

Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois

2^e ÉDITION

> Mise en œuvre sur murs en béton banché
ou en maçonnerie d'éléments

En application du Cahier du CSTB n° 3316_V2



**Bardage rapporté sur
ossature secondaire en bois**

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Le présent guide est destiné à commenter et à expliquer certaines règles de construction et les documents techniques de mise en œuvre. Il ne se substitue en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...), normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, « CPT »...) qui doivent être consultés.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

Ce guide a été réalisé d'après les documents de référence déjà publiés à la date du 15 septembre 2015.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - article L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal article 425).

GUIDE PRATIQUE

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois

Mise en œuvre sur murs en béton banché
ou en maçonnerie d'éléments

En application du Cahier du CSTB n° 3316_V2

Julien PIECHOWSKI
Cédric SCHNEIDER
Madeleine SOULÉ

CSTB
ÉDITIONS

Couverture : Jean-Marc LAUBY

Illustrations : Jean-Marc LAUBY

Remerciements

Nous remercions l'Institut de Recherche et d'Innovation sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRIS-ST) pour la rédaction des encadrés « prévention sécurité/santé ».



S O M M A I R E

| | |
|-----|--|
| 7 | Avant-propos |
| 9 | CHAPITRE 1 : Domaine d'application du guide |
| 11 | CHAPITRE 2 : Système de bardage rapporté traditionnel, non traditionnel et certification associée |
| 11 | 1. Définition du bardage rapporté |
| 12 | 2. Bardage rapporté traditionnel et non traditionnel |
| 13 | 3. Place et intérêt de la certification |
| 15 | CHAPITRE 3 : Définition et principe de pose de l'ossature en bois |
| 15 | 1. Structures porteuses |
| 16 | 2. Chevilles |
| 22 | 3. Chevrons |
| 39 | 4. Liteaux et lisses |
| 44 | 5. Isolants |
| 49 | CHAPITRE 4 : Éléments de peau du bardage rapporté et mise en œuvre |
| 49 | 1. Système de bardage rapporté traditionnel |
| 68 | 2. Système de bardage rapporté non traditionnel |
| 75 | CHAPITRE 5 : Performance thermique des bardages rapportés |
| 75 | 1. Principe |
| 76 | 2. Impact thermique des différents composants du bardage rapporté |
| 81 | 3. Mise en œuvre de l'isolant |
| 84 | 4. Conclusion sur les performances thermiques des bardages avec fortes épaisseurs d'isolation |
| 87 | CHAPITRE 6 : Traitement des points singuliers |
| 87 | 1. Définition |
| 89 | 2. Arrêt haut |
| 92 | 3. Arrêt bas |
| 95 | 4. Angle sortant |
| 97 | 5. Angle rentrant |
| 98 | 6. Joint de dilatation |
| 99 | 7. Arrêt latéral |
| 100 | 8. Encadrement de baie |

| | |
|------------|---|
| 105 | CHAPITRE 7 : Pose en zones sismiques |
| 105 | 1. Contexte réglementaire |
| 105 | 2. Description |
| 108 | 3. Justification des systèmes de bardages rapportés non traditionnels |
| 109 | Glossaire |
| 113 | Réglementation, normes et autres documents de référence |
| 113 | 1. Textes législatifs et réglementaires |
| 114 | 2. Règles de calcul et d'application |
| 114 | 3. DTU – normes |
| 116 | 4. Autres documents de référence |
| 117 | Index |

Avant-propos

Le bâtiment est au cœur du Grenelle de l'environnement puisqu'il consomme près de 40 % de l'énergie finale et contribue pour près du quart aux émissions nationales de gaz à effet de serre. Les lois Grenelle I (3 août 2009) puis Grenelle II (12 juillet 2010) fixent des objectifs ambitieux en matière de réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments neufs mais aussi dans les bâtiments existants faisant l'objet de travaux de rénovation.

Pour les bâtiments existants, la loi Grenelle 1 vise la réduction des consommations d'énergie du parc existant de 38 % environ d'ici 2020. Elle prévoit entre autres une rénovation à un rythme soutenu de l'ensemble du parc de logements sociaux d'ici 2020 soit près de 800 000 logements.

Toutes ces mesures sont accompagnées par des incitations financières adaptées au neuf et à l'existant comme des prêts à taux privilégiés, crédits d'impôts, aide à l'accession à la propriété, prêt à taux zéro pour les acquéreurs anticipant les objectifs, etc.

Même si ces mesures ont pour objectif principal la réduction de la consommation d'énergie et la protection de l'environnement par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, elles ne doivent en aucun cas dégrader le confort des occupants dans le neuf et dans l'existant (confort d'été, confort acoustique...).

Pour atteindre les objectifs annoncés, il faut commencer par réduire les déperditions énergétiques à travers l'enveloppe du bâtiment par le renforcement de l'isolation thermique tout en récupérant et stockant le maximum d'apports gratuits (conception bioclimatique et bonne inertie thermique du bâtiment). Il faut ensuite équiper systématiquement le bâtiment par des systèmes énergétiques performants faisant appel de préférence aux énergies renouvelables. Pour améliorer le confort d'été, il faut mettre en place des protections solaires adaptées et veiller à ne pas dégrader l'inertie thermique du bâtiment.

Pour arriver à relever ce défi, les pertes énergétiques à travers les parois opaques, vitrées et les ponts thermiques doivent être réduites au moins de moitié. Les ponts thermiques les plus importants doivent être traités faute de quoi les objectifs du Grenelle ne pourront être atteints.

Ainsi pour les bâtiments isolés par l'intérieur, on va devoir faire appel aux rupteurs de ponts thermiques pour assurer la continuité de l'isolation intérieure des façades. Cependant, ces rupteurs ne peuvent être installés que dans des bâtiments neufs puisqu'ils font généralement partie intégrante du gros œuvre.

En revanche, l'isolation thermique par l'extérieur est valable pour les bâtiments neufs et existants. Elle permet par sa mise en œuvre au nu extérieur de la façade, de traiter une bonne partie des ponts thermiques, notamment ceux situés aux jonctions dalles/façade et refends/façades. Elle procure également au bâtiment une meilleure inertie

thermique. L'isolation thermique par l'extérieur reste cependant moins efficace pour le traitement des encadrements des baies et des liaisons entre façade d'une part et les planchers haut et bas d'autre part, sauf traitement particulier.

Il existe quatre techniques d'isolation par l'extérieur des façades :

- les enduits (minces ou épais) sur isolant directement collés à la façade ou bien fixés mécaniquement. Dans ce dernier cas, l'isolant peut être fixé entre des rails continus ou par des chevilles rosaces ;
- les vêtements où l'isolant et son parement extérieur sont assemblés préalablement en usine puis fixés mécaniquement sur la façade ;
- les vêtements où l'isolant est mis préalablement, le parement extérieur étant fixé ensuite au travers de l'isolant ;
- les bardages rapportés où une ossature secondaire, fixée mécaniquement à la façade, sert de support au parement extérieur. L'isolant est maintenu sur la façade par des fixations ponctuelles. Cette technique comporte une lame d'air ventilée entre l'isolant et le parement extérieur.

Domaine d'application du guide

Le présent guide traite du bardage rapporté à ossature secondaire en bois, un système de plus en plus utilisé en réhabilitation des bâtiments résidentiels existants mais aussi dans le neuf pour isoler les bâtiments non résidentiels. Il illustre la mise en œuvre des différents composants ainsi que le traitement des points singuliers, le tout avec un regard permanent sur la performance thermique et énergétique du procédé et de ses constituants.

Ce guide définit les conditions de mise en œuvre de l'ensemble des systèmes de revêtement rapporté sur une paroi verticale constituée de béton banché (conformément au NF DTU 23.1) ou de maçonnerie d'éléments (conformément au NF DTU 20.1).

Ce revêtement est rapporté par l'intermédiaire d'une ossature secondaire constituée de chevrons en bois pouvant être associés à des liteaux ou à des lisses. L'ossature secondaire métallique n'est pas traitée dans ce guide.

Il existe les systèmes de bardages rapportés traditionnels : bardage en petits éléments, en bois, en clins métalliques... et les systèmes de bardage rapportés non traditionnels, du fait de la nature des matériaux qui les composent (les stratifiés et bois de résines thermosensibles, les mortiers de résine et compound ou stratifié de résines, les mortiers de ciment, les produits en terre cuite ou en céramique, les panneaux composites à parement en tôle, les bois naturels thermiquement modifiés, les pierres naturelles, les fibre bois + ciment...), ou du fait de la technique de mise en œuvre du procédé (éléments rainurés, agrafés, fixations invisibles, traversantes, ou traversantes sur une rive et emboîtée sur l'autre...).

Ce guide détaille, commente et illustre les principes de mise en œuvre de tous les éléments constituant un système de bardage rapporté sur une ossature secondaire en bois : fixation des pattes équerres sur le gros-œuvre par cheville, mise en place de l'isolant, des chevrons, des liteaux ou des lisses, puis fixation des éléments de revêtement.

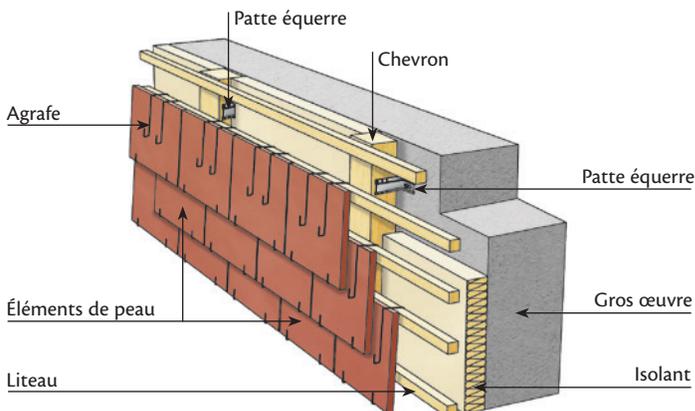


Figure 1 : Système de bardage rapporté

Systeme de bardage rapporté traditionnel, non traditionnel et certification associée

1. Définition du bardage rapporté

Un système de bardage rapporté est un système de revêtement extérieur pour les parois planes verticales, composé d'une peau et d'une ossature en bois. Ce système permet de rapporter la peau devant le mur porteur. L'ossature est solidaire du mur porteur grâce, généralement, à des pattes équerres.

On distingue :

- l'ossature simple réseau : présence de chevrons ;
- l'ossature double réseau : présence de chevrons sur lesquels sont fixés des liteaux ou des lisses.

Le bardage rapporté est utilisé soit dans le cadre de réhabilitation d'ouvrage, soit pour la réalisation d'une isolation thermique par l'extérieur de bâtiments neufs.

OBSERVATION

La résistance thermique d'un bardage rapporté dépend essentiellement de la résistance thermique effective de l'isolant qui tient compte des dégradations éventuelles liées à sa mise en œuvre. Les autres couches présentes dans la paroi comme le gros œuvre (béton plein ou éléments de maçonnerie), et la peau extérieure n'y contribuent que très peu.

Dans un système de bardage rapporté, l'isolant est généralement pénétré par des fixations ponctuelles qui servent à le fixer au mur et interrompu par des pattes équerres métalliques qui servent à fixer l'ossature secondaire en bois.

2. Bardage rapporté traditionnel et non traditionnel

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Quelle que soit la solution de bardage mise en œuvre, l'installation nécessite la mise en place d'une solution de travail en hauteur sécurisée (échafaudage fixe).

Avant l'installation de l'échafaudage en façade, assurez-vous que les distances de sécurité avec les lignes électriques aériennes sont respectées (procédure DT-DICT).

Le positionnement de l'échafaudage doit tenir compte de l'épaisseur du complexe à mettre en œuvre. En effet, compte tenu de l'écart entre l'échafaudage et le mur avant la phase de pose de la peau de bardage, il est nécessaire de sécuriser le travail avec un garde-corps intérieur.

De plus, pour limiter les manutentions manuelles liées à l'approvisionnement de la zone de travail sur l'échafaudage (profilés, isolant, peau de bardage, matériel...) il est possible d'utiliser un système de levage (poulie, palan ou treuil) pour approvisionner la zone de pose. S'assurer néanmoins au préalable que l'échafaudage peut accepter ce type de système et les charges associées.

2.1 Bardage rapporté traditionnel

Est considéré comme traditionnel l'ensemble des procédés de bardages rapportés suivants :

- du domaine normalisé (norme ou DTU) ;
- résultant de techniques éprouvées depuis longtemps ou couvertes par les règles de l'art.

Un système de bardage rapporté est traditionnel lorsque conjointement ses constituants et leur mise en œuvre sont traditionnels

Les familles de bardages suivantes sont considérées comme traditionnelles ou assimilables au traditionnel :

- bardages en petits éléments ;
- bardages en bois ;
- bardages d'éléments en feuilles métalliques ;
- bardages en clins métalliques maintenus par fixations traversantes sur une rive et emboîtés sur l'autre.

2.2 Bardage rapporté non traditionnel

A contrario du bardage rapporté traditionnel, un de ses constituants ou sa mise en œuvre est non traditionnel.

Ces systèmes de bardage rapporté peuvent relever de la procédure d'évaluation appelée Avis Technique ou Document Technique d'Application, lorsque le procédé bénéficie du marquage CE. Les Avis Techniques ou Document Technique d'Application sont disponibles sur le site de la commission chargée de formuler des Avis Techniques (CCFAT). Cette procédure précise notamment la mise en œuvre des éléments.

3. Place et intérêt de la certification

Parallèlement à la procédure d'Avis Technique, la certification est un gage de qualité des éléments de peau du bardage considéré.

Le marquage s'effectue sur les palettes et sur les produits, par un logo ^{CERTIFIÉ}CSTB_{CERTIFIED} permettant d'assurer l'identification de tout produit certifié. Le fabricant ne doit faire usage du logo ^{CERTIFIÉ}CSTB_{CERTIFIED} que pour distinguer les produits certifiés et ceci sans qu'il n'existe un quelconque risque de confusion.

À partir du 1^{er} octobre 2015, la certification ^{CERTIFIÉ}CSTB_{CERTIFIED} sera remplacée progressivement par la marque QB.

3.1 Marquage du produit :

Le produit doit comporter les indications suivantes : Logo ^{CERTIFIÉ}CSTB_{CERTIFIED} – le numéro d'usine – le numéro de produit.

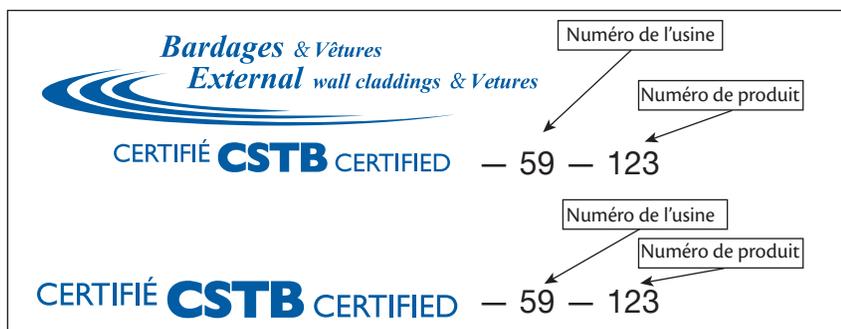


Figure 1 : Marquage produit

Des repères de la traçabilité du lot de fabrication et de l'identification du produit sont définis par le producteur. Ces repères sont repris dans le certificat.

Des identifications différentes doivent permettre d'identifier sans équivoque la formulation standard de la ou des formulations pour lesquelles une étape du processus de fabrication conduit à une amélioration de la performance en réaction au feu.

3.2 Marquage des emballages ou des palettes

Les emballages ou les palettes doivent comporter les indications suivantes :

- Le nom du fabricant, une identification de l'usine de production ;
- l'appellation commerciale du système ;
- l'appellation commerciale du produit ;
- le numéro de l'agrément technique pour lequel le produit certifié est approprié ;
- le logo ^{CERTIFIÉ} CSTB _{CERTIFIED} – le numéro d'usine – le numéro de produit (facultatif).

OBSERVATION

Pour le cas des produits découpés ou ne bénéficiant pas d'un marquage réalisé en continu dans le processus de fabrication, au moins 25 % de ces produits recoupés doivent être marqués afin de respecter les critères du marquage ^{CERTIFIÉ} CSTB _{CERTIFIED}.

Définition et principe de pose de l'ossature en bois

1. Structures porteuses

Les structures porteuses (ou gros œuvre) sont les structures sur lesquelles les systèmes de bardages rapportés vont être mis en œuvre.

On trouve deux catégories principales : les murs en béton et les murs en maçonnerie d'éléments.

1.1 Murs en béton et en maçonnerie d'éléments

NF DTU 23.1 et NF DTU 20.1

Ces deux types de murs doivent être respectivement conformes aux NF DTU 23.1 et 20.1.

■ NF DTU 23.1

Ce document fournit les dispositions constructives, les conditions de calculs et d'exécution des ouvrages de parois et murs en béton banché réalisés en béton ordinaire de granulats courants, et coulés dans des coffrages à leur emplacement définitif. Ce document précise aussi les vérifications techniques que doit réaliser l'entreprise.

■ NF DTU 20.1

Ce document a pour objet de définir les clauses techniques d'exécution d'ouvrages de parois et murs de bâtiments en maçonnerie traditionnelle de petits éléments.

1.2 Différents types de murs

Cahier du CSTB n° 1833

Les systèmes de bardages rapportés permettent généralement de réaliser des murs de type XIII ou XIV selon le cahier du CSTB n° 1833 et des murs de types III et IV selon les DTU 20.1 et 23.1.

■ Mur de type XIII (ou III sans isolant)

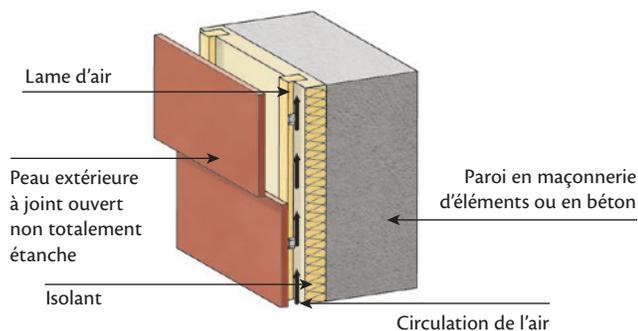


Figure 1 : Mur de type XIII

■ Mur de type XIV (ou IV sans isolant)

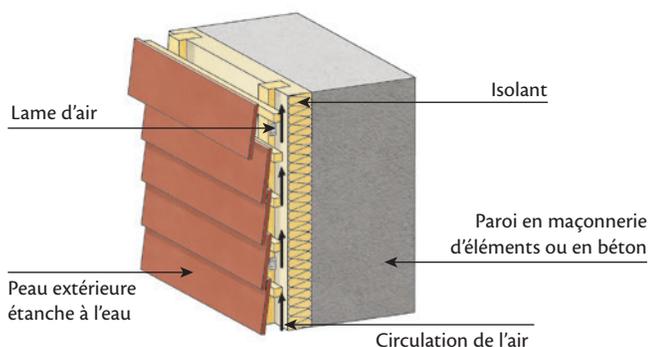


Figure 2 : Mur de type XIV

2. Chevilles

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Les opérations de perçage des supports exposent à des risques liés à l'inhalation de poussières et au bruit généré par l'outillage électroportatif utilisé. Avant toute utilisation, assurez-vous que votre outillage est en bon état et veillez à vous protéger en portant un masque respiratoire et une protection auditive adaptés

2.1 Chevilles métalliques

Guide d'Agrement Technique Européen n° 001, parties n° 1 à 5

Les chevilles métalliques fixent les pattes équerres reprenant l'ossature du bardage sur le mur support.

■ Domaine d'emploi : mur en béton

Les chevilles métalliques pour béton doivent bénéficier d'un marquage CE conformément à un Agrément Technique Européen (ATE) ou une Évaluation Technique Européenne (ETE).

■ Ancrage

Ces chevilles en acier, placées dans des trous perforés, sont ancrées dans la structure porteuse, de trois façons.

Par expansion

Cheville à expansion par vissage à couple contrôlé

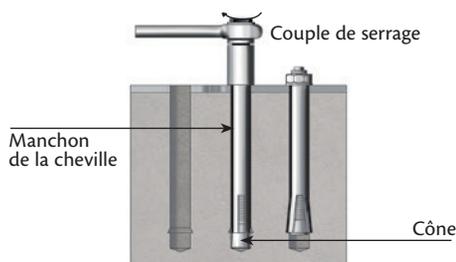


Figure 3 : Cheville à expansion par vissage

Principe : le couple de serrage garantit l'expansion du manchon (type douille ou goujon) dans le trou perforé.

ATTENTION

Respecter le couple de serrage donné par le fabricant.

Cheville à expansion par déformation contrôlée

L'expansion correcte peut être vérifiée selon les instructions de mise en œuvre du fabricant.

Cette expansion est possible par poussage d'un cône, d'une tige, d'un manchon ou d'un manchon avec goujon fileté. Les chevilles sont mises en place par frappe à l'aide d'un marteau ou d'une machine à percussion.

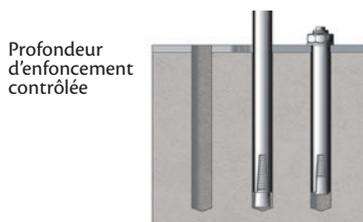


Figure 4 : Cheville à expansion par déformation

ATTENTION

S'assurer que la profondeur d'enfoncement contrôlée est respectée.

Cheville à expansion par verrouillage de forme

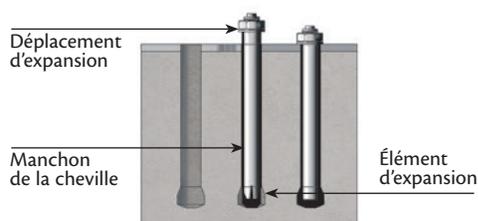


Figure 5 : Cheville à expansion par verrouillage de forme

Ces chevilles se bloquent mécaniquement dans une chambre incluse dans le béton. L'expansion de la cheville dans la chambre doit pouvoir se vérifier grâce à un repère sur la cheville.

Les trous cylindriques sont à effectuer avec un foret à butée afin de s'assurer que la profondeur est correcte.

Leur mise en œuvre s'effectue par frappe ou par vissage.

Par scellement

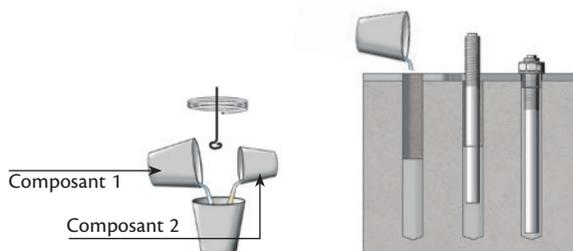


Figure 6 : Scellement par mortier

Dans le cas des bardages rapportés, le scellement par mortier est le plus fréquemment réalisé.

ATTENTION

S'assurer du bon respect des proportions du mélange de mortier.

Points à vérifier systématiquement pour la mise en œuvre des chevilles métalliques :

- effectuer le nettoyage du trou foré lorsque spécifié par le fabricant ;
- s'assurer que l'humidité de la surface du trou n'est pas trop importante lors de la mise en œuvre ;
- utiliser un foret de diamètre adéquat et non erroné (par exemple + 1 mm) ;
- vérifier que la mise en place de la cheville s'effectue par frappe ou par rotation ;
- s'assurer de l'indesserrabilité de l'assemblage à l'aide d'écrous (type Simmonds) ou de rondelles (élastique, éventail...).

La préparation et le scellement par mortier peuvent présenter des risques pour votre santé par inhalation et contact cutané (rougeurs, allergies, brûlures...). Pour limiter les risques, respectez les conditions d'utilisation du produit et portez les équipements de protection indiqués dans la Fiche de données de sécurité (FDS) (gants, lunettes, masque respiratoire...).

2.2 Chevilles plastiques

Les chevilles plastiques sont utilisées pour :

- la fixation des pattes équerres reprenant l'ossature du bardage sur les murs supports en maçonnerie d'éléments ;
- la fixation directe de lattes ou de chevrons.

■ Guide d'Agrément Européen n° 020 - Domaine d'emploi : mur en béton et maçonnerie d'éléments

Les chevilles plastiques doivent bénéficier d'un marquage CE conformément à un Agrément Technique Européen (ATE) ou une Évaluation Technique Européenne (ETE).

Les éléments de peau sur les chevrons doivent être des éléments de peau légers (masse surfacique < 25 kg/m²).

■ Description

Il s'agit de chevilles en matière plastique (souvent famille des polyamides PA6 : nylon) de diamètre minimum 10 mm, adaptées à la structure porteuse.

La vis ou le clou utilisé doit être en acier inoxydable (obligatoire en front de mer) ou protégé (niveau de protection au moins équivalent à celui de la patte).



Figure 7 : Vis et clou

Le manchon plastique de la cheville est expansé en frappant ou vissant le clou ou la vis associé.

Points à vérifier systématiquement pour la mise en œuvre des chevilles plastiques :

- l'élément à fixer est mis en place avant le perçage ;
- perçage : bien respecter le diamètre et la profondeur de perçage.

2.3 Chevilles chimiques

Les chevilles chimiques sont utilisées pour la fixation des pattes équerres reprenant l'ossature du bardage sur les murs supports en maçonnerie d'éléments.

■ Guide d'Agrément Européen n° 029 - Domaine d'emploi : maçonnerie d'éléments, corps pleins ou corps creux

Les chevilles chimiques doivent bénéficier d'un marquage CE conformément à un Agrément Technique Européen (ATE) ou une Évaluation Technique Européenne (ETE).

■ Description

Il s'agit du scellement par résine après forage d'un trou et pose d'un tamis pour les maçonneries en corps creux, d'une tige filetée sur laquelle la fixation des éléments sur le mur support se fera par boulonnage.

Points à vérifier systématiquement pour la mise en œuvre des chevilles chimiques :

- Chevilles pour corps pleins
 - Effectuer un nettoyage (dépoussiérage et brossage) du trou foré pour assurer une parfaite adhérence de la résine ;
 - L'injection de la résine se fait par des buses d'injection en commençant en fond de forage et en utilisant des longueurs adaptées à la profondeur d'ancrage ;
 - Respecter les temps de séchage indiqués par le fabricant avant d'appliquer les charges.
- Chevilles pour corps creux
 - Respecter le diamètre de forage prescrit par le fabricant. Dans les matériaux friables (type brique creuse), il préconisé de forer sans percussion afin de ne pas dégrader les performances attendues.
 - Démarrer l'injection de la résine en fond de tamis. Dans le cas de l'utilisation d'un réservoir, celui-ci doit être rempli intégralement.
 - Respecter les temps de séchage indiqués par le fabricant avant d'appliquer les charges.

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Certains composés présents dans la résine de scellement peuvent présenter des risques pour votre santé en cas de contact cutané ou de projection dans les yeux. Quelle que soit la technique de mise en œuvre, veillez à respecter les précautions d'emploi de la résine : conditions d'utilisation, port d'équipements de protection (gants, lunettes de sécurité...). Pour les connaître, consultez la FDS du produit.

2.4 Mise en œuvre des chevilles

■ Mise en œuvre des chevilles pour fixation de patte équerre

La cheville doit être placée de préférence au centre du trou oblong de l'aile d'appui sur gros œuvre.

