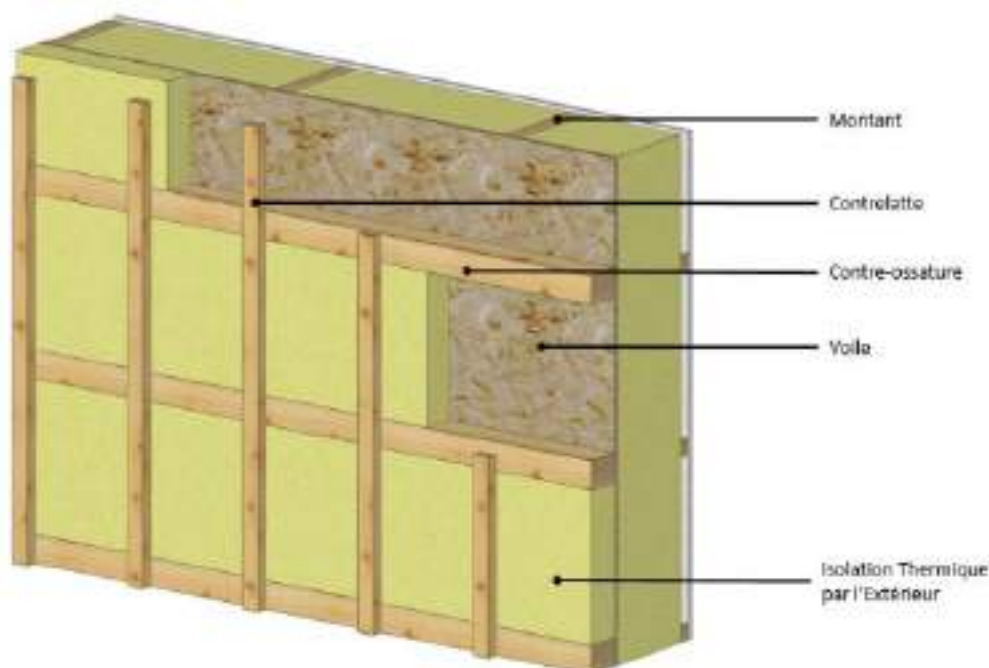


Figure 5 - Principe de complément d'isolation thermique par l'extérieur sur COB (Sous un bardage tuile la mise en œuvre du pare pluie n'est pas obligatoire. Voir chapitre 2)

L'isolant est mis en œuvre devant une paroi verticale à support continu ou discontinu et est supporté par une contre ossature, à l'arrière du revêtement extérieur ventilé. L'isolant utilisé en complément par l'extérieur est non revêtu ou son revêtement est perméable à la vapeur d'eau.

L'isolant est semi-rigide, serré mais non comprimé dans son épaisseur et sur toute sa périphérie. Il n'y a pas de discontinuité dans la mise en œuvre.

Les prescriptions suivantes permettent d'assurer la tenue mécanique des systèmes d'isolation par l'extérieur, sous sollicitations des actions de vent en région de vent 1, 2 et 3 :

- ✓ L'écartement entre deux contre-ossatures est limité à 600 mm ;
- ✓ La masse surfacique du bardage en tuiles de terre cuite est limitée à 75 kg/m² ;
- ✓ La masse volumique de l'isolant est limitée à 150 kg/m³ ;
- ✓ Aucune des deux dimensions de la section de la contre ossature ne doit dépasser 100 mm ;
- ✓ L'épaisseur de l'isolant est limitée à 100 mm.
- ✓ Les bois doivent présenter un taux d'humidité inférieur ou égal à 18 %.

Les contre-ossatures, en pose horizontale, sont fixées avec des vis à filetage partiel à chaque intersection avec les montants de l'ossature principale comme indiqué dans le tableau ci-après :

Tableau 4 - Dimension des vis à filetage partiel pour la fixation des contres ossatures en fonction de leur section (

Section des contre-ossatures	Ecartement entre deux contre-ossatures	Dimension des vis
45 mm x 60 mm	400 mm	∅ 6 mm x 140 mm (40 à 80 mm de partie non filetée)
45mm x 60 mm	600 mm	∅ 8 mm x 200 (50 à 100 mm de partie non filetée)
45 mm x 100 mm	600 mm	∅ 8 mm x 200 (50 à 100 mm de partie non filetée)

Dans le cas d'un premier réseau vertical, on peut se passer du deuxième, si le montant est 20 mm minimum plus épais que l'isolation, afin de ménager la lame d'air. (C.F. figure N°6)

Toute configuration s'écartant des prescriptions ci-dessus doit faire l'objet d'une justification spécifique faisant la preuve de la résistance au vent et aux actions du poids propre du système d'isolation par l'extérieur. On pourra s'appuyer sur l'Eurocode 5 (NF EN 1995-1-1). La pression d'arrachement exercée sur les fixations et la résistance de ces dernières sont déterminées selon les Eurocodes NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-4/NA, avec les hypothèses suivantes :

- W50 (période de retour : 50 ans) ;
- $C_s C_d = 1$;
- $C_{season} = 1$ (situation de projet supérieur à un an)
- $C_{dir} = 1$;
- Coefficients de dépressions à considérer sont :
 - o Dépression en rive : $C_{pe} = -1,4$ (Zone A) ;
 - o Dépression en zone courante de bâtiment : $C_{pe} = -1,1$ (Zone B) ;
- $C_{pi} = 0$.

NOTE

Lorsque l'Eurocode 5 est cité dans ce document, il est entendu qu'il s'agit de l'ensemble normatif suivant : NF EN 1995-1-1 + NF EN 1995-1-1/A1 + NF EN 1995-1-1/A2 + NF EN 1995-1-1/A1.

6. Mise en œuvre du bardage tuiles

6.1 Ossature bois secondaire

6.1.1 Configurations possibles

L'ossature bois secondaire définit l'ensemble du dispositif permettant de rapporter le bardage ventilé sur le support.

Elle se distingue selon 2 cas :

✓ **Cas sans complément d'isolation par l'extérieur,**

Dans ce cas, l'ossature secondaire est constituée d'un second réseau horizontal constitué de liteaux, à minima de section 25 x 38 mm, fixés sur le premier réseau de contre-latte et disposés selon le pureau défini par la tuile.

✓ **Cas avec complément d'isolation par l'extérieur,**

Dans ce cas, il y a trois possibilités :

- Les contre-lattes verticales sont placées au droit des montants de la COB ou sur les panneaux CLT et ont une profondeur égale à 20 mm plus l'épaisseur de l'isolant. Elles constituent un 1^{er} réseau et les liteaux constituent le second réseau (C.F. figure 6)
- Les contre-lattes verticales sont placées sur des contre-lattes verticales de 1^{er} réseau placées au droit des montants de la COB ou sur les panneaux CLT, et qui ont comme profondeur l'épaisseur de l'isolant. Ces contre-lattes constituent un 2^{ème} réseau et les liteaux un 3^{ème} réseau (C.F. figure 7).
- Les contre-lattes sont placées sur des contre-lattes horizontales de 1^{er} réseau. Elles constituent un 2^{ème} réseau et les liteaux un 3^{ème} réseau (C.F. figure 2).

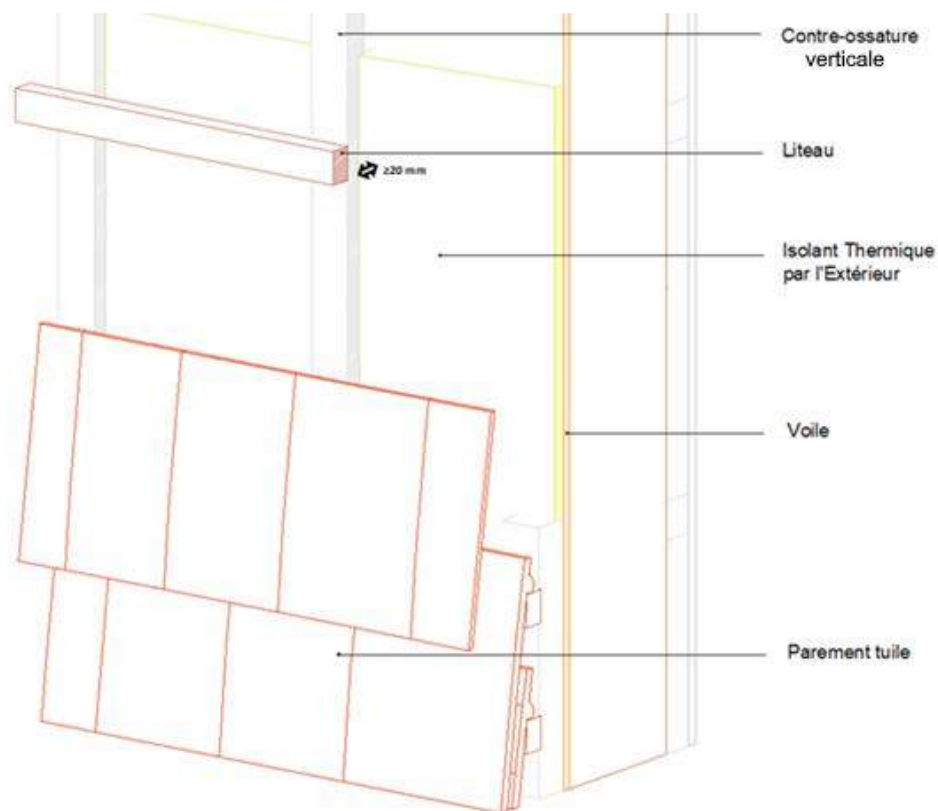


Figure 6 : Exemple d'ossature secondaire à deux réseaux (avec contre-ossature verticale)

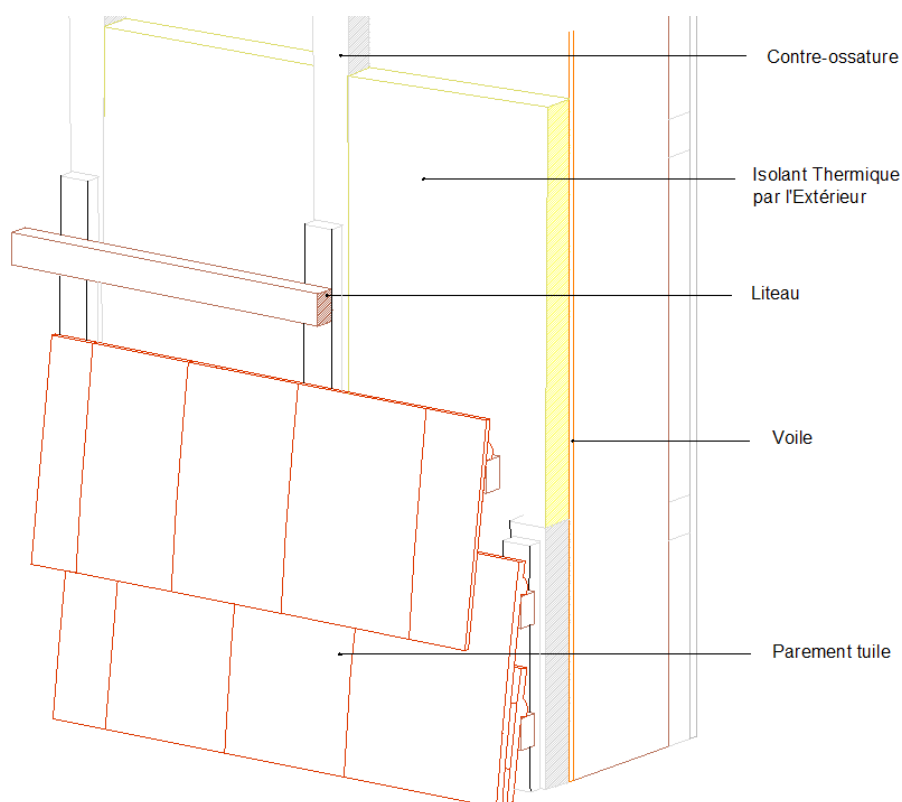


Figure 7 : Exemple d'ossature secondaire à trois réseaux (avec contre-ossature verticale)

6.1.2 lame d'air

La lame d'air est ménagée par l'épaisseur de la contrelatte. L'épaisseur de la lame d'air doit être de 20 mm au minimum.

Les entrées basses constituées par les trous de la grille anti-rongeurs et sorties hautes de ventilation sont de section suffisante :

Tableau 5 - Section de ventilation en fonction de la hauteur de bardage

Hauteur de bardage (m)	Section des orifices de ventilation haut et bas (cm ² /m)
≤ 3	50
de 3 à 6	65
de 6 à 10	80
de 10 à 18	100
de 18 à 24	120
≥ 24	Fractionnement de la lame d'air nécessaire

Les sorties de la lame d'air doivent être protégées en tête par couvertine ou débord de toiture formant goutte d'eau, ou appui de baie. (Cf. partie 7)

NOTE

Pour respecter la Réglementation de Sécurité Incendie, un recoupement de la lame d'air à tous les niveaux peut être nécessaire. Voir le paragraphe 5.4.3.

6.1.2.1. Fixation des contrelattes

- ✓ **Cas sans complément d'isolation par l'extérieur ou isolation placée dans une contre-ossature verticale d'une profondeur de 20mm supérieure à l'épaisseur de l'isolant.**

Dans ces cas, les contrelattes sont fixées au droit des montants de la paroi support au travers du voile.

Les tableaux 6 et 7, ci-dessous, définissent les diamètres des pointes ainsi que leurs espacements de fixations au droit des montants d'ossature bois, en fonction de la hauteur du bâtiment, de la région de vent et du poids du bardage dans le cas d'une pose sans isolation complémentaire.

Les pointes sont définies au § 8.2.4.2

La fixation des contrelattes se fait par pointes et celles-ci doivent pénétrer d'au moins 30 mm (Figure 8) dans le montant d'ossature.

La distance aux bords de la fixation vis-à-vis de l'élément à fixer est de 3 fois le diamètre de la fixation.

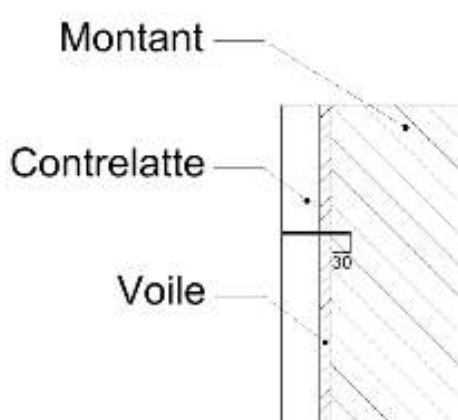


Figure 8 - Fixation de la contrelatte à son support, sans isolation complémentaire

Tableau 6 - Dimensionnement des fixations pour un poids propre de bardage de 60 kg/m² sans ITE pour tuiles à emboîtement

Région de vent	Rugosité	Diam. nominal mini "d" (mm) Diam. Tête mini "dh" (mm)	Espacement pointe (mm) pour une hauteur de bâtiment < 10 m	Espacement pointe (mm) pour une hauteur de bâtiment comprise entre 10 et 28 m
1	IIIb et IV	3,1 /6,2	300	300
	II et IIIa	3,1 /6,2	300	300
	0	3,1 /6,2	300	250
2	IIIb et IV	3,1 /6,2	300	300
	II et IIIa	3,1 /6,2	300	250
	0	3,1 /6,2	300	250
3	IIIb et IV	3,1 /6,2	300	250
	II et IIIa	3,1 /6,2	300	250
	0	3,1 /6,2	250	200

Tableau 7 - Dimensionnement des fixations pour un poids propre de bardage de 75 kg/m² sans ITE pour les tuiles plates

Région de vent	Rugosité	Diam. nominal mini "d" (mm) Diam. Tête mini "dh" (mm)	Espacement pointe (mm) pour une hauteur de bâtiment < 10 m	Espacement pointe (mm) pour une hauteur de bâtiment comprise entre 10 et 28 m
1	IIIb et IV	3,1 / 6,2	300	250
	II et IIIa	3,1 / 6,2	300	250
	0	3,1 / 6,2	300	250
2	IIIb et IV	3,1 / 6,2	300	250
	II et IIIa	3,1 / 6,2	300	250
	0	3,1 / 6,2	300	250
3	IIIb et IV	3,1 / 6,2	300	200
	II et IIIa	3,1 / 6,2	250	200
	0	3,1 / 6,2	250	200

*Le poids propre du bardage comprend le poids des tuiles, des liteaux et de leurs systèmes de fixation.

Les distances au bord sont données par la figure 11 gauche.

L'annexe D montre les hypothèses de calcul déterminant ces tableaux.