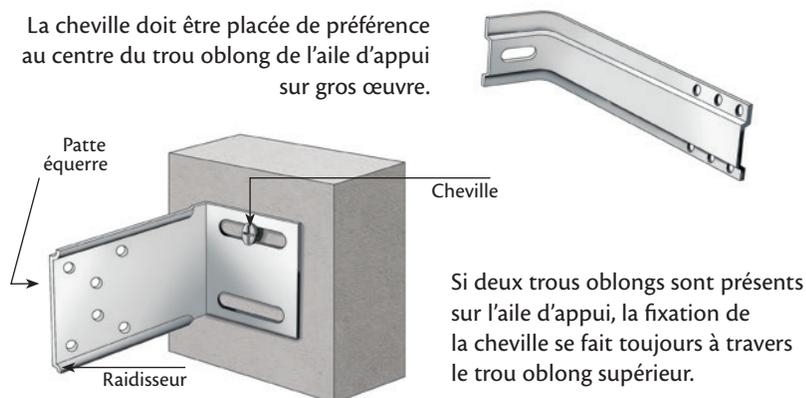


Figure 8 : Ailes d'appui sur gros œuvre

■ Mise en œuvre des chevilles pour fixation directe des chevrons

La cheville est mise en œuvre au centre de la largeur du chevron.

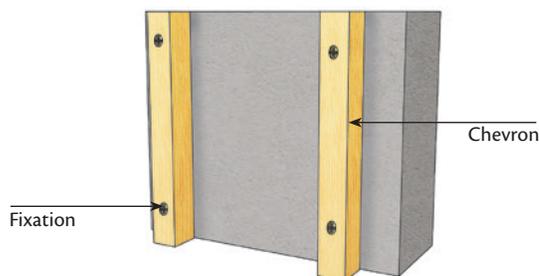


Figure 9 : Positionnement de la cheville

2.5 Cas des supports porteurs méconnus

Dans le cas d'un support pour lequel les caractéristiques physiques et mécaniques sont méconnues, le cahier du CSTB n° 1661_V2 doit être utilisé afin de réaliser des mesures *in situ*.

Le nombre de fixations à poser est égal à 15. Ce nombre peut être réduit à 5 fixations dans le cas de chevilles métalliques dans un support béton de granulats courants.

La résistance de calcul à l'état limite ultime $N_{Rd,u}$ est donnée à partir de la moyenne des cinq plus faibles valeurs d'arrachement obtenues lors des essais.

ATTENTION

La valeur d'arrachement $N_{Rd,u}$ retenue ne pourra pas être supérieure à celle donnée dans l'ATE ou l'ETE pour le type de support considéré.

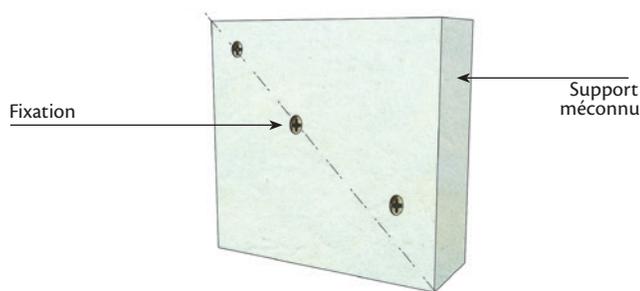


Figure 10 : Protocole expérimental

3. Chevrons

3.1 Définition et caractéristiques

■ Définition

De section rectangulaire et le plus souvent en épicéa ou en pin sylvestre, les chevrons ont généralement une longueur de 5,40 m (une hauteur d'étage étant généralement égale à 2,70 m).

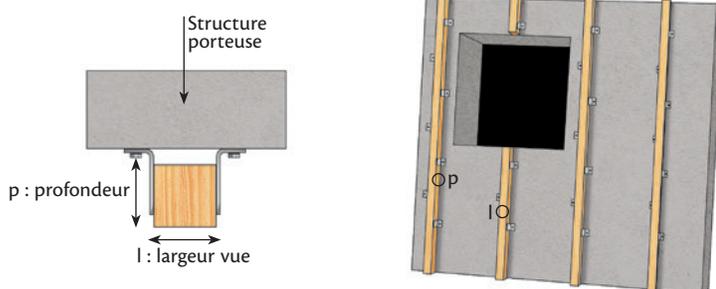


Figure 11 : Dimensions des chevrons

■ Dimensionnement

Afin d'éviter le vrillage des chevrons, l'élançement transversal « e » doit être tel que :

$$0,5 \leq e = \frac{p}{l} \leq 2$$

La largeur vue dépend de l'utilisation du chevron :

- la largeur vue nécessaire à la fixation d'un élément de peau donné est détaillée dans le chapitre 4 ;
- la largeur vue nécessaire au raccordement de lisses ou liteaux est explicitée dans la partie 4 du chapitre 3.

Tableau 1 : Résistance au vent des chevrons

| Section standard (1 x p) (en mm) | Vent V (en Pa) |
|-------------------------------------|-------------------|
| 40 x 63 | 3 576 |
| 63 x 40 | 1 442 |
| 63 x 75 | 9 503 |
| 75 x 63 | 6 705 |
| 75 x 100 | 26 817 |
| 100 x 50 | 4 469 |
| 199 x 63 | 8 941 |
| 100 x 75 | 15 084 |

Les chevrons les plus fréquemment utilisés et leur résistance aux vents sont ceux définis dans le tableau 1.

OBSERVATION

Si les bois ont une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe d'emploi 3b, la bande de protection n'est pas nécessaire. La durabilité des bois correspondant à la classe d'emploi 3b n'exclut pas une conception limitant au maximum les pièges à eau.

ATTENTION

Il faudra s'assurer que la flèche prise en pression ou en dépression sous vent normal selon les Règles NV65 modifiées ou sous vent de site W50 selon l'Eurocode soit inférieure respectivement au 1/200 ou au 1/167 de la portée entre fixations du profilé à la structure porteuse est compatible avec les déformations maximales admises pour les éléments de peau de bardages rapportés considérés.

■ Caractéristiques

Classes d'emploi

Les bois utilisés doivent avoir une durabilité naturelle ou conférée compatible avec une utilisation en classes d'emploi 2 ou 3b selon le fascicule de documentation FD P20-651.

Tableau 2 : Classes d'emploi

| Classe d'emploi | Taux d'humidité des bois/emplois retenus | Apparition des agents biologiques | | |
|-----------------|---|---|-------------|----------|
| | | Champignons détruisant le bois (basidiomycètes) | Insectes | |
| | | | Coléoptères | Termites |
| 2 | Occasionnellement > 20 % / ossatures correctement ventilées en service | Oui (possible) | Oui | Locale |
| 3b | Fréquemment > 20 % / toutes pièces de construction ou menuiseries extérieures soumises à la pluie | Oui (possible) | Oui | Locale |

ATTENTION

En régions termittées, des protections, définies dans le DTU 31.2, doivent être mises en place.

Cas des joints verticaux ou horizontaux ouverts

Les peaux de bardage à joints laissés ouverts nécessitent des bois d'ossature de classe d'emploi 3b. En cas de classe d'emploi 2 seulement, la face avant des chevrons devra être protégée complètement (sur toute sa hauteur) des projections et/ou du ruissellement des eaux de pluie par une bande de protection. Cette bande, qui peut être réalisée dans divers matériaux, doit être mince, imperméable, durable. Pratiquement, cette bande de protection est constituée :

- soit par une bande EPDM débordant de 10 mm de part et d'autre du chevron ;
- soit par une bande de PVC souple non débordante (uniquement lorsque les joints horizontaux sont fermes), d'épaisseur environ 1 mm comportant une ou deux lèvres de part et d'autre de son axe de symétrie et spécialement extrudée pour cet emploi ;
- La fermeture du joint horizontal peut être obtenue par la mise en place d'un profile horizontal (profile « chaise », par exemple) ;
- soit par un feuillard en aluminium laque débordant de 10 mm de part et d'autre du chevron.

La bande EPDM doit être continue y compris au droit du fractionnement des chevrons et du joint ouvert entre panneaux, ou recouvrir la tête de chevron inférieur au droit de ce fractionnement et de ce joint.

ATTENTION

L'utilisation d'une bande de protection, le long des chevrons, est indispensable dans le cas de joints horizontaux et/ou verticaux ouverts pour les bois de classe d'emploi 2

En effet, dans la configuration ci-contre, les montants en bois subissent les projections et le ruissellement de l'eau.

Caractéristiques minimales des bandes de protection : minces, imperméables, durables.

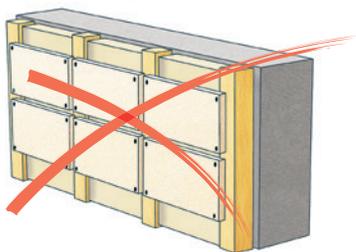


Figure 12 : Bande de protection obligatoire

Ces bandes peuvent être :

- bande PVC souple d'épaisseur 1 mm ;
- bande de feutre bitumé type 36-S ;
- feuillard d'aluminium laqué ;
- bande EPDM.

Leur mise en œuvre est assurée par agrafage ou clouage. Le maintien ultérieur de la bande est assuré par les rives des éléments de peau fixés au chevron.

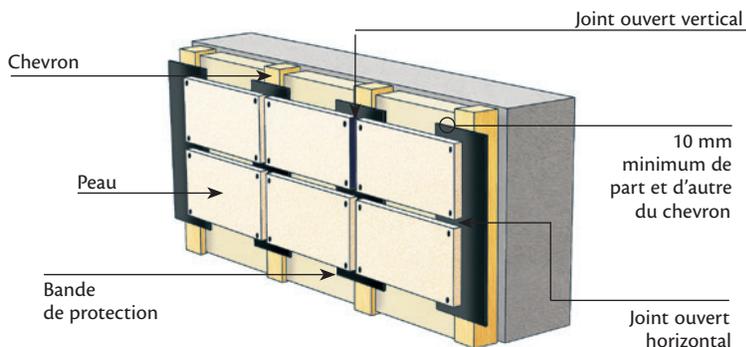


Figure 13 : Mise en œuvre de la bande de protection

Les joints ouverts doivent respecter les critères suivants :

- 1 - Une surface des joints ouverts inférieure à 1,5 % de la surface des éléments.
Exemple : pour une surface de 50 m², la surface maximale S de joint ouvert est de :
 $S = 0,015 \times 50 = 0,75 \text{ m}^2$.
- 2 - Une largeur des joints inférieure ou égale à l'épaisseur de la peau de bardage et inférieure à 8 mm.

OBSERVATION

Si les bois ont une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe d'emploi 3b, la bande de protection n'est pas nécessaire. La durabilité des bois correspondant à la classe d'emploi 3b n'exclut pas une conception limitant au maximum les pièces à eau.

Classement mécanique

Correspondant au minimum à la classe C18 (ST3) selon la norme NF EN 338.

Humidité des chevrons

Taux d'humidité

Le taux d'humidité des chevrons doit être au plus égal à 18 % en poids lors de la pose des éléments de peau. En effet :

Tableau 3 : Taux d'humidité

| | | |
|---|--|---|
| Le matériau est sec : les problèmes de pourriture ou de détérioration liés à l'humidité ne surviendront pas | Le matériau est dans un état limite : pourriture et détérioration peuvent apparaître dans certaines conditions | Le matériau est humide : pourriture et détérioration sont inévitables dans le temps |
| Taux d'humidité < 18 % | 18 % < taux d'humidité < 20 % | 20 % < taux d'humidité |

Humidimètre

Des humidimètres permettent de s'assurer de ce taux d'humidité avant la mise en œuvre.

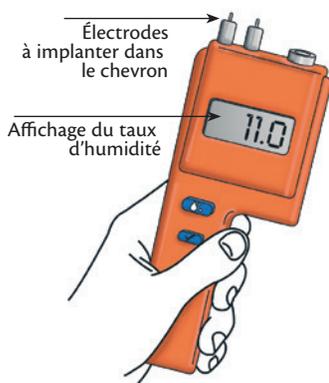


Figure 14 : Mesure du taux d'humidité

OBSERVATION

Pour vérifier le taux d'humidité des bois, il existe deux normes européennes et un projet :

- NF EN 13183-1 : méthode par dessiccation ;
- NF EN 13183-2 : méthode électrique par résistance ;
- NF EN 13183-3 : méthode capacitive.

Nota : Le FCBA a édité un guide pour la mesure de l'humidité du bois « Guide pratique de la mesure d'humidité du bois ».

Exemples de singularités à limiter

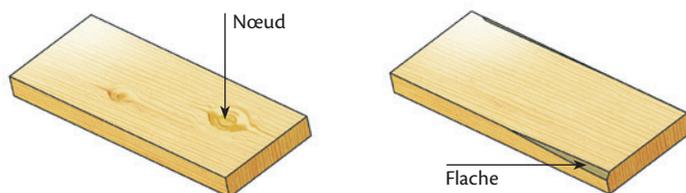


Figure 15 : Nœuds et flaches

- Nœuds et flaches.
- Poches de résine : cavités allongées qui contiennent de la résine. Ces trois éléments cumulés ne doivent pas excéder le quart de la surface considérée.
- Pente générale de fil du bois (correspond à la direction des fibres de bois par rapport à l'axe longitudinal) ne devant pas excéder 12 %.
- Échauffures et piqûres blanches.

3.2 Fixations utilisées pour la mise en œuvre des pattes équerres sur les chevrons

■ Nature et protection du métal

Tableau 4 : Nature et protection du métal

| Nature et protection du métal | Caractéristiques | Norme appliquée |
|---|------------------|-----------------|
| Acier inoxydable | X6Cr17 | NF EN 10088-2 |
| Acier protégé par galvanisation à chaud | Classe B | NF A 91-131 |
| Acier protégé par shéardisation | Classe 40 | NF EN 13811 |

■ Description des fixations des éléments de peau lourds (masse surfacique > 25 kg/m²)

Tirefond (vis à bois à tête hexagonale) à utiliser après préperçage du chevron

Dimensions minimales : \varnothing 7 x 50 mm.



Figure 16 : Exemple de tirefond

Vis à bois

Dimensions minimales : \varnothing 3,5 x 40 mm.



Figure 17 : Exemple de vis à bois

Clous non lisses

Dimensions minimales : \varnothing 3,5 x 40 mm.



Figure 18 : Exemple de clou annelé

■ Description des fixations des éléments de peau légers (masse surfacique < 25 kg/m²)

La fixation s'effectue par au moins trois vis à bois ou clous non lisses :

- clous de dimensions minimales : $\varnothing 3,5 \times 50$ mm ;



Figure 19 : Exemple de clou torsadé

- vis à bois de dimensions minimales : $\varnothing 3,5 \times 40$ mm, semblables à celles définies dans la partie précédente.

■ Résistance admissible au cisaillement des clous et des vis

Tableau 5 : Résistance admissible au cisaillement

| Nature de la fixation | Résistance admissible au cisaillement (en daN) |
|-----------------------|--|
| Vis | $80.d.\sqrt{e}$ |
| Clous | $55.d.\sqrt{e}$ |

d : diamètre nominal de la fixation (en cm).

e : longueur d'enfoncement utile de la fixation (en cm).

3.3 Pattes de fixation des chevrons sur la structure porteuse

■ Présentation

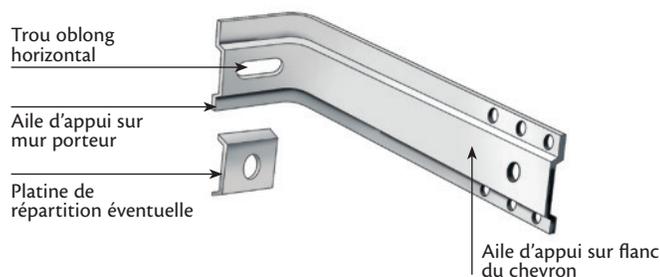


Figure 20 : Pattes de fixation

Caractéristiques principales des équerres :

- l'aile d'appui sur le flanc du chevron possède généralement un trou de $\varnothing 8$ mm ;
- le ou les trous oblongs présents sur l'aile d'appui fixée au mur porteur ont généralement des dimensions comprises entre $\varnothing 8 \times 30$ mm et $\varnothing 10 \times 40$ mm.

ATTENTION

Pour les systèmes de bardage rapporté sous Avis Technique ou DTA, les éléments de l'ossature métallique et les pattes de fixation sont constitués des matériaux suivants :

- acier : nuance S 220 GD minimum ;
- aluminium : série 3000 minimum et présentant une limite d'élasticité $R_{p0,2}$ supérieure à 180 MPa.

■ Définition des pattes de fixation à utiliser

Tableau 6 : Pattes de fixation

| Nature de la patte | Type de patte | Définition |
|--------------------|---------------|--|
| Patte fixe | — | La longueur de l'aile d'appui sur le flanc du chevron est fixe |
| Patte réglable | Type 1 | Patte fixe associée à une rallonge coulissante |
| | Type 2 | Patte réglable de par sa conception |

Points à retenir pour les pattes réglables :

- 1 - Le guidage de la rallonge (type 1) ou de la partie mobile (type 2) est assuré par les retours présents sur ces parties mobiles.
- 2 - L'association des parties fixe et mobile s'effectue par boulonnage.

ATTENTION

Afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des pattes (charge verticale due au poids propre du bardage rapporté et charge horizontale due aux actions du vent), des essais doivent être réalisés conformément à l'annexe 2 du cahier du CSTB n° 3316_V2.

■ Nature du métal ou traitement de protection des pattes de fixation

Ces pattes de fixation sont, par nature ou par traitement contre la corrosion, en métal durable. Elles répondent à l'un des critères suivants :

Nature du métal

Tableau 7 : Nature du métal

| Nature du métal | Nuance (N) | Norme | Commentaire |
|------------------|--|---------------|---|
| Acier inoxydable | X6Cr17 (N) | NF EN 10088-2 | — |
| Aluminium | Alliage contenant moins de 1 % de cuivre | — | Compatibilité électrolytique par rapport aux fixations (norme NF E 25-032), au choix des essences et des produits de préservation |

Traitement de protection du métal

Tableau 8 : Traitement de protection du métal

| Nature du métal | Galvanisation - Désignation (D) | Norme | Commentaire |
|---|---------------------------------|-------------|--|
| Acier de construction protégé par galvanisation à chaud | S 220 GD + ZF (D) | NF EN 10346 | ZF signifie que le revêtement est en alliage zinc-fer |
| Acier doux galvanisé à chaud en continu | DX51D + ZF (D) | NF EN 10346 | Cette désignation traduit des qualités pour pliage et profilage. ZF signifie que le revêtement est en alliage zinc-fer |

ATTENTION

La norme NF P 24-351 permet de définir la nature ou la protection du métal en fonction de l'exposition de la patte. Il est rappelé que la patte de fixation se trouve en atmosphère extérieure protégée et ventilée.

■ Impact des pattes de fixation sur les performances d'isolation thermique de l'ouvrage

Les pattes de fixation augmentent les déperditions thermiques de la paroi en fonction du niveau d'isolation thermique.

3.4 Mise en œuvre de l'ossature

■ Disposition des chevrons en partie courante

Le facteur principal définissant l'entraxe horizontal des chevrons est la nature de la peau.

Pour l'ensemble des bardages traditionnels et une majorité de bardages non traditionnels, l'entraxe horizontal entre deux chevrons est de 600 mm.

Cet entraxe peut être ramené à 450 ou 300 mm en rives de façade pour assurer :

- une résistance accrue au vent en angle de façade et en acrotère ;
- une résistance accrue aux chocs de corps mou (définition norme NF P 08-301) en rez-de-chaussée.

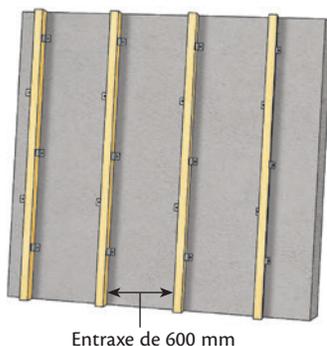


Figure 21 : Disposition des chevrons

En rives de façade, bien que la majoration de la valeur de la charge en dépression, au regard de la valeur en partie courante, puisse être fort importante (x 2), la nécessité de réduire l'entraxe des chevrons en rives de façade ne s'impose pas forcément ; c'est le cas général des systèmes dont la résistance de service en dépression qui les caractérise en pose sur entraxe normal (60 cm) reste supérieure à la dépression telle qu'elle est calculée en rives d'un bâtiment donné, compte tenu de la région, du site et de sa hauteur.

Il pourrait en résulter, selon les cas, pour les éléments de peau fixes « à cheval » sur deux zones d'ossature de comportement non homogène, des contraintes de compression ou de traction pouvant conduire à la rupture des plaques ou à leur échappement dans le cas de dalles posées en enfourchement sur des lisses.

Toutes dispositions seront donc prises pour éviter ces phénomènes, soit par mise en œuvre d'une ossature homogène (éventuellement redondante en partie courante et en partie basse), soit en prévoyant le fractionnement de l'ouvrage ossature-peau en fonction des reprises de charge différentes.

Ces dispositions ne visent pas les peaux « à écailles » qui, du fait des recouvrements latéraux et horizontaux, peuvent absorber ces variations dimensionnelles différentielles sans contraintes.

OBSERVATIONS

- Ce renforcement de l'ossature en angle et en partie courante au-delà d'une certaine hauteur de la façade risque de conduire à terme à des tassements différentiels sous charge de poids propre, puisque les pattes seront plus ou moins chargées différemment en fonction de leur densité (nombre/m²).
- Concernant la résistance aux chocs de conservation des performances, la réduction de l'entraxe des profilés à rez-de-chaussée n'est susceptible d'améliorer que la résistance aux chocs de grands corps mous, lesquels entraînent des effets d'ensemble. La résistance aux chocs de petits corps durs, lesquels conduisent à des effets locaux, ne s'en trouve pas améliorée et risque même parfois d'être légèrement amoindrie. Il est possible d'éviter cette éventuelle diminution de performance sous chocs de corps durs en laissant un espace entre le dos de la paroi et la face avant des éventuels profilés intermédiaires supplémentaires.

■ Disposition des pattes de fixation sur le mur porteur

En partie courante

En partie courante, les pattes doivent être mises en quinconce.

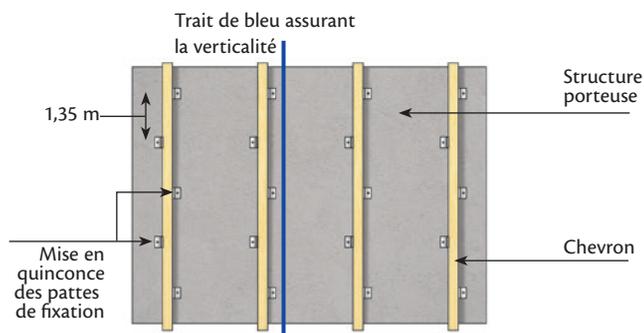


Figure 22 : Disposition des pattes de fixation en partie courante

Points à retenir :

- La distance de 1,35 m entre fixations est la plus souvent utilisée.
- Quelle que soit la hauteur du chevron, le nombre de fixations est au minimum de trois.
- La flèche prise en pression ou en dépression sous vent normal selon les Règles NV65 modifiées ou sous vent de site W50 selon l'Eurocode doit être inférieure respectivement au 1/200 ou au 1/167 de la portée entre fixations du profilé à la structure porteuse.

En rive de bâtiment

En rive de bâtiment ou en arrêt d'ouvrage de bardage, le nombre de fixations doit être augmenté et la mise en œuvre des pattes de fixation ne se fait plus en quinconce mais du même côté pour le chevron d'extrémité.

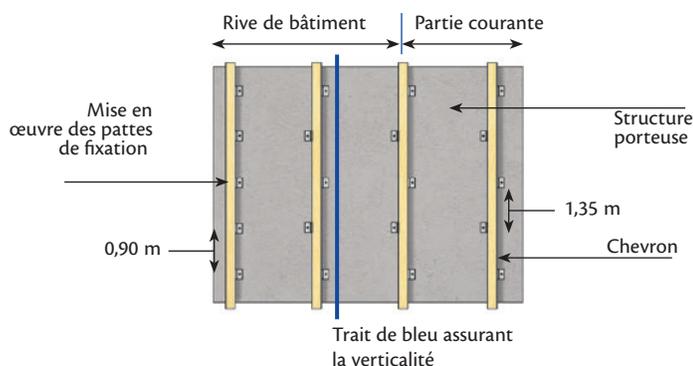


Figure 23 : Disposition des pattes de fixation en rive de bâtiment

ATTENTION

L'entraxe des pattes le long du chevron est (compte tenu des charges dues au vent, de l'entraxe et de la section des chevrons) fonction de la résistance admissible à l'arrachement des fixations des pattes dans la structure porteuse.

■ Mise en œuvre de la bande de protection

Lorsque la pose directe (c'est-à-dire sans lisses complémentaires) des éléments de paroi impose la présence d'une bande d'étanchéité sur la face vue du chevron, la pose de cette bande peut s'effectuer par simple agrafage ou simple clouage, puisque son maintien ultérieur sera assuré par les rives des parois fixées sur le chevron. Lorsque l'élément de paroi est posé sur un chevron intermédiaire, ce chevron intermédiaire doit obligatoirement être garni lui aussi d'une bande d'étanchéité, que ce soit pour des raisons d'étanchéité ou pour des raisons de calage assurant une meilleure planéité de l'élément posé sur plus de deux appuis.

OBSERVATION

En effet, dans le cas des bardages avec joints horizontaux de peau laisses ouverts, les chevrons sont exposés à la pluie (projection et ruissellement).

■ Mise en œuvre des pattes de fixation sur les flancs des chevrons

Éléments de peau lourds (masse surfacique > 25 kg/m²)

L'utilisation du tirefond seul risque d'entraîner une rotation du chevron autour de ce tirefond. Cette rotation est interdite.

Il est nécessaire d'utiliser un tirefond associé à l'une des deux fixations suivantes :

- vis à bois ;
- clous dits de blocage.

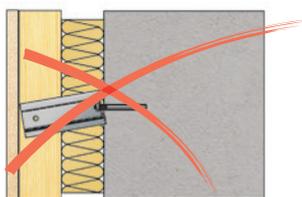


Figure 24 : Interdiction d'utiliser un tirefond seul

ATTENTION

Si le tirefond est mis en œuvre dans un trou oblong, le nombre de fixations à ajouter est de deux.

Généralement, les autres trous prépercés ont un diamètre de 3,5 mm.

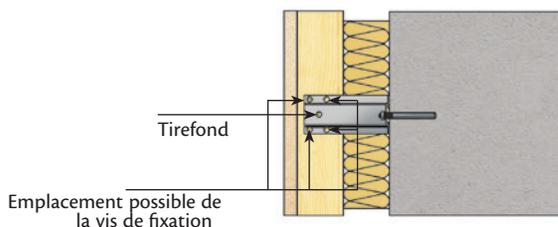


Figure 25 : Mise en œuvre du tirefond

OBSERVATION

La matière et les dimensions des fixations sont précisées dans la partie 3.2 du chapitre 3.

Éléments de peau légers (masse surfacique <math>< 25 \text{ kg/m}^2</math>)

La mise en œuvre des chevrons s'effectue à l'aide d'au moins trois pattes de fixation (voir partie 3.2 du chapitre 3).

■ Gardes de vissage et de clouage des fixations sur le flanc du chevron

Les gardes de vissage et de clouage définies ci-dessous sont applicables pour toutes les fixations considérées : tirefond, vis et clou.