✓ **Cas avec complément d'isolation par l'extérieur placée dans une contre-ossature verticale de profondeur égale à l'épaisseur de l'isolant.**

Dans ce cas, la fixation des contrelattes sur les contres ossatures s'effectue par vis (figure 9). Le dimensionnement de ces fixations dépend à la fois de l'espacement des contres ossatures et de l'espacement des contrelattes.

La distance aux bords de la fixation vis-à-vis de l'élément à fixer est de 3 fois le diamètre de la fixation.

La pression d'arrachement exercée sur les fixations et la résistance de ces dernières sont déterminées selon les Eurocodes NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-4/NA ; avec les hypothèses suivantes :

- W50 (période de retour : 50 ans) ;
- $C_s C_d = 1$;
- $C_{season} = 1$ (situation de projet supérieur à un an)
- $C_{dir} = 1$;
- Coefficients de dépressions à considérer sont :
 - o Dépression en rive : $C_{pe} = -1,4$ (Zone A) ;
 - o Dépression en zone courante de bâtiment : $C_{pe} = -1,1$ (Zone B) ;
- $C_{pi} = 0$.

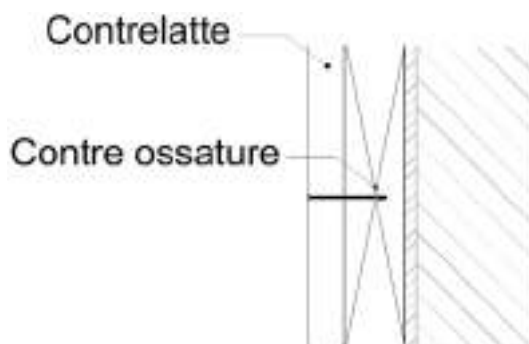


Figure 9 : Fixation de la contrelatte à son support vertical, avec isolation complémentaire

✓ **Cas avec complément d'isolation par l'extérieur supportée par une contre ossature horizontale.**

Dans le cas d'une isolation complémentaire par l'extérieur, la fixation des contrelattes sur les contres ossatures s'effectue par vis (figure 10). Le dimensionnement de ces fixations dépend à la fois de l'espacement des contres ossatures et de l'espacement des contrelattes.

La distance aux bords de la fixation vis-à-vis de l'élément à fixer est de 3 fois le diamètre de la fixation.

La pression d'arrachement exercée sur les fixations et la résistance de ces dernières sont déterminées selon les Eurocodes NF EN 1991-1-4 et NF EN 1991-1-4/NA ; avec les hypothèses suivantes :

- $W50$ (période de retour : 50 ans) ;
- $C_s C_d = 1$;
- $C_{season} = 1$ (situation de projet supérieur à un an)
- $C_{dir} = 1$;
- Coefficients de dépressions à considérer sont :
 - Dépression en rive : $C_{pe} = -1,4$ (Zone A) ;
 - Dépression en zone courante de bâtiment : $C_{pe} = -1,1$ (Zone B) ;
- $C_{pi} = 0$.

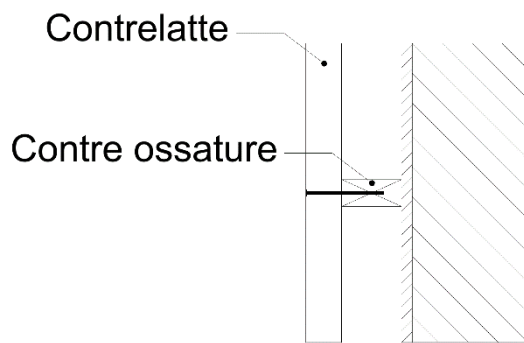


Figure 10 - Fixation de la contrelatte à son support horizontal, avec isolation complémentaire

✓ **Aboutage des contrelattes**

Dans les 2 cas, les aboutages des contrelattes doivent se faire en respectant les distances des fixations vis-à-vis des extrémités des contrelattes. Cette distance doit être de 30 mm (figure 11).

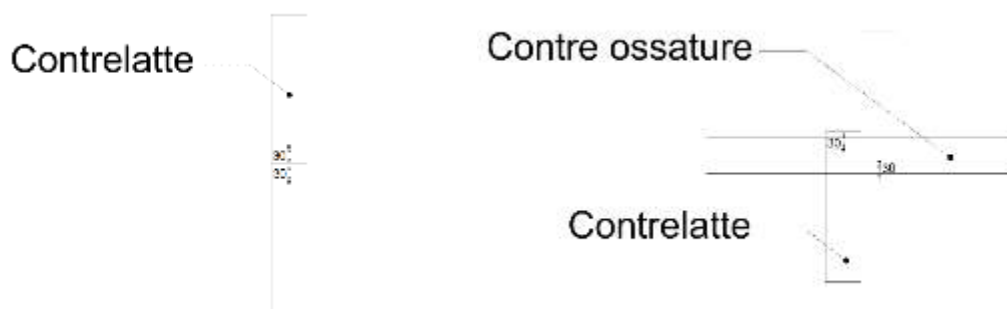


Figure 11 - Distance au bord de la fixation de la contrelatte à son support : à gauche sans isolation complémentaire, à droite avec isolation complémentaire.

6.1.2.2. Fixation et raccordement des liteaux sur les contrelattes

La fixation des liteaux sur les contrelattes s'effectue par vissage. Le vissage est obtenu par une vis à bois positionnée au centre du rectangle de superposition du liteau et de la contrelatte. L'ancrage de la vis dans la contrelatte doit être de 30 mm minimum.

Sur la largeur de la façade, le raccordement des liteaux s'effectue par alignement horizontal bout à bout :

- ✓ Toujours prévu au droit d'une contrelatte, chaque extrémité en regard des liteaux, ayant sa propre fixation sur la contrelatte ;
- ✓ La distance entre la fixation et l'extrémité du liteau est de six fois le diamètre de la fixation ;
- ✓ La superposition des joints des liteaux et des joints des contrelattes est à éviter.

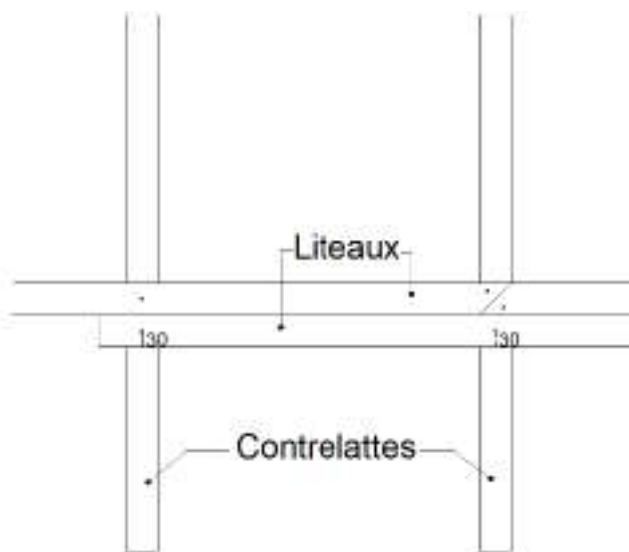


Figure 12 - Distance minimale à respecter pour la fixation du liteau sur la contrelatte : à gauche en partie courante, à droite lorsque les liteaux sont rabotés.

NOTE

On veillera à renforcer la liaison de 2 liteaux, en mettant par exemple une double pièce de contrelatte.

6.2 Parement

6.2.1 Tuiles plates

6.2.1.1. Type de pose

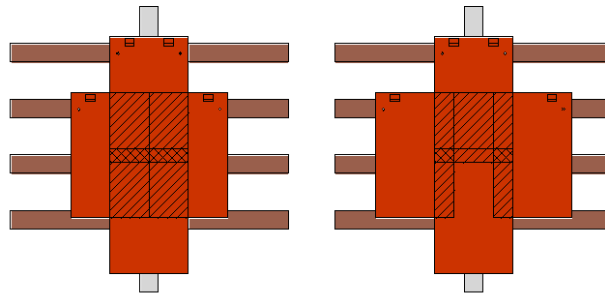
Les tuiles plates en terre cuite peuvent être mises en place selon deux types de pose :

- ✓ Pose juxtaposée : Latéralement, les tuiles sont posées côte à côte. Le recouvrement transversal est au minimum de 3 cm. La partie visible de la tuile, c'est-à-dire le pureau, détermine l'écartement des liteaux. Le pureau est égal à :

$$P = \frac{L - r_t}{2}$$

Avec P = pureau longitudinal, L = longueur de la tuile et r_t = recouvrement transversal

- ✓ Pose à claire voie : Les tuiles sont espacées entre elles de telle sorte que le recouvrement latéral d'une tuile sur l'autre soit au moins égal à 6 cm. L'espace libre (en cm) entre deux tuiles voisines est donc au maximum égal à $l-12$ cm, l étant la largeur de la tuile en cm.



- ▨ Double recouvrement
- ▩ Triple recouvrement

Figure 13 - Principe de pose, à gauche pose jointive, à droite pose à claire-voie.

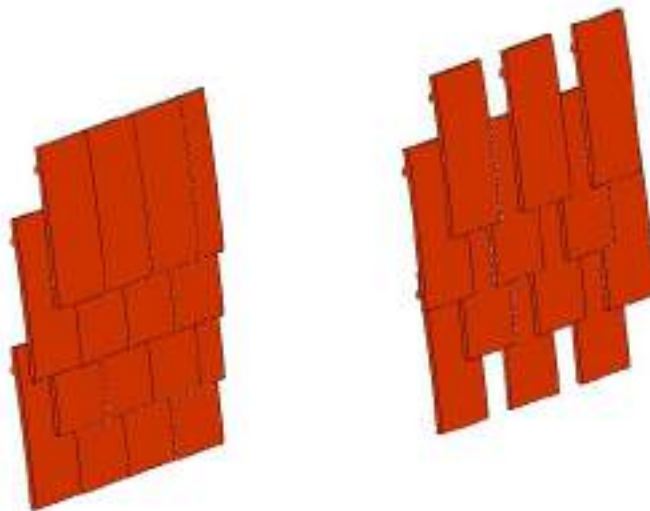


Figure 14 : Exemple de poses juxtaposée (à gauche) et de pose à claire-voie (à droite)

6.2.1.2. Recouvrement

Le recouvrement des tuiles, les unes par rapport aux autres, doit se faire en respectant des longueurs latérales et transversales minimales. Ces longueurs dépendent du type de pose, le tableau ci-dessous indique ces valeurs :

Tableau 8 - Recouvrement des tuiles en fonction du type de pose

Type de pose	Recouvrement	
	Longitudinal (r_L)	Vertical (r_V)
Jointive	Tuiles bord à bord	≥ 30 mm
A claire-voie	≥ 60 mm	≥ 30 mm

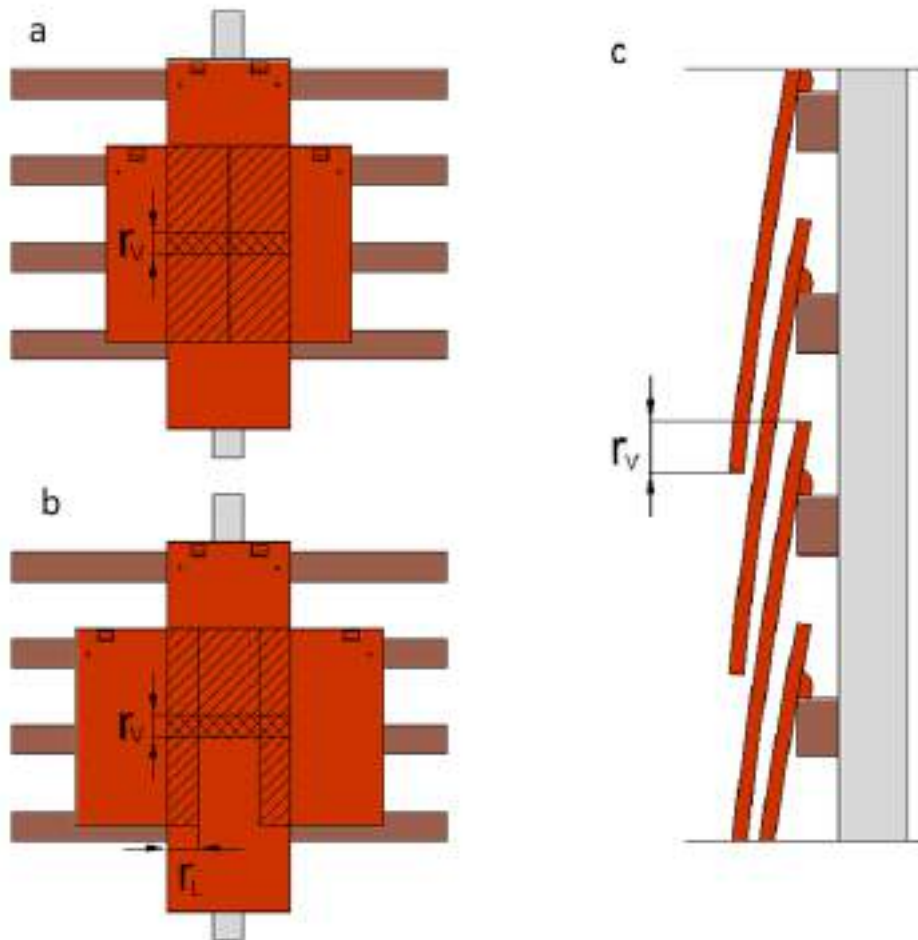


Figure 15 – a) Recouvrements minimaux à respecter en pose jointive. b) Recouvrements minimaux à respecter en pose jointive à claire-voie. c) Recouvrement transversal minimal.

6.2.1.3. Fixation des tuiles aux liteaux

Les dispositifs utilisés pour fixer les tuiles plates aux liteaux sont les vis. La fixation des tuiles aux liteaux se fait à l'aide de 2 vis de diamètre 4,5 mm conformes au § 8.2.4.1.

6.2.1.4. Mise en œuvre

Les tuiles plates de terre cuite sont posées à joints croisés (ce qui nécessite des demi-tuiles ou des tuiles et demie en rive).

La partie inférieure de chaque tuile prend place sur les tuiles du rang inférieur. Il est habituel, pour des questions d'ordre esthétique, d'employer des tuiles « courtes » en départ et haut de bardage.

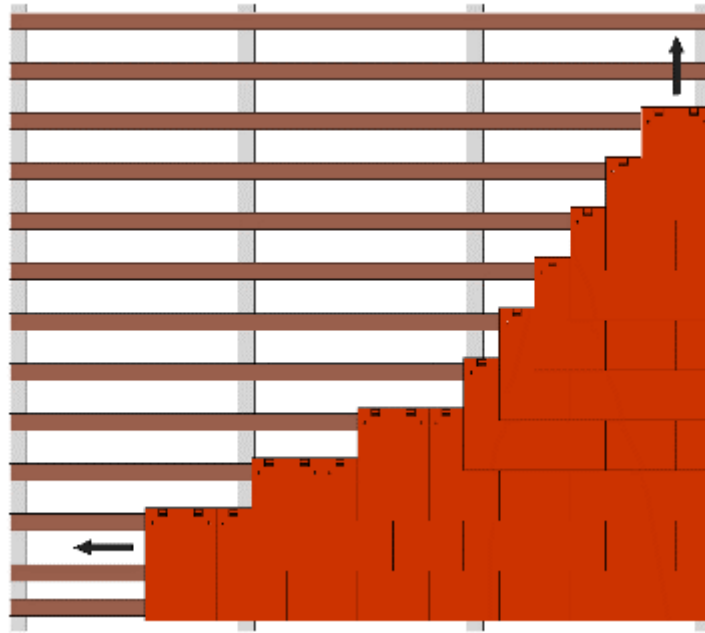


Figure 16 – Principe de pose à joint croisés des tuiles plates

Écartement des liteaux

L'écartement des liteaux correspond au pureau de la tuile compte tenu du calepinage de la surface à barder et du mode de pose (juxtaposée ou en claire-voie).

La méthode de remplacement de tuile cassée est indiquée dans l'annexe E.

6.2.1.5. Tuile à emboîtement

6.2.1.6. Définition

Seules les tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief avec un galbe G0 et G1 sont pris en compte dans ces Règles Professionnelles.

L'usage des tuiles à emboîtement pour la mise en œuvre en bardage est restreint aux tuiles dont le rapport G est inférieur ou égal à 0,23 (correspondant aux galbes G0 et G1).