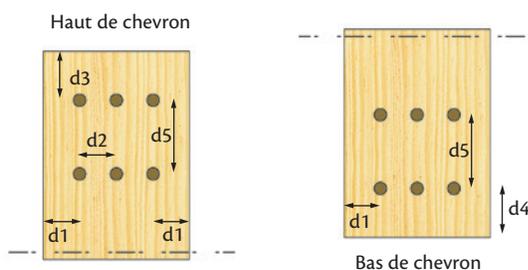


Figure 26 : Gardes de vissage et de clouage

Tableau 9 : Distances de fixation

| Type de fixation | Distance d1 | Distance d2 | Distance d3 | Distance d4 | Distance d5 |
|------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Vis | $6 \times \varnothing$ | $3 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $6 \times \varnothing$ | $6 \times \varnothing$ |
| Clou | $12 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $12 \times \varnothing$ | $10 \times \varnothing$ |

\varnothing : diamètre de la fixation.

OBSERVATION

Les distances d1, d3, d4 sont mesurées de l'axe de la fixation au bord de l'arête du chevron. Les distances d2 et d5 sont mesurées d'axe en axe.

■ Raboutage

Le raboutage permet d'avoir une ossature homogène et continue, assurant ainsi le cumul des variations dimensionnelles de chaque chevron.

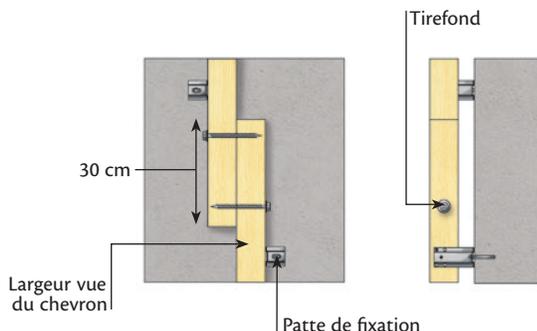


Figure 27 : Raboutage par chevauchement latéral

Le rabotage est possible de deux façons :

- chevauchement latéral sur 30 cm au moyen de deux tirefonds (\varnothing 7 mm minimum x 2 largeurs vues du chevron) ;
- rabotage en ligne à l'aide de plaques en laissant un jeu d'au moins 2 cm entre les extrémités des chevrons.

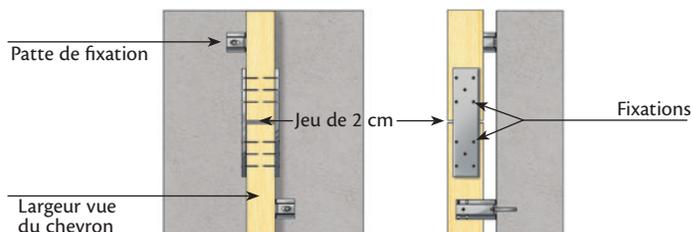


Figure 28 : Rabotage en ligne

Points à respecter :

- 1 - La longueur de la plaque est de 300 mm.
- 2 - La plaque peut être en contreplaqué certifié « NF extérieur CTB-X » d'épaisseur 10 mm clouée ou vissée sur les flancs des chevrons.
- 3 - La plaque peut être en tôle d'acier d'épaisseur minimale 1 mm et protégée par galvanisation à chaud classe Z275 ou autre protection équivalente. Elle est clouée ou vissée en s'assurant des compatibilités électrochimiques.

ATTENTION

Le rabotage des chevrons concernés doit être effectué avant mise en charge de l'ossature sous poids propre des éléments de peau. À défaut, cela pourrait conduire à une mise en charge cumulée des rangées successives de chevrons au fur et à mesure de la mise en œuvre du parement, les pattes équerres de la première rangée (inférieure) de chevrons pouvant être amenées à reprendre après rabotages successifs une charge plus élevée que la charge prévue initialement.

OBSERVATION

Le rabotage des chevrons diminue localement les performances thermiques de l'ouvrage, il convient donc d'éviter des rabotages surabondants.

■ Fractionnement de l'ossature

Il est nécessaire de réaliser un joint de fractionnement de l'ossature et des éléments de peau tous les quatre niveaux au plus, soit environ tous les 11 m.

Ce fractionnement est nécessaire pour éviter le cumul trop important des variations dimensionnelles subies par les chevrons rabotés.

Points à respecter :

1. Un élément de peau ne doit jamais être posé en recouvrement d'un alignement de chevrons non raboutés de façon rigide.

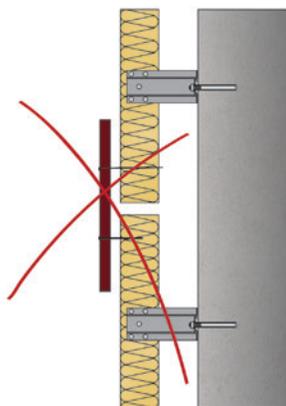


Figure 29 : Raboutage non rigide interdit

Exception peut être faite à la règle ci-dessus pour des peaux de bardage constituées de petits éléments en pose à recouvrement et fixation sur leur seule rive haute, sous réserve que les longueurs de chevron continues (ou rendues telles) n'excèdent pas 5,4 m. Les bardages type écailles ou type clins posés à l'horizontale peuvent bénéficier de cette exception

2. L'ouverture du joint de fractionnement d'ossature doit être d'au moins 7 mm pour un chevron continu de 5 à 6 m

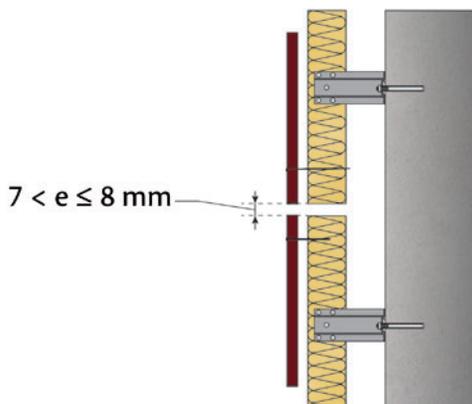


Figure 30 : Ouverture du joint de fractionnement d'ossature

3. L'ouverture du joint de fractionnement d'ossature doit être d'au moins 15 mm pour un raboutage conduisant à une longueur de chevron de 11 m environ (2 chevrons de 5,40 m raboutés de façon rigide).

La présence d'une bavette est nécessaire au niveau du joint de fractionnement de l'ossature. Cette bavette garantit que l'eau ne pénètre pas entre l'élément de peau et l'ossature secondaire.

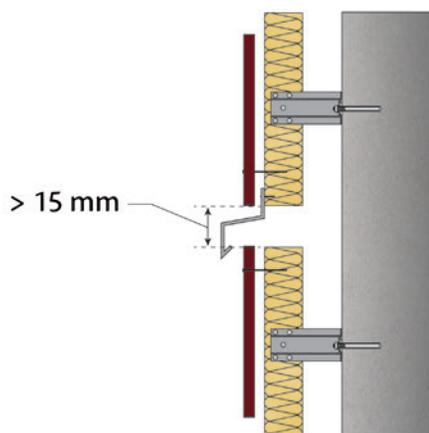


Figure 31 : Ouverture du joint de fractionnement d'ossature pour un rabotage avec exemple de bavette

OBSERVATION

Les dimensions (débord et retombée) de la bavette sont détaillées en partie 2 du chapitre 6.

Fractionnement de la lame d'air

Du point de vue de la sécurité incendie, pour limiter l'effet cheminée créé par la lame d'air ventilée, celle-ci doit être recoupée horizontalement.

En l'absence d'exigences du point de vue de la réglementation incendie, le fractionnement de la lame d'air doit être prévu en fonction de la disposition de la façade. La hauteur maximale sans fractionnement de la lame d'air est de 24 m.

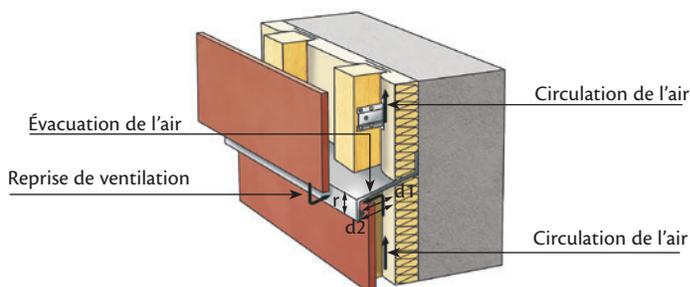


Figure 32 : Fractionnement de la lame d'air

Dans le cas d'une rupture horizontale :

Tableau 10 : Fractionnement de la lame d'air en cas de rupture horizontale

| Bâtiment | | r | r/d1 | d2 |
|--------------|--------|--------------|-------|---------|
| Hauteur | < 24 m | ≥ 50 mm | ≤ 2,5 | ≥ 25 mm |
| | > 24 m | > 100 mm | ≤ 2,5 | ≥ 25 mm |
| Front de mer | | 120 à 150 mm | ≤ 3,0 | ≥ 25 mm |

Ces cotations sont présentées à titre indicatif et correspondent à un minimum à respecter. Elles devront être augmentées en tenant compte des tolérances de pose.

ATTENTION

- Le fractionnement de la lame d'air est très important car il évite notamment la propagation du feu le long de la façade.
- Pour certains établissements recevant du public (ERP) et certains bâtiments d'habitation, ce fractionnement de la lame d'air doit être réalisé tous les niveaux ou tous les deux niveaux. Ce fractionnement est défini par l'Instruction Technique n° 249 (IT n° 249) relative aux façades.

OBSERVATION

La mise en œuvre de la bavette se fait conformément au paragraphe : Arrêt haut sous débord < 15 cm, en partie 2 du chapitre 6.

■ Planitude générale des chevrons

Le critère d'acceptation est $h < 2$ mm.

Dans certains cas précisés, notamment dans l'Avis Technique, cette valeur peut être ramenée à 1 mm.

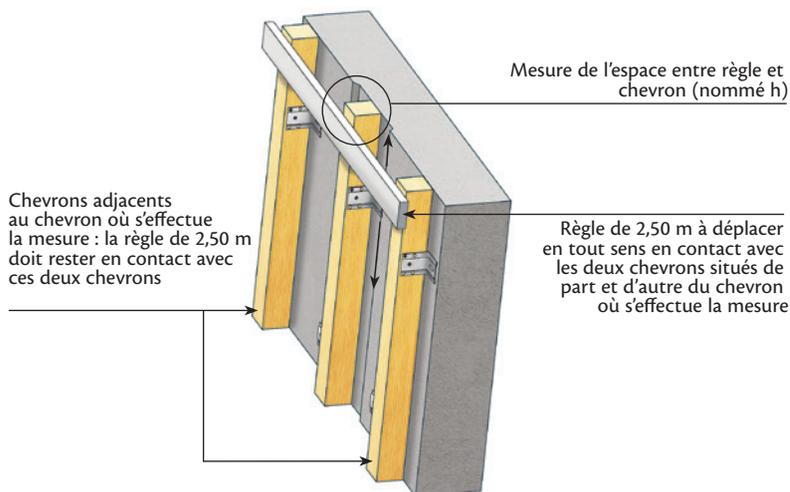


Figure 33 : Planitude générale des chevrons

La mesure de ce défaut est effectuée comme suit :

- déplacer dans tous les sens une règle de 2,50 m de longueur en la maintenant en contact avec deux chevrons de part et d'autre du chevron considéré ;
- mesurer perpendiculairement au plan du bardage la distance maximale h pouvant exister entre la règle et le chevron médian précité.

4. Liteaux et lisses

4.1 Liteaux

■ Description et dimensionnement

Les dimensions les plus courantes et les éléments de peau posés avec ce type d'ossature sont décrits dans la partie 2 du chapitre 2.

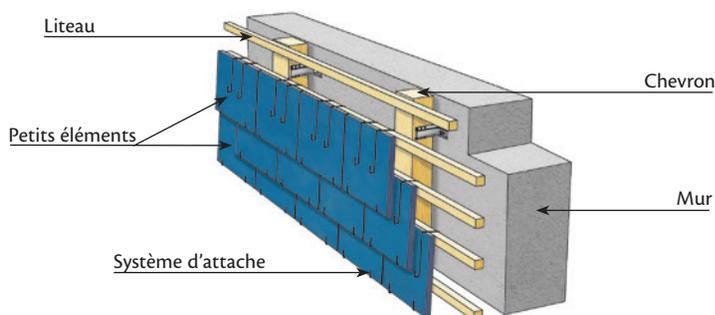


Figure 34 : Liteaux

Épaisseur des liteaux à respecter

L'épaisseur doit être adaptée pour recevoir des crochets (par exemple, bardeaux de terre cuite) ou permettre un enfoncement suffisant des fixations traversantes (par exemple, ardoise fibre ciment).

Nature du bois

Les propriétés à vérifier et les défauts à éviter pour le bois sont semblables à ceux déjà définis.

ATTENTION

Comme pour le traitement des chevrons pour les joints ouverts, le long des liteaux, une bande de protection doit être mise en œuvre pour les bois de durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335-2.

4.2 Lisses

■ Description et dimensionnement

Les lisses possèdent des formes spécifiques destinées à supporter l'élément de peau mis en œuvre. Ainsi, elles sont généralement fournies par le fournisseur de l'élément de peau.

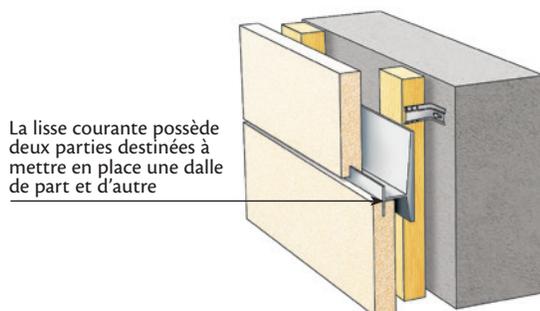


Figure 35 : Exemple de lisse courante

Longueur des lisses

La longueur des lisses est de 3,6 m.

Cependant pour des longueurs supérieures de lisses, les joints ouverts, lors du raccordement des lisses, doivent être augmentés (largeur supérieure à 3 mm) pour permettre la libre dilatation des éléments. De même, des dispositions devront être prises pour permettre cette dilatation au droit des fixations.

Nature du métal

La nature, ou la protection du métal, est semblable à celle définie en partie 3.3 du chapitre 3.

Jeu de mise en œuvre en fond de rainure des éléments de parement

Un jeu de mise en œuvre doit être respecté afin de permettre la dilatation de chaque élément. Ce jeu peut être respecté à l'aide d'une cale ou d'un ergot placé sur la lisse courante. Sa valeur est précisée dans l'Avis Technique correspondant.

4.3 Fixations utilisées pour la mise en œuvre des liteaux et des lisses

■ Matière et applications

Tableau 11 : Choix des fixations

| Fixations | Liteau bois | Lisse aluminium |
|---|-------------------|-----------------|
| Vis à bois protégée par galvanisation à chaud répondant à la classe B selon la norme NF A 91-131 | Oui | Non |
| Vis à bois en acier inoxydable nuance X6Cr17 selon la norme NF EN 10088-2 | | Oui |
| Vis à bois avec protection cadmiée ou zinguée répondant à la classe 10-20 selon la norme NF E 27-016 | | Non |
| Clou annelé (cranté) protégé par galvanisation à chaud répondant à la classe B selon la norme NF A 91-131 | Oui | Non |
| Clou torsadé protégé par galvanisation à chaud répondant à la classe B selon la norme NF A 91-131 | Oui | Non |
| Clou lisse ou cannelé | Non recommandé | Non |
| Clou lisse ou cannelé en acier inoxydable selon la norme NF EN 10088-2 | Non | Non |

ATTENTION

Les clous lisses ou cannelés en acier inoxydable ont tendance à ressortir sous l'action des mouvements du bois. Leur utilisation n'est donc pas recommandée.

■ Calcul de la résistance admissible à l'arrachement de la fixation

En considérant des bois de classe C 18 (ST 3) selon la norme NF EN 338, nous obtenons les approximations suivantes :

Tableau 12 : Résistance admissible à l'arrachement

| Nature de la fixation | Résistance admissible à l'arrachement (en daN) |
|-----------------------|--|
| Clous annelés | 26.d.e |
| Clous torsadés | 21.d.e |
| Vis à bois | 52.d.e |

d : valeur du diamètre de la fixation (en cm).

e : valeur de l'enfoncement de la fixation comprise entre 4d et 10d (en cm).

Mise en œuvre

En partie courante

Le clouage (cas des liteaux) et le vissage (cas des liteaux et des lisses) s'effectuent comme illustré ci-dessous :

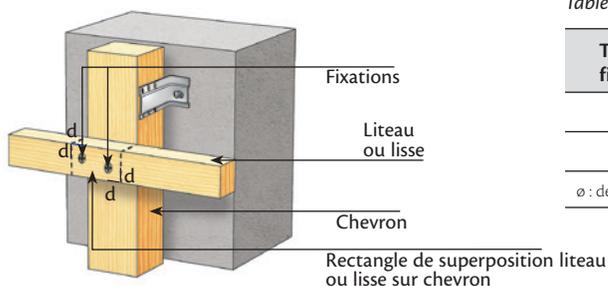


Figure 36 : Mise en œuvre des liteaux et lisses en partie courante

Tableau 13 : Distances de fixation

| Type de fixation | Distance d |
|------------------|------------------------|
| Vis | $3 \times \varnothing$ |
| Clou | $5 \times \varnothing$ |

\varnothing : de la vis ou du clou.

ATTENTION

- L'utilisation d'une seule vis est possible au centre du rectangle de superposition liteau ou lisse sur chevron.
- La largeur vue minimale du chevron est égale à 40 mm.

En partie haute et basse des chevrons

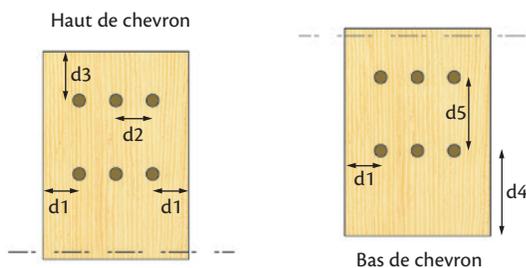


Figure 37 : Mise en œuvre en partie haute et basse des chevrons

Distance pour les liteaux

Tableau 14 : Distance pour les liteaux

| Type de fixation | Distance d1 | Distance d2 | Distance d3 | Distance d4 | Distance d5 |
|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Vis | $3 \times \varnothing$ | $3 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $6 \times \varnothing$ | $6 \times \varnothing$ |
| Clou | $5 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $12 \times \varnothing$ | $10 \times \varnothing$ |

Distance pour les lisses

Tableau 15 : Distance pour les lisses

| Type de fixation | Distance d1 | Distance d2 | Distance d3 | Distance d4 | Distance d5 |
|------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Vis | $6 \times \varnothing$ | $3 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $6 \times \varnothing$ | $6 \times \varnothing$ |
| Clou | $12 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $5 \times \varnothing$ | $12 \times \varnothing$ | $10 \times \varnothing$ |

■ Pose des lisses en partie basse

Évacuation de l'eau

ATTENTION

Compte tenu des formes spécifiques des lisses métalliques, certaines d'entre elles favorisent la stagnation de l'eau. Ainsi des trous permettant l'évacuation de l'eau (\varnothing 6 mm minimum) doivent être réalisés sur la partie basse de la lisse à raison d'un trou au milieu de la portée entre deux chevrons.

Fixation des lisses

Si la hauteur de l'aile d'appui de la lisse basse est insuffisante, les dispositions suivantes peuvent être mises en œuvre en pied de chevron :

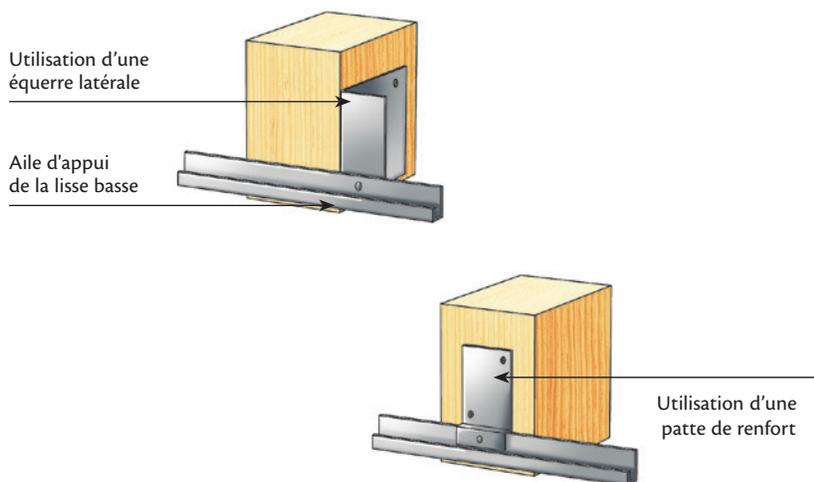


Figure 38 : Fixation des lisses

■ Raccordement des liteaux et lisses

Le raccordement des liteaux et lisses s'effectue par alignement horizontal bout à bout :

- toujours prévu au droit d'un chevron, chaque liteau ou lisse, ayant sa propre fixation sur le chevron ;
- avec un joint ouvert de dimension minimale 3 mm.

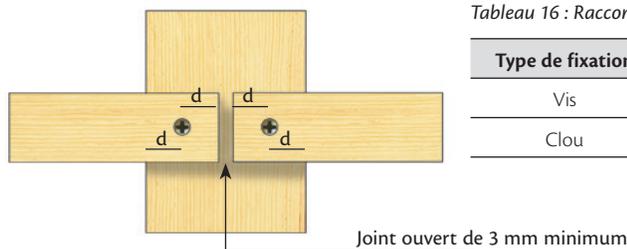


Tableau 16 : Raccordement des liteaux et lisses

| Type de fixation | Distance d |
|------------------|------------------------|
| Vis | $3 \times \varnothing$ |
| Clou | $5 \times \varnothing$ |

Figure 39 : Joint ouvert

■ Porte-à-faux : distance maximale L/4

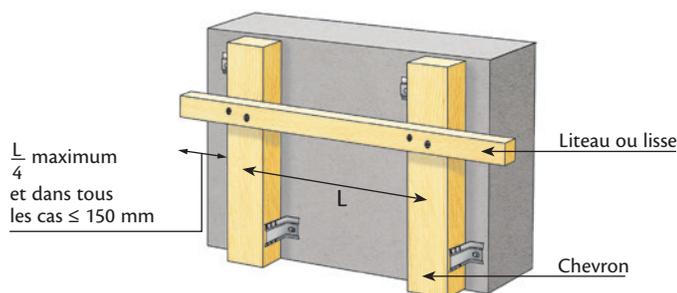


Figure 40 : Distance du porte-à-faux

ATTENTION

Le porte-à-faux de la lisse ou du liteau ne doit pas excéder le quart de l'entraxe entre chevrons et dans tous les cas être limité à 150 mm.

5. Isolants

5.1 Certification ACERMI et classement ISOLE

Cahier n°3316_V2

Certains isolants bénéficient d'une certification spécifique ACERMI garantissant entre autres leur résistance thermique, par des contrôles réguliers en usine réalisés par des organismes indépendants.

En plus d'avoir une bonne résistance thermique, l'isolant employé doit être compatible avec une mise en œuvre en bardage au niveau de ses propriétés mécaniques, de son comportement à l'eau et à la vapeur notamment.

L'isolation thermique est réalisée à partir de matériaux bénéficiant d'une certification ACERMI dont le classement ISOLE minimal est I1 S1 O2 L2 E1.

En l'absence de classement ISOLE, il peut être utilisé :

- des panneaux de polystyrène bénéficiant d'une certification ACERMI ;
- des panneaux ou des rouleaux de laine minérale bénéficiant d'une certification ACERMI attestant des niveaux :

WS, ce qui correspond au critère d'absorption à court terme (24 h) par immersion partielle $W_p < 1,0 \text{ kg/m}^2$ selon la norme EN 1609 - Méthode A,

« isolant semi-rigide » pour l'épaisseur concernée ou, à défaut, TR50 ce qui correspond au critère de résistance en traction $\sigma_{mt} > 50 \text{ kPa}$ selon la norme EN 1607.

Des compléments d'informations sur le classement ISOLE et sur la certification ACERMI, ainsi que l'ensemble des produits certifiés sont disponibles gratuitement sur le site <http://acermi.cstb.fr>.

ATTENTION

Les matériaux d'isolation doivent satisfaire aux dispositions de la réglementation incendie, notamment l'Instruction Technique façade n° 249 pour les Établissements Recevant du Public (ERP).

Les panneaux rigides peuvent être employés à condition que :

- la planéité du support soit assurée et que les éventuelles lames d'air parasites ne communiquent pas avec l'extérieur ;
- la conception de l'ossature et des fixations le permette, compte tenu de la rigidité des panneaux.

OBSERVATIONS

- Les isolants à base de laine minérale bénéficiant d'une certification ACERMI avec un classement WS et l'indication « isolant semi-rigide » peuvent être acceptés sans conditions particulières de réception sur chantier.
- Les plastiques alvéolaires sont réputés satisfaire intrinsèquement au niveau L2 et O2 du classement ISOLE.

5.2 Éléments de fixation

Description

Il s'agit principalement de chevilles étoiles moulées en matière plastique (superpolyamide ou polypropylène) présentant une collerette large.

Tableau 17 : Diamètre de la collerette

| Nature de l'isolant | Diamètre de la collerette (en mm) |
|--|-----------------------------------|
| Laines minérales semi-rigides | ≥ 80 |
| Panneaux rigides : mousse alvéolaire ou laine minérale | ≥ 50 |

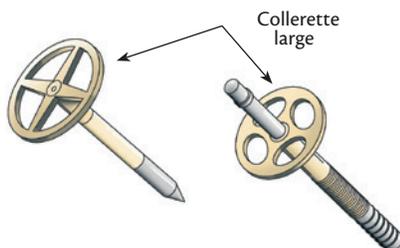


Figure 41 : Exemple de cheville étoile pour isolant non rigide

Figure 42 : Exemple de cheville étoile pour isolant rigide

■ Mise en œuvre de la cheville étoile

- Réaliser un avant-trou du diamètre de la cheville.
- Fixer au marteau.

ATTENTION

La longueur de la cheville étoile dépend de l'épaisseur de l'isolant mis en œuvre. La correspondance entre longueur de cheville et épaisseur d'isolant est fournie par le fabricant de cheville étoile.
Ces fixations se présentent avec ou sans clou d'expansion.

Il existe deux autres techniques de fixation des isolants peu utilisées :

- équerres à dents ;
- plots de colle.

5.3 Mise en œuvre de l'isolant

■ Généralités

Pour tous les types d'isolants et quelle que soit leur mise en œuvre, les panneaux doivent être bien jointifs pour garantir une continuité de l'isolation.

Il est important de veiller à ce que l'épaisseur de la lame d'air ventilée sur l'extérieur soit au moins égale à 20 mm.

PRÉVENTION SÉCURITÉ/SANTÉ



Pour les découpes des panneaux d'isolants, privilégiez des outils manuels ou à vitesse lente, moins émetteurs de particules, ou un système de découpe par fil chaud pour les panneaux en polystyrène. En cas d'utilisation d'une machine de découpe par fil chaud, respectez les consignes d'utilisation, utilisez la machine en extérieur ou dans un local bien ventilé et portez les équipements de protection adaptés.