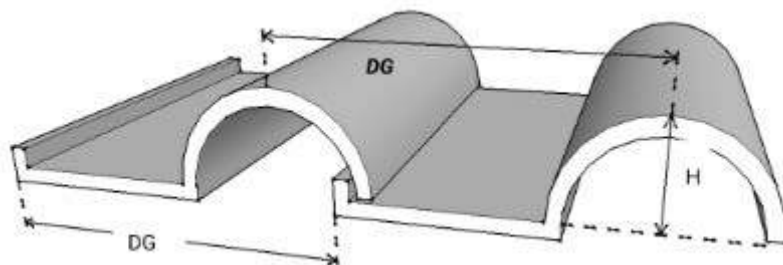


Figure 17 - Détermination du galbe de tuile

$$\text{Avec } G = \frac{H}{DG}$$

Où : H = hauteur du galbe et DG = distance entre les sommets de 2 galbes consécutifs.

6.2.1.7. Fixation des tuiles aux liteaux

Les dispositifs de fixation sont les suivants : Vis et crochets. La fixation des tuiles aux liteaux se fait à l'aide d'une vis de diamètre 4,5mm et un crochet, conformes au §8.2.4.

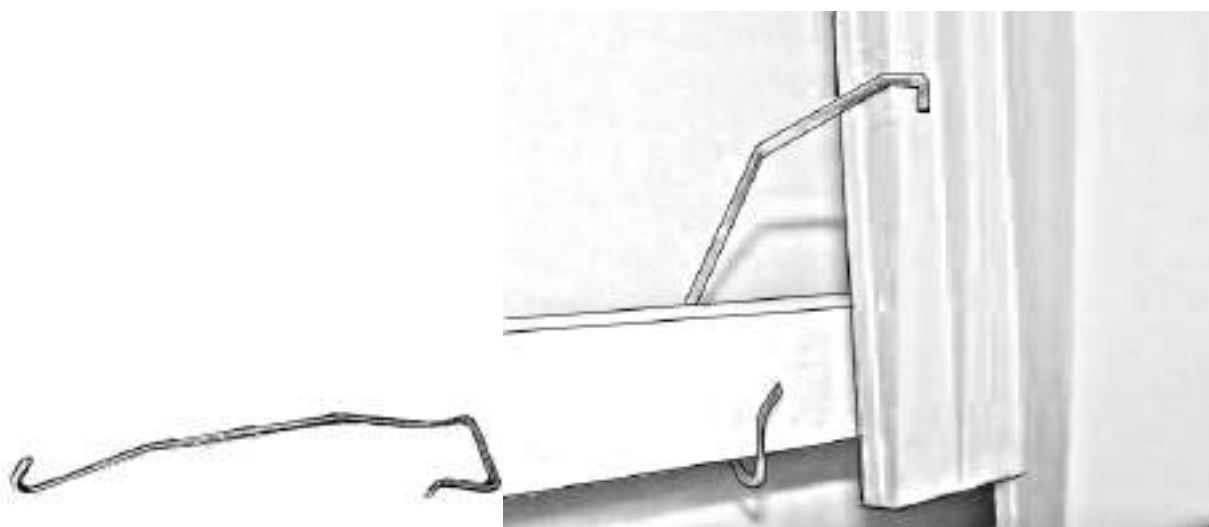


Figure 18 : croquis d'un crochet et sa mise en œuvre sur tuile à emboîtement

6.2.1.8. Mise en œuvre

Généralités

Les tuiles de terre cuite à emboîtement se posent soit à joints droits soit à joints croisés : la mise en œuvre commence par le bas et de la gauche ou la droite suivant le sens de l'emboîtement latéral du produit.

Le bon positionnement de la tuile doit résulter de l'appui du (ou des) tenon(s) prévu(s) à cet effet, sur la face amont du liteau. La partie inférieure de chaque tuile prend place sur la partie haute du rang inférieur, dont la conception est prévue à cet effet.

Écartement des liteaux

L'écartement des liteaux correspond au pureau de la tuile compte tenu du calepinage de la surface à barder. Dans le cas des tuiles avec jeu ou à pureau variable, il doit être compris entre le pureau minimal et maximal annoncé par le fabricant.

La valeur du pureau moyen est déterminée à l'aide des tuiles de la livraison destinées à être mises en œuvre, en procédant de la façon suivante (procédure décrite dans le DTU 40. 211):

- ✓ Prendre 30 tuiles au hasard dans la livraison ;
- ✓ Les poser à l'envers sur une aire plane, de façon à constituer 12 rangées alternatives de 3 tuiles, deux tuiles, trois tuiles, etc. ;
- ✓ Les tuiles sont emboîtées et simultanément tirées une à une dans le sens longitudinal de façon à mesurer la distance maximale des deux points correspondants, de la première à la onzième tuile, soit L (exprimée en centimètres)
- ✓ Ensuite, les tuiles sont enlevées puis à nouveau disposées et emboîtées, elles sont simultanément resserrées une à une au maximum de manière à effectuer à nouveau la mesure, soit l (exprimées en centimètres).

Le pureau moyen est déterminé par la formule : $P = (L+l) / 20$

La méthode de remplacement de tuile cassée est indiquée dans l'annexe E.

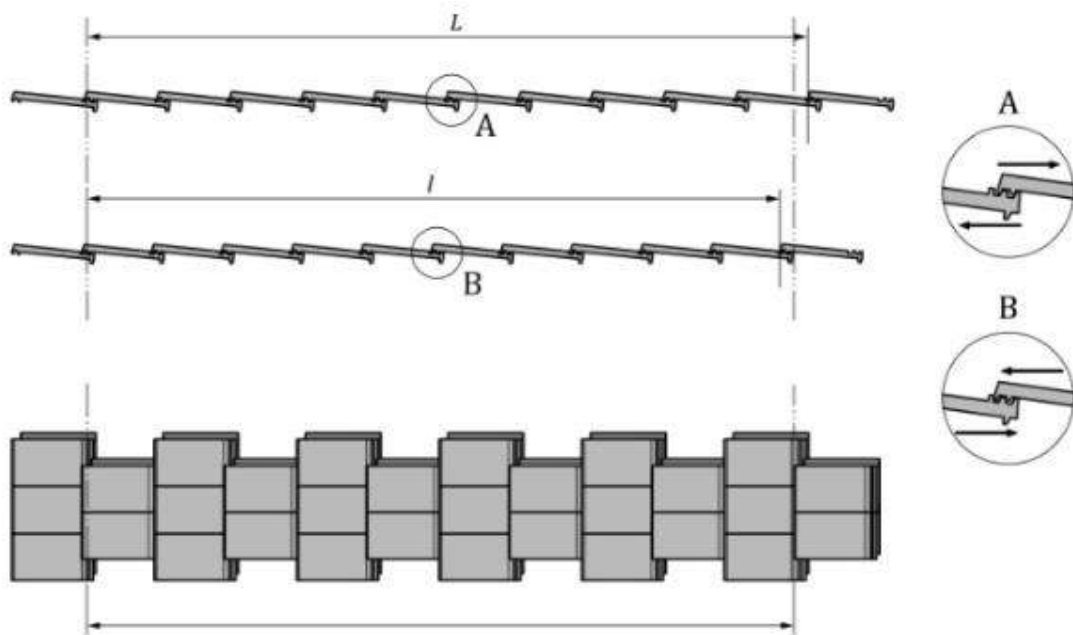


Figure 19 : schéma explicatif de la détermination du pureau pour les tuiles à emboîtement

7. Points singuliers

Légende générale pour l'ensemble des détails ci-après :

1. Linteau
2. Bavette métallique d'habillage du linteau (pente 3% mini) ventilée en sous-face
3. Espacement à déterminer selon les besoins de ventilation (cf Tableau 5), 10 mm minimum
4. Pièce d'encadrement
5. Bavette métallique d'habillage de la pièce d'appui (pente 3% mini) ventilée en sous-face
6. Menuiserie
7. Pièce d'appui
8. Pare-vapeur
9. Calfeutrement (mastic) + Fond de joint
10. Cale
11. Bande adhésive
12. Bardage tuile de terre cuite
13. Linteau
14. Contrelatte
15. Contre-ossature
16. Bande à rabattre

7.1 Intégration des menuiseries

L'intégration des menuiseries (y compris positionnement dans le chevêtre et calfeutrement) se fera conformément aux prescriptions du NF DTU 36.5

De plus, il conviendra de se référer aux prescriptions suivantes.

Les distances suivantes doivent être respectées en appui de baie :

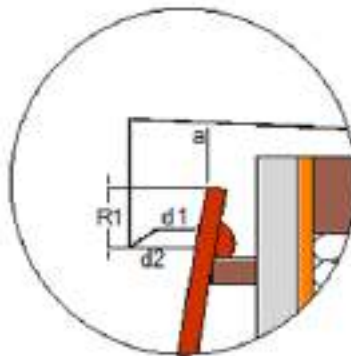


Figure 20 : Schéma d'illustration des annotations

Tableau 9 - Distance à respecter en appui de baie

Bâtiment		r_1	r_1/d_1	d_2
Position de la baie par rapport au Terrain Naturel	≤ 24 m	≥ 40 mm	$\leq 2,5$	≥ 25 mm
	> 24 m	≥ 90 mm		
Front de mer		≥ 110 mm		

Les conditions de ventilation de la lame d'air doivent être appliquées pour définir la distance « a » entre le haut de la tuile et le nu inférieur de l'appui. Cette distance « a » doit être comprise entre 10 et 20 mm, soit $10 \text{ mm} \leq a \leq 20 \text{ mm}$.

Les distances suivantes doivent être respectées en tableau de baie :

Tableau 10 - Distance à respecter pour le tableau de baie

Bâtiment		r ₂
Hauteur	≤ 24 m	≥ 40 mm
	> 24 m	
Front de mer		

Avec

- ✓ r₁ : recouvrement vertical d'un élément par rapport à un autre (exemple : recouvrement de la retombé de l'appui vis-à-vis de la dernière tuile).
- ✓ r₂ : recouvrement horizontal d'un élément par rapport à un autre (exemple : recouvrement de la tuile par rapport au tableau de baie).
- ✓ d₁ : distance horizontale entre la retombé de l'appui de baie (ou de la bavette de recoupement) par rapport à la tuile.
- ✓ d₂ : distance horizontale entre le retour de la retombé de l'appui de baie (ou de la bavette de recoupement) par rapport à la tuile.
- ✓ a : hauteur permettant la bonne ventilation de la lame d'air.

L'annexe G illustre la réalisation de ces points

7.1.1.1. Menuiserie en applique intérieure et pré-cadre bois

L'appui de baie permet de réaliser la liaison entre la traverse du chevêtre et la menuiserie. Son rôle est également de rejeter les eaux de ruissellement vers l'extérieur de la façade.

L'essence de bois de l'appui doit être compatible avec l'utilisation des éléments métalliques (selon le NF DTU 40.36).

L'appui doit avoir une pente minimale de 3% lorsqu'il est capoté par une bavette métallique. Cette dernière participe à la durabilité et à la continuité de l'étanchéité à l'eau de l'encadrement.

La pièce d'appui répondra aux prescriptions du DTU 31.2.

Le même procédé sera réalisé pour la pièce du linteau.

NOTE

L'appui en bois non protégé par une bavette métallique n'est pas considéré comme une solution robuste et pérenne.

Les pièces d'encadrements en bois sont recouvertes par un profilé métallique qui vient se retourner le long du pré-cadre coté bardage et se fixer sur le linteau vertical, sur une distance mini de 80 mm pour former un couloir vertical.

La pièce d'appui doit recueillir les eaux du couloir vertical par un relevé sur son extrémité (Figure 21).

Le recouvrement vertical de deux pièces métalliques l'une sur l'autre est à minima de 80 mm.

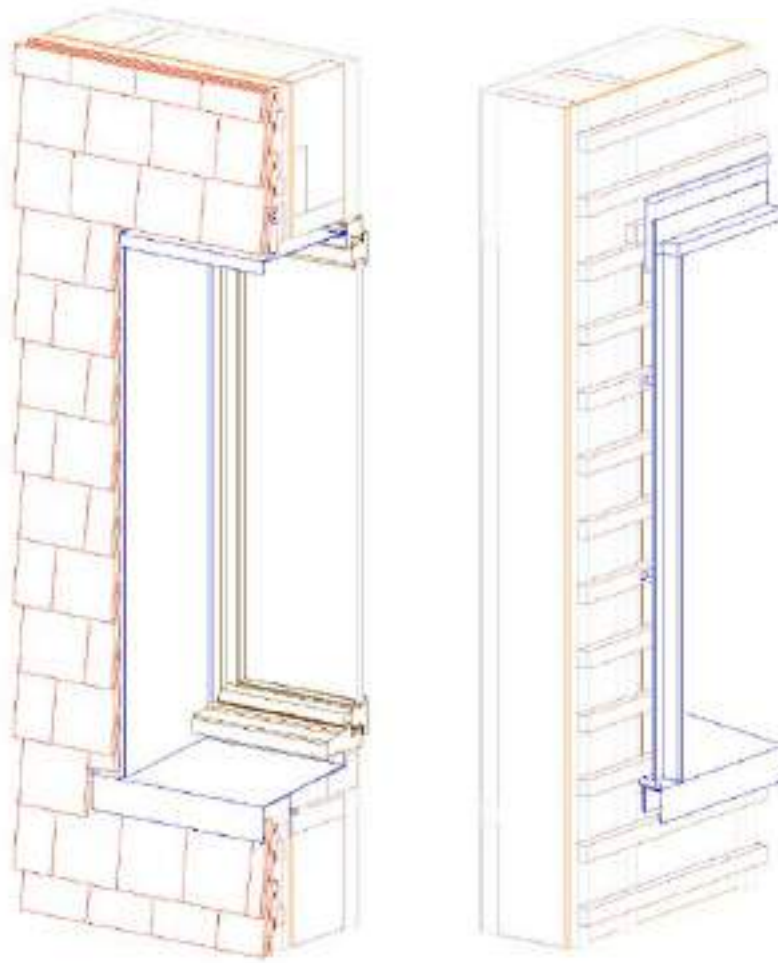


Figure 21 - Vue en perspective d'un principe d'intégration de menuiserie en applique intérieure avec pré-cadre bois.

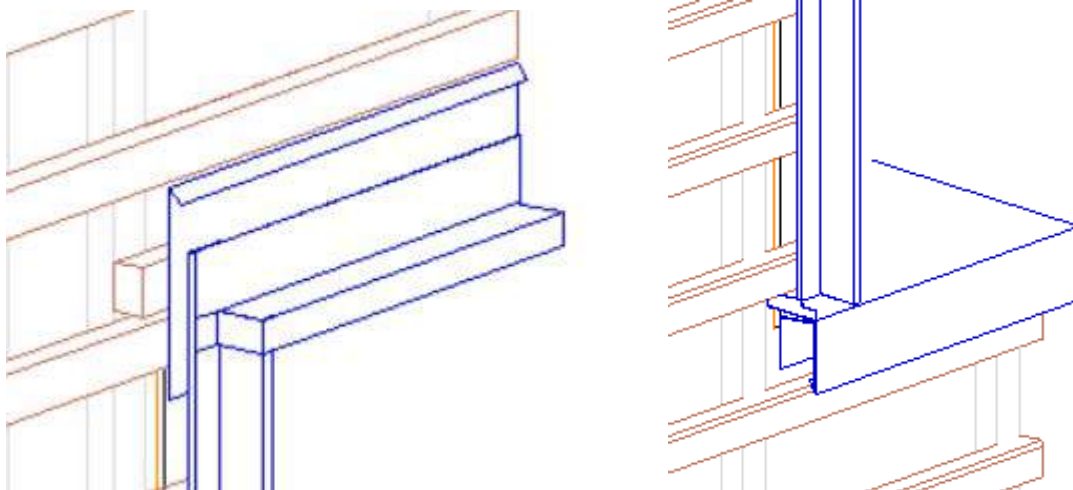


Figure 22 - Zoom du principe de jonction entre le chéneau vertical, à gauche avec le linteau, à droite avec l'appui.