■ Nombre et disposition des fixations

Nombre de fixations

Tableau 18 : Nombre de fixations

| Nature de l'isolant | Dimensions de l'isolant (en m) | U | Nombre de fixations | |
|---------------------------------------|--|-----|---|--------|
| Panneaux de laine minérale rigide | 0,60 x 1,35 | Oui | Au moins 1 | H ou V |
| | 0,60 x 1,35 | Non | Au moins 2 | H ou V |
| | Élément découpé (dimension maximale de 0,35) | Non | Au moins 1 | H ou V |
| Panneaux de laine minérale à dérouler | 0,60 x longueur | Non | Au moins 2 fixations en partie haute 2 fixations par m ² en partie courante | V |
| Panneaux de laine minérale à dérouler | 0,60 x longueur | Non | Au moins 1 fixation tous les 1,20 m en partie courante | H |
| Plaque d'isolant alvéolaire | — | Non | Au moins 2 par m ² et par plaque | H ou V |

U : signifie utilisation des pattes de fixations des chevrons pour le maintien de l'isolant.

H ou V : signifie pose horizontale (H) ou verticale (V) de l'isolant sur le gros œuvre.

Disposition des fixations

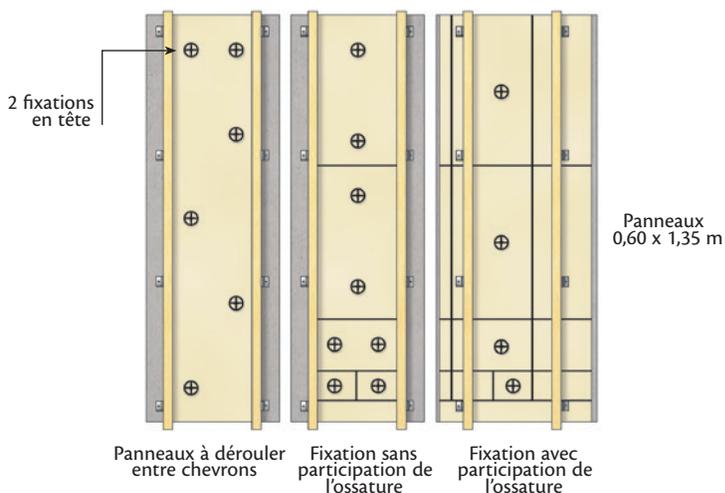


Figure 43 : Disposition des fixations

Éléments de peau du bardage rapporté et mise en œuvre

1. Système de bardage rapporté traditionnel

1.1 Bardage en tuiles plates, tuiles à emboîtement, ou à glissement en relief, tuiles à emboîtement à pureau plat, ardoises et bardeaux

■ Tuiles plates

DTU 40.11, DTU 40.23 et DTU 40.25

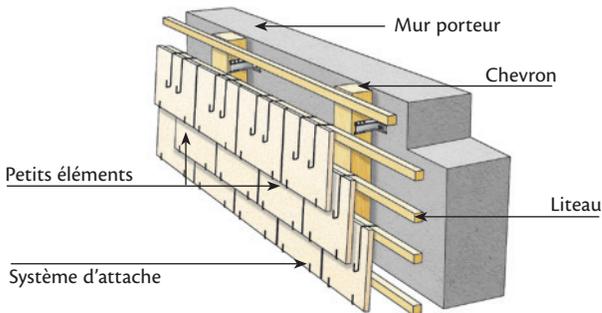


Figure 1 : Vue d'ensemble de la pose de petits éléments

Présentation

Le bardage en petits éléments est mis en œuvre sur double réseau (chevrons et liteaux). Les petits éléments sont fixés aux liteaux par l'intermédiaire de clous, de vis ou de crochets.

Tuile plate ou bardeau

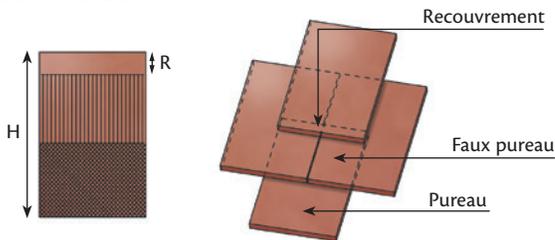
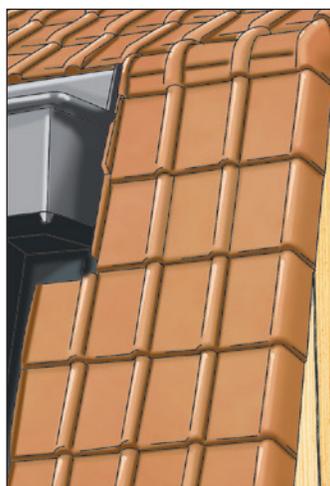


Figure 2 : Pose en petits éléments

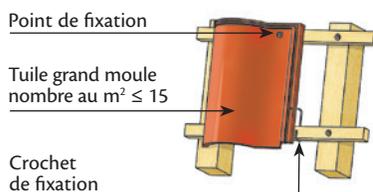
Les matériaux les plus fréquemment utilisés pour la pose en petits éléments sont les suivants : ardoise naturelle, tuile de terre cuite, tuile en béton.

Tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief

DTU 40.21



Grand moule



Petit moule

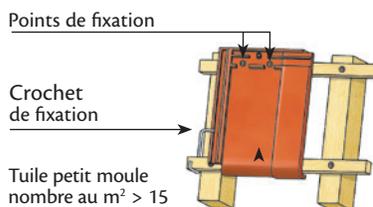


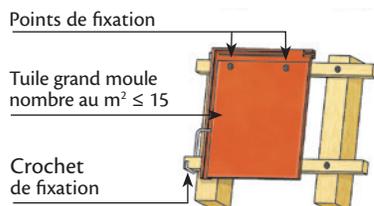
Figure 3 : Pose de tuiles à emboîtement ou à glissement à relief

Tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat

DTU 40.211



Grand moule



Petit moule

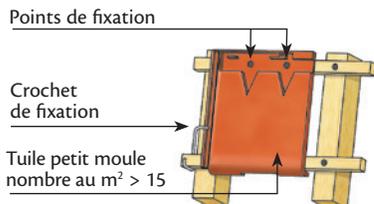


Figure 4 : Pose de tuiles à emboîtement à pureau plat

Mise en œuvre de l'ossature secondaire

Description de l'ossature secondaire

L'ossature secondaire est constituée par des chevrons et liteaux.

Les dimensions des liteaux et des chevrons les plus couramment utilisées selon la nature des éléments considérés sont les suivantes :

Tableau 1 : Dimensions des liteaux et des chevrons

| Nature du bardage | Dimensions liteaux (en mm) | Entraxe des chevrons (en cm) | Dimensions chevrons (en mm) |
|--|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Terre cuite Tuiles plates | 15 x 40 | 40 | 63 x 40 |
| | 18 x 50 | 60 | |
| Terre cuite, tuiles à emboîtement, ou à glissement en relief Tuiles à emboîtement à pureau plat | 25 x 32 | 60 maximum | 63 x 75 |
| | 25 x 38 | | |
| Ardoise naturelle | 14 x 40 | 60 maximum | 63 x 40 |
| Béton Tuiles plates | 15 x 40 | 60 maximum | 63 x 40 |

OBSERVATION

Les liteaux peuvent éventuellement être métalliques.

Principe de pose

La mise en œuvre peut être réalisée avec ou sans isolant. Si l'isolant est présent, ses caractéristiques et sa mise en œuvre sont définies en partie 5 du chapitre 4.

Points à respecter :

- 1 - Chaque liteau doit être fixé sur trois appuis au moins.
- 2 - En rive, les liteaux peuvent reposer sur deux appuis.
- 3 - Pour la pose des petits éléments, il ne doit pas y avoir de porte-à-faux.
- 4 - L'entraxe entre liteaux est au maximum d'un pureau.

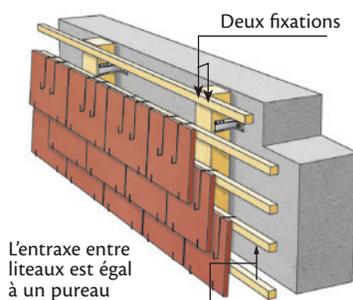


Figure 5 : Principe de pose

Détermination de la valeur d'un pureau

- Cas des tuiles plates, la valeur du pureau est donnée par la formule suivante :

$$\text{Pureau} = \frac{H - R}{2}$$

Exemple : pour une tuile de 17 x 27 cm avec un recouvrement de 3 cm, l'espacement d'axe en axe des liteaux devra être au plus de :

$$\frac{27 - 3}{2} = 12 \text{ cm}$$

- Cas des tuiles à emboîtement, on se rapportera à la valeur indiquée pour chaque modèle par le fabricant.

■ Pose jointive des petits éléments sur l'ossature secondaire

Description

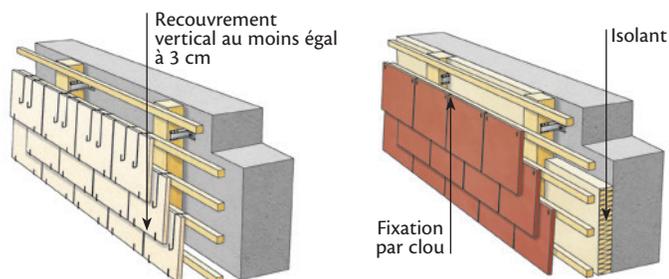


Figure 6 : Pose jointive des petits éléments

Dans le cas d'écaille, le recouvrement vertical est de 3,5 cm minimum.

Définition des fixations utilisées sur les tuiles

Les fixations présentées ci-dessous sont celles permettant à la tuile d'être solidaire du liteau.

Tableau 2 : Fixations utilisées sur les tuiles

| Nature de l'élément de peau | Nature de la fixation | Nature du métal |
|---|---|--|
| Terre cuite Tuiles plates | Crochet à agrafe ou à pointe | Acier inoxydable ou galvanisé |
| | Clou torsadé ou vis | |
| Terre cuite, tuiles à emboîtement, ou à glissement en relief Tuiles à emboîtement à pureau plat | Crochet à agrafe ou à pointe Crochet de pannetonnage | Acier inoxydable ou galvanisé |
| | Vis | |
| Ardoise naturelle | Crochet à agrafe ou à pointe | Acier inoxydable ou galvanisé correspondant à la classe C selon la norme NF A 91-131 (lorsque galvanisation avant formage) : 2,4 g/dm ² pour fil de 2,7 mm et 2,6 g/dm ² pour fil de 3 mm Lorsque galvanisation après formage (norme NF A 91-121) : 5 g/dm ² |
| | Clou à ardoise (dit clou à tête large) | Acier galvanisé |
| | | Cuivre, tige cylindrique ou carrée Acier inoxydable, tige cylindrique ou carrée |
| Béton Tuiles plates | Crochet à agrafe ou à pointe | Acier inoxydable |
| | Clou | Acier inoxydable ou galvanisé |

La longueur des clous et des vis utilisés est telle qu'ils ne débouchent pas des liteaux.

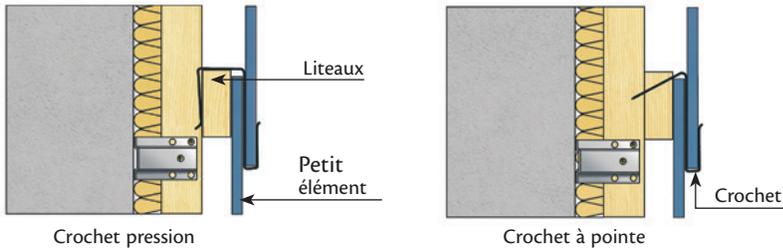


Figure 7 : Exemples de fixation

Densité de fixation des tuiles

Tableau 3 : Fixation des tuiles pour bardages (façade verticale)

| | |
|--|---|
| Tuiles plates terre cuite | Toutes les tuiles sont fixées avec deux vis ou deux clous en inox, cuivre ou acier inoxydable pour un bâtiment d'une hauteur ≤ 20 m |
| Tuiles terre cuite à emboîtement ou à glissement | Toutes les tuiles sont fixées avec un crochet de pannetonnage en partie basse ou latérale et au moins une vis (4,5 x 60 mm ou 4,5 x 45 mm en acier inoxydable ou galvanisé en partie supérieure de la tuile) pour un bâtiment d'une hauteur ≤ 20 m |

Disposition des fixations sur les tuiles

En fonction du nombre de tenons présents sur la tuile mise en œuvre, le nombre de fixations est variable.

Tableau 4 : Nombre de fixations par tuile

| Tenon | Nombre de fixations par tuile |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Un tenon | 2 |
| Deux tenons ou un tenon continu | 1 |

Cas des tuiles plates

La fixation doit être au minimum à 25 mm du bord de la tuile.

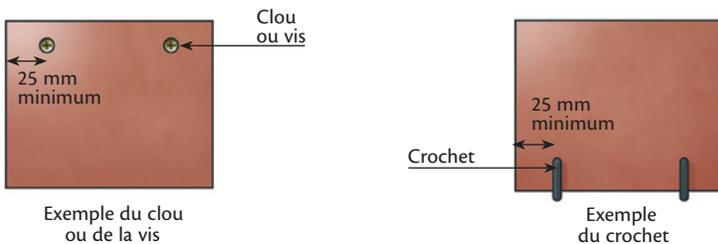
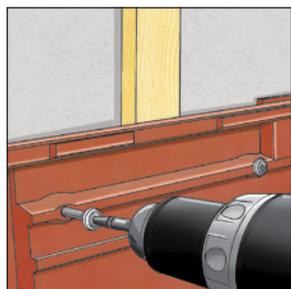


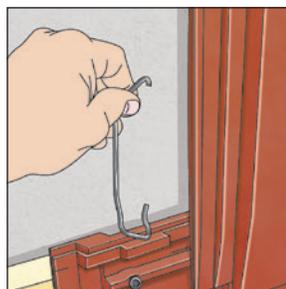
Figure 8 : Cas de tuiles plates

Cas des tuiles à emboîtement

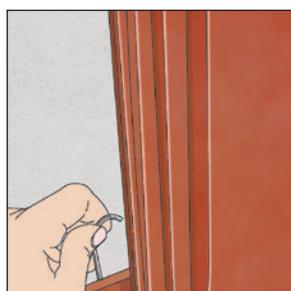
La tuile est vissée (par au moins une vis) au niveau du talon. Le pied de la tuile est maintenu par des crochets agrafe ou un crochet de pannetonnage en partie latérale ou basse de la tuile.



La tuile est vissée au niveau du talon



Le crochet de pannetonnage est passé derrière le liteau du rang précédent



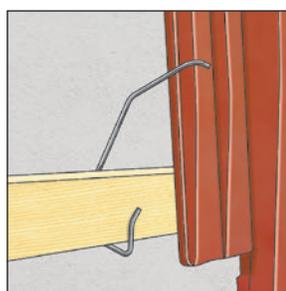
Le crochet de pannetonnage est fixé sur ce liteau



L'emboîtement de la tuile est « crocheté » par l'extrémité du crochet de pannetonnage



Vue du crochet de pannetonnage en place avec la tuile



Vue du crochet de pannetonnage en place avec la tuile inférieure enlevée

Figure 9 : Exemple de fixations à l'aide de vis et crochet de pannetonnage

Lame d'air

En fonction de la hauteur de l'ouvrage, la lame d'air à respecter est la suivante :

Tableau 5 : Épaisseur de lame d'air

| Hauteur de l'ouvrage (en m) | $H < 12$ | $12 < H < 18$ | $18 < H < 24$ | $H = 24$ |
|------------------------------|----------|---------------|---------------|----------|
| Épaisseur lame d'air (en mm) | 30 | 40 | 50 | 60 |

La lame d'air peut être réduite à 30 mm si une reprise de ventilation est mise en œuvre tous les 11 m environ.

Section de ventilation

Application de la formule : $S = 50 \left(\frac{H}{3}\right)^{0,4}$

S en cm² et H en m

Les valeurs usuelles sont les suivantes :

Tableau 6 : Section de ventilation

| Hauteur du bâtiment (en m) | Section de ventilation horizontale par mètre linéaire (en cm ²) |
|-------------------------------|---|
| 3 | 50 |
| 6 | 65 |
| 12 | 90 |
| 18 | 100 |
| 24 | 115 |

■ Pose à claire-voie des petits éléments sur l'ossature secondaire

Elle concerne uniquement la pose des tuiles plates et n'est pas utilisée dans le cas des tuiles à emboîtement ou à glissement.

Description

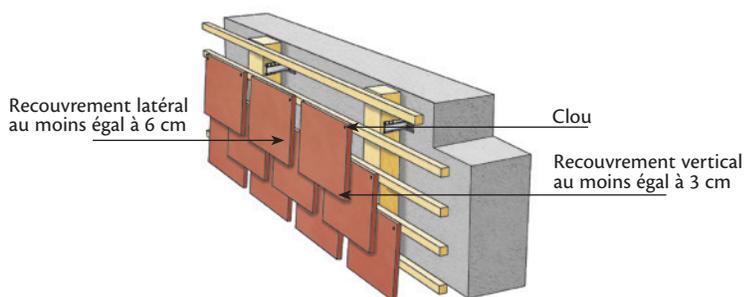


Figure 10 : Exemple de pose à claire-voie

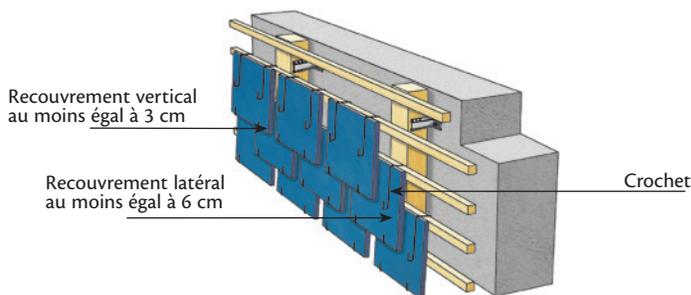


Figure 11 : Autre exemple de pose à claire-voie

Dans le cas particulier des écailles, le recouvrement vertical minimal est de 3,5 cm.

Disposition des fixations sur les tuiles

Le nombre et la disposition des fixations utilisées sont identiques à ceux déjà définis.

La longueur des clous et des vis doit être telle qu'ils ne débouchent pas des liteaux.

Définition des fixations utilisées

Les fixations utilisées entre les éléments de peau et les liteaux sont identiques à celles utilisées pour la pose jointive des éléments sur l'ossature secondaire.

Lame d'air

La lame d'air devra avoir une épaisseur d'au moins 30 mm pour toute hauteur de bâtiment.

Section de ventilation

Application de la formule : $S = 50 \left(\frac{H}{3} \right)^{0,4}$

S en cm² et H en m

Les valeurs usuelles sont les suivantes :

Tableau 7 : Section de ventilation

| Hauteur du bâtiment (en m) | Section de ventilation horizontale par mètre linéaire (en cm ²) |
|-------------------------------|---|
| 3 | 50 |
| 6 | 65 |
| 12 | 90 |
| 18 | 100 |
| 24 | 115 |

1.2 Bardage rapporté en bois

DTU 41.2

La pose sur maisons à ossature bois n'est pas traitée dans la présente partie : l'utilisation des DTU 31.2 et 41.2 est préconisée.

Nous ne considérons dans cette partie que les éléments bois posés sur support discontinu (cas d'une pose sur ossature secondaire).

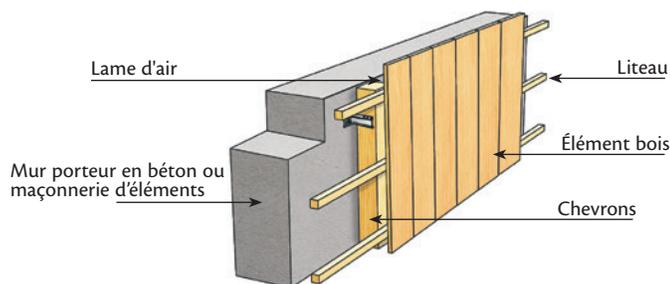


Figure 12 : Bardage rapporté en bois

OBSERVATIONS

- La révision du DTU 41-2 Revêtements extérieurs en bois de juillet 1996 à paraître traitera des bardages à claire voie en Annexe A normative. Ce type de bardage n'est pas traité dans la présente partie.
- La révision du DTU 41-2 Revêtements extérieurs en bois de juillet 1996 à paraître traitera aussi de la pose en zones sismiques des revêtements extérieurs en bois : les justifications apportées et les dispositions à prendre en compte sont consultables sur le site de Synerbois : <http://www.synerbois.fr/>

■ Définition des éléments posés

On distingue les lames de bois massif profilées ou non, les bardeaux et les panneaux dérivés du bois.

Dans cette partie, nous nous intéresserons aux lames car elles sont le plus fréquemment posées. La définition des autres éléments et leur mise en œuvre sont définies plus précisément dans le DTU 41.2.

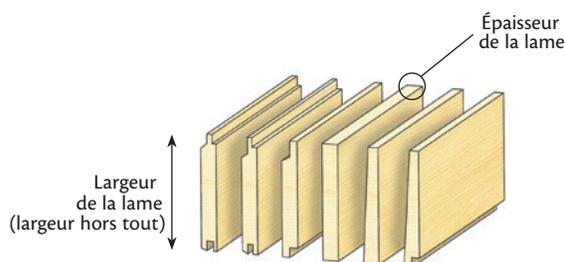


Figure 13 : Exemples de lames utilisées

■ Dimensions des lames en bois

Épaisseur

Tableau 8 : Épaisseur des lames

| Épaisseur minimale des lames (en mm) | Entraxe maximum des supports E (en mm) |
|--------------------------------------|--|
| 15 | 400 |
| 18 | 650 |

ATTENTION

Cette règle est applicable pour des ouvrages de hauteur inférieure ou égale à 28 m. Le cas échéant, les épaisseurs et les entraxes doivent être étudiés.

OBSERVATIONS

- Dans le cas de lame à faces non parallèles, l'épaisseur est mesurée au milieu de la largeur.
- Les épaisseurs les plus courantes sont 18 et 22 mm.
- Pour les lames de section trapézoïdale en western red cedar ou mélèze, l'épaisseur minimale est de 13 mm pour des supports dont les entraxes n'excèdent pas 40 cm.

Largeur

Les lames ont une largeur exposée (largeur utile) ne dépassant pas 7,5 fois l'épaisseur.

Exemple : pour une lame de 18 mm d'épaisseur, la largeur exposée de la lame ne doit pas dépasser $7,5 \times 18 = 135$ mm

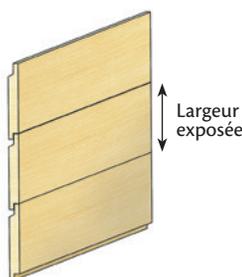


Figure 14 : Largeur des lames

OBSERVATION

Dans le cas de lames lamellées-collées, le rapport largeur/épaisseur s'applique aux lamelles élémentaires. Il doit être au plus égal à 3. La largeur exposée est limitée à 30 cm.

Traitement des lames en bois

Dans le projet de révision du DTU 41.2 à paraître, l'annexe B informative établit une relation entre les paramètres influents (massivité des lames, conception drainante, moyenne ou piégeante et conditions climatiques) et les classes d'emploi suivant le fascicule de documentation FD P 20-651.

Le paramètre massivité pour les éléments de bardage se décompose en deux catégories selon l'épaisseur : faible ou moyenne.

Tableau 9 : Relation entre massivité et épaisseur

| Massivité | Épaisseur de la lame |
|-----------|--------------------------------|
| Faible | $e \leq 28$ mm |
| Moyenne | $28 \text{ mm} < e \leq 75$ mm |

Le paramètre conception des ouvrages de bardage au sens du FD P 20-651 est défini dans le projet de révision du DTU 41.2 à paraître.

Tableau 10 : Bardages bois intégrés en façades de construction – Choix de la classe d'emploi

| Massivité | Conception | Conditions climatiques | | |
|-----------|------------|------------------------|--------|--------|
| | | Sec | Modéré | Humide |
| | | Classe d'emploi | | |
| Faible | Drainante | 3a | 3a | 3a |
| | Moyenne | 3a | 3a | 3b |
| | Piégeante | 3a | 3b | 3b |
| Moyenne | Drainante | 3a | 3a | 3b |
| | Moyenne | 3a | 3a | 3b |
| | Piégeante | 3a | 3b | 4 |

La présence d'un débord de toiture ou d'un ouvrage horizontal ou incliné de profondeur D permet de protéger la partie supérieure d'une façade sur une hauteur H égale à $2,5 D$ prise depuis le niveau du débord et d'utiliser des essences de bois compatibles avec la classe d'emploi 2, sauf en situation d au sens du *Cahier du CSTB* n° 1833.

En situation d, la présence d'un débord ne permet pas de modifier la classe d'emploi.

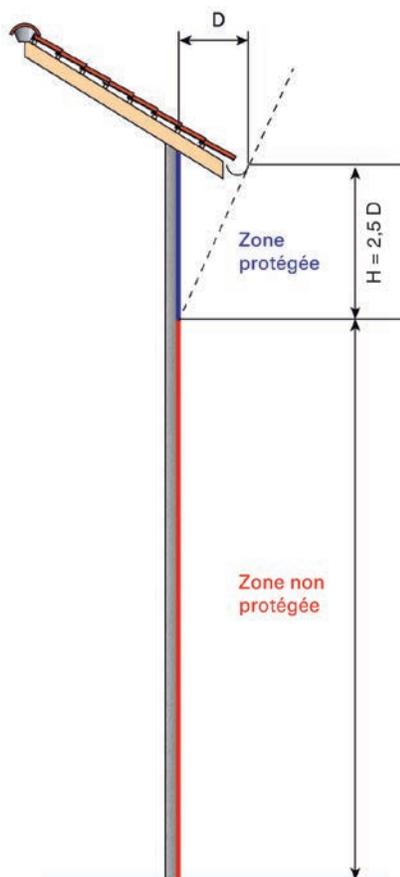


Figure 15 : Définition de la zone protégée dans le cas de façades exposées aux vents de pluie dominants

OBSERVATION

Le choix d'aspect des lames et bardeaux doit s'établir par référence au minimum :

- pour les essences résineuses : à la classe L telle que définie dans l'Annexe A du CGM du DTU 41-2 à paraître et répondant aux normes de produits NF EN 14519 et NF EN 15146 ;
- pour les essences feuillues : à la classe A répondant à la norme NF EN 14951.
- pour les bardages non rabotés feuillus se référer aux normes de bois sciés correspondantes : NF EN 975-1 pour le chêne et le hêtre et NF EN 975-2 pour le peuplier.

Description des différents éléments de l'ossature secondaire**Traitement des bois**

Tableau 11 : Description des éléments en bois

| Définition élément | Classe d'emploi | Classement mécanique |
|------------------------|--|--|
| Chevrons | Classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335-2 | Classe C18 selon la norme NF EN 338 |
| Tasseaux bois | Classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335-2 | Pas de nœuds dont le diamètre est supérieur à 1/3 des deux dimensions de la section du tasseau et masse volumique moyenne supérieure à 380 kg/m ³ |
| Tasseaux contreplaqués | Classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335-3 | Classe de collage 3 selon la norme NF EN 636 |

Dimensions des chevrons

Tableau 12 : Dimensions des chevrons

| Section b x h (en mm) | 50 x 50 | 50 x 63 | 50 x 75 | 63 x 63 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| V (en Pa) | 2 780 | 4 800 | 7 660 | 5 800 |

Les sections de chevrons ci-dessus constituent les sections les plus fréquemment rencontrées et utilisées pour la pose des lames en bois.