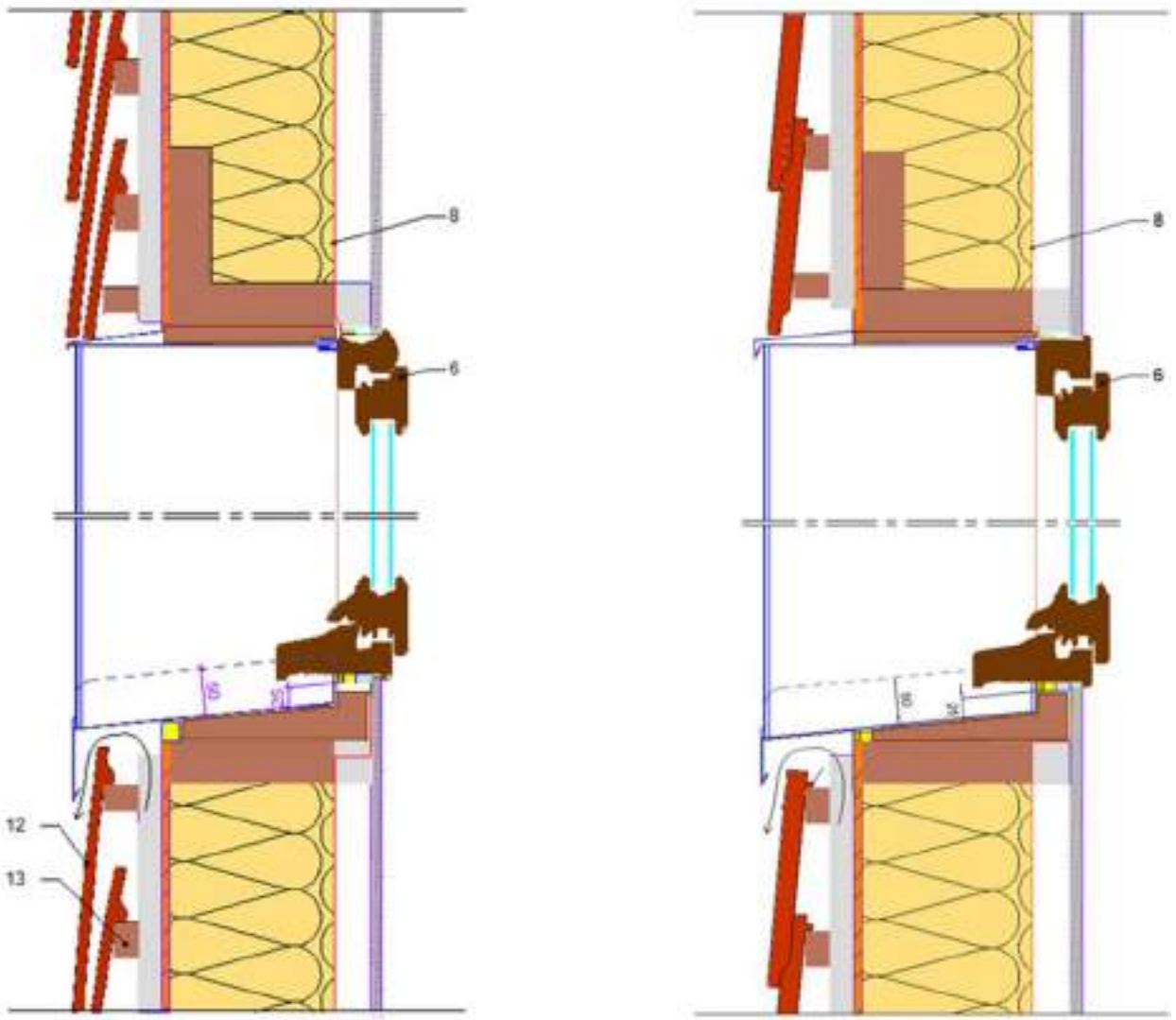


Figure 23 - Coup verticale sur menuiserie en applique intérieure avec pré-cadre bois

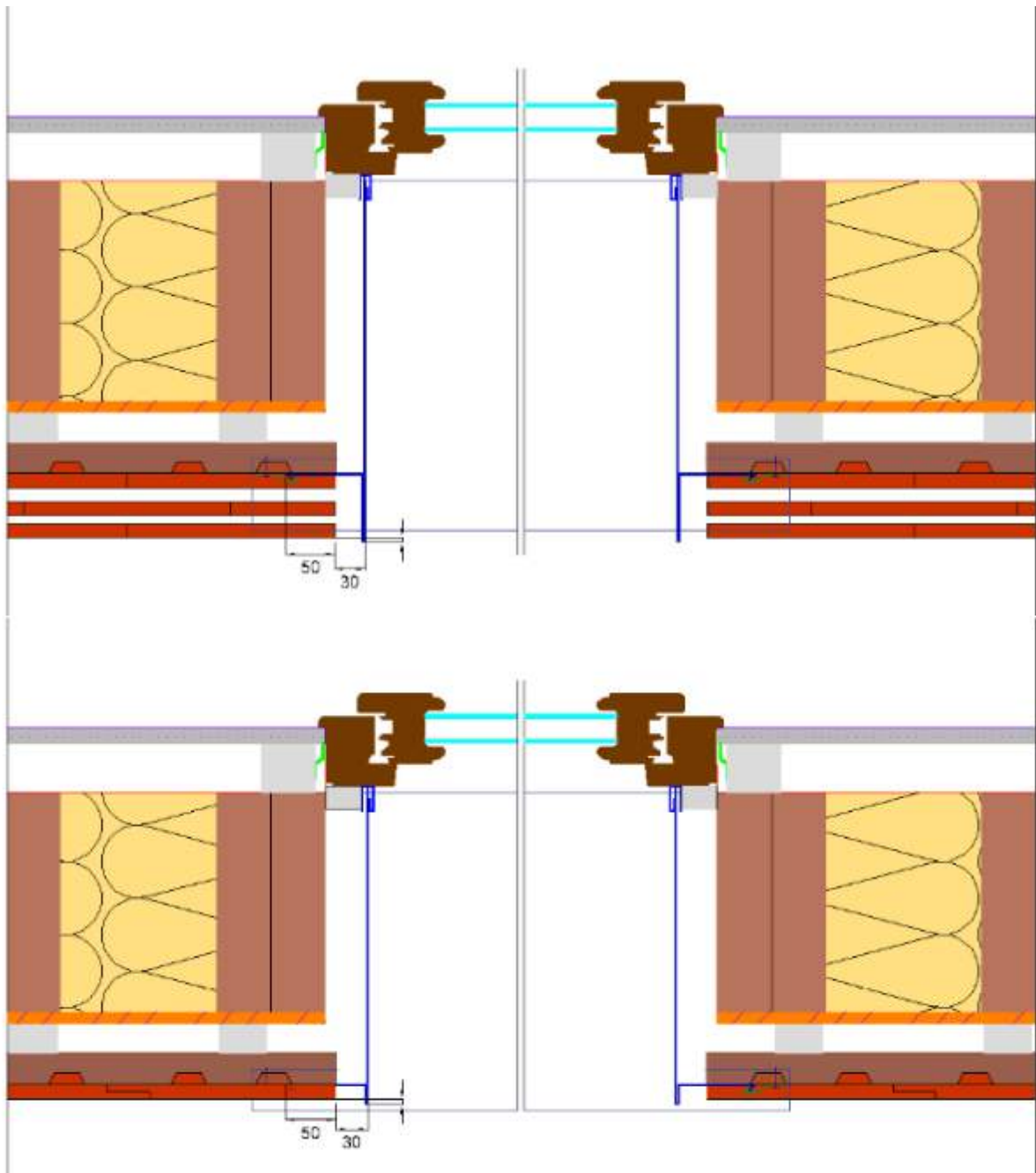


Figure 24 - Coup horizontale sur menuiserie en applique intérieure avec pré-cadre bois

NOTE

Pour les tuiles plates et les tuiles à pureau variable, la découpe des tuiles est possible. Alors que pour les tuiles à recouvrement à pureau fixe, c'est à l'encadrement en zinguerie de s'adapter sur les tuiles.

7.1.1.2. Menuiserie en applique intérieure, pré-cadre bois et isolation thermique par l'extérieur

Le principe reste le même que décrit au § 7.1.1, seule la longueur de l'appui diffère dû à la surépaisseur de l'isolant par l'extérieur.

Le recouvrement vertical de deux pièces métalliques l'une sur l'autre est à minima de 80 mm.

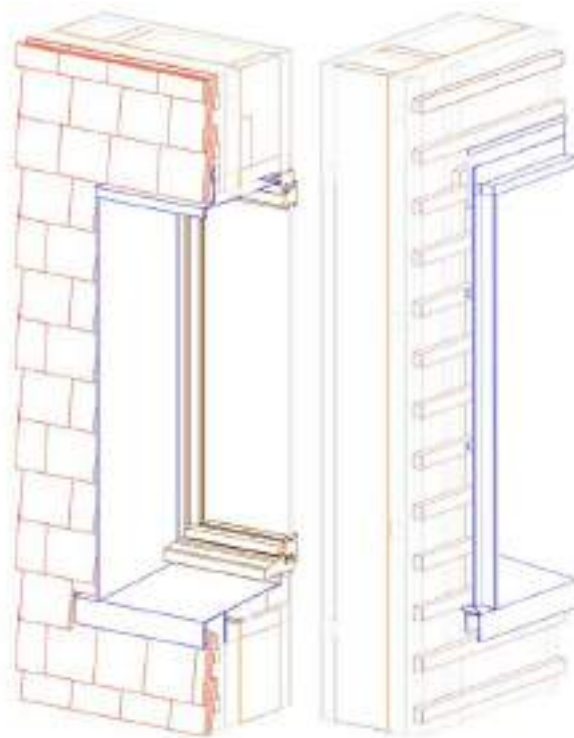


Figure 25 - Vue en perspective d'un principe d'intégration de menuiserie en applique intérieure avec pré-cadre bois et ITE

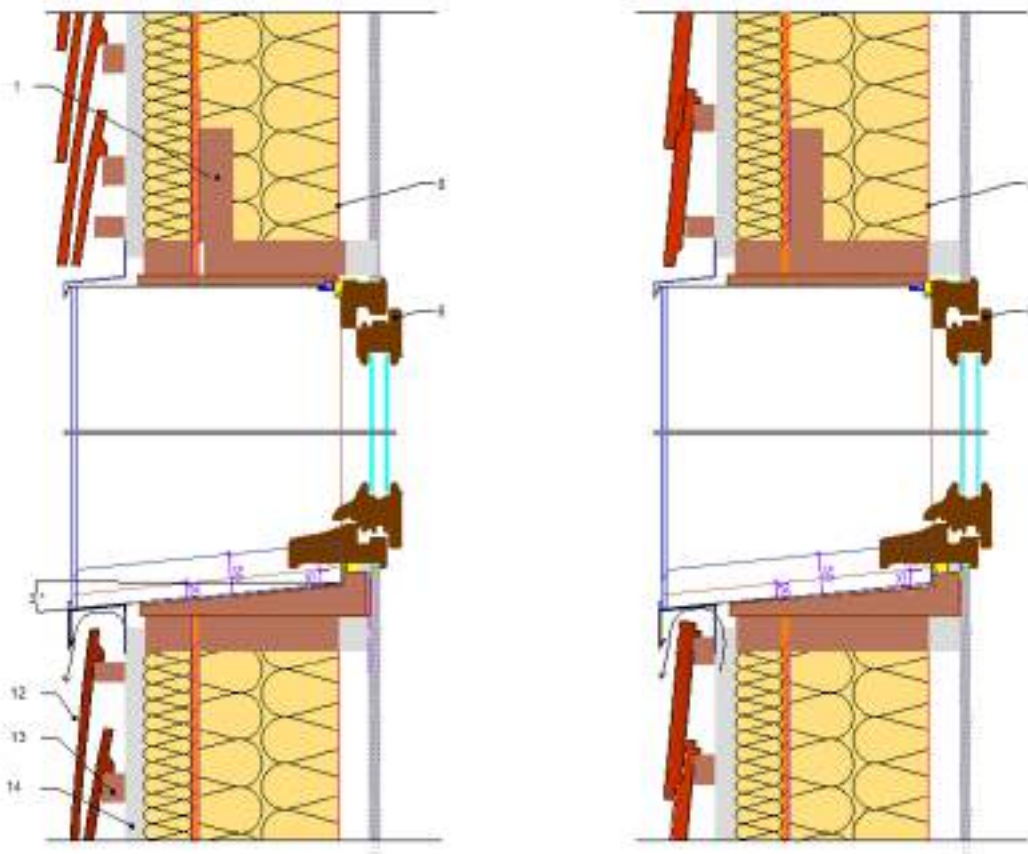


Figure 26 - Coup verticale sur menuiserie en applique intérieure avec pré-cadre bois et ITE

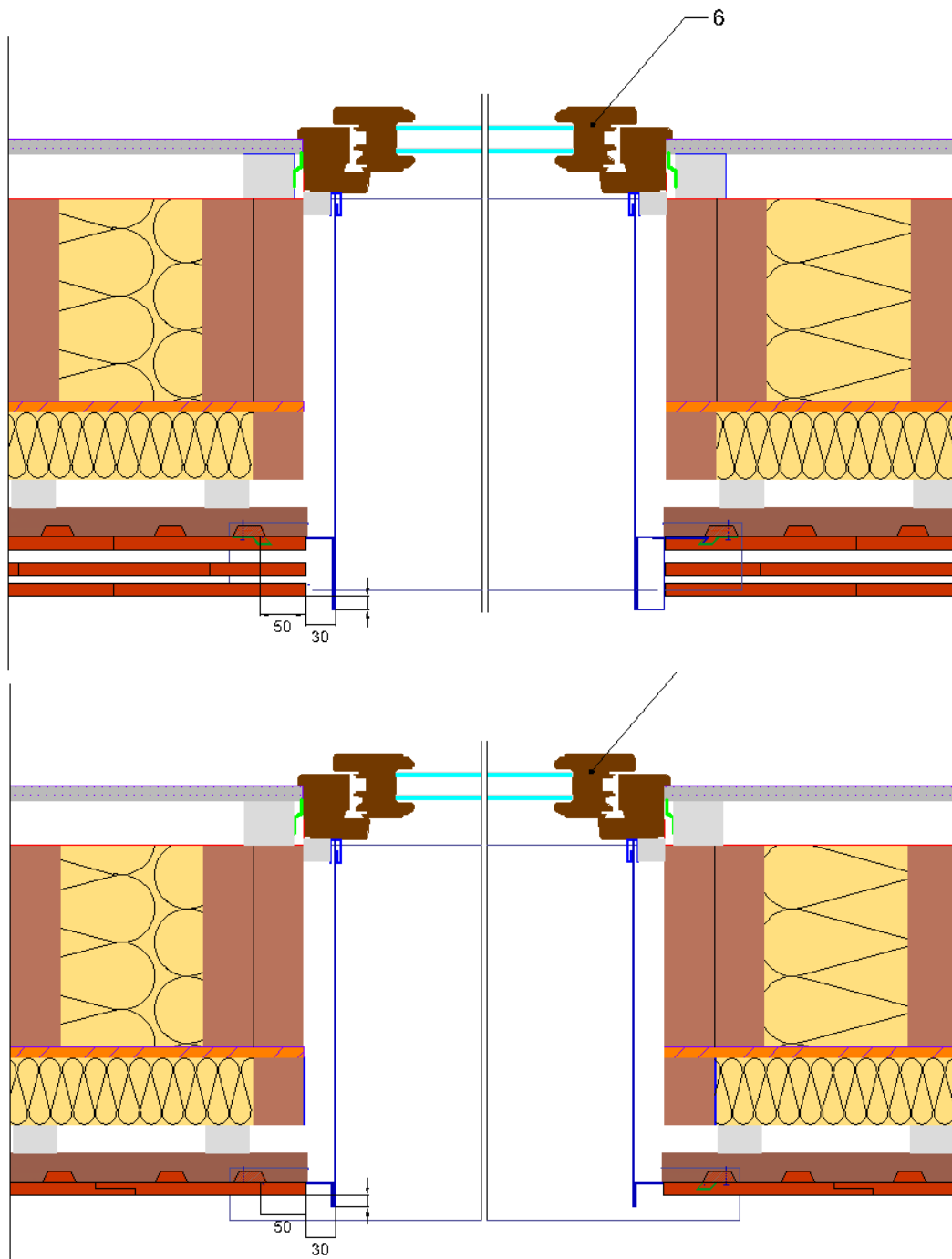


Figure 27 - Coup horizontale sur menuiserie en applique intérieure avec pré-cadre bois et ITE

7.2 Angle rentrant

L'angle rentrant peut-être réalisé à l'aide d'un profilé métallique, tout en respectant un recouvrement latéral (r_2) supérieur ou égale à 40 mm.

La longueur de ces profilés est de 2 mètres maximum, avec un recouvrement vertical minimal de 80 mm entre deux profilés. Ces profilés sont fixés par pattes-agrafes.