OBSERVATION

Les valeurs de charges unitaires V, selon les règles NV 65 modifiées, retenues sont celles conduisant à une flèche égale au 1/200 de la portée (ou au 1/167 sous vent de site W50 selon l'Eurocode), entre fixations espacées de 1,35 m.

Dimensions minimum des tasseaux

Les dimensions minimum des tasseaux sont les suivantes en fonction de l'entraxe de leurs fixations :

Tableau 13 : Dimensions minimum des tasseaux

| Dimensions minimum des tasseaux (largeur x épaisseur) (en mm) | Entraxe des fixations (en mm) |
|--|-------------------------------|
| 35 x 22 | ≤ 400 |
| 35 x 27 | ≤ 650 |

OBSERVATION

Pour les tasseaux destinés aux constructions particulièrement exposées (au-delà de la dépression équivalente à celle existant à 10 m en zone 2, site exposé selon les règles NV 65 modifiées et hauteur de bâtiment supérieure à R + 3), la section des tasseaux et la résistance des fixations à l'arrachement doivent être justifiées.

Pattes de fixation pour chevrons

La matière et les types de pattes de fixation utilisés sont définis au § 3.2 du chapitre 3.

Fixations utilisées entre chevrons et pattes de fixation

ATTENTION

Les pointes à corps lisse ne sont pas admises.

La nature et le traitement des métaux sont définis ci-dessous :

Tableau 14 : Nature et traitement des métaux

| Nature du métal | Traitement | Commentaire |
|------------------|--|---|
| Acier inoxydable | Nuance X6Cr17 selon la norme NF EN 10088-2 | — |
| Aluminium | — | Compatibilité électrolytique à vérifier par rapport aux fixations, essence de bois et produit de préservation |
| Acier | Par galvanisation | Classe au moins Z 275 selon la norme NF EN 10326 |

Fixations pour tasseaux

Tableau 15 : Fixations pour tasseaux

| Nature de la fixation | Protection du métal |
|-------------------------------|--|
| Pointes annelées ou torsadées | Acier inoxydable nuance X10CrNi18-8 selon la norme NF EN 10088 |
| | Protection par galvanisation : classe B selon la norme NF A 91-131 |
| Vis à bois à têtes fraisées | Conformes aux normes NF E 25-600, NF E 25-604 et NF E 25-606 |

Fixations pour lames en bois

Tableau 16 : Fixations pour lames en bois

| Nature de la fixation | Protection du métal |
|-----------------------|---|
| Pointes non lisses | Acier inoxydable X10CrNi18-8 selon la norme NF EN 10088 |
| Vis | Acier inoxydable X10CrNi18-8 selon la norme NF EN 10088 |

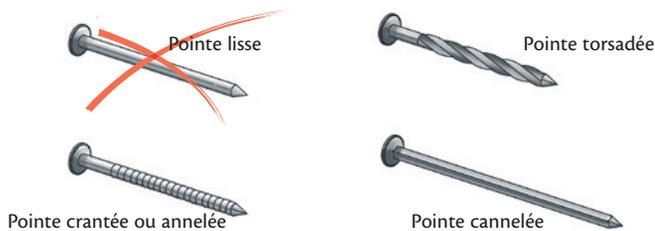


Figure 16 : Pointes utilisées pour la fixation des lames

OBSERVATION

En zone de climat maritime (laquelle comprend le littoral sur une profondeur de 3 km), les fixations utilisées doivent être en acier inoxydable X5CrNi18-10 ou de résistance à la corrosion supérieure.

Mise en œuvre de l'ossature secondaire

Dans le cas d'une pose horizontale des lames en bois, des chevrons verticaux sont à utiliser.

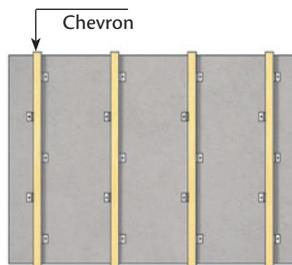


Figure 17 : Mise en œuvre de l'ossature secondaire

Réalisation d'un double réseau

Les caractéristiques et les principes de mise en œuvre du double réseau ont déjà été détaillés. Ces parties sont renforcées par les prescriptions suivantes :

- les fixations doivent être disposées à au moins 30 mm de l'extrémité du tasseau ;
- les fixations doivent pénétrer d'au moins 30 mm dans les bois d'ossature.

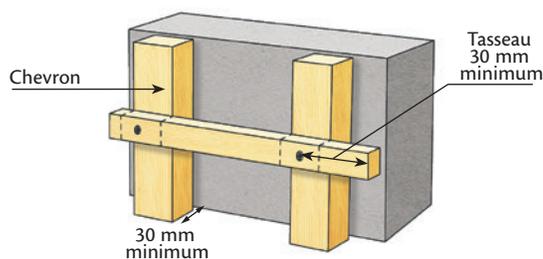


Figure 18 : Disposition des fixations

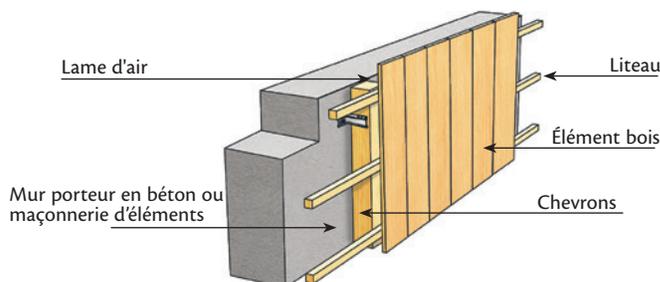


Figure 19 : Réalisation d'un double réseau

■ Mise en œuvre des lames en bois

Humidité et stockage

Lors de la mise en œuvre des lames, l'humidité maximale d'un lot de lames pour bardage doit être de 17 % (feuillus) ou de 19 % (résineux). L'utilisation d'un humidimètre est recommandée.

Un stockage abrité sur chantier, en pile aérée, dégagée du sol et à l'abri des projections est nécessaire.

Mise en œuvre par recouvrement

La mise en œuvre des lames en bois se fait sur l'ossature secondaire. Les fixations apparentes sont mises au droit des chevrons.

Pose horizontale

Pour les lames de largeur exposée inférieure ou égale à 125 mm (1), une fixation par appui est nécessaire, placée au bas de la lame, sans pénétrer la lame du dessous, à environ 15 mm du bord de lame.

Pour les lames de largeur exposée supérieure à 125 mm (2), deux fixations par appui au 1/3 et aux 2/3 de la largeur sont nécessaires.

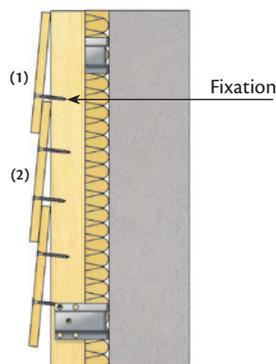


Figure 20 : Pose horizontale

Pose verticale

Pour les lames couvre-joints de largeur exposée inférieure ou égale à 100 mm (1), une fixation située au centre de la largeur est nécessaire.

Pour les lames couvre-joints de largeur supérieure à 100 mm (2), deux fixations situées au 1/3 et aux 2/3 de la largeur sont nécessaires.

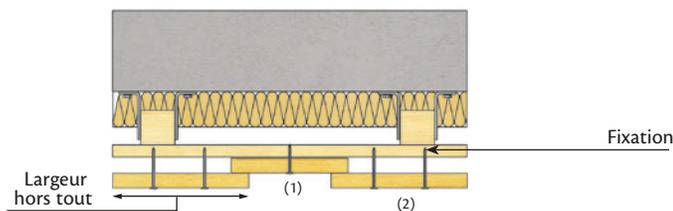


Figure 21 : Pose verticale

Points à respecter :

- 1 - Le recouvrement à la mise en œuvre est au moins de 10 % de la largeur hors tout des lames.
- 2 - La pénétration de la fixation dans les supports est supérieure ou égale à 22 mm.
- 3 - La pénétration de la tête de fixation dans le bois ne doit pas dépasser 1 mm.

Mise en œuvre par embrèvement

La mise en œuvre des lames en bois se fait sur l'ossature secondaire. Les fixations sont mises au droit des chevrons ou le long des tasseaux (dans le cas d'une ossature secondaire double réseau).

ATTENTION

Ce principe de mise en œuvre est possible avec des lames en bois disposées horizontalement ou verticalement.

Fixation non apparente

Il s'agit d'une fixation non apparente à mettre en œuvre pour des lames embrevées de faible largeur (lame de largeur hors tout inférieure à 100 mm sans finition ou 125 mm avec finition).

Une fixation par appui est nécessaire, placée en partie haute dans le chanfrein.

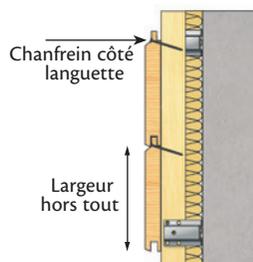


Figure 22 : Fixation non apparente (lame \leq 125 mm)

Fixation apparente

Il s'agit d'une fixation apparente à mettre en œuvre pour des lames embrevées de faible largeur (lame de largeur exposée inférieure ou égale à 125 mm).

Une fixation par appui doit être mise à environ 15 mm du fond de la rainure.

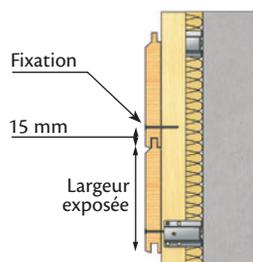


Figure 23 : Fixation apparente (lame \leq 125 mm)

Il s'agit de fixations apparentes à mettre en œuvre pour des lames embrevées larges (lame de largeur exposée supérieure à 125 mm).

Deux fixations par appui au 1/3 et au 2/3 de la largeur de la lame sont nécessaires.

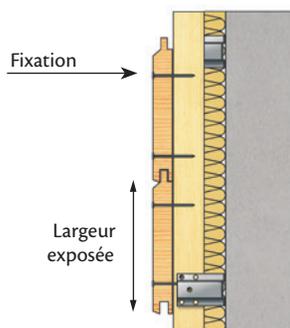


Figure 24 : Fixations apparentes (lame $>$ 125 mm)

Points à respecter :

- 1 - L'embrèvement ou l'emboîtement à la mise en œuvre est au moins de 10 % de la largeur hors tout des lames.
- 2 - La pénétration de la fixation dans les supports est supérieure ou égale à 22 mm.
- 3 - La pénétration de la tête de fixation dans le bois ne doit pas dépasser 1 mm.

Aboutage des lames

Les lames peuvent être aboutées. Dans ce cas, les colles utilisées en aboutage doivent répondre à la classe de sollicitation D4 selon la norme NF EN 204 ou aux exigences de la norme NF EN 301.

OBSERVATION

La classe de sollicitation D4 correspond aux emplois extérieurs exposés aux intempéries à condition qu'un revêtement de surface adéquat soit appliqué sur l'élément collé. L'humidité des lames avant aboutage doit être inférieure à 15 %.

Raccordement aux angles des lames en bois

Mise en œuvre du bardage bois en lames horizontales

Le raccordement se fait sur un tasseau.

OBSERVATION

Ces planches de recouvrement sont disposées en tenant compte du sens des vents de pluie dominants.

Lorsqu'un recouvrement est prévu, il doit être réalisé par des planches :

- d'épaisseur supérieure ou égale à 18 mm ;
- de largeur supérieure ou égale à 38 mm ;
- protégées en tête et découpées pour former larmier en partie basse.

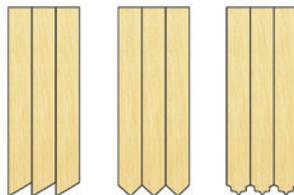


Figure 25 : Exemple de larmier en partie basse

Mise en œuvre du bardage bois en lames verticales

Le raccordement s'effectue par recouvrement en tenant compte du sens des vents de pluie dominants.

Les lames doivent être protégées en tête et découpées pour former larmier en partie basse.

Cas particulier du bardage en lames inclinées

Les bardages en lames inclinées doivent faire l'objet d'une étude particulière pour éviter les rétentions et assurer le drainage de l'eau.

1.3 Bardage d'éléments en feuilles métalliques

DTU 40.41, DTU 40.42, DTU 40.43, DTU 40.44 et DTU 40.45

La pose de ce système de bardage rapporté à base d'éléments en feuilles métalliques est très souvent assurée par des couvreurs selon des techniques propres à la couverture. Elle ne sera pas détaillée dans ce guide.

1.4 Bardage en clinns métalliques maintenus par fixations traversantes sur une rive et emboîtés sur l'autre

Les systèmes de bardage en clinns métalliques relèvent du domaine traditionnel.

■ Définition

Les clinns métalliques sont fixés sur leur rive haute au droit du chevron.

Les éléments de la rangée supérieure sont emboîtés sur la rangée inférieure et sont fixés en rive haute à l'aide de vis.

La pose des clinns peut être aussi bien horizontale que verticale.

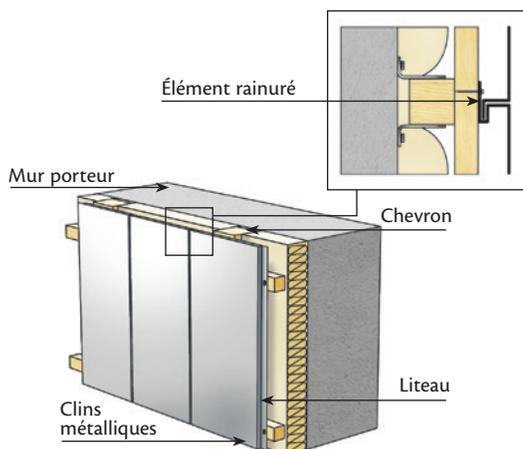


Figure 26 : Exemple de pose verticale de clins métalliques

■ Nature des éléments

Les éléments bénéficiant de ce mode de pose sont les suivants : élément en zinc, en aluminium, en acier galvanisé, en acier inoxydable étamé, en cuivre.

■ Principe de mise en œuvre

Pose horizontale

Les grandes étapes pour la mise en œuvre des clins métalliques sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en œuvre du premier clin et fixation en rive haute.
- 3 - Emboîtement du second clin sur le premier clin et fixation de la rive haute de ce second clin au droit du chevron.

On réitère les opérations 2 et 3 sur l'ensemble de la façade en respectant les fractionnements d'ossature, de lame d'air et les jeux de pose définis dans le Constat de traditionalité.

Pose verticale

Les grandes étapes pour la mise en œuvre des clins métalliques sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en œuvre des liteaux ou des lisses.
- 3 - Mise en œuvre du premier clin et fixation en rive haute.
- 4 - Emboîtement du second clin sur le premier clin et fixation de la rive haute de ce second clin le long du liteau ou de la lisse.

On réitère les opérations 3 et 4 sur l'ensemble de la façade en respectant les fractionnements d'ossature, de lame d'air et les jeux de pose définis dans le dossier technique établi par le fabricant.

2. Système de bardage rapporté non traditionnel

Les systèmes de bardage rapporté non traditionnels font l'objet d'une procédure d'Avis Technique. Dans ce document, et notamment dans les parties : Mise en œuvre de l'Avis et du Dossier technique, sont précisés tous les points qu'il convient de respecter pour assurer la pose des éléments.

Les parties ci-dessous présentent les différentes familles de bardages rapportés non traditionnels ainsi que leur principe de mise en œuvre. Cependant, le détail de la mise en œuvre est repris dans l'Avis Technique du procédé.

2.1 Cas des dalles rainurées

■ Définition

Il s'agit d'un système mis en œuvre sur un double réseau (chevrons et lisses).

Les éléments rainurés sont mis en œuvre sur les lisses, permettant ainsi leur maintien.

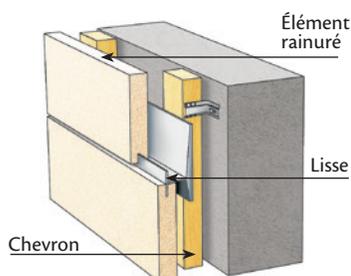


Figure 27 : Cas des dalles rainurées

■ Nature des éléments

Les éléments bénéficiant de ce mode de pose sont les suivants :

- élément en mortier de résine ;
- élément en pierre naturelle ;
- élément stratifié HPL.

■ Principe de mise en œuvre

Cette partie expose succinctement un principe de mise en œuvre. Cependant d'autres principes sont applicables en fonction du procédé, ce dernier faisant l'objet d'un Avis Technique.

Les grandes étapes pour la mise en œuvre de ce type d'éléments sont les suivantes :

- 1 - Fixation des chevrons au gros œuvre.
- 2 - Fixation des lisses de départ au droit des chevrons.
- 3 - Insertion de la première rangée d'éléments.
- 4 - Mise en œuvre des lisses au-dessus de la première rangée d'éléments.
- 5 - Insertion de la seconde rangée d'éléments.

On réitère les opérations 4 et 5 le long de la façade. Cependant, il est indispensable de respecter les fixations, les jeux de pose, les dimensions et matières des pièces d'ossature secondaire définis dans l'Avis Technique.

2.2 Fixation par agrafe

■ Définition

Les agrafes sont fixées sur les chevrons, eux-mêmes solidarisés au gros œuvre. Les éléments de peau sont soutenus par ces agrafes. Les agrafes peuvent être visibles ou non.

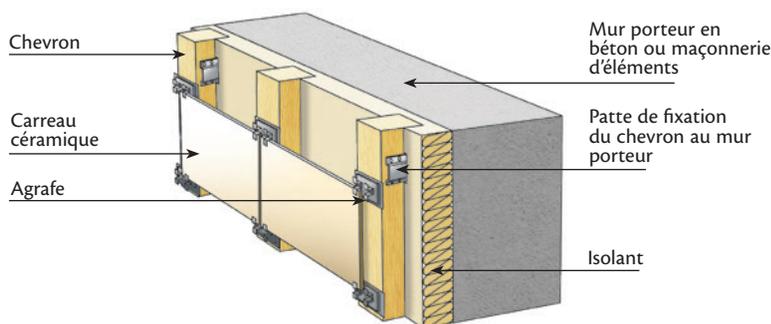


Figure 28 : Exemple avec agrafe visible

■ Nature des éléments

Les éléments bénéficiant de ce mode de pose sont les suivants :

- élément en céramique ;
- élément en terre cuite ;
- élément en pierre naturelle ;
- élément stratifié HPL ;
- élément en mortier de résine.

■ Principe de mise en œuvre

Les grandes étapes pour la mise en œuvre des éléments agrafés sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en œuvre des agrafes basses au droit des chevrons.
- 3 - Mise en œuvre de la première rangée d'éléments.
- 4 - Mise en œuvre des agrafes situées au-dessus de la première rangée.
- 5 - Mise en œuvre de la seconde rangée d'éléments.

Les opérations 4 et 5 sont réitérées le long de la façade tout en respectant les fractionnements d'ossatures, les fractionnements de la lame d'air et les jeux de pose.

2.3 Fixation invisible

■ Définition

La fixation invisible est mise en œuvre au dos des éléments rapportés. Cette fixation invisible repose sur une lisse qui est elle-même fixée au chevron. Ce dernier est fixé au mur porteur à l'aide de pattes équerres.

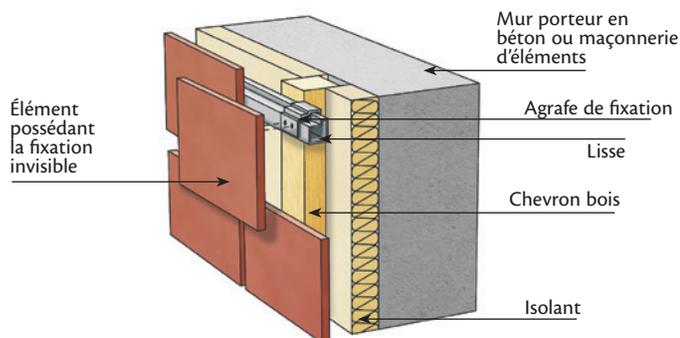


Figure 29 : Fixation invisible

■ Nature des éléments

Les éléments bénéficiant de ce mode de pose sont les suivants :

- élément stratifié HPL ;
- élément en fibre ciment ;
- élément céramique ;
- élément en mortier de résine.

■ Principe de mise en œuvre

Les grandes étapes pour la mise en œuvre de ces éléments sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en œuvre des lisses basses sur les montants verticaux.
- 3 - Utilisation d'un gabarit pour la mise en œuvre des lisses supérieures.
- 4 - Mise en œuvre des éléments.

Ces opérations sont à réaliser tout en respectant les fractionnements d'ossatures, les fractionnements de la lame d'air et les jeux de pose définis dans l'Avis Technique du procédé.

2.4 Fixation traversante

■ Définition

Les éléments rapportés sont prépercés et sont fixés sur l'ossature en bois par l'intermédiaire de fixations traversantes.

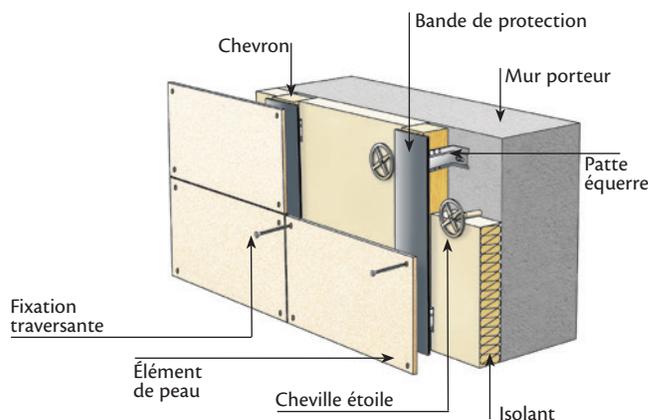


Figure 30 : Système de fixation traversante

■ Nature des éléments

Les éléments bénéficiant de ce mode de pose sont les suivants :

- élément stratifié HPL ;
- élément stratifié polyester ;
- élément en fibre ciment.

■ Principe de mise en œuvre

Les grandes étapes de mise en œuvre sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en place des éléments.
- 3 - Fixation des éléments sur les chevrons à l'aide de fixations traversantes.

ATTENTION

Il est indispensable de prendre en compte les dilatations des panneaux au niveau des joints et au niveau des fixations pour éviter, par exemple, des déformations importantes de ceux-ci. La répartition des points fixes et dilatants est donnée dans l'Avis Technique du procédé.

OBSERVATION

Pour les parements de façade présentant des variations dimensionnelles dues à la température et/ou l'humidité, il faut respecter :

- les dispositions de jeux au droit des fixations ;
- les distances aux bords verticaux et horizontaux.

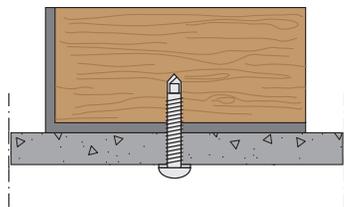


Figure 31 : Fixation des panneaux point fixe

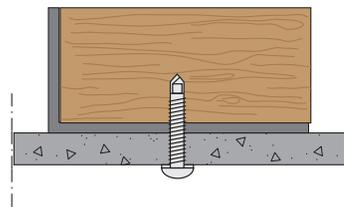


Figure 32 : Fixation des panneaux points coulissants

2.5 Fixation traversante sur une rive et emboîtée sur l'autre

■ Définition

Les éléments rapportés sont emboîtés en partie basse sur l'élément inférieur, ou sur une agrafe, et fixés en partie haute au droit des chevrons.

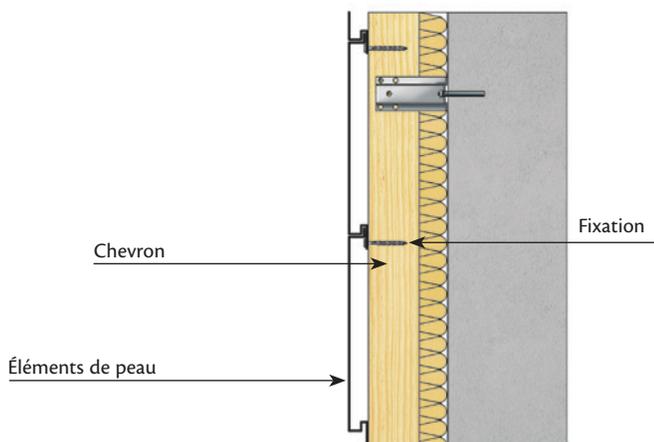


Figure 33 : Exemple de fixation traversante

■ Nature des éléments

Les éléments bénéficiant de ce mode de pose sont les suivants :

- élément en PVC rigide ou expansé ;
- élément en bois résine ;
- élément en bois chauffé ou rétifé ;
- élément en résine polyester ;
- élément en composite ciment verre (CCV).

■ Principe de mise en œuvre

La pose de ces éléments peut généralement être réalisée horizontalement ou verticalement.

Pose horizontale

Les grandes étapes de mise en œuvre sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en place des agrafes basses.
- 3 - Mise en œuvre de la première rangée d'éléments.
- 4 - Mise en place des agrafes sur la partie supérieure de la première rangée.
- 5 - Mise en œuvre de la seconde rangée d'éléments.
- 6 - Fixation de cette seconde rangée au droit des chevrons.

Les opérations 4, 5 et 6 sont réitérées sur l'ensemble de la façade tout en respectant les fractionnements d'ossatures, les fractionnements de la lame d'air et les jeux de pose définis dans l'Avis Technique du procédé.

Pose verticale

Les grandes étapes de mise en œuvre sont les suivantes :

- 1 - Mise en œuvre des chevrons verticaux.
- 2 - Mise en œuvre des liteaux ou des lisses.
- 3 - Mise en place des agrafes basses.
- 4 - Mise en œuvre de la première rangée verticale d'éléments.
- 5 - Mise en place des agrafes sur la partie supérieure de la première rangée.
- 6 - Mise en œuvre de la seconde rangée verticale d'éléments.
- 7 - Fixation de cette seconde rangée le long des liteaux ou des lisses.

Les opérations 5, 6 et 7 sont réitérées sur l'ensemble de la façade tout en respectant les fractionnements d'ossatures, les fractionnements de la lame d'air et les jeux de pose définis dans l'Avis Technique du procédé.

2.6 Systèmes d'ITE entre bardage rapporté et ETICS

Les plaques supports sont fixées sur l'ossature bois par l'intermédiaire de fixations traversantes.

Les jonctions de plaques sont généralement traitées par des joints entre plaques.

Les plaques reçoivent après leur pose un sous-enduit mince, armé d'un treillis de fibres de verre, puis une finition (enduit de finition ou revêtement collé).