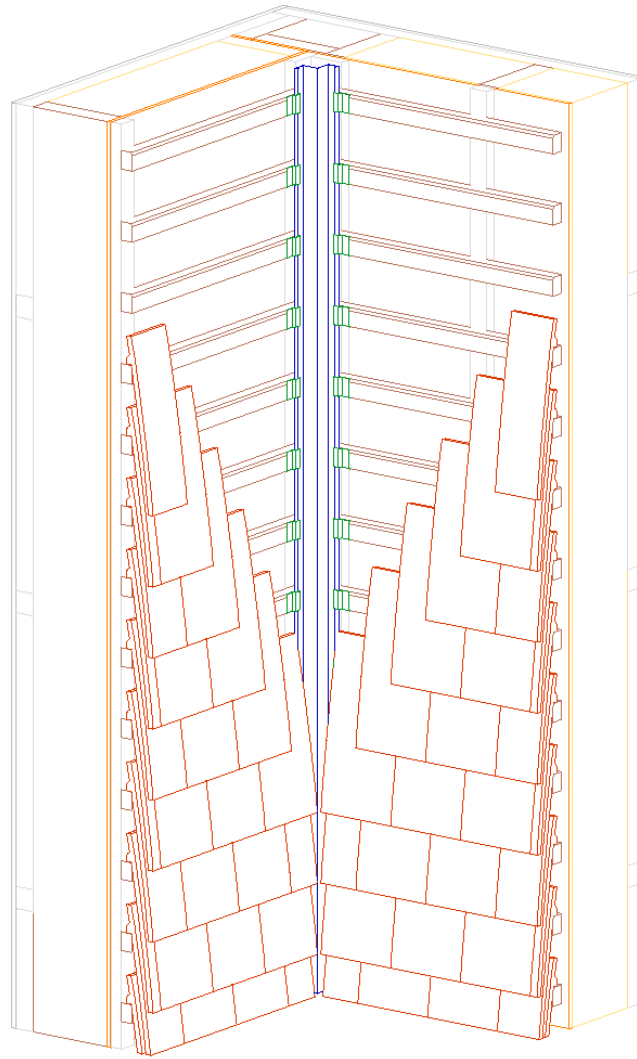


Figure 28 - Vue en perspective d'un angle rentrant

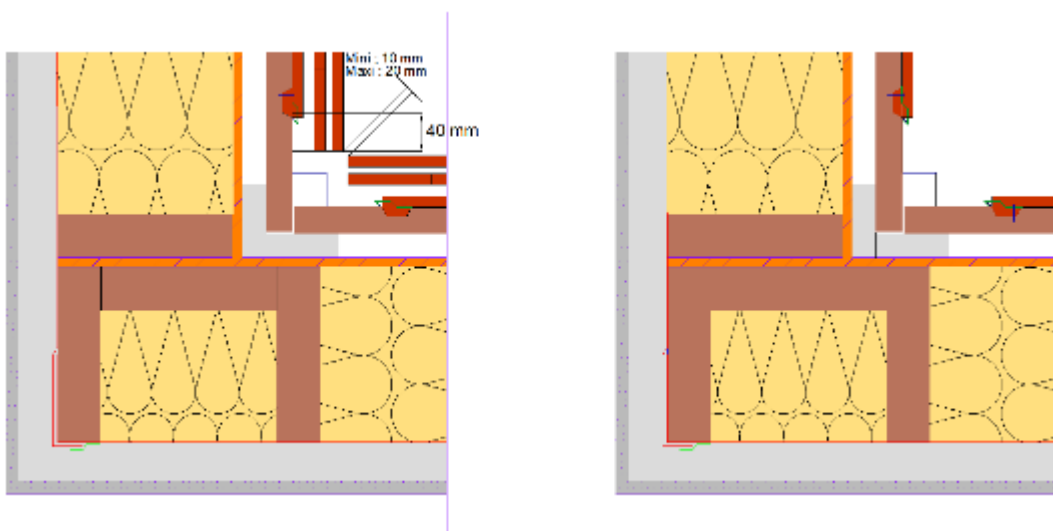


Figure 29 - Coupe horizontale sur angle rentrant

7.3 Angle sortant

L'angle sortant peut être réalisé à l'aide d'un profilé métallique, tout en respectant un recouvrement latéral (r2) supérieur ou égale à 40 mm.

La longueur de ces profilés est de 2 mètres maximum si ceux-ci sont fixés par pattes-agrafes. S'ils sont fixés directement, la longueur est limitée à 1 mètre. Un recouvrement vertical minimal de 80 mm entre deux profilés est nécessaire.

L'angle sortant peut être réalisé par un profilé métallique (comme représenté sur les illustrations ci-dessous), soit par un accessoire en terre cuite spécifique en fonction de la tuile utilisée.

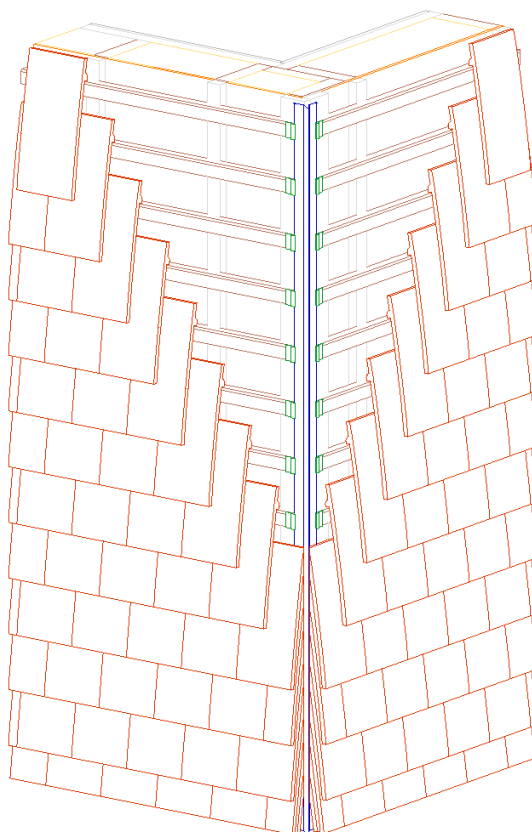


Figure 30 - Vue en perspective d'un angle sortant avec profilé métallique

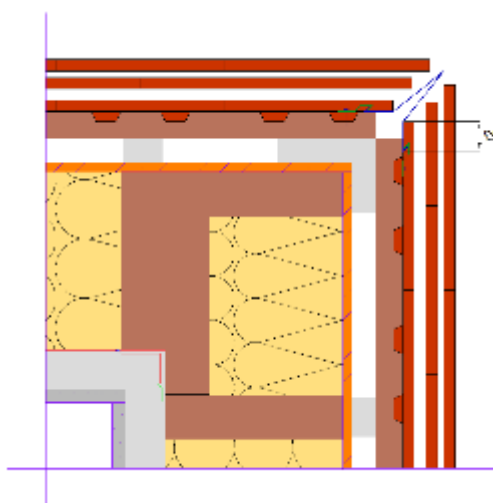


Figure 31 – Exemple de profilé n°1 angle sortant

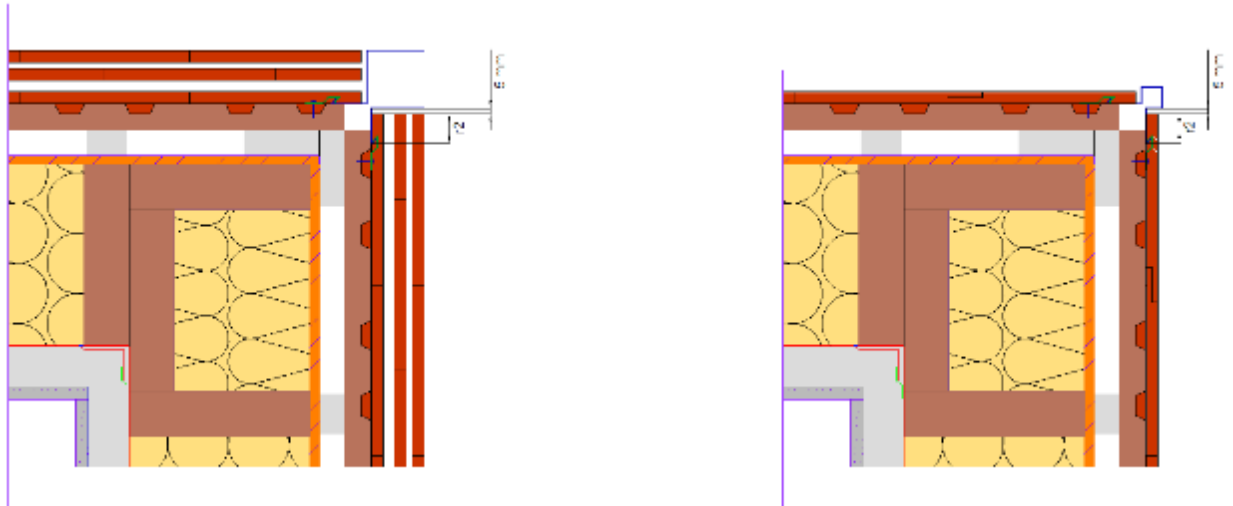


Figure 32 – Autre exemple de profilé d'angle sortant

7.4 Traversée de paroi

Un fourreau de réservation est mis en œuvre suivant les préconisations des DPM par l'entreprise de bardage

L'étanchéité se fait par la création d'un profilé métallique venant s'insérer dans la continuité des tuiles ou par un accessoire coordonné à la tuile de terre cuite.

Le fourreau de réservation doit avoir au minimum une pente de 3% extérieur vers le bas.

NOTE

A l'intérieur, le fourreau de réservation est supporté par un panneau à base de bois sur lequel vient se joindre le film pare-vapeur avec un manchon en caoutchouc EPDM du diamètre du fourreau de réservation. Enfin, le jointoiement de finition du revêtement intérieur est réalisé conformément aux prescriptions du NF DTU 25.41 – annexe B.

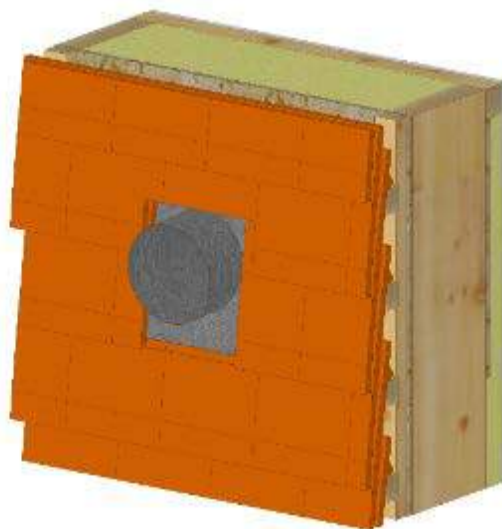


Figure 33 - - Vue en perspective de principe de la traversée de paroi

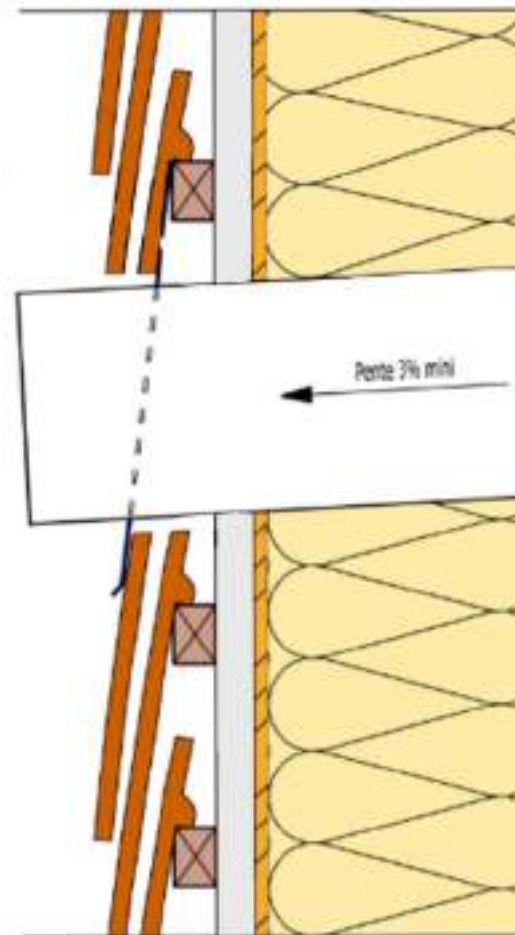


Figure 34 - Coupe verticale de la traversée de paroi

NOTE

La traversée de paroi peut être de niveau Ee1 au sens du NF DTU 31.2 dans la mesure où l'étanchéité de la paroi est assurée par le bardage et l'abergement de la traversée de paroi.

7.5 Pied de mur

Les préconisations suivantes doivent être respectées en partie basse de bardage :

- ✓ Mise en place d'une grille de protection anti-rongeur comportant des orifices de ventilation,
- ✓ La verticalité du bardage est assurée par la mise en place d'une chanlatte,
- ✓ La distance minimale entre le liteau bas et le sol est de 200 mm,
- ✓ La distance minimale entre le sol et le nez inférieur du rang de tuiles le plus bas est :
 - 150 mm en cas de sol meuble,
 - 50 mm en cas de sol dur.
- ✓ Le débord minimum des tuiles, vis-à-vis de la chanlatte, est de 30 mm.

Précaution de fixation :

- ✓ Pour les tuiles plates : Comme en partie courante, deux fixations par tuile,
- ✓ Tuiles à emboîtement : Toutes les fixations sont mises en place avec le crochet.

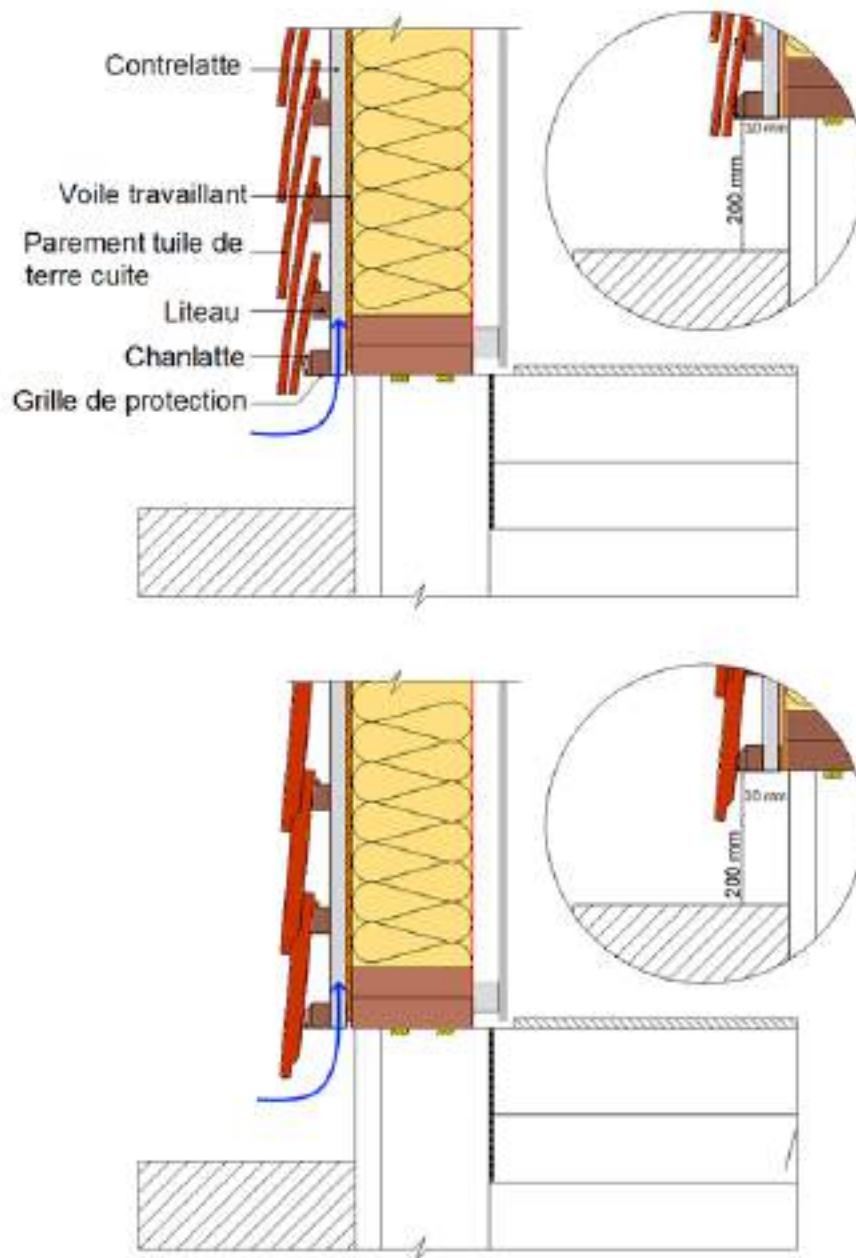


Figure 35 - Détail du pied de mur

7.6 Rive haute

Les distances suivantes doivent être respectées en partie haute :

Tableau 11 - Distances à respecter pour la rive haute

Bâtiment		r_1	r_1/d_1	d_2
Hauteur	≤ 24 m	≥ 50 mm	$\geq 2,5$	≥ 25 mm
	> 24 m	≥ 100 mm		
Front de mer		120 à 150 mm		

Pour rappel, la valeur « a » doit être comprise entre 10 mm et 20 mm soit $10 \text{ mm} < a < 20 \text{ mm}$.

NOTE

L'interface entre le bardage tuile et la toiture doit se faire conformément aux référentiels de la toiture.

Cas de l'acrotère :

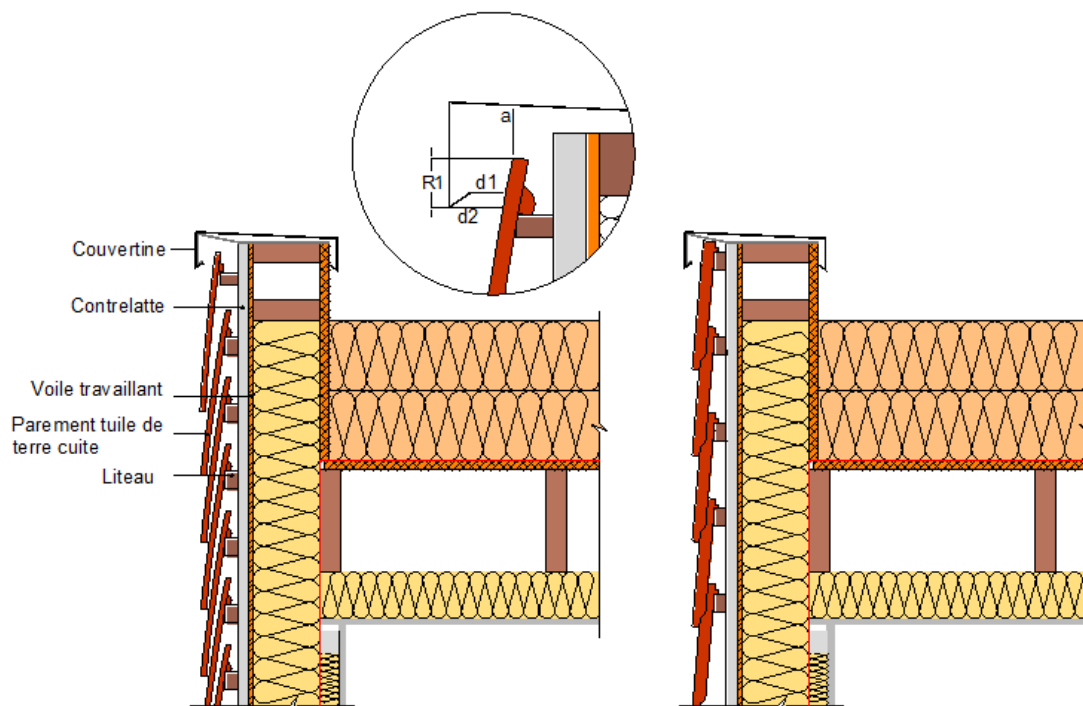


Figure 36 - Détail sur acrotère

Cas de la jonction avec toiture :

Pour rappel, la valeur « a » doit être comprise entre 10 mm et 20 mm soit $10 \text{ mm} < a < 20 \text{ mm}$.

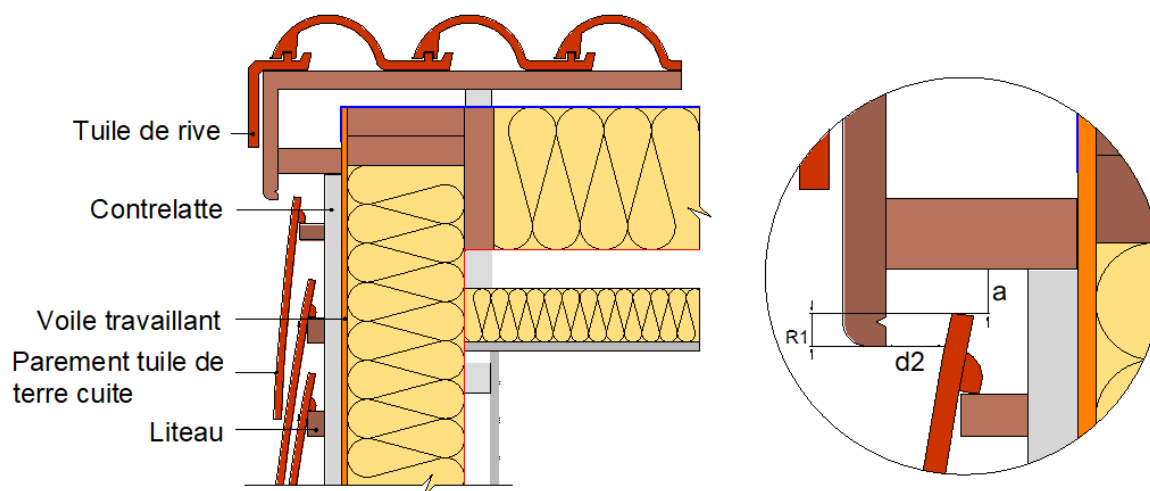


Figure 37 - Détail jonction toiture au niveau du pignon

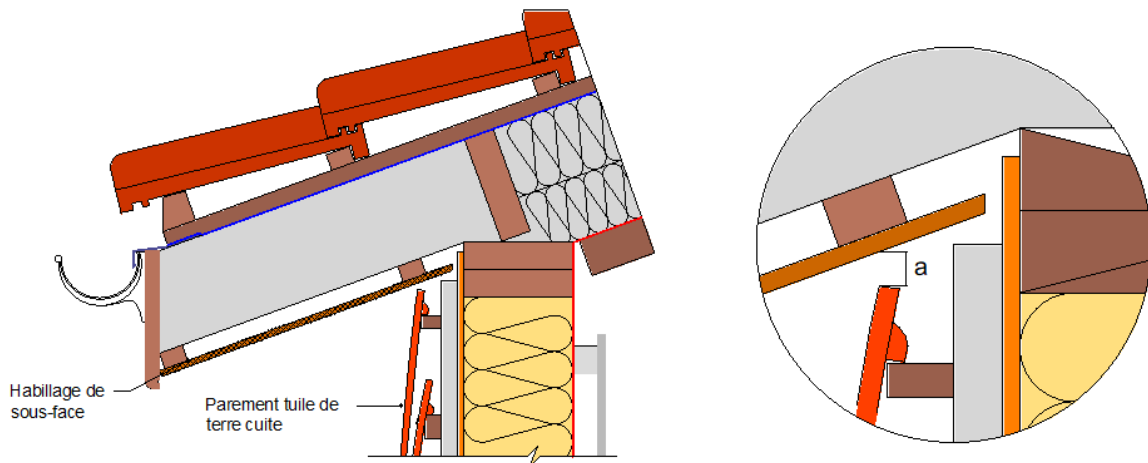


Figure 38 - Détail jonction toiture au niveau du bas de pente

7.7 Recouplement entre niveaux lorsque nécessaire

Les cotes suivantes devront être respectées au niveau des recouplements entre niveaux :

Tableau 12 - Distances à respecter pour le recouplement entre niveaux

Bâtiment		r_1	r_1/d_1	d_2
Hauteur	≤ 24 m	≥ 50 mm	$\geq 2,5$	≥ 25 mm
	> 24 m			
Front de mer				

Pour rappel, la valeur « a » doit être comprise entre 10 mm et 20 mm soit $10 \text{ mm} < a < 20 \text{ mm}$.

NOTE

Les détails de mise en œuvre dans le cadre de l'IT 249 sont décrits dans l'appréciation de laboratoire " **Bois construction et propagation du feu par les façades** " (C.F.§ 5.4.3 du présent document).

La fixation de la bavette se fait au niveau des montants verticaux de la structure primaire.

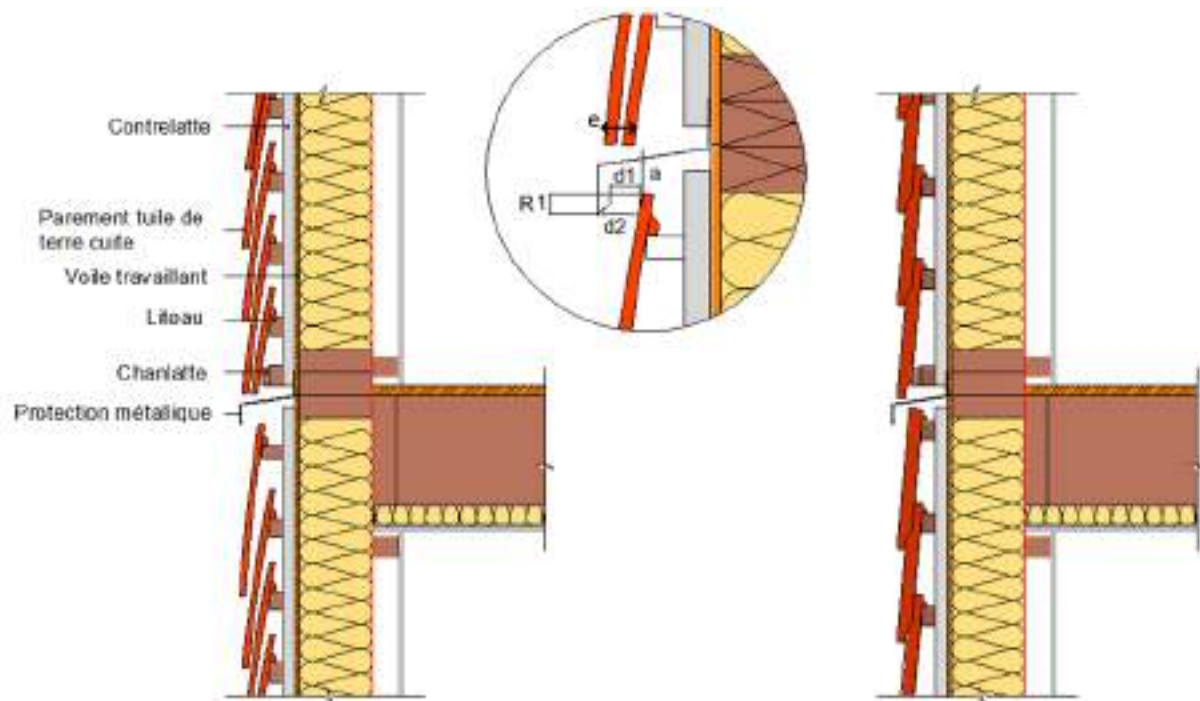


Figure 39 - Détail jonction entre niveaux

En l'absence d'isolation complémentaire la longueur de la bavette, projetée horizontalement, doit comprendre les épaisseurs suivantes :

- ✓ L'épaisseur de la contrelatte,
- ✓ L'épaisseur du liteau,
- ✓ L'épaisseur équivalente du complexe de tuile (e).

La longueur de la bavette doit être suffisante afin de respecter les valeurs d1 et d2.

Lorsque nous sommes dans le cas d'une isolation complémentaire, l'épaisseur de l'isolation complémentaire doit être prise en compte afin de déterminer le débord (projeté horizontalement) de la bavette. La bavette devra donc être dimensionnée pour résister aux charges dues au vent (soit ici à une pression de vent maximale de 1 363 Pa).

7.8 Joints de dilatation

Le traitement des joints de dilatation se fait par deux profilés métalliques permettant le mouvement de blocs l'un par rapport à l'autre, tout en respectant un recouvrement latéral (r2) supérieur ou égale à 40 mm. Le recouvrement des profilés (r3) est spécifié dans les DPM en fonction des études sismiques de déplacement possible des blocs. Le pli ouvert des profilés est à minima de 10 mm. Un recouvrement vertical minimal de 80 mm entre deux profilés est nécessaire.

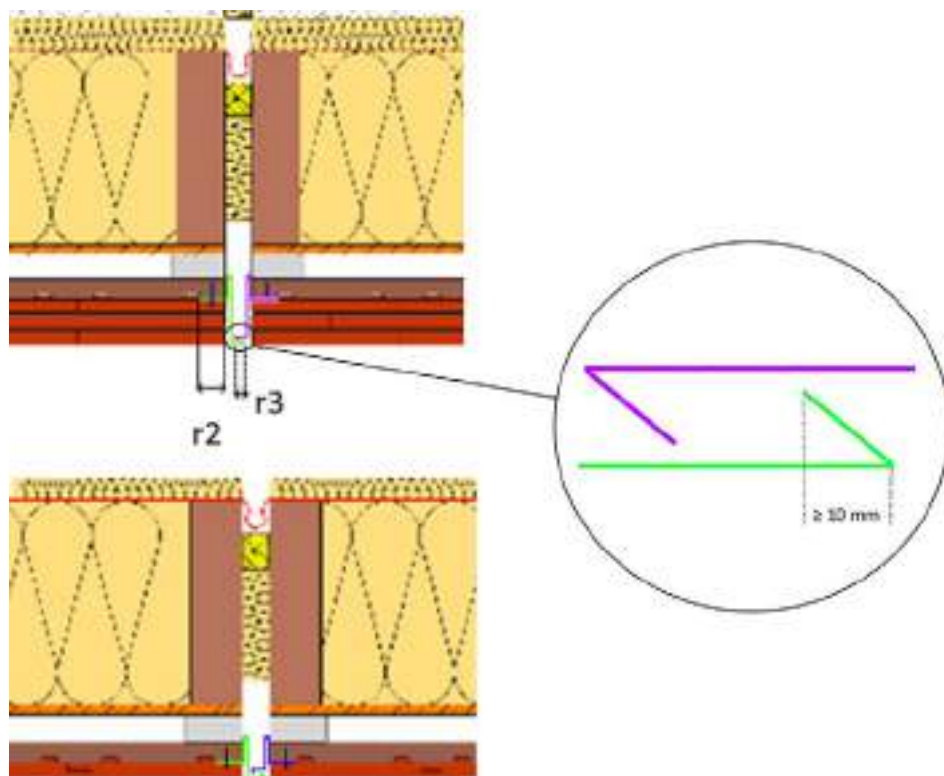


Figure 40 - Détail du traitement du joint de dilatation avec profilés métalliques avec zoom sur pli des profilés

8. Choix des matériaux

Le présent chapitre fixe les critères généraux de choix des matériaux utilisés pour l'exécution des ouvrages de bardage en tuiles plates de terre cuite, à emboîtement ou à glissement à relief et à emboîtement à pureau plat dans le champ d'application du document de mise en œuvre des bardages rapportés à base de tuile de terre cuite.

8.1 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

- ✓ NF DTU 31.2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois,
- ✓ NF DTU 40.21 : Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief,
- ✓ NF DTU 40.211 : Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat,
- ✓ NF DTU 40.23 Cahier des charges applicable aux travaux de couverture en tuiles plates de terre cuite,
- ✓ FD P20-651 : Durabilité des éléments et ouvrages en bois,
- ✓ NF EN 338 : Bois de structure - Classes de résistance,
- ✓ NF B 52-001-1 : Règles d'utilisation du bois dans la construction - Classement visuel pour l'emploi en structures des bois sciés français résineux et feuillus,
- ✓ NF EN 335-1, Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois — Définition des classes de risque d'attaque biologique — Partie 1 : Généralité (indice de classement : B 50-100-1),
- ✓ NF EN 335-2, Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois — Définition des classes de risque d'attaque biologique — Partie 2 : Application du bois massif (indice de classement : B 50-100-2),
- ✓ NF EN 351-1, Durabilité du bois et des produits à base de bois - Bois massif traité avec produit de préservation - Partie 1 : classification des pénétrations et rétentions des produits de préservation,
- ✓ NF EN 599-1, Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Efficacité des produits préventifs de préservation du bois établie par des essais biologiques - Partie 1 : spécification par classe d'emploi - Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Efficacité des produits préventifs de préservation du bois établie par des essais biologiques - Partie 1 : spécification par classe d'emploi,
- ✓ NF ISO 48 : Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique - Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC),
- ✓ NF E 25-600 : Norme de famille des vis à bois,
- ✓ NF EN 10263 : Barres, fil machine et fils en acier pour transformation à froid et extrusion à froid,
- ✓ NF EN 13162 : Produits isolants thermiques pour le bâtiment - Produits manufacturés en laine minérale (MW),
- ✓ NF EN 1396 : Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles et bandes revêtues en bobine pour applications générales – Spécifications,
- ✓ NF EN 10169 : Produits plats en acier revêtus en continu de matières organiques (pré laqués),
- ✓ NF EN 10088-2 : Aciers inoxydables - Partie 2 : conditions techniques de livraison des tôles et bandes en acier de résistance à la corrosion pour usage général,
- ✓ NF DTU 40.44 P1-2 : Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable,
- ✓ NF P 34-402 : Couverture – métal – Bandes métalliques façonnées – Spécifications,

- ✓ NF EN 1172 : Cuivre et alliages de cuivre – Tôles et bandes pour le bâtiment,
- ✓ NF EN 988 : Zinc et alliages de zinc – Spécifications pour produits laminés plats pour le bâtiment,
- ✓ NF P 24-351 : Menuiserie métallique - Fenêtres, façades rideaux, semi-rideaux, panneaux à ossature métallique - Protection contre la corrosion et préservation des états de surface,
- ✓ NF P 34-301 : Tôle et bande en acier prélaquées ou revêtues en continu d'un film organique contrecollé ou colaminé destinées au bâtiment,
- ✓ NF P 30-310 : Travaux de couverture et de bardage – détermination de la résistance caractéristique d'assemblage,
- ✓ Cahier du CSTB n°3316_V2 : Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un constat de traditionalité,
- ✓ Cahier du CSTB N°3812 de septembre 2019 : Définitions des expositions atmosphériques extérieures admissibles pour les couvertures métalliques en acier prélaqué ou aluminium prélaqué.