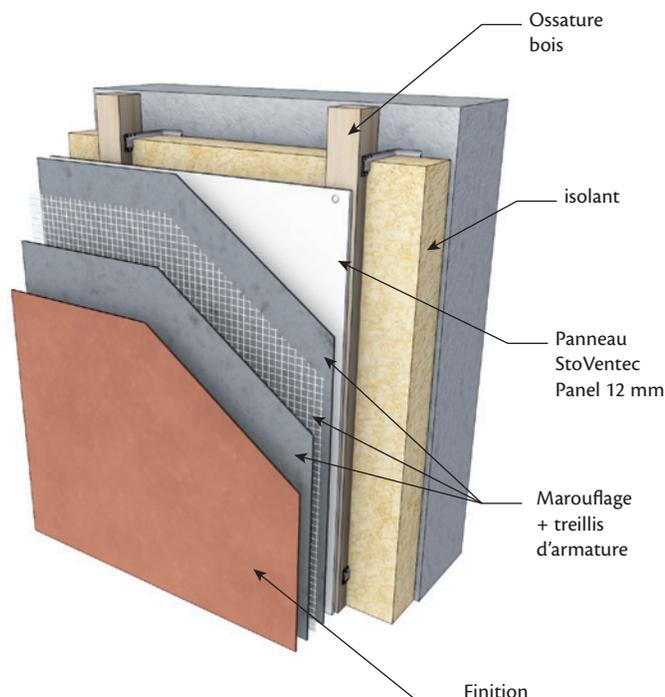


Figure 34 : Exemple de systèmes d'ITE entre bardage rapporté et ETICS

ATTENTION

Ce type de procédé de bardages rapportés non traditionnels relève des compétences des Groupes Spécialisés n°2 (constructions, façades et cloisons légères, Produits et procédés de bardage rapporté, translucide, végétal et vêturé), n°7 (produits et systèmes d'étanchéité et d'isolation complémentaire de parois verticales) et n°13 (procédés pour la mise en œuvre des revêtements) dans le cas où la finition est un parement collé conforme au DTU 55-2 (système collés).

L'Avis Technique évalue la durabilité de ces procédés de bardage rapporté, ainsi que les principes de mise en œuvre.

Performance thermique des bardages rapportés

1. Principe

Dans un système de bardage rapporté, l'isolant est généralement pénétré par des fixations ponctuelles qui servent à le fixer au mur et interrompu par des pattes équerres métalliques qui servent à fixer l'ossature secondaire en bois.

L'isolation thermique se trouve ainsi dégradée parce que l'isolant est « court-circuité » par un matériau plus conducteur de chaleur que lui. Ces points thermiques faibles sont nommés les ponts thermiques intégrés. Ils sont responsables de la dégradation de la performance thermique de la paroi.

Cette dégradation pourrait dépasser les 30 % dans le cas du bardage rapporté.

Plus l'élément pénétrant est conducteur de chaleur, plus la dégradation est importante. Elle est fonction notamment de la résistance thermique de l'isolant, du matériau traversant (section et nature), et du nombre de fixations par m² de surface. En outre, une forte compression de l'épaisseur de l'isolant, derrière les chevrons par exemple, pourrait réduire localement sa résistance thermique.

La RT 2012 nécessite une forte augmentation de l'épaisseur des isolants utilisés en bardages rapportés. Ces épaisseurs pourraient rapidement doubler par rapport au niveau de la RT 2005 pour atteindre 20 à 30 cm environ.

L'impact des fixations ponctuelles qui en résulte risque de s'amplifier car leurs sections vont avoir à évoluer pour supporter les charges transmises par une peau extérieure désormais plus éloignée du gros œuvre.

De plus, la RT 2012 positionne le confort d'été au premier plan. En effet, étant très bien isolés pour minimiser les déperditions énergétiques, les bâtiments RT 2012 vont devenir très sensibles aux apports internes et aux apports solaires qui pénètrent à travers les parois vitrées.

2. Impact thermique des différents composants du bardage rapporté

Les composants du bardage rapporté qui peuvent avoir un impact sur la performance thermique de la paroi sont les suivants :

- la structure porteuse ;
- les chevilles ;
- les chevrons ;
- les pattes de fixation ;
- le profilé de fractionnement de la lame d'air ;
- les liteaux ou les lisses ;
- l'isolant ;
- les éléments de fixation de l'isolant ;
- la mise en œuvre de l'isolant.

2.1 Structure porteuse

Si l'élément de bardage est posé sans isolant, la structure porteuse seule ne suffit pas pour atteindre les performances d'isolation thermique requises.

La nature de la structure porteuse a peu d'influence sur les ponts thermiques intégrés dus aux éléments de fixation, surtout pour une épaisseur d'isolation supérieure à 150 mm.

Dans le cas d'une mise en œuvre sur support béton plein, l'inertie thermique supplémentaire apportée peut permettre d'améliorer le confort d'été en absorbant temporairement les surchauffes journalières. Cette hausse de confort n'est toutefois possible qu'en association avec une surventilation nocturne (ouverture des fenêtres la nuit, par exemple).

ATTENTION

L'utilisation d'une peau extérieure non étanche à l'eau ne garantit pas les performances optimales de l'isolant associé qui peut s'humidifier.

2.2 Chevilles



Figure 1 : Cheville

OBSERVATION

La présence de chevilles métalliques pour fixer les raidisseurs sur le mur support ne change pas significativement les performances d'isolation thermique de la paroi.



Figure 2 : Chevron

OBSERVATION

La présence de chevilles pour fixer les chevrons sur le mur support ne change pas significativement les performances d'isolation thermique de la paroi.

2.3 Chevrons

Les chevrons ont un impact sur les performances d'isolation thermique de la paroi. Ils augmentent les déperditions thermiques de la paroi en fonction du niveau d'isolation thermique et de la mise en œuvre de l'isolant.

- Isolant en une couche entre chevrons :

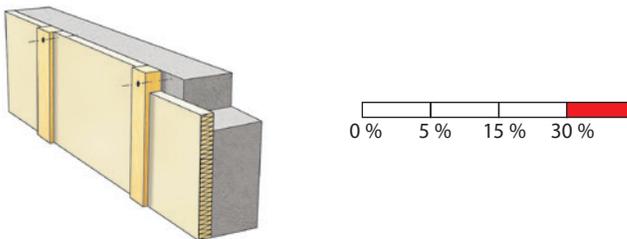


Figure 3 : Impact relatif du chevron

- Isolant en deux couches entre et derrière les chevrons :

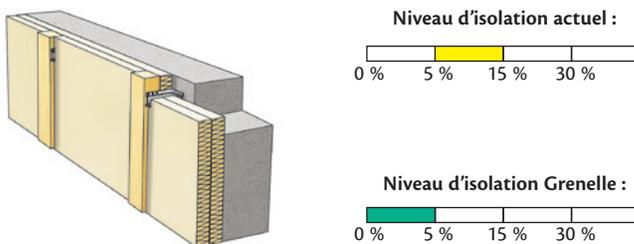


Figure 4 : Impact relatif du chevron

OBSERVATION

Dans le cas d'une mise en œuvre de l'isolant en une seule couche derrière les chevrons, la présence des chevrons ne change pas significativement les performances d'isolation thermique de l'ouvrage, quel que soit le niveau d'isolation thermique.

2.4 Pattes de fixation des chevrons sur la structure porteuse

Les pattes de fixation ont un impact sur les performances d'isolation thermique de l'ouvrage.



Figure 5 : Patte de fixation

Les pattes de fixation augmentent les déperditions thermiques de la paroi en fonction du niveau d'isolation thermique :

Niveau d'isolation actuel :

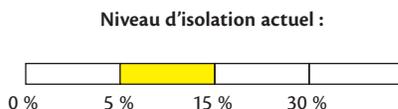


Figure 6 : Impact relatif des pattes de fixation

Niveau d'isolation Grenelle :

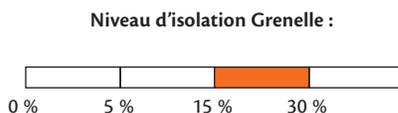


Figure 7 : Impact relatif des pattes de fixation

2.5 Raboutage

Le raboutage des chevrons diminue localement les performances thermiques de l'ouvrage, il convient donc d'éviter des raboutages surabondants.

2.6 Profilé de fractionnement de la lame d'air

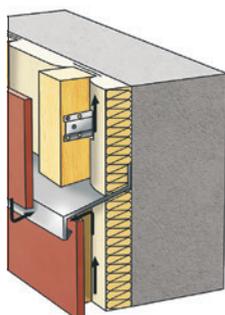


Figure 8 : Fractionnement de la lame d'air

ATTENTION

Le fractionnement de la lame d'air augmente les déperditions thermiques de l'ouvrage en fonction du niveau d'isolation thermique :

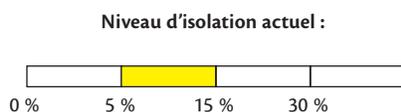


Figure 9 : Impact relatif du fractionnement horizontal de la lame d'air

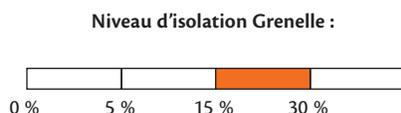


Figure 10 : Impact relatif du fractionnement horizontal de la lame d'air

2.7 Liteaux et lisses

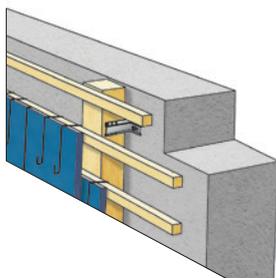


Figure 11 : Liteaux

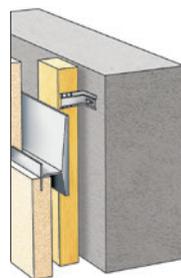


Figure 12 : Exemple de lisse

OBSERVATION

Les liteaux et les lisses peuvent participer à l'augmentation des déperditions thermiques de l'ouvrage par drainage, notamment dans le cas d'un bardage en clins métalliques. Néanmoins, l'augmentation des déperditions thermiques associée reste faible.

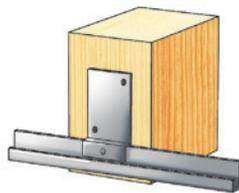


Figure 13 : Patte de renfort

OBSERVATION

Pour conserver localement les performances thermiques, il faut privilégier, dans la limite du possible, l'utilisation d'une patte de renfort à celle d'une équerre latérale, notamment dans le cas d'une peau extérieure métallique.

2.8 Isolant

Les performances d'isolation thermique des bardages dépendent essentiellement de la résistance thermique de l'isolant employé. Cette résistance thermique est inversement proportionnelle à la conductivité thermique de l'isolant et proportionnelle à l'épaisseur totale de toutes les couches d'isolation.

Les exigences d'économie d'énergie requise par le Grenelle de l'Environnement imposent de doubler la résistance thermique de l'isolant par rapport au niveau actuel. En pratique, ce doublement de la résistance thermique se traduit en moyenne par un doublement des épaisseurs d'isolant.

2.9 Éléments de fixation



Figure 14 : Éléments de fixation

OBSERVATION

Dans le cas de l'utilisation de fixation ponctuelle en matière plastique les ponts thermiques créés sont très faibles et peuvent être négligés. Pour garantir une meilleure performance d'isolation thermique, éviter les fixations et les découpages de panneaux d'isolant surabondants.

3. Mise en œuvre de l'isolant

3.1 Fixation de l'isolant

L'isolant est embroché sur les pattes de fixation des chevrons et fixé au mur support selon les prescriptions du fabricant. La continuité thermique doit être assurée et les panneaux ou rouleaux d'isolant doivent être posés à bords jointifs sans espace entre le mur support et l'isolant. En cas de deux couches superposées, les joints respectifs doivent être décalés.

Les isolants souples ne doivent pas être comprimés sur leur surface à plus de 10 % de leur épaisseur, ni au droit des chevrons ou montants et à plus de 5 % au niveau des fixations.

L'isolant doit être posé sur la structure porteuse :

- soit derrière les montants en une couche ;
- soit entre les montants lorsque ceux-ci sont fixes directement sur la structure porteuse ;
- soit en deux couches successives, l'une derrière les montants, l'autre entre les montants.

Il est important de veiller à ce que l'épaisseur de la lame d'air ventilée sur l'extérieur soit au moins égale à 20 mm.

■ Fixation des panneaux en laine minérale

Les panneaux sont posés horizontalement ou verticalement. Dans le cas général, ils sont embrochés sur les pattes de fixations des chevrons avant la pose de l'ossature du bardage. Lorsque celle-ci assure, en outre, un maintien de l'isolant, une fixation au moins par panneau (dimensions usuelles des panneaux 0,60 × 1,35 m) suffit. Dans les autres cas (pas de maintien par l'ossature), prévoir au minimum deux fixations par panneau, dont au moins une fixation traversante, s'il s'agit de chevilles étoiles, et une densité minimale de deux fixations par m². Pour les éléments découpés, on peut admettre une seule fixation lorsque sa plus grande dimension n'excède pas 35 cm. La densité des fixations des panneaux semi-rigides à l'aide des chevilles doit être telle que tout risque de relèvement de bords libres du panneau ou de ses angles soit écarté. Notamment, les chevilles trop enfoncées peuvent mettre en traction des fibres de surface du panneau et provoquer ainsi sa déformation. Cette dernière provoquerait alors :

- une diminution préjudiciable de l'isolation thermique de l'ouvrage ;
- une obturation partielle ou totale de la lame d'air dont la ventilation ne sera plus assurée.

■ Fixation des rouleaux de laine minérale

Les laines minérales en rouleau (dimensions habituelles : 60 cm) sont le plus souvent posées verticalement. Dans ce cas de pose, il convient de prévoir au moins deux fixations en partie haute et une densité minimale de deux fixations par m² en partie courante. Les fixations traversantes sont disposées, soit dans l'axe vertical du rouleau, soit de préférence en quinconce, l'objectif étant d'assurer le meilleur contact entre l'isolant et la structure porteuse.

La fixation par équerres à dents est possible et suppose un entraxe de montants d'ossature au plus égal à 60 cm. L'entraxe entre équerres à dents fixées le long d'un même profile est de 135 cm maximum. Les équerres à dents sont disposées en quinconce travée par travée.

En cas de pose horizontale de la laine minérale, une fixation est mise en place en partie courante tous les 120 cm, soit une fixation toutes les deux travées quand l'entraxe des montants ne dépasse pas 60 cm.

■ Fixation des plaques en polystyrène expansé (EPS), polystyrène extrudé (XPS) ou polyuréthane (PUR)

La fixation est réalisée par chevilles étoiles à raison de deux au minimum par m² et par plaque, ou par collage au moyen d'un mortier colle pour les EPS et XPS ou d'une colle polyuréthane pour les EPS, les XPS et les PUR.

■ Fixation des isolants en points singuliers

En points singuliers et pour les éléments découpés, la densité des fixations est augmentée, de même que pour les bâtiments de hauteur supérieure à 40 m. En sites exposés et dans les zones d'action locales du vent (telles que spécifiées par l'Eurocode 1), le nombre de fixations sera automatiquement doublé par rapport à la quantité de fixations applicables en partie courante.

3.2 Première configuration

Cette mise en œuvre est la plus souvent rencontrée. Elle garantit une largeur de lame d'air au moins égale à 20 mm.

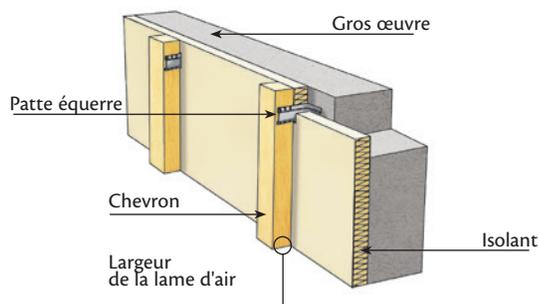


Figure 15 : Première configuration

OBSERVATION

En tenant compte de tous les éléments de fixation du bardage (chevrons, pattes de fixation, chevilles étoiles), la dégradation résultante de l'isolation thermique de la paroi est donnée ci-après en fonction du niveau d'isolation.



Figure 16 : Impact relatif de l'ensemble des éléments de fixation

3.3 Deuxième configuration

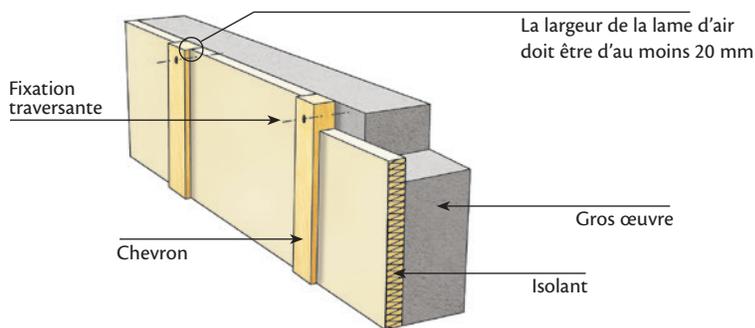


Figure 17 : Deuxième configuration

OBSERVATION

En tenant compte de tous les éléments de fixation du bardage (chevrons, fixations ponctuelles), la dégradation résultant de l'isolation thermique de la paroi est donnée ci-après en fonction du niveau d'isolation.

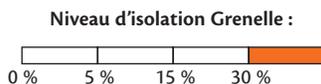


Figure 18 : Impact relatif de l'ensemble des éléments de fixation

3.4 Troisième configuration

Cette configuration est optimale si les deux couches d'isolant thermique sont croisées (une couche posée horizontalement, l'autre posée verticalement). Dans tous les cas, les joints doivent être décalés entre les deux couches.

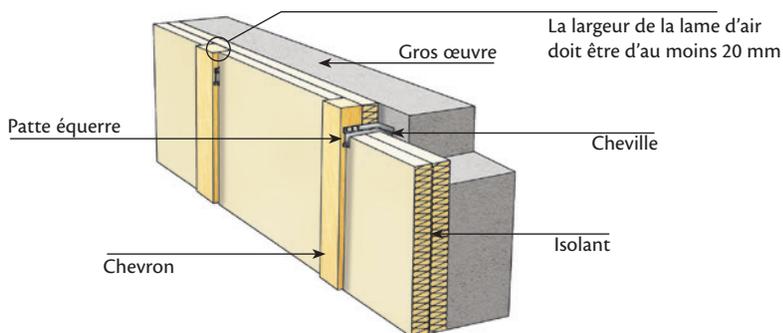


Figure 19 : Troisième configuration

OBSERVATION

En tenant compte de tous les éléments de fixation du bardage (chevrons, pattes de fixation, chevilles étoilées), la dégradation résultant de l'isolation thermique de la paroi est donnée ci-après en fonction du niveau d'isolation :



Figure 20 : Impact relatif de l'ensemble des éléments de fixation

4. Conclusion sur les performances thermiques des bardages avec fortes épaisseurs d'isolation

Dans le cas d'une forte épaisseur d'isolation thermique, les éléments nécessaires à la pose du bardage augmentent les déperditions thermiques de 15 % à 40 % environ, en fonction notamment :

- des éléments de fixation de l'isolant et du bardage ;
- de la présence ou non d'un dispositif de fractionnement de la lame d'air.

La performance thermique intrinsèque des bardages rapportés est caractérisée par un coefficient de transmission thermique surfacique U_p s'exprimant en $W/(m^2.K)$. Le terme de « résistance thermique » R est généralement employé pour caractériser une couche homogène de matériau constituant une paroi.

La performance d'isolation thermique du procédé du bardage rapporté dépend de la résistance thermique de l'isolant employé et des éléments de fixation du parement extérieur (montants verticaux, pattes équerres, dispositif de fractionnement de la lame d'air, etc.).

Selon le poids du parement extérieur, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre et/ou les dimensions des pattes équerres, ce qui aura pour effet de diminuer les performances thermiques du procédé.

Ainsi, l'impact des ponts thermiques intégrés sur la performance thermique de la paroi dépend de la densité des pattes équerres, de leur section, de leur matériau et de l'épaisseur d'isolant. Cet impact reste généralement compris entre 10 % et 40 % (dans certains cas de forte isolation, on peut atteindre un impact de 60 %).

OBSERVATION

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p [$W/(m^2.K)$] de la paroi intégrant un système d'isolation par l'extérieur à base de bardage ventilé est calculé d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \sum_i \frac{\Psi_i}{E_i} + n \cdot \chi_j$$

avec :

U_c : coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, en $W/(m^2.K)$. Il est donné par la relation suivante :

$$U_c = \frac{1}{R_{\text{isolant}} + R_{\text{support}} + R_{se} + R_{si}}$$

R_{isolant} : résistance thermique de l'isolant, en $m^2.K/W$;

R_{support} : résistance thermique de la paroi support, en $m^2.K/W$;

$R_{se} + R_{si}$: somme des résistances thermiques superficielles intérieure et extérieure prise égale à $0,26 m^2.K/W$ (la lame d'air étant fortement ventilée, on considère que l'ambiance extérieure s'y applique avec $R_{se} = R_{si} = 0,13 m^2.K/W$).

La résistance thermique R_i d'une couche homogène d'un matériau i est donnée par la relation :

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

avec :

e_i : épaisseur du matériau i , en m ;

λ_i : conductivité thermique du matériau i , en $W/m.K$ (des valeurs par défaut des conductivités thermiques des matériaux sont données dans le fascicule 2 des règles Th Bât en vigueur) ;

Ψ_i : coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i , en $W/(m.K)$;

E_i : entraxe du pont thermique linéique i , en m ;

n : nombre de ponts thermiques ponctuels par m^2 de paroi ;

χ_j : coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j , en W/K .

Traitement des points singuliers

1. Définition



Figure 1 : Points singuliers

Pour chaque système de bardage rapporté traditionnel et non traditionnel, la mise en œuvre au niveau des points singuliers est spécifique. Les parties ci-après représentent des exemples de solutions pour le traitement de ces points singuliers.

OBSERVATION

Pour les systèmes de bardages rapportés non traditionnels, le traitement des points singuliers est précisé dans la partie « Mise en œuvre » du dossier d'Avis Technique et illustré par les figures associées à ce même dossier.

Les points singuliers créent généralement des ponts thermiques du fait de la diminution ou de l'interruption de l'isolation thermique. Les techniques d'isolation par l'extérieur de type bardage à ossature bois sont concernées par ce fait. Bien que la technique du bardage à ossature bois permette de corriger sensiblement les ponts thermiques courants situés en nez de dalle et de refend, elle ne traite pas systématiquement tous les ponts thermiques des liaisons. On cite par exemple les encadrements de baies et des jonctions entre façade et planchers haut et bas qui sont plus difficiles à traiter et dont l'impact peut être important.

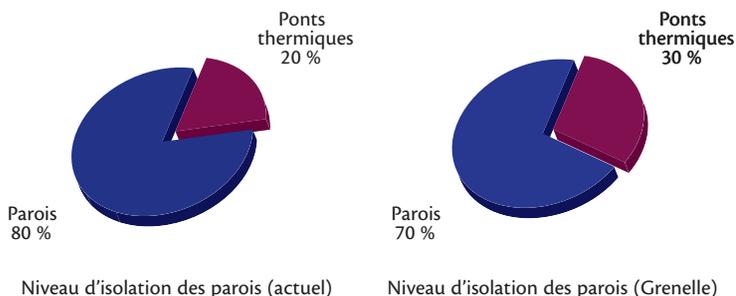


Figure 2 : Impact des ponts thermiques sur la déperdition thermique totale d'un bâtiment collectif R + 5 en béton isolé par un bardage sur ossature bois, selon le niveau d'isolation (points singuliers non traités)

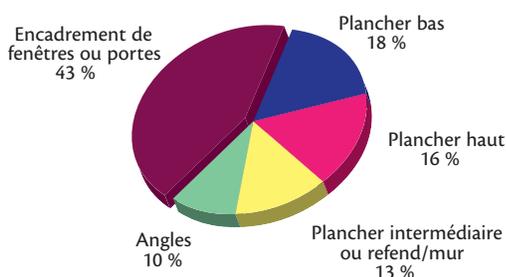


Figure 3 : Impact relatif de chaque type de pont thermique en isolation par l'extérieur sur le même bâtiment.

L'isolation thermique par l'extérieur est donc d'autant plus efficace que le nombre d'étages est important et que les points singuliers, notamment les encadrements des baies sont traités.

ATTENTION

En cas de rénovation d'une façade comportant une menuiserie située au nu intérieur du mur, la mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur sans retour d'isolant en tableau, appui et linteau, peut créer un pont thermique important sur tout le pourtour de la baie (figure 4). Dans ce cas, l'impact relatif des ponts thermiques de liaison devient prépondérant par rapport à la déperdition thermique par la façade.

En plus de leur impact sur la consommation d'énergie du bâtiment, les points singuliers non traités peuvent être à l'origine de pathologies comme par exemple l'apparition de moisissures ou de salissures.

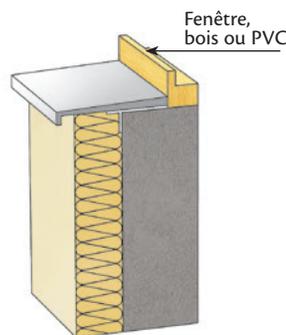


Figure 4 : Risque de pont thermique

2. Arrêt haut

2.1 Arrêt haut sous débord ≥ 15 cm

■ Présentation

Exemples : une rive, un égout de toiture, une dalle débordante, un balcon ou une corniche peuvent constituer des débords de dimension supérieure à 15 cm.

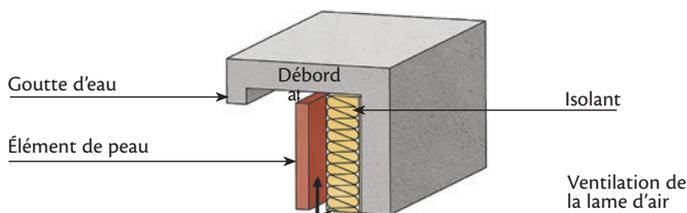


Figure 5 : Arrêt haut (débord ≥ 15 cm)

■ Résistance au vent

Les valeurs de résistance en dépression doivent être le double de celles définies en partie courante. En effet, une surcharge est due au vent en sous-face de dalle débordante. Pour considérer cela, il est nécessaire de prévoir, le cas échéant, des fixations supplémentaires.

■ lame d'air

Il est nécessaire de ventiler la lame d'air dont la largeur est de 20 mm minimum. Cette ventilation est indispensable notamment pour éviter la détérioration des chevrons et de l'isolant présent derrière les éléments de bardage.

Cette ventilation est rendue possible par :

- la présence d'orifices dans la grille anti-rongeurs en arrêt bas ;
- la section de ventilation en arrêt haut.

■ Section de ventilation

Pour que la lame d'air soit suffisamment ventilée, il convient d'éviter les pertes de charge. Pour cela, il faut prévoir :

- une section suffisante en partie courante, de largeur au moins égale à 20 mm ;
- les entrées et sorties de ventilation de section suffisante dimensionnées selon la formule :

$$S = 50 \left(\frac{H}{3} \right)^{0,4}$$

avec :

H = la hauteur du bardage exprimée en mètre ;

S = la surface des orifices de ventilation en partie haute ou basse, exprimée en cm^2 par mètre linéaire de largeur de bardage.

En fonction de la hauteur du bâtiment sur lequel le système de bardage rapporté est mis en œuvre, la largeur « a » entre la sous-face du débord et le haut de l'élément de peau est telle que :

Tableau 1 : Section de ventilation

| Hauteur du bardage rapporté sans fractionnement (en m) | Dimension minimale de la largeur « a » (en mm) |
|--|--|
| Inférieure à 3 | 5 |
| 3 à 6 | 7 |
| 6 à 24 | 10 |

OBSERVATION

Cette valeur « a » constitue un minimum. Lors de son dimensionnement, il est très important de prendre en compte la dilatation des éléments de bardage et notamment pour les éléments de grandes dimensions.