8.2 Matériaux

8.2.1 Tuile de terre cuite

Le parement à base de tuile de terre cuite peut être constitué de :

- ✓ Tuiles plates de terre cuite conforme au NF DTU 40.23,
- ✓ Tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief conforme au NF DTU 40.21,
- ✓ Tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat conforme au NF DTU 40.211,

8.2.2 Ossature Bois

8.2.2.1. Contrelatte, liteaux et contre-ossatures

Les contrelattes, liteaux et contre-ossatures en bois (le plus souvent en épicéa ou en pin sylvestre) doivent présenter les caractéristiques minimales suivantes :

- ✓ Une durabilité correspondant à la classe d'emploi 2 définie par la norme NF EN 335 (NF B 50-100),
- ✓ Un classement mécanique correspondant au moins à la classe C 18 selon la norme NF EN 338 (classe ST3 selon la norme NF B 52-001-1 pour les résineux français),
- ✓ Pour les contrelattes et les liteaux de section inférieure à 2200 mm², qu'ils soient résineux ou feuillus, ils doivent avoir une masse volumique moyenne supérieure à 380 kg/m³ et sur leurs faces ne sont admis que les nœuds dont le diamètre est inférieur à 1/3 de la somme des dimensions des deux faces.

Les liteaux définis dans le présent document (de 25 mm d'épaisseur par 38 mm de largeur) répondent aux charges horizontales (correspondant à une pression ou une dépression due aux actions de vent) et aux charges verticales (masse au m² de la peau), calculées en reprenant les éléments de calcul de l'annexe 3 du cahier 3316 V2 du CSTB.

8.2.2.2. Risques biologiques

Concernant les risques biologiques, l'ossature secondaire doit répondre aux prescriptions suivantes :

- ✓ La situation du bois en œuvre et les risques biologiques correspondant à la classe d'emploi 2 sont précisés dans la norme NF EN 335 (parties 1 et 2) ;
- ✓ Les stations de traitement doivent, sur demande, fournir un certificat de traitement des bois traités.

- ✓ En cas de traitement, les spécifications sont décrites dans la norme NF EN 351-1 en termes de pénétration et de rétention des produits.
- ✓ Au cas où l'un de ces usinages serait pratiqué, en classe d'emplois 2, prévoir un traitement complémentaire par badigeonnage à l'aide d'un produit adapté pour la classe d'emploi des bois, conformément à la norme NF EN 599-1.
- ✓ La certification CTB B+, ou son équivalent dans les conditions indiquées précédemment, vaut la preuve de la conformité du produit aux exigences du présent document pour la classe d'emploi visée.
- ✓ La satisfaction des exigences fonctionnelles ou réglementaires ne nécessite pas d'autres traitements de préservation (hydrofugation ou ignifugation par exemple dont, par ailleurs, les résultats ne sont pas reconnus comme durables) ;
- ✓ Les bois doivent être livrés secs de traitement.

8.2.2.3. Isolant

Les isolants utilisés pour l'isolation extérieure sont conformes au NF DTU 31.2 P1-2.

8.2.2.4. Organes de fixations

8.2.2.5. Vis à bois

Les vis à bois doivent être à tête fraisée, et soit à fente (symbole FS), soit à empreinte cruciforme (symbole FZ) et conformes à la norme NF E 25-600. Leur diamètre minimal est de 4 mm.

D'autres empreintes sont possibles (par exemple empreinte six lobes), à dimensions et performances mécaniques égales ou supérieures

Les vis sont en acier inoxydable ; elles doivent être protégées contre la corrosion et en ce sens respecter les préconisations de l'annexe 6 du cahier 3316 V2, reprises en Annexe F du document.

8.2.2.6. Pointes

Les pointes peuvent être annelées ou torsadées en acier inoxydable répondant à la norme NF EN 10263-5. Elles doivent être protégées contre la corrosion et en ce sens respecter les préconisations de l'Annexe F du document.

8.2.2.7. Caractéristiques du métal des crochets

- ✓ a. fil en acier galvanisé avant formage du crochet :
- ✓ b. fil en acier galvanisé après formage du crochet :
- ✓ c. fil en acier inoxydable.

L'annexe F compile les nuances de ces métaux en fonction de l'atmosphère extérieure protégée et ventilée à laquelle ils sont soumis.

8.2.3 Pare-pluie

Les spécifications relatives aux pare-pluies sont celles prescrites par le NF DTU 31.2 P1-2

8.2.4 Autres matériaux

8.2.4.1. Éléments métalliques

Les caractéristiques des éléments métalliques doivent répondre en ce qui concerne leurs profils et leurs développés à la norme NF P 34-402.

Les éléments en zinc doivent être conformes à la NF EN 988. Leur épaisseur minimale est de 0,65 mm.

Les éléments en cuivre doivent être conformes à la NF EN 1172. Leur épaisseur minimale est de 0,50 mm.

Les éléments en aluminium sont soit en aluminium brut ou anodisé et conformes à la NF P 24-351, soit en aluminium lagué et conformes à la NF EN 1396 et aux prescriptions du cahier du CSTB 3812 de septembre 2019.

Les éléments façonnés en acier galvanisé et galvanisé prélaqué sont conformes à la norme NF P 34-310 et NF P 30-301 ou inox conforme à la norme NF EN 10088-2. Leur épaisseur minimale est de 0,63 mm.

Le choix de l'alliage d'acier en fonction de l'atmosphère extérieure respecte les dispositions du NF DTU 40.44 P1-2.

8.2.4.2. Grille anti rongeur

La grille anti-rongeur, positionnée à l'arrière du revêtement, permet une entrée d'air en partie basse de l'ouvrage, tout en empêchant l'intrusion de rongeurs, insectes ou feuilles. D'épaisseur minimale 7/10 mm, elle est en métal durable contre la corrosion.

La surface totale de ses perforations, exprimée en cm²/m ou en % de sa surface totale, sera compatible avec les exigences de section de ventilation indiquées au Tableau 5 au paragraphe 6.1.2.

Annexe A : Spécifications concernant la résistance au vent

La carte ci-dessous est tirée du Cahier du CSTB 3763 de juillet 2015. Ce cahier stipule les modalités de détermination des performances du système de bardage en fonction de la dépression de vent sur une façade.

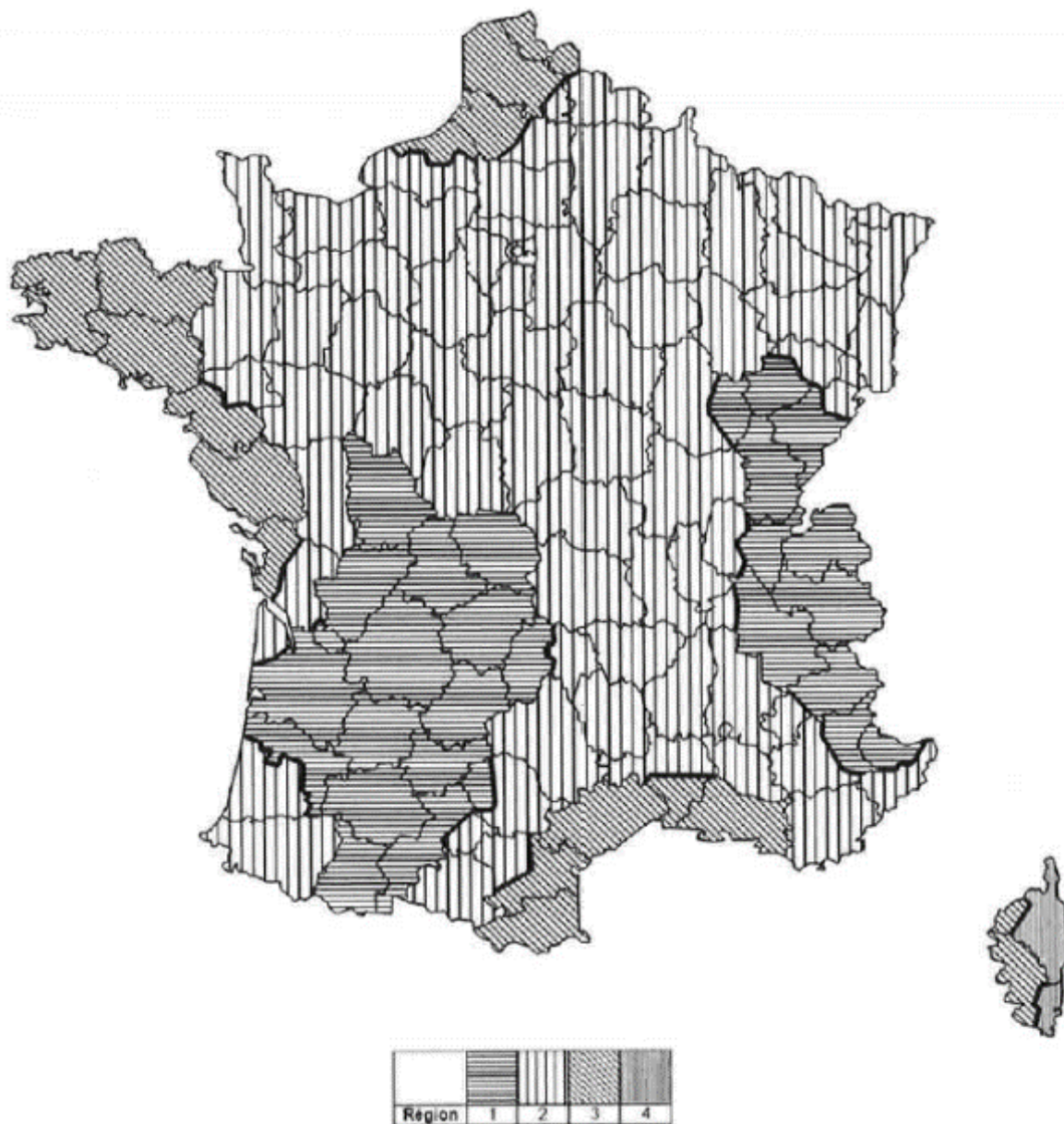


Figure 41 : Définition des zones climatiques de vent

Annexe B : Stabilité en zone sismique

Le texte ci-après décrit les dispositions constructives des bardages en tuiles à emboitements et en tuiles plates dans les zones concernées par la réglementation sismique en France métropolitaine.

Cette annexe ne traite pas des mesures préventives spécifiques (à définir par le maître d'ouvrage dans les documents particuliers du marché) qui peuvent être demandées, notamment dans le cas de bâtiments de catégorie d'importance IV, au regard de la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme

Exigences sur les bâtiments neufs

Selon l'arrêté du 22 Octobre 2010, amendé par l'arrêté du 19 Juillet 2011, l'arrêté du 25 Octobre 2012 et l'arrêté du 15 septembre 2014, la France métropolitaine est découpée en quatre zones sismiques (1 à 4, voir Figure 37 ci-dessous).

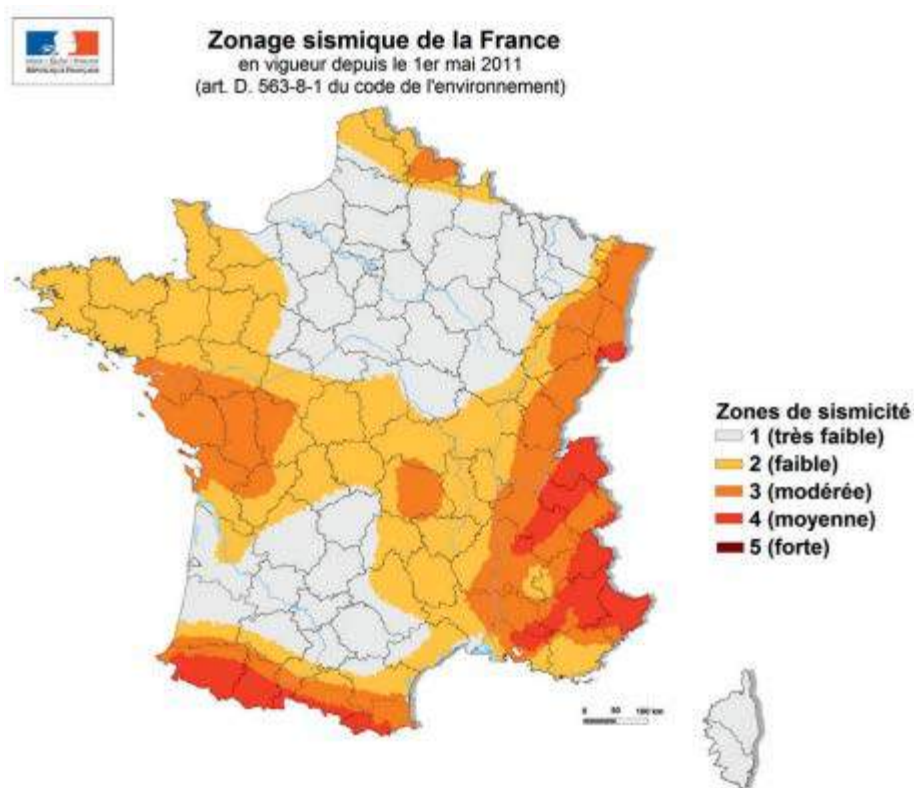






Figure 42 - Zonage sismique de la France Métropolitaine

Les bâtiments sont classés en différentes catégories d'importance, selon leur destination, avec des exigences spécifiques (voir Tableau 13). Des précisions quant à la classification des bâtiments sont disponibles à l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010.

Tableau 13 - Classification par catégorie d'importance des bâtiments

Catégories d'importance		Description	Exemples
I		<ul style="list-style-type: none"> Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée 	Hangars, bâtiments agricoles
II		<ul style="list-style-type: none"> Habitations individuelles Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5 Habitations collectives de hauteur inférieure à 28m Bureaux ou bâtiments à usage commercial non ERP, h ≤ 28m, max. 300 personnes Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 pers. Parcs de stationnement ouverts au public 	Maisons individuelles, petits bâtiments
III		<ul style="list-style-type: none"> ERP de catégories 1, 2 et 3 Habitations collectives et bureaux, h > 28m Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes Établissements sanitaires et sociaux Centres de production collective d'énergie Établissements scolaires 	Grands établissements, centres commerciaux, écoles
IV		<ul style="list-style-type: none"> Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage de l'eau potable, la distribution publique de l'énergie Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise Centres météorologiques 	Protection primordiale : hôpitaux, casernes...

Les bardages rapportés en tuiles de terre cuite peuvent être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments de catégories d'importance, au sens de l'arrêté du 22 octobre et de ses modificatifs selon le Tableau 14 ci-dessous :

Tableau 14 - Dispositions applicables aux bardages tuiles selon les catégories d'importance de bâtiments et les zones sismiques

Zones de sismicité		1					2					3					4				
Classes de sol		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Catégories d'importance de bâtiments	I			○					○					○					○		
	II			○					○					● ²					● ²		
	III			○					● ¹					●					●		
	IV			○					●					●					●		

○ : Pose autorisée sans disposition particulière,

● : Pose autorisée sur parois en construction à ossature bois dans les conditions décrites dans le paragraphe suivant,

① : en dérogation de ●, pas de dispositions particulières pour les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du §1.1 des Règles de construction parasismique PS-MI 89 révisées 92 (NF P 06-014),

② : en dérogation de ●, pas de dispositions particulières pour les bâtiments remplissant les conditions du §1.1 des Règles de construction parasismique PS-MI 89 révisées 92 (NF P 06-014).

Fixation des tuiles en bardage en zone sismique

Toutes les tuiles sont fixées sur des liteaux rapportés à une ossature secondaire en bois avec :

- ✓ Deux vis en partie supérieure de la tuile ;
- ✓ Et un crochet en partie basse ou latérale de la tuile.

Annexe C : Tableau d'équivalence des exigences réglementaires française avec les Euroclasses pour revêtement de façade

Tableau 15 - Equivalence des exigences règlementaires française avec les Euroclasses pour revêtement de façade

Classes des produits selon NF EN 13501-1 (Euroclasses)			Exigences règlementaires françaises
Comportement au feu	Production de fumée	Gouttelettes enflammées	
A1	-	-	Incombustible
A2	s1	d0	M0
A2	s1	d	
A2	s2	d0	
	s3	d1	
B	s1	d0 d1	M1
	s2		
	s3		
C	s1	d0 d1	M2
	s2		
	s3		
D	s1	d0 d1	M3
	s2		M4 - non gouttant
	s3		
E	non applicable	d1	M4
E	non applicable	d2	Pas de classement
F	non applicable	non applicable	Pas de classement

Annexe D : Méthode de calcul et hypothèses retenues pour le dimensionnement des pointes pour la fixation des contrelattes – Cas sans complément d’isolation par l’extérieur

a. Hypothèses sur les matériaux

Les propriétés mécaniques des bois massifs sont données par la norme NF EN 338. Les tableaux de cas précalculés de cette annexe se fondent sur la classe de résistance mécanique C18.

b. Hypothèses sur les charges et l’environnement

- Charges permanentes

- Bardage en tuile de terre cuite (incluant liteaux et fixations) :
 - Cas 1 : 60 daN/m²
 - Cas 2 : 75 daN/m²
- Contrelatte 27x40 mm², entraxe 40 cm : 1daN/m²
- Total des charges permanentes :
 - Cas 1 : $G_{k,1} = 61 \text{ daN/m}^2$
 - Cas 2 : $G_{k,2} = 76 \text{ daN/m}^2$

- Charges climatiques

Selon NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale française et le cahier 3763 du CSTB, les hypothèses suivantes sont retenues :

- Coefficient de pression nette $C_{p,net} = 0,66 C_{pe}$ avec C_{pe} pris au cas le plus défavorable ($C_{pe} = -1,4$) ;
- Catégorie de rugosité de terrain 0 ;
- Coefficient d’orographie maximum, $C_o = 1,15$;
- Régions de vent 1 à 3.

Les valeurs de pressions d’arrachement maximales sont calculées à partir de NF EN 1991-1-4 + NA+A2. La Classe de Service 2 a été retenue pour l’ensemble des calculs.

c. Choix des pointes

Cette annexe considère des pointes annelées ou torsadées (pointes non lisses) respectant la NF EN 14592.

d. Choix des facteurs

Compte tenu des hypothèses retenues, les facteurs à utiliser pour la justification des éléments sont :

- Pour les actions permanentes, facteur de modification : $k_{mod} = 0,6$;
- Pour les actions (et combinaisons) de court terme (vent), facteur de modification : $k_{mod} = 1,1$;
- Coefficient partiel : $\gamma_m = 1,3$.

e. Hypothèses de calcul

Les sollicitations sont calculées à partir de la combinaison d’actions donnée par la norme NF EN 1990 à l’Etat Limite Ultime (ELU) soit :

- $1,35 \cdot G_{k,i}$
- $1,35 \cdot G_{k,i} + 1,5 W_{10,d}$ (pour un bâtiment de hauteur $\leq 10 \text{ m}$)
- $1,35 \cdot G_{k,i} + 1,5 W_{28,d}$ (pour un bâtiment de hauteur $> 10 \text{ m}$ et $\leq 28 \text{ m}$)

Les contrelattes sont toujours en position verticale.

f. Calculs

- Espacement des montants et densité de fixations

L’espacement des montants est de 600mm, d’où un entraxe de 645mm dans la configuration défavorable. La densité de fixation dépend de l’espacement des pointes. Ce critère est ajusté pour respecter le dimensionnement en partant d’un espacement de 300mm et en réduisant par intervalles de 50mm jusqu’à 200mm.

La densité de fixation est donc :

Espacement des pointes (mm)	Densité de fixation (pointes / m ²)
300	5,2
250	6,2
200	7,8

- Pincés

Pour respecter les distances de rives selon NF EN 1995-1-1 (5d), le diamètre maximal de la pointe est de 4 mm.

- Chargement latéral

Le poids propre $G_{k,i}$ génère un chargement latéral (cisaillement) sur les fixations dont la valeur de calcul, par fixation, est :

$$F_{v,Ed,G_{k,i}} = 1,35 \times \frac{G_{k,i}}{\text{densité}_{\text{fixations}}}$$

Poids propre bardage	Espacement des pointes (mm)	$F_{v,Ed,G_{k,i}}$ (N)
60 kg/m ²	300	159
	250	133
	200	106
75 kg/m ²	300	199
	250	165
	200	132

- Chargement axial

La dépression liée au vent génère un effort d'arrachement dont la valeur de calcul, par fixation, est :

$$F_{ax,Ed,w} = \frac{1,5 \times W}{\text{densité}_{\text{fixations}}}$$

Région de vent	Hauteur (m)	Rugosité	Espacement des pointes (mm)	$F_{ax,Ed,w}$ (N)
1	≤ 10 m	IIIb et IV	300	148
		II et IIIa	300	247
		0	300	305
	>10 m et ≤ 28 m	IIIb et IV	300	221
			250	184
		II et IIIa	300	319
			250	266
		0	250	309
		2	≤ 10 m	IIIb et IV
II et IIIa	300			294
0	300			363
>10 m et ≤ 28 m	IIIb et IV		300	263
			250	219
	II et IIIa		300	380
			250	317
	0		250	368

Région de vent	Hauteur (m)	Rugosité	Espacement des pointes (mm)	$F_{ax,Ed,w}$ (N)
3	≤ 10 m	IIIb et IV	300	207
		II et IIIa	300	345
			250	287
		0	250	355
	>10 m et ≤ 28 m	IIIb et IV	250	257
			200	206
		II et IIIa	250	372
			200	297
		0	200	345

- Caractéristiques des fixations

Les paramètres suivants sont donnés pour une pointe de diamètre 3,1mm, de diamètre de tête 6,2mm et de longueur 70mm (30mm au minimum pénétrant dans le montant). Ils sont déterminés à partir d'EN 1995-1-1

- Arrachement :

$$F_{ax,Rk} = 44,7 \text{ daN}$$

- Cisaillement :

$$F_{v,Rk} = 78,6 \text{ daN}$$

On en déduit les paramètres $F_{ax,Rd}$ et $F_{v,Rd}$ avec K_{mod} et γ_m choisis selon le cas :

$$F_{ax,Rd} = k_{mod} \frac{F_{ax,Rk}}{\gamma_m}$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m}$$

- Calculs

- 1,35 $G_{k,i}$

Poids propre bardage	Espacement des pointes (mm)	$F_{v,Ed,G_{k,i}}$ (N)	Taux de travail (%)
60 kg/m ²	300	159	44%
	250	133	37%
	200	106	29%
75 kg/m ²	300	199	55%
	250	165	46%
	200	132	36%

- 1,35 $G_{k,i}$ + 1,5 $W_{10,d}$

Il convient de vérifier que l'équation suivante est satisfaite :

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$$

Poids propre bardage : 60 kg/m ² + hauteur < 10m					
Région de vent	Rugosité	Espacement des pointes (mm)	$F_{ax,Ed,w}$ (N)	$F_{v,Ed,G_{k,i}}$ (N)	Taux de travail (%)
1	IIIb et IV	300	148	159	21
	II et IIIa	300	247	159	48
	0	300	305	159	71
2	IIIb et IV	300	177	159	28
	II et IIIa	300	294	159	66
	0	300	363	159	98
3	IIIb et IV	300	207	159	36
	II et IIIa	300	345	159	89
	0	250	355	133	92

Poids propre bardage : 75 kg/m ² + hauteur < 10m					
Région de vent	Rugosité	Espacement des pointes (mm)	$F_{ax,Ed,w}$ (N)	$F_{v,Ed,G_{k,i}}$ (N)	Taux de travail (%)
1	IIIb et IV	300	148	199	24
	II et IIIa	300	247	199	52
	0	300	305	199	74
2	IIIb et IV	300	177	199	31
	II et IIIa	300	294	199	69
	0	300	363	199	100
3	IIIb et IV	300	207	199	39
	II et IIIa	250	287	165	64
	0	250	355	165	94

○ $1,35 G_{k,i} + 1,5 W_{28,d}$

Il convient de vérifier que l'équation suivante est satisfaite :

$$\left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}}\right)^2 \leq 1$$

Poids propre bardage : 60 kg/m ² + hauteur comprise entre 10m et 28m					
Région de vent	Rugosité	Espacement des pointes (mm)	$F_{ax,Ed,w}$ (N)	$F_{v,Ed,G_{k,i}}$ (N)	Taux de travail (%)
1	IIIb et IV	300	221	159	40
	II et IIIa	300	319	159	77
	0	250	309	133	71
2	IIIb et IV	300	263	159	54
	II et IIIa	250	317	133	74
	0	250	368	133	99
3	IIIb et IV	250	257	133	50
	II et IIIa	250	372	133	100
	0	200	345	106	86

Poids propre bardage : 75 kg/m ² + hauteur comprise entre 10m et 28m					
Région de vent	Rugosité	Espacement des pointes (mm)	$F_{ax,Ed,w}$ (N)	$F_{v,Ed,G_{k,i}}$ (N)	Taux de travail (%)
1	IIIb et IV	250	184	165	30
	II et IIIa	250	266	165	56
	0	250	309	165	73
2	IIIb et IV	250	219	165	40
	II et IIIa	250	317	165	76
	0	250	368	165	100
3	IIIb et IV	200	206	132	34
	II et IIIa	200	297	132	66
	0	200	345	132	87

Annexe E : Remplacement d'une tuile cassée

La procédure de remplacement d'une tuile cassée se fait en plusieurs étapes :

- ✓ Retirer tous les morceaux de tuile cassée,
- ✓ Soulever les tuiles voisines, à l'aide de cale, pour avoir un accès plus facile à la zone de pose,
- ✓ Retirer la vis qui tenait la tuile,
- ✓ Glisser la tuile en prenant garde à ne pas détériorer les tuiles du rang inférieur,
- ✓ Retirer les cales.

NOTE

On fixe la nouvelle tuile par une vis apparente inox avec une rondelle d'étanchéité. Les compléments d'étanchéité des vis apparentes sont constitués au minimum d'une rondelle élastomère épaisseur 2 mm de dureté DIDC comprise entre 55 et 65 suivant NF ISO 48.

Annexe F : Éléments de fixation en fonction de l'atmosphère extérieure

D'après les préconisations du Cahier 3316 V2 du CSTB, les fixations peuvent être considérées comme exposées en atmosphère extérieure protégée et ventilée.

Les atmosphères extérieures protégées et ventilées sont définies dans l'annexe 6 du cahier du CSTB 3316 V2.

NOTE

$d = \text{distance de la construction au littoral en km.}$

Tableau 16 – Nature des éléments de fixation en acier inoxydable en fonction de l'atmosphère extérieure protégée et ventilée

Nuance d'acier	Rurale	Urbaine ou industrielle		Marine			Mixte		Agressive
		Normale	Sévère	10<d <20 km	3< d < 10 km	D < 3 km	Normale	Sévère	
	E21	E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28	E28
Nuance X5CrNi 18 - 10	■	■	■	■	■	■	■	○	○
Nuance X2CrNiMo 17-12-2	■	■	■	■	■	■	■	■	○

■ Nuance adaptée ; ○ : Etude spécifique ; - : Nuance non adaptée

Tableau 17 – Nature des éléments de fixation en acier – galvanisation à chaud en continu (revêtement en zinc) en fonction de l'atmosphère extérieure protégée et ventilée

Rurale	Urbaine ou industrielle		Marine			Mixte		Agressive
	Normale	Sévère	10<d <20 km	3< d < 10 km	D < 3 km	Normale	Sévère	
E21	E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28	E28
Z 275	Z 275	Z 350	Z 350	Z 350	Z 450	Z 450	Z 450	E.S

Z 275 = 275 g/m2 double face ≈ 20 µm/face

Z 350 = 350 g/m2 double face ≈ 25 µm/face

Z 450 = 450 g/m2 double face ≈ 32 µm/face

E.S. : Etude Spécifique

Annexe G : Traitement de l'entourage de baie – Exemple illustratif du § 7.1

Cette annexe compile les photographies d'une maquette illustrant le traitement de l'entourage de baie dans le but que la surface de la baie ne reçoive que la pluie battante et que toute infiltration d'eau liée à la pluie battante soit renvoyée vers l'extérieur de la baie, au moyen d'abergements spécifiques.



Photographies 1 : Maquette d'entourage de baie pour tuiles plates et tuiles à emboîtement. Ce traitement permet d'isoler la baie des contraintes liées



Photographies 2 : détail de bavette basse sur pièce d'appui, avant la mise en place d'un gousset soudé sur l'angle (gauche) et mise en place du gousset à souder et soudures à faire (marques) (droite)



Photographie 3 : Bavette basse en recouvrement sur la tuile de la valeur d'un recouvrement des petits éléments de toiture



Photographie 4 : Bande à rabattre de la menuiserie



Photographie 5 : Traitement des couloirs latéraux avec pattes de fixation. Les couloirs latéraux sont raccordés avec la bavette basse par recouvrement afin d'évacuer l'eau.



Photographie 6 : Support de l'habillage de haut de baie : exemple de réalisation avec pièce de rigidité et de support en acier galvanisé sur petite ouverture

NOTE

Pour un plus grand élément, la fixation de cette pièce doit permettre sa libre dilatation.



Photographie 7 : Haut de baie pour tuile à emboîtement



Photographie 8 : Haut de baie pour tuile plate



Photographie 9 : Epaulement des tuiles plates en raccordement avec le couloir.

Attention : la vis de fixation ne doit pas traverser la bande couloir

Annexe H : Allotissement des travaux

Travaux faisant partie du lot ossature bois

Conformément au NF DTU 31.2 l'entreprise titulaire du lot ossature bois doit la réalisation du mur à ossature bois qui comprend entre autres :

- La fourniture et la mise en œuvre de chevêtres, linteaux et renforts divers intégrés dans la structure des parois verticales, horizontales ou inclinées faisant partie du marché ;
- La fourniture et la pose d'une protection provisoire des ouvrages d'ossature, qui doit être déposée par le couvreur pour qu'il mette en œuvre l'ouvrage de bardage. Sont compris dans les travaux, le lattage provisoire, y compris ses fixations, dans le but de maintenir la protection provisoire lors du transport, de l'entreposage et lors de la phase chantier.

Au droit de la baie l'entreprise titulaire du lot ossature bois doit :

- La fourniture et la pose de l'appui de baie y compris les cales et calfeutrements sous l'appui ;

Si une isolation par l'extérieur est prévue selon le NF DTU 31.2 alors l'entreprise titulaire du lot ossature bois doit :

- La fourniture et la mise en œuvre de la contre-ossature verticale ou horizontale support de l'isolant.
- La fourniture et la mise en œuvre de l'isolant semi rigide inférieure ou égale à 100 mm
- La protection provisoire aux intempéries de l'isolant avant la couverture de la paroi

Travaux faisant partie du lot bardage en tuile :

- La dépose au fur et mesure de l'avancement des travaux de bardage de la protection provisoire du mur ou de la façade à ossature bois
- La fourniture et mise en œuvre des contrelattes verticales, linteaux et accessoires (grille anti-rongeurs, ...)
- La fourniture et mise en œuvre des entourages de baies (bavette d'appui, bavette de linteau, pièces d'encadrement, etc...)
- La fourniture et mise en œuvre de la bavette de recoupement entre les niveaux
- La fourniture et mise en œuvre du déflecteur métallique contre la propagation du feu lorsque nécessaire
- La fourniture et mise en œuvre du profil de joint de dilation pour le bardage lorsque nécessaire
- La fourniture et mise en œuvre des tuiles et accessoires,
- La fourniture et mise en œuvre des accessoires d'étanchéité pour les traversées de parois