2.2 Arrêt haut sous débord < 15 cm

■ Présentation

La tranche supérieure du système de bardage rapporté doit être protégée au moyen d'une corniche, d'une bavette ou d'un profilé métallique continu, réalisé dans un métal durable de par sa nature ou de par son traitement (acier protégé d'épaisseur minimale 75/100 mm ou aluminium d'épaisseur minimale 10/10 mm par exemple).

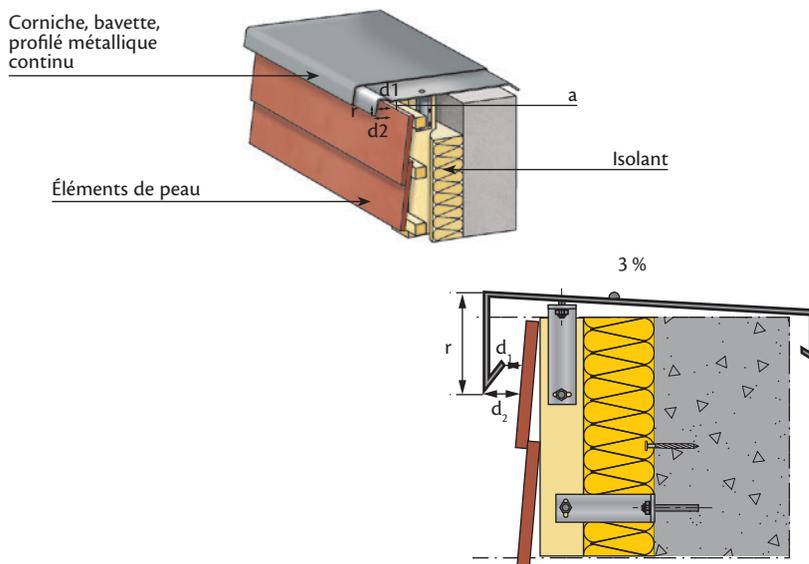


Figure 6 : Arrêt haut (débord < 15 cm). Les dimensions r , $d1$ et $d2$ sont données en fonction de la hauteur du bâtiment (voir tableau 3)

■ Résistance au vent

Les valeurs de résistance en dépression doivent être le double de celles définies en partie courante. En effet, une surcharge est due au vent en sous-face. Pour considérer cela, il est nécessaire de prévoir, le cas échéant, des fixations supplémentaires.

■ lame d'air

Il est nécessaire de ventiler la lame d'air dont la largeur est de 20 mm minimum. Cette ventilation est indispensable notamment pour éviter la détérioration des chevrons et de l'isolant présent derrière les éléments de bardage.

Cette ventilation est rendue possible par :

- la présence d'orifices dans la grille anti-rongeurs en arrêt bas ;
- la section de ventilation en arrêt haut.

■ Section de ventilation

Tableau 2 : Section de ventilation

| Hauteur du bardage rapporté sans fractionnement (en m) | Dimension minimale de la largeur « a » (en mm) |
|--|--|
| Inférieure à 3 | 5 |
| 3 à 6 | 7 |
| 6 à 24 | 10 |

■ Étanchéité à l'eau

Il est impératif de respecter les cotations r , $d1$, $d2$.

Dans le cas d'un acrotère :

Tableau 3 : Cotations r , $d1$ et $d2$ pour un acrotère

| Bâtiment | | r | $r/d1$ | $d2$ |
|--------------|--------|--------------|--------|---------|
| Hauteur | ≤ 24 m | ≥ 50 mm | ≤ 2,5 | ≥ 25 mm |
| | > 24 m | ≥ 100 mm | ≤ 2,5 | ≥ 25 mm |
| Front de mer | | 120 à 150 mm | ≤ 2,5 | ≥ 25 mm |

Ces cotations sont présentées à titre indicatif et correspondent à un minimum à respecter. Elles devront être augmentées en tenant compte des tolérances de pose.

■ Compatibilité électrochimique

En cas d'association de matériaux différents, la compatibilité électrochimique doit être vérifiée. Elle peut se faire, par exemple, à l'aide du tableau 6 de l'annexe 6 du cahier du CSTB n° 3316_V2.

2.3 Ponts thermiques

En cas de toitures-terrasses, l'isolation thermique autour de l'acrotère permet de réduire d'environ 60 % les déperditions thermiques à travers le pont thermique notamment si le niveau d'isolation pratiqué est équivalent à celui utilisé en mur.

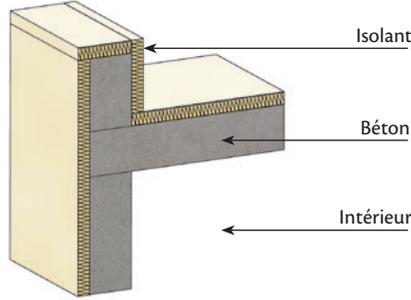


Figure 7 : Isolation thermique autour de l'acrotère

Le traitement complet de ce pont thermique est très difficile à obtenir à moins d'isoler complètement l'acrotère avec de fortes épaisseurs.

3. Arrêt bas

3.1 Présentation

Les lames d'air ventilées doivent être fermées par une grille de protection vis-à-vis des principales intrusions : rongeurs, oiseaux, insectes...

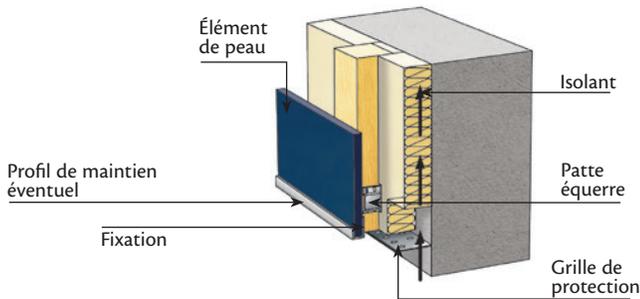


Figure 8 : Ventilation de la lame d'air

3.2 Ventilation de la lame d'air

Pour assurer la ventilation de la lame d'air, la grille de protection doit comporter des orifices d'aération.

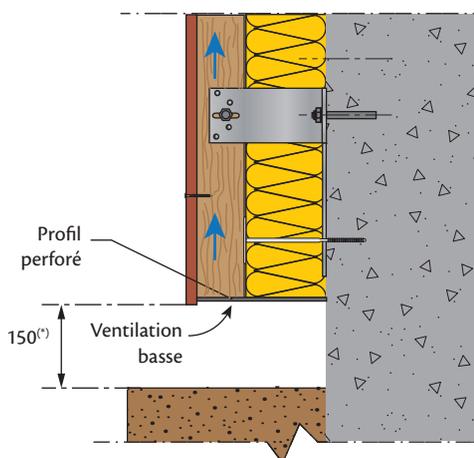
Cette grille doit être réalisée dans un métal durable (acier inoxydable ou protégé par galvanisation).

3.3 Profil de maintien

Selon le système de bardage rapporté considéré, un profil de maintien peut être mis en œuvre sur le chevron afin de supporter l'élément de bardage en départ d'ouvrage.

3.4 Distance entre le bas de l'élément de peau et le sol

Il est indispensable de respecter une distance minimale entre le bas de l'élément de peau et le sol. Cette distance varie en fonction de la nature de l'élément de peau et la nature du sol (sol naturel ou sol dur). Elle est généralement de 150 mm d. Cette cote est indiquée dans l'Avis Technique du système de bardage rapporté pour les systèmes non traditionnels, et dans les documents généraux tels que les DTU pour les systèmes traditionnels.



(*) Haut. 150 mm sur sol meuble
Haut. 50 mm sur pavement

Figure 9 : Départ de bardage

3.5 Ponts thermiques

Pour les bardages titulaires d'un Avis Technique, la distance minimale entre le bas de l'élément de peau et le sol est de 0,15 m. La liaison entre le plancher bas et le mur est une zone de déperdition importante en isolation par l'extérieur du fait de l'interruption de l'isolation. Dans ce cas, la hauteur de la descente de l'isolation par rapport au plancher est un paramètre sur lequel il est possible de jouer pour corriger le pont thermique.

Deux cas de figure doivent être distingués (plancher sur terre-plein ou sur volume non chauffé) :

■ Plancher bas sur terre-plein

Le prolongement de l'isolation extérieure en dessous du niveau du plancher réduit les déperditions thermiques de l'intérieur vers l'extérieur. On estime à 10 % environ la réduction du pont thermique par 10 cm supplémentaire d'isolation.

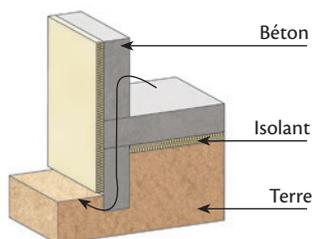


Figure 10 : Réduction des déperditions thermiques

■ Plancher bas sur vide sanitaire ou sur volume non chauffé

Le prolongement de l'isolation du mur du côté extérieur est beaucoup moins efficace, la chaleur étant transmise dans ce cas de figure directement vers l'espace non chauffé. Pour obtenir un gain significatif, il faudrait isoler le mur du soubassement également par l'intérieur.

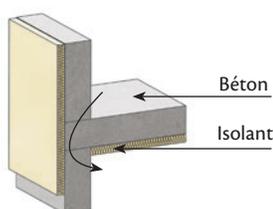


Figure 11 : Isolation du mur côté extérieur

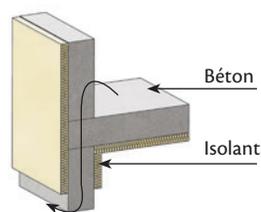


Figure 12 : Isolation par l'intérieur du mur de soubassement

4. Angle sortant

4.1 Tôle de compartimentage vertical de la lame d'air

La tôle de compartimentage vertical est mise en œuvre pour éviter la circulation d'une lame d'air horizontale continue.

Cette tôle doit être filante sur toute la hauteur de la façade. Elle doit être réalisée en métal durable (exemple : aluminium ou acier galvanisé au moins Z275).

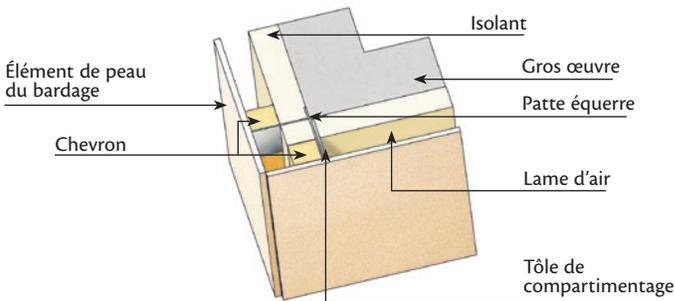


Figure 13 : Angle sortant

4.2 Type de mur réalisé

Cahier du CSTB n° 1833

■ Mur de type XIII

Dans le cas d'un mur de type XIII, les angles sortants sont réalisés à l'aide d'éléments coupés ou biseautés séparés éventuellement entre eux par des profilés.

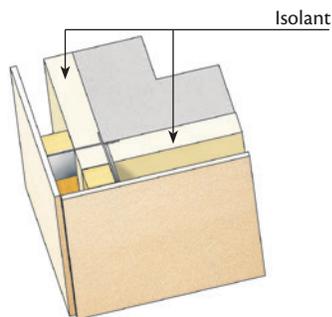


Figure 14 : Mur de type XIII - Angle sortant

■ Mur de type XIV

Dans le cas d'un mur de type XIV, la réalisation de ces angles sortants est faite :

- par des éléments d'angle (éléments de peau possédant un angle) ;
- par des éléments coupés ou biseautés séparés entre eux par profilé.

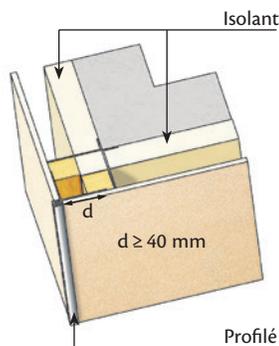


Figure 15 : Mur de type XIV - Angle sortant d est le recouvrement entre le profilé d'angle et l'élément de peau

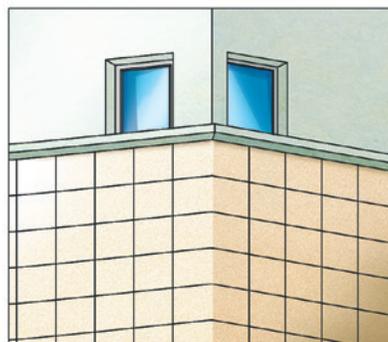


Figure 16 : Exemples d'éléments d'angles sortants

4.3 Résistance au vent

Les valeurs de résistance en dépression doivent être le double de celles définies en partie courante. Pour considérer cela, il est nécessaire de prévoir, le cas échéant, des fixations supplémentaires.

OBSERVATION

Les profilés d'angle ne participent pas à la tenue mécanique du système. Dans le cas contraire, leur contribution doit être justifiée.

4.4 Ponts thermiques

Les éléments susceptibles d'amplifier les déperditions thermiques vers l'extérieur dans les angles sortants sont les mêmes que ceux identifiés au niveau des parois (pattes de fixation, chevrons...). Il est à noter que dans un angle sortant, on est généralement amené à mettre en œuvre un plus grand nombre de fixations et une tôle de compartimentage vertical de la lame d'air, ce qui est susceptible de dégrader un peu plus l'isolation.

5. Angle rentrant

5.1 Réalisation d'un mur de type XIII

Le mur présenté ici est de type XIII car le joint d'angle est ouvert.

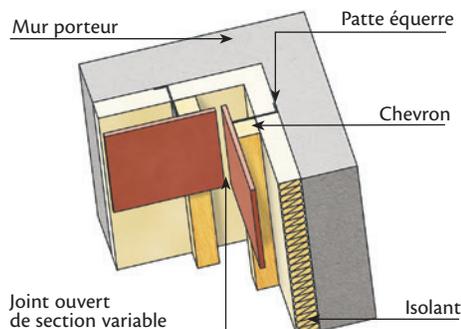


Figure 17 : Mur de type XIII - Angle rentrant

5.2 Réalisation d'un mur de type XIV

Ce mur est de type XIV car un profilé d'angle est mis en œuvre.

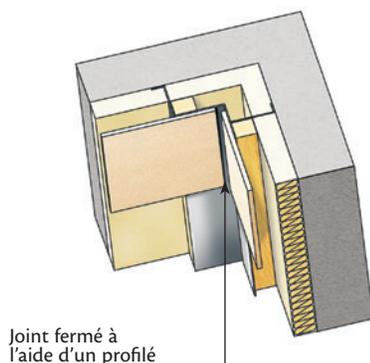


Figure 18 : Mur de type XIV - Angle rentrant

5.3 Jeu de pose

Un jeu entre les éléments adjacents doit toujours être respecté afin de permettre la libre dilatation de chacun des éléments de peau. Ce jeu est à respecter notamment pour certains clins et certaines plaques de grandes dimensions. Il dépend, de plus, de la nature de la peau de bardage.

5.4 Réalisation des éléments d'angles rentrants

La réalisation de ces angles est faite par des éléments coupés ou biseautés solidaires.

Les joints peuvent être ouverts (mur de type XIII) ou fermés à l'aide d'un profilé (mur de type XIV).

5.5 Ponts thermiques

Les éléments susceptibles d'amplifier les déperditions thermiques vers l'extérieur dans les angles rentrants sont les mêmes que ceux identifiés au niveau des parois (pattes de fixation, chevrons...). Il est à noter que dans un angle rentrant, on est généralement amené à mettre en œuvre une densité de fixation plus élevée qu'en partie courante, ce qui est susceptible de dégrader un peu plus l'isolation.

6. Joint de dilatation

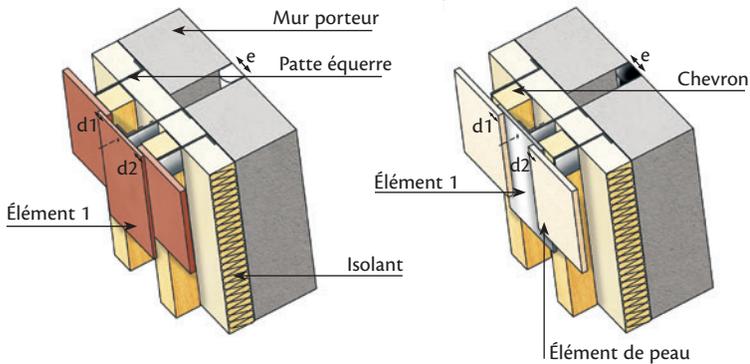


Figure 19 : Exemples de joints de dilatation

- Nature de l'élément 1

L'élément 1 peut être un profilé métallique durable (par nature ou par protection), PVC ou le matériau de la peau de bardage.

- Distance $d2$

Comme illustré sur les figures ci-dessus, la distance $d2$ est telle que : $d2 = d1 + \frac{e}{2}$

7. Arrêt latéral

7.1 Définition et traitement

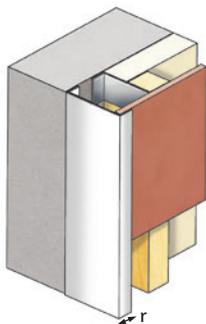


Figure 20 : Exemple arrêt latéral avec profilé métallique couvrant l'élément de peau

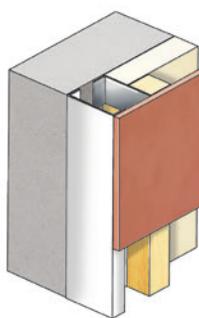


Figure 21 : Exemple arrêt latéral avec profilé métallique couvert par l'élément de peau

7.2 Résistance au vent

Lorsque l'arrêt latéral est situé en rives latérales de bâtiment, la valeur calculée en dépression est le double de celle en partie courante.

7.3 Recouvrement de l'élément de peau

■ Type de mur réalisé

En fonction du type de mur que l'on souhaite réaliser, les cotations minimales de recouvrement de l'élément de peau par le profilé constituant l'arrêt latéral sont les suivantes :

Tableau 4 : Cotation minimale de r

| Type de mur | Cotation minimale de « r » (en mm) |
|-------------|--------------------------------------|
| XIII | 25 |
| XIV | 40 |

OBSERVATION

Une variante pour le mur de type XIII est la mise en œuvre du profilé en dessous de l'élément de peau.

■ Nature du profilé

Tout comme le traitement du joint de dilataion, le profilé peut être en métal, PVC ou matériau identique à celui de l'élément de peau.

7.4 Ponts thermiques

L'arrêt latéral constitue généralement un point faible de l'isolation du fait de la présence de profils métalliques continus qui interrompent l'isolation. Néanmoins, la faible fréquence de cette configuration contribue à limiter son impact sur la déperdition de l'ouvrage. L'utilisation de profils non métalliques, dans la limite du possible, peut contribuer à réduire le pont thermique.

8. Encadrement de baie

8.1 Vue éclatée de la baie

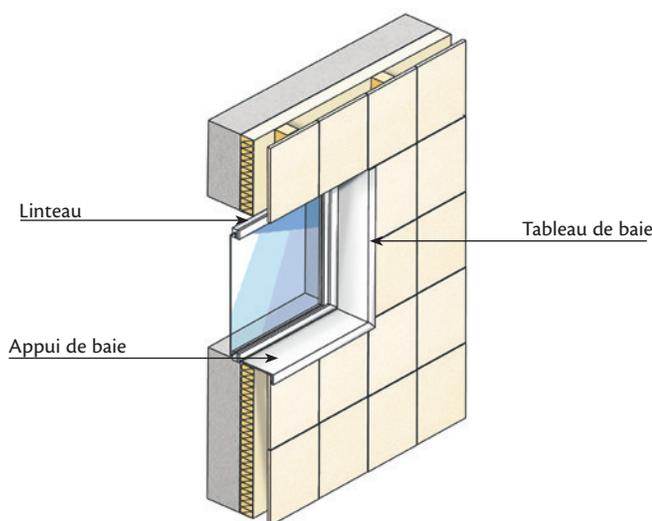


Figure 22 : Encadrement de baie

8.2 Linteau

Points à respecter :

- 1 - Pour assurer l'évacuation des eaux d'infiltration, le linteau peut comporter des orifices de diamètre minimal 6 mm et entraxe inférieur ou égal à 30 cm. Il faut cependant s'assurer que ces orifices sont suffisants pour garantir la ventilation de la lame d'air.
- 2 - S'assurer que la bavette de linteau présente une pente au minimum de 5 % rejetant l'eau vers l'extérieur.

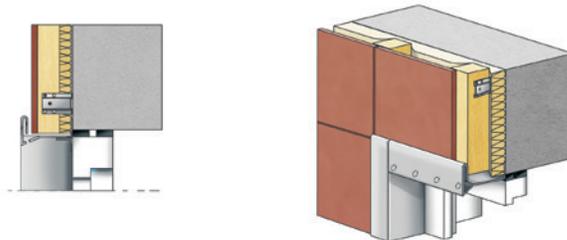


Figure 23 : Exemples de linteaux

8.3 Appui de baie

■ Recouvrement et ventilation

Les cotations r , $d1$, $d2$ à respecter sont les suivantes :

Tableau 5 : Cotations à respecter

| Bâtiment | | r | $r/d1$ | $d2$ |
|--------------|-------------|---------------|------------|--------------|
| Hauteur | ≤ 24 m | ≥ 50 mm | $\leq 2,5$ | ≥ 25 mm |
| | > 24 m | ≥ 100 mm | $\leq 2,5$ | ≥ 25 mm |
| Front de mer | | 120 à 150 mm | $\leq 2,5$ | ≥ 25 mm |

Ces cotations sont présentées à titre indicatif et correspondent à un minimum à respecter. Elles devront être augmentées en tenant compte des tolérances de pose.

■ Jonction appui/tableau

Afin d'assurer l'étanchéité à l'eau et le drainage de l'eau, la jonction appui/tableau est à traiter avec précaution.

La bavette doit présenter une pente minimale de 10 % permettant de rejeter l'eau vers l'extérieur. Un relevé vertical de la bavette derrière le revêtement en jonction appui/tableau permettra le drainage de l'eau vers l'extérieur.

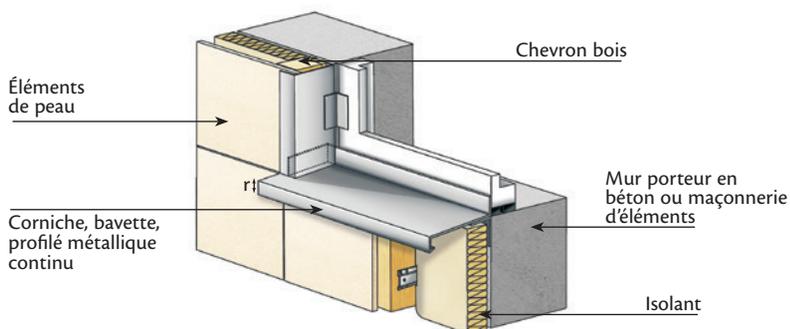


Figure 24 : Jonction appui/tableau

■ Charges statiques

La bavette d'appui de fenêtre doit respecter le critère suivant :

sous 100 kg répartis sur 28 cm², pas de déformation instantanée supérieure à 2 mm et déformation irréversible négligeable.

8.4 Tableau de baie

Le traitement est identique à celui de l'arrêt latéral renforcé par les deux points suivants :

■ Traitement de l'angle en linteau

Le retour en tableau du profilé de linteau est à réaliser conformément à la figure 25.

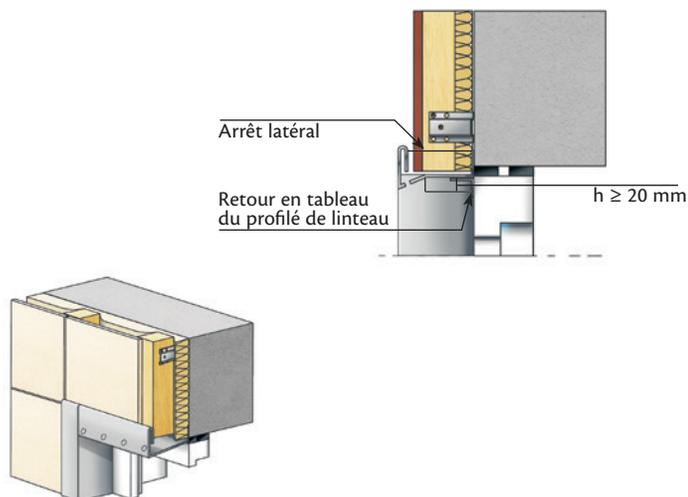


Figure 25 : Exemples de traitement de l'angle en linteau

■ Traitement de l'angle en appui

Le retour en tableau du profilé d'appui peut être réalisé de deux manières selon qu'il y a risque d'infiltration ou non d'eau le long des montants.

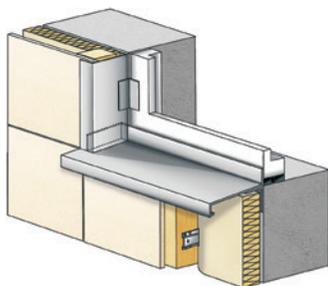


Figure 26 : Cas 1 – retour en tableau à l'aide d'un profilé métallique

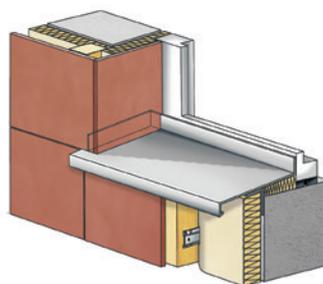


Figure 27 : Cas 2 – retour en tableau à l'aide d'un élément de peau

8.5 Ponts thermiques

La liaison entre les baies et le gros œuvre représente l'une des zones les plus déperditives, spécifiquement dans le cas d'une isolation par l'extérieur. Ceci est dû à l'interruption de la continuité de l'isolation à la jonction entre mur et baie vitrée. La menuiserie est généralement posée soit au nu extérieur du mur (cas 1), soit au nu intérieur (cas 2). Dans le second cas, le traitement du pont thermique nécessite un retour d'isolant de quelques centimètres d'épaisseur. La correction qui en résulte est généralement supérieure à 60 %.

Le positionnement de la menuiserie dans le plan de l'isolation permet également de corriger presque complètement le pont thermique sous réserve de satisfaire les autres exigences liées notamment à l'étanchéité à l'air, à l'eau et à la sécurité au feu.

Pose en zones sismiques

1. Contexte réglementaire

La nouvelle réglementation sismique s'appuie sur les documents de référence suivants :

- le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- les arrêtés du 22 octobre 2010, du 19 juillet 2011, du 25 octobre 2012 et du 15 septembre 2014 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Cette réglementation fait référence à l'Eurocode 8 (NF EN 1998) pour le dimensionnement des bâtiments en zones sismiques.

Cette réglementation est entrée en vigueur le 1^{er} mai 2011.

2. Description

La nouvelle réglementation introduit les classifications suivantes :

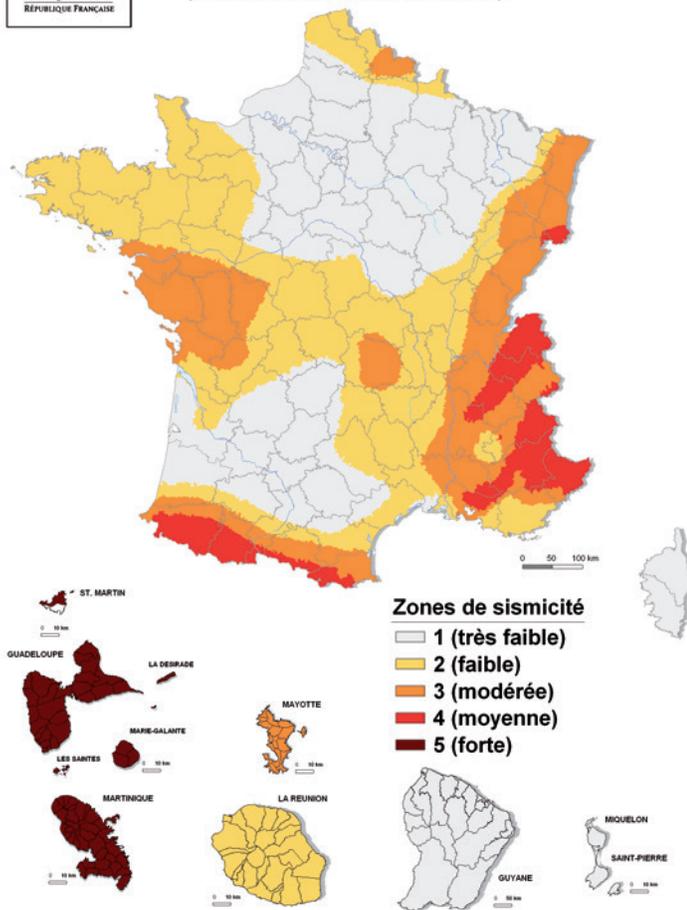
■ Zonage sismique

Le territoire français est découpé en 5 zones de sismicité pour lesquelles sont définies des accélérations de référence.



Zonage sismique de la France

en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011
(art. D. 563-8-1 du code de l'environnement)



Zones de sismicité

- 1 (très faible)
- 2 (faible)
- 3 (modérée)
- 4 (moyenne)
- 5 (forte)

Figure 1 : Zonage sismique de la France
(Source MEDDE)

Tableau 1 : Aléa sismique

| Zone | Aléa | Accélération de référence a_{gr} |
|------|-------------|------------------------------------|
| 1 | Très faible | 0,4 |
| 2 | Faible | 0,7 |
| 3 | Modéré | 1,1 |
| 4 | Moyen | 1,6 |
| 5 | Fort | 3 |

Des précisions quant au zonage sismique sont disponibles dans les décrets n° 2010-1254 et n° 2010-1255.

■ Classes de bâtiment

La situation sismique dépend du type de bâtiment. À chaque catégorie correspond un coefficient d'importance.

Tableau 2 : Classification des bâtiments

| Catégorie d'importance du bâtiment | Type de bâtiments | Coefficient γ_1 |
|------------------------------------|--|------------------------|
| I | Bâtiments sans activité humaine durable | 0,8 |
| II | Habitations individuelles, ERP 4 ^e et 5 ^e catégories (sauf établissements scolaires), bâtiments habitation collective (≤ 28 m), bâtiment bureaux et usage commercial non ERP (≤ 28 m, ≤ 300 personnes), bâtiment activité industrielle (≤ 300 personnes) | 1 |
| III | Établissements scolaires, ERP 1 ^{re} , 2 ^e et 3 ^e catégories, bâtiments habitation collective (> 28 m), bâtiment bureaux (> 28 m), bâtiment usage commercial non ERP (> 300 personnes), bâtiment activité industrielle (> 300 personnes), bâtiments sanitaires et sociaux, bâtiments production énergie | 1,2 |
| IV | Bâtiments sécurité civile et défense, bâtiments services communication, bâtiments circulation aérienne, établissements santé, bâtiments eau potable, bâtiments distribution énergie, bâtiments centres météorologiques | 1,4 |

Des précisions quant à la classification des bâtiments sont disponibles à l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010.

■ Classes de sol

La situation sismique dépend de la classe de sol sur lequel est implanté le bâtiment.

À chaque classe de sol correspond un paramètre S défini dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Classification des sols

| Classe de sol | Description du profil stratigraphique | Paramètre S (pour les zones de sismicité 1 à 4) |
|---------------|---|---|
| A | Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant | 1 |
| B | Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur | 1,35 |
| C | Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres | 1,5 |
| D | Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes | 1,6 |
| E | Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions | 1,8 |

Des précisions quant aux caractéristiques des sols sont disponibles au paragraphe 3.1.2 de la norme NF EN 1998-1.

3. Justification des systèmes de bardages rapportés non traditionnels

Les systèmes de bardage rapporté ne nécessitent pas de justification particulière pour les mises en œuvre :

- en zone de sismicité 1 pour les bâtiments de catégories d'importance I à IV,
- en zone de sismicité 2 :
 - pour les bâtiments de catégories d'importance I et II,
 - pour les établissements scolaires à un seul niveau (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1⁽¹⁾ des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014),
- en zones de sismicité 3 et 4 :
 - pour les bâtiments de catégorie d'importance I,
 - pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).

Sur support béton et pour les autres zones de sismicité et catégories d'importance de bâtiment, les systèmes doivent avoir fait l'objet de justifications selon le cahier CSTB n° 3725.

Le domaine d'emploi et les dispositions à retenir pour la pose en zones sismiques sont indiqués dans chaque Avis Technique de système de bardage rapporté.

ATTENTION

Seuls les supports en béton sont visés pour les zones sismiques nécessitant des justifications, les fixations par chevilles plastiques ou chimiques dans les supports maçonnerie n'ayant pas de référentiel d'évaluation sous sollicitations sismiques.
Un fractionnement d'ossature doit être prévu au droit de chaque plancher.

OBSERVATION

Les systèmes de bardage rapporté dont la peau est < 25 Kg et répondant au Guide ENS, ne nécessitent pas de justifications selon le cahier CSTB n° 3725, pour des hauteurs d'ouvrage < 3,5 m.

1. Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application.

Glossaire

Aboutage

Fait de mettre bout à bout deux éléments.

Acrotère

Élément d'une façade situé au-dessus du niveau de la toiture ou de la terrasse, à leur périphérie, et qui constitue des rebords ou des garde-corps, pleins ou à claires-voies.

Allège

Élément mural situé entre un plancher et un appui de baie. Sa largeur peut correspondre à la largeur de la baie ou à la largeur de plusieurs baies juxtaposées.

Appui de baie

Ouvrage en béton situé au-dessus d'une allège.

Banche

Coffrage constituant le moule provisoire dans lequel on coule en œuvre le béton.

Bavette

Bande ou feuille de métal rapportée sur un ouvrage ou une jonction d'ouvrage pour les abriter des ruissellements des eaux de pluie.

Béton banché

Béton coulé, éventuellement vibré, entre des banches de coffrage en bois ou en métal.

Certification

Marque de qualité attribuée à un produit selon un référentiel.

Clou annelé

Clou possédant des anneaux.

Clou cannelé

Clou possédant des rainures.

Clou d'expansion

Clou garantissant l'expansion de la cheville. Notamment pour les chevilles plastiques.

Clin

Élément de grande longueur avec une largeur réduite.

Cornière

Profilé de métal méplat plié dans le sens de sa longueur, en général à angle droit.

Dosse

Tranche externe du débit. Le débit étant l'ensemble des éléments qui résultent de coupes parallèles répétitives.

Éclisse rigide

Plaquette de bois ou de métal utilisée comme pièce d'assemblage boulonnée ou vissée le long de deux éléments.

Élément biseauté

Élément possédant une arête abattue suivant un plan oblique, une coupe biseau.

Élément céramique

Élément résultant de la cuisson de l'argile. Les éléments peuvent être obtenus par pressage ou par filage.

Élément de peau

Élément rapporté au moyen d'une ossature secondaire devant le mur porteur.

Élément en bois chauffé ou rétifé

Bois naturel traité par chauffage à haute température.

Élément en composite ciment verre (CCV)

Élément composite constitué de ciment et de fibres de verre.

Élément en mortier de résine

Élément obtenu par moulage d'un mortier de résine associé à des charges.

Élément rainuré

Élément possédant une rainure généralement destinée à recevoir une lisse.

Élément stratifié HPL (high pressure level)

Plaque sous forme de couches de matériau de fibre cellulosique (normalement du papier) imprégnée de résines thermodurcissables et liée par un procédé de haute pression.

Élément stratifié polyester

Plaque sous forme de mats de fibres de verre imprégnées de résine polyester et liés par un procédé de haute pression.

Embrèvement

Assemblage d'encastrement latéral à parement désaffleuré.

Faux-pureau

De longueur égale à celle du pureau, il correspond à la partie recouverte par une seule épaisseur de petits éléments du rang supérieur.

Flache

Défaut dans l'aplanissement d'une pièce en bois.

Joint de dilatation

Joint destiné à découper verticalement une construction de grande dimension en plusieurs parties indépendantes pour parer aux retraits et dilatations thermiques des ouvrages.

Largeur exposée

Largeur de la plage de clin exposée à l'environnement extérieur.

Larmier

Partie inférieure d'une bavette ou de toute pièce d'étanchéité en recouvrement vertical pour éviter le ruissellement de l'eau sur la partie verticale sous-jacente.

Linteau de baie

Partie supérieure d'une baie.

Lisse

Cornière ou rail horizontal qui supporte les éléments ou panneaux d'un bardage.

Liteau

Latte étroite ou tasseau de bois de section carrée (environ 25 x 25 mm) ou rectangulaire (18 x 35 à 30 x 40 mm).

Poche de résine

Cavité allongée contenant de la résine.

Pose à claire-voie

Pose d'éléments laissant passer le jour.

Pose jointive

Pose d'éléments bord à bord, accolés sans aucun interstice.

Pureau

Partie d'un petit élément (tuile, ardoise) qui reste visible et n'est pas recouverte par les éléments du rang supérieur.

Raboutage

Fait d'associer deux montants verticaux entre eux, par exemple à l'aide d'une éclisse rigide.

Recouvrement

Partie d'un petit élément recouverte par les éléments des deux rangs supérieurs et n'étant en aucun point exposée à la pluie.

Section de ventilation

Section garantissant la ventilation de la lame d'air située au dos des éléments rapportés.

Tableau de baie

Surface verticale de maçonnerie comprise entre le bâti dormant de la menuiserie et le nu du parement de la façade.

Tenon

Partie saillante située au dos de certains petits éléments tels que les tuiles en terre cuite.

Tirefond

Longue vis dont la tête est celle d'un boulon ou parfois un anneau.

Réglementation, normes et autres documents de référence

1. Textes législatifs et réglementaires

1.1 Sécurité incendie

Arrêté du 25 juin 1980 modifié et complété portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).

Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation, modifié par arrêtés du 18 août 1986 et du 19 décembre 1988.

En ERP, il convient de se référer aux guides d'emploi des isolants (arrêté du 6 octobre 2004, modifié par celui du 24 septembre 2009). Ce document impose, entre autres, de pratiquer des recouvrements dans les isolants combustibles.

Instruction Technique n° 249 du 24 mai 2010 relative aux façades.

1.2 Réglementation sismique

Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique.

Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

Arrêtés du 22 octobre 2010, du 19 juillet 2011, du 25 octobre 2012 et du 15 septembre 2014 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

1.3 Réglementation thermique 2012 neuf

Décret n° 2012-1530 du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions de bâtiments.

Arrêté du 28 décembre 2012 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments autres que ceux concernés par l'article 2 du décret du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions + Rectificatif.

Décret n° 2010-1269 du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.

Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments.

2. Règles de calcul et d'application

Réglementation thermique 2012 neuf, édition mars 2012 :

Règles Th-I (mars 2012) : Caractérisation de l'inertie thermique des bâtiments.

Règles Th-S (mars 2012) : Caractérisation du facteur solaire des parois du bâtiment.

Règles Th-L (mars 2012) : Caractérisation du facteur de transmission lumineuse des parois du bâtiment.

Règles Th-U (fascicule 1/5) (mars 2012) : Généralités.

Règles Th-U (fascicule 2/5) (mars 2012) : Matériaux.

Règles Th-U (fascicule 3/5) (mars 2012) : Parois vitrées.

Règles Th-U (fascicule 4/5) (mars 2012) : Parois opaques.

Règles Th-U (fascicule 5/5) (mars 2012) : Ponts thermiques.

3. DTU – normes

3.1 Normes DTU

DTU 40.11 – Couverture en ardoises

- Partie 1 : Cahier des charges (NF P32-201-1), mai 1993.
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (NF P32-201-2), mai 1993.

DTU 40.21 – Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques (NF P 31-202-1), octobre 1997.
- Amendement A1 (NF P 31-202-1/ A1), septembre 2001.
- Amendement A2 (NF P 31-202-1/ A2), août 2006.
- Amendement A3 (NF P 31-202-1/ A3), octobre 2010.
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (P31-202-2), octobre 1997.

DTU 40.23 – Couvertures en tuiles plates de terre cuite

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques (NF P31-204-1), septembre 1996.
- Amendement A1 (NF P31-204-1/A1), septembre 2001.
- Amendement A2 (NF P31-204-1/A2), septembre 2007.
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (NF P31-204-2), septembre 1996.

DTU 40.25 – Couverture en tuiles plates en béton

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques (P31-206), décembre 1984.
- Erratum au CCT (P31-206/AC1), avril 2000.
- Modificatif n° 1 (P31-206/A1), juin 1997.
- Modificatif n° 2 (P31-206/A2), décembre 2000.
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (P31-206), décembre 1984.
- Erratum au CCT, mai 1985.

DTU 40.211 – Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques (NF P 31-203-1) Septembre 1996.
- Amendement A1 (NF P 31-203-1/ A1), janvier 1999.
- Amendement A2 (NF P 31-203-1/ A2), septembre 2001.
- Amendement A3 (NF P 31-203-1/ A3), octobre 2010.
- Partie 2 : Cahier des Clauses spéciales (P31-203-2), septembre 1996.

DTU 41.2 – Revêtements extérieurs en bois (révision à paraître)

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques (NF P65-210-1), juillet 1996.
- Amendement A1 (NF P65-210-1/A1), novembre 2001.
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (NF P65-210-2), juillet 1996.

3.2 Autres normes

■ Normes françaises

NF A 91-131 : Fils d'acier galvanisés à chaud – Spécification du revêtement de zinc, avril 1962.

FD E 25-032 : Éléments de fixation – Revêtements (et traitements de surface) destinés à la protection contre la corrosion – Présentation comparative, mars 1986.

NF E 25-601 : Vis à bois – Tête fraisée à empreinte cruciforme Z – Symbole F Z, mai 1984.

NF E 25-605 : Vis à bois – Tête fraisée bombée fendue – Symbole FB S, mai 1984.

NF E 27-009 : Éléments de fixation - Essais de fatigue sous charge axiale, octobre 1979.

P 34-310 : Tôles et bandes en acier de constructions galvanisées à chaud en continu destinées au bâtiment – Classification et essais, décembre 1994.

FD P 20-651 : Durabilité des éléments et ouvrages en bois, juin 2011.

■ Normes européennes

NF EN 335-2 : Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définition des classes de risque d'attaque biologique - Partie 2 : application au bois massif (B50-100-2), janvier 2007.

NF EN 338 : Bois de structure - Classes de résistance (P21-353), septembre 2003.

NF EN ISO 1461 : Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis ferreux - Spécifications et méthodes d'essai (A91-121), juillet 1999.

NF EN 10088 : Aciers inoxydables

- Partie 1 : Liste des aciers inoxydables (A35-572), septembre 2005.
- Partie 2 : Conditions techniques de livraison des tôles et bandes pour usage général (A35-573), septembre 2005.
- Partie 3 : Conditions techniques de livraison pour les demi-produits, barres, fils machine et profils pour usage général (A35-574), septembre 2005.

NF EN 10346 : Produits plats en acier à bas carbone revêtus en continu par immersion à chaud, juin 2009.

NF EN 13183 : Teneur en humidité d'une pièce de bois scié

- Partie 1 : Détermination par la méthode par dessiccation (B53-611-1), juin 2002.
- Partie 2 : Estimation par méthode électrique par résistance (B53-611-2), juin 2002.
- Partie 3 : Estimation par méthode capacitive (B53-611-3), août 2005.

NF EN 13811 : Shérardisation - Revêtements par diffusion de zinc sur les produits ferreux - Spécifications (A91-460), septembre 2003.

4. Autres documents de référence

Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique sur supports de bardage rapporté, *Cahier du CSTB* n° 1661_V2, février 2011.

Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique, *Cahier du CSTB* n° 1833, mars 1983.

Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique, *Cahier du CSTB* n° 3316_V2 Décembre 2010.

Stabilité en zones sismiques, Systèmes de bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique, *Cahier du CSTB* n° 3725, Janvier 2013.

Note d'information n° 13, Règles de transposition pour la mise en œuvre en zones sismiques des procédés de bardage rapporté sous Avis Technique à la suite de l'entrée en vigueur de l'arrêté du 22 octobre 2010, *Cahier du CSTB* n° 3691_V2, Mai 2012.

Guide d'Agrément Technique Européen n° 001 – chevilles métalliques pour béton.

Guide d'Agrément Technique Européen n° 020 – chevilles plastiques.

Guide d'Agrément Technique Européen n° 029 – chevilles chimiques.

Guide d'Agrément Technique Européen n° 001 – Chevilles métalliques pour béton – Parties 1 à 5, juillet 2002 à février 2005.

L'ensemble des Avis Techniques ainsi que la liste des entreprises bénéficiant du certificat Certifié CSTB Certified est consultable sur le site Internet du CSTB : www.cstb.fr

Index

- Aboutage** — 65
- Acier** — 30
- Acier galvanisé** — 52, 67, 95
- Acrotère** — 30, 92
- Angle rentrant** — 97, 98
- Angle sortant** — 95, 96
- Appui de baie** — 101
- Arrêt bas** — 92
- Arrêt haut** — 89, 90, 91
- Arrêt latéral** — 99, 100
- Avis Technique** — 12, 68, 69

- Bande de protection** — 24, 25, 39
- Bardeaux** — 49
- Bavette** — 37, 38, 90, 100, 101
- Béton banché** — 15
- Biseautés** — 95, 96, 98

- Cannelé** — 41
- Certification** — 13, 44
- Cheville** — 76, 77
- Chevilles** — 16, 17, 18, 19, 20, 21, 45, 46
- Clin** — 66, 67
- Clou annelé** — 27, 41
- Clou d'expansion** — 46
- Clou torsadé** — 28, 41, 52
- Collerette** — 45
- Constat de traditionalité** — 67

- Débord** — 89, 90

- Échauffures** — 26
- Élément céramique** — 70
- Élément de peau** — 52, 90, 93, 96, 99
- Élément en bois chauffé ou rétifé** — 73
- Élément en composite ciment verre** — 73
- Élément en mortier de résine** — 68, 69, 70
- Élément stratifié HPL** — 68, 69, 70, 71
- Élément stratifié polyester** — 71
- Embrèvement** — 64, 65

- Feuilles métalliques** — 66
- Flaches** — 26

Galvanisé — 30

Humidimètre — 26

Joint de dilatation — 98, 99

Laine minérale — 44, 47

Lame d'air — 37, 38, 46, 54, 55, 56, 67, 69, 70, 73, 76, 79, 82, 84, 89, 91, 92, 95, 96, 100

Largeur des lames — 58

Largeur exposée — 58, 63, 64, 65

Largeur hors tout — 64, 65

Larmier — 66

Linteau — 100, 101, 102

Lisses — 39, 40, 41, 42, 43, 44

Liteaux — 39, 41, 42, 43, 44, 49, 51, 52, 56, 73

Montants — 24, 70, 102

Mur de type XIII — 16, 95, 97, 98, 99

Mur de type XIV — 16, 96, 97, 98

Nœuds — 26

Ossature — 11, 15, 16, 19, 34, 35, 39, 56, 60, 67, 69, 70, 73, 87, 88

Patte équerre — 21

Peau — 11, 19, 22, 25, 27, 28, 56, 69, 96, 97, 98

Pose à claire-voie — 55

Pose jointive — 52, 56

Pureau — 50, 51, 52

Raboutage — 34, 35, 78

Recouvrement — 51, 52, 55, 64, 66, 96, 99, 101

Section de ventilation — 55, 56, 89, 90, 91

Support — 56

Tableau de baie — 102

Tenon — 53

Tirefond — 27, 33, 34, 35

Tôle de compartimentage — 95, 96

Tuile — 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56



BATIPEDIA.COM

L'adresse web unique et incontournable des professionnels de la construction, pour chercher, consulter, comprendre et suivre en temps réel le **référentiel technique et réglementaire** de la construction.

Le complément indispensable à votre ouvrage pour suivre des dernières évolutions réglementaires et bénéficier de compléments d'informations.

L'inscription est rapide et **gratuite**, vous pourrez :

- utiliser nos outils de recherche et identifier immédiatement le ou les texte(s) susceptible(s) de répondre à vos questions ;
- accéder à la notice descriptive de tous les documents et aux Avis Techniques en vigueur ;
- suivre en temps réel l'actualité et vous abonner à la newsletter ;
- télécharger de nombreux documents et dossiers ;
- consulter les rubriques Questions / Réponses.



**Déjà parus
dans les
collections**

Collection Guide Pratique

Fondations

Conception, dimensionnement et réalisation
Maisons individuelles et bâtiments assimilés

Ossatures métalliques

Maisons individuelles, bâtiments résidentiels,
locaux industriels et bureaux

Maçonneries

Murs intérieurs et extérieurs

Les enduits de façade

Mise en œuvre des enduits minéraux sur supports
neufs et anciens

Le ravalement de façade

Par application de revêtements

Façades rideaux

Performances, mise en œuvre, entretien
et maintenance

Salissures de façade : comment les éviter ?

Exemples de solutions techniques
Diagnostic des causes de salissures et solutions pour
les prévenir ou y remédier

Planchers et rupteurs de ponts thermiques

Conception et mise en œuvre

Plafond Rayonnant Plâtre (PRP)

Plancher Rayonnant Electrique (PRE)

Les escaliers

Conception, dimensionnement, exécution :
escalier en bois, métal, verre, maçonnerie,
pierre naturelle...

Ouvrages en plaques de plâtre avec ou sans isolation

Plafonds, habillages, cloisons, doublages,
parois de gaines techniques

Pose collée de carrelage en travaux neufs

Carreaux céramiques ou assimilés – pierres naturelles

Revêtements de sol scellés en intérieur et extérieurs

Carreaux céramiques ou assimilés - Pierres naturelles

Les sous-couches isolantes sous carrelage

Mise en œuvre sous carrelage scellé
ou sous chape et carrelage collé

Pose flottante des parquets

Revêtements de sol à placage bois et stratifiés

Les peintures et revêtements muraux collés

En intérieur

Garde-corps de bâtiments

Fonction, conception et dimensionnement

Les couvertures en tuiles

Tuiles de terre cuite - tuiles en béton

Écrans souples de sous-toiture

Conception et mise en œuvre

Étanchéité des toitures-terrasses

Conception et réalisation

Les vérandas

Conception, construction, entretien, maintenance

Installations de gaz dans les bâtiments d'habitation

Installations électriques et de communication des bâtiments d'habitation

Procédés de traitement des eaux

À l'intérieur des bâtiments individuels ou collectifs

Plomberie et raccordements aux appareils

Conception, mise en œuvre et entretien des réseaux

Installation d'assainissement autonome

Pour maison individuelle

Procédés non traditionnels d'assainissement autonome

Procédés compacts de filtration, micro-stations et filtres plantés de roseaux

Perméabilité à l'air de l'enveloppe

Réglementation, risques, mesure et amélioration

Les ponts thermiques dans le bâtiment

Mieux les connaître pour mieux les traiter

Fenêtres en travaux de rénovation

Aluminium, bois, PVC

Conception et mise en œuvre

Fenêtres en travaux neufs

Aluminium, bois, PVC

Conception et mise en œuvre

Les volets roulants

Conception et mise en œuvre

Isolation thermique extérieure par enduit sur isolant PSE

Bardage rapporté sur ossature secondaire métallique

Mise en œuvre sur murs en béton banché ou en maçonnerie d'éléments

Isolation des combles aménagés

Produits en rouleaux, panneaux

Isolation des combles perdus

Produits en rouleaux, panneaux et en vrac

Isolation en sous face des planchers bas

Bâtiments neufs et existants

Isolation des toitures-terrasses

Conception, mise en œuvre et entretien

Les toitures végétalisées

Conception, réalisation et entretien

Murs végétalisés

Conception, mise en œuvre, entretien et maintenance

Ventilation mécanique contrôlée dans le résidentiel

Conception, mise en œuvre et maintenance

Ventilation double-flux dans le résidentiel

Conception, mise en œuvre et entretien

Construction d'une cheminée

Âtres, appareils à foyer ouvert, inserts et poêles à bois. Conduits maçonnés et métalliques

Chauffe-eau solaire individuel

Conception, mise en œuvre et entretien

Pompe à chaleur géothermique

Chauffage et rafraîchissement en maison individuelle

Conception, mise en œuvre et entretien

Plancher chauffant - rafraîchissant basse température

Conception, mise en œuvre et entretien

Aires de jeux

Conception, installation, entretien

Conception et mise en œuvre des clôtures et portails

Réalisation, entretien et sécurité

L'arbre en milieu urbain

Choix, plantation et entretien

Les haies urbaines et péri-urbaines

Fonctions, choix des espèces, mise en œuvre et entretien

L'Assurance construction

Mieux comprendre le système de l'assurance construction

Risques et litiges des marchés privés de travaux

Passation des marchés, exécution et réception des travaux et garantie de parfait achèvement

Responsabilités et garanties des constructeurs après réception

Mieux comprendre les régimes de responsabilités et d'assurances des constructeurs

Sécurité et prévention sur les chantiers

CCTP mode d'emploi

Structuration du CCTP, exemples de clauses

Les diagnostics immobiliers

Diagnostics obligatoires ou quasi-obligatoires

Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois

Mise en œuvre sur murs en béton banché ou en maçonnerie d'éléments

Avec la collection Guide Pratique développement durable, le CSTB met en avant des sujets mariant bâtiment et préoccupations environnementales. Cette collection permet aux professionnels du bâtiment une lecture facilitée des règles techniques de construction à travers un large éventail de situations possibles de mise en œuvre.

Le bardage rapporté sur ossature en bois est une des techniques d'isolation par l'extérieur des façades permettant de traiter une bonne partie des ponts thermiques.

Le Guide Pratique « Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois » illustre la mise en œuvre d'un bardage rapporté :

- Comment mettre en œuvre l'ossature bois (supports, chevilles et fixations, chevrons, liteaux et lisses, isolant) ?
- Comment poser les éléments de peau du bardage (par matériau et type de fixation) ?
- Quel traitement pour les points singuliers (arrêts, angles, joints, etc.) ?

Ce guide met en lumière les difficultés de mise en œuvre avec un regard permanent sur la performance thermique et énergétique du procédé en tenant compte de la RT 2012.

Il constitue une synthèse indispensable et inédite sur le sujet. Avec plus de 120 pages richement illustrées (plus de 120 schémas et dessins) et son format pratique, ce guide est l'outil indispensable à tout professionnel du bardage (entreprise de pose, architecte, BET, bureau de contrôle, etc.).

Ce guide a été rédigé par Julien Piechowski, Cédric Schneider et Madeleine Soulé, ingénieurs experts du bardage, et complété par l'équipe des ingénieurs thermiciens du CSTB.

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33)01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction