

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe Spécialisé n° 2 - Constructions, façades et cloisons légères

e-Cahier du CSTB 3747

Mai 2014

Guide d'évaluation des ouvrages de bardage incorporant des parements traditionnels en clins ou lames et cassettes métalliques

Analyse

Ce document a été entériné par le Groupe Spécialisé n° 2 le 22 octobre 2013.

Sommaire

Préambule

1. Définitions

- 1.1 Bardage rapporté
- 1.2 Bardage double peau
- 1.3 Structure porteuse (pour bardages rapportés)
- 1.4 Structure/charpente (pour bardages double peau)
- 1.5 Ossature
- 1.6 Isolation thermique
- 1.7 Lame d'air
- 1.8 Clins ou lames métalliques
- 1.9 Cassettes métalliques

2. Matériaux

3. Documents de référence

- 3.1 Règles
- 3.2 DTU
- 3.3 Cahiers

4. Exigences applicables aux systèmes

- 4.1 Stabilité et résistance mécanique
 - 4.1.1 Cas des bardages rapportés
 - 4.1.2 Cas des bardages double peau
- 4.2 Sécurité en cas d'incendie
- 4.3 Ventilation de la lame d'air
 - 4.3.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie
 - 4.3.2 Structure porteuse en plateaux métalliques
 - 4.3.3 Structure porteuse constituée par une paroi de MOB
- 4.4 Étanchéité à l'eau
 - 4.4.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie
 - 4.4.2 Bardages double peau
 - 4.4.2.1 Clins ou lames métalliques
 - 4.4.2.2 Cassettes métalliques
 - 4.4.3 Structure porteuse constituée par une paroi de MOB
- 4.5 Étanchéité à l'air
 - 4.5.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie
 - 4.5.2 Bardages double peau
 - 4.5.3 Structure porteuse constituée d'une paroi de MOB
- 4.6 Isolation thermique
 - 4.6.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie
 - 4.6.2 Bardages double peau
 - 4.6.3 Structure porteuse constituée par une paroi de MOB

4.7 Résistance aux chocs

4.8 Durabilité

4.9 Spécifications pour le pliage et le profilage des cassettes et clins ou lames

4.10 Stabilité en zones sismiques

5. Appréciation sur les bardages incorporant des cassettes et clins ou lames métalliques

5.1 Stabilité et résistance mécanique

- 5.1.1 Ossature du bardage
- 5.1.2 Plateaux métalliques
- 5.1.3 Parements métalliques
 - 5.1.3.1 Généralités sur les essais statiques
 - 5.1.3.2 Cas des clins ou lames métalliques
 - 5.1.3.3 Cas des cassettes métalliques
 - 5.1.3.4 Cycles de fatigue

5.2 Sécurité en cas d'incendie

5.2.1 Généralités

5.2.2 Réaction au feu

5.2.3 Propagation verticale du feu sur les façades

5.2.3.1 Structure porteuse béton maçonnerie

5.2.3.2 Structure porteuse MOB

5.2.3.3 Bardage double peau

5.3 Isolation thermique

5.4 Résistance aux chocs

5.5 Durabilité

5.5.1 Durabilité des éléments

5.5.2 Compatibilité électrochimique

5.5.3 Action de la température

5.5.4 Action de l'humidité

5.6 Stabilité en zones sismiques

5.6.1 Structure porteuse en béton (maçonneries exclues) ou MOB conforme au NF DTU 31.2

5.6.1.1 Domaine d'application

5.6.1.2 Dispositions particulières pour pose en zones sismiques

5.6.1.3 Justifications à apporter dans les autres cas

5.6.2 Bardage double peau

5.6.2.1 Domaine d'application

5.6.2.2 Dispositions particulières pour pose en zones sismiques

5.6.2.3 Justifications à apporter dans les autres cas

Annexe 1 Essais de chargement

Préambule

A1.1 Essais à la boudruche

A1.1.1 Principe

A1.1.2 Modalité

A1.1.3 Mesures effectuées

A1.1.4 Exploitation des résultats

A1.2 Essais selon la norme NF P 34-503

A1.3 Essais de chargement au sac

Annexe 2 Disposition des capteurs

Annexe 3 Durabilité

Acier galvanisé et prélaqué

Acier inoxydable

Aluminium

Zinc

Cuivre

Annexe 4 Éléments nécessaires à la constitution d'un Dossier Technique

A4.1 Domaine d'emploi

A4.2 Définition des matériaux et des produits utilisés

A4.3 Description des éléments

A4.4 Fabrication et contrôle de fabrication

A4.5 Description de la mise en oeuvre

A4.6 Organisation de la diffusion du procédé et assistance technique

A4.7 Dessins d'ensemble et de détail

A4.8 Résultats expérimentaux

Annexe 5 Exemples de clins et cassettes métalliques

Clins

Cassettes

Préambule

Le présent document a pour objet de définir les critères utiles à l'évaluation technique des ouvrages de bardages incorporant des parements traditionnels constitués de clins ou de cassettes métalliques (acier, acier inoxydable, alliage d'aluminium, zinc et cuivre et alliages de cuivre), mis en oeuvre :

- en bardages rapportés sur parois en béton ou en maçonnerie d'éléments conformes aux DTU 23.1 et NF DTU 20.1 ;
- en bardages rapportés sur Maisons et bâtiments à Ossature Bois (MOB) conformes au NF DTU 31.2 ;
- en peau extérieure sur plateaux métalliques conformes aux « Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en oeuvre des bardages métalliques – Janvier 1981 2e édition ».

Concernant ces systèmes, la note d'information n° 6 (*Cahier du CSTB 3251* de septembre 2000) adoptée par le Groupe Spécialisé n° 2 précise que, en l'absence de DTU et de Règles professionnelles établies sous l'égide d'organismes professionnels représentatifs, ils doivent faire l'objet d'une évaluation.

Le présent document a pour but de définir un référentiel d'évaluation des parements en clins et cassettes métalliques et de définir les principales exigences liées à l'ouvrage, pour répondre aux paragraphes 5, 6, 7 et 8 de la note d'information n° 6 .

Les clins ou cassettes métalliques avec raidisseurs collés (métalliques, isolants ou autres) participant à la tenue mécanique ne sont pas considérés traditionnels et ne relèvent pas du présent document.

Les clins ou cassettes métalliques mis en oeuvre en bardage double peau faisant intervenir des isolants spécifiques et des fixations entretoises peuvent être évalués selon le présent document, mais ils doivent être intégrés dans la procédure d'Avis Technique du procédé isolant.

Les clins ou lames et cassettes métalliques font l'objet d'un Dossier technique établi par le fabricant basé sur les éléments donnés en Annexe 4

1. Définitions

1.1 Bardage rapporté

Procédé constitué d'un parement rapporté sur l'extérieur de parois verticales pleines, par l'intermédiaire d'une ossature reliée à la structure porteuse de l'ouvrage à revêtir, généralement avec interposition d'un isolant thermique.

Il n'appartient pas au bardage rapporté de séparer l'intérieur du bâtiment de l'extérieur. C'est le gros oeuvre qui assume ladite séparation et l'ouvrage de bardage apporte l'aspect extérieur et participe à l'étanchéité à la pluie de la paroi ainsi que la protection de la structure porteuse et de l'isolant vis-à-vis des sollicitations climatiques.

1.2 Bardage double peau

Bardage dont les composants (parement extérieur, isolant, peau intérieure) sont assemblés sur place, élément par élément. La peau intérieure est constituée de plateaux métalliques fixés directement sur les éléments de charpente. Ces plateaux métalliques supportent les parements extérieurs par l'intermédiaire d'une ossature secondaire.

Les plateaux sont caractérisés par leur hauteur bp , leur largeur h ainsi que par la limite d'élasticité de l'acier les constituant. Ils font l'objet d'une Fiche technique donnant par référence aux Règles professionnelles pour la fabrication et la mise en oeuvre des bardages métalliques (RPBM) de 1981, des tableaux de portées/charges de vent normal selon les NV65 modifiées, uniformément réparties.

1.3 Structure porteuse (pour bardages rapportés)

La structure porteuse doit assurer notamment la stabilité du bâtiment et l'étanchéité à l'air des murs.

Ne sont visées que les structures porteuses suivantes :

- béton conforme au DTU 23.1 ;
- ou maçonnerie d'éléments conforme au NF DTU 20.1 ;
- ou parois de Maisons et Bâtiments à Ossature Bois (MOB) conformes au NF DTU 31.2 .

1.4 Structure/charpente (pour bardages double peau)

Les bardages double peau sont rapportés sur des éléments structurels établis selon les règles de conception et de mise en oeuvre de charpente (acier, bois, béton avec inserts), avec les spécificités imposées par les Règles professionnelles des bardages métalliques (2^e édition de janvier 1981).

1.5 Ossature

On appelle ossature l'ensemble du dispositif permettant de rapporter la peau sur le mur support ou les plateaux métalliques. Elle est constituée de chevrons en bois ou de profilés métalliques.

Dans le cas des cassettes à encoches, seuls les profilés métalliques peuvent être utilisés.

Sur béton ou maçonnerie, elle est solidarisée à la structure porteuse à l'aide de pattes-équerres réglables. Elle peut également être en contact direct avec la structure, mais elle ne peut pas être en appui sur isolant.

Sur paroi de MOB, elle doit être en contact direct avec la paroi et placée au droit des montants.

Dans le cas de bardages double peau, elle est reliée aux plateaux soit directement, soit par l'intermédiaire de profilés métalliques appelés « écarteurs ».

1.6 Isolation thermique

Une isolation thermique est, le plus souvent, associée aux bardages rapportés, conforme aux *e-Cahiers du CSTB 3316_V2* et *3586_V2* dans le cas de structure porteuse en béton ou en maçonnerie.

Les isolants visés sont des panneaux ou rouleaux de laine minérale (sans pare-vapeur), plaques rigides tels que panneaux de polystyrène expansé moulé, panneaux de polystyrène extrudé ou panneaux de polyuréthane.

Dans le cas de bardages double peau, l'isolation est constituée de laine minérale avec un classement WS, ce qui correspond au critère d'absorption à court terme (24 heures) par immersion partielle $W_p < 1,0 \text{ kg/m}^2$ selon EN 1609 – Méthode A.

Dans le cas de pose sur paroi de MOB conforme au NF DTU 31.2 , seule l'isolation extérieure supportée par des tasseaux comme spécifié dans le NF DTU 31.2 est visée.

1.7 Lame d'air

Une lame d'air est un espace continu verticalement entre le nu extérieur de l'isolant et le dos des parements.

Si elle est ventilée, la communication avec l'extérieur est assurée en rive basse (entrée d'air) et en rive haute (sortie d'air) de chaque partie de façade revêtue par le bardage rapporté.

1.8 Clins ou lames métalliques

Dans la suite du document, les termes clins et lames seront traités d'une manière générale par l'appellation « clins ».

Le clin est obtenu par profilage ou pliage.

Les clins sont généralement maintenus en rive longitudinale, d'un côté, soit par fixations traversantes (visibles ou invisibles), soit par pattes métalliques ou ossature spécifique (invisible), et, de l'autre, par un emboîtement dans la lame adjacente. Les rives transversales peuvent être laissées libres ou être emboîtées dans la lame adjacente avec ou sans patte métallique.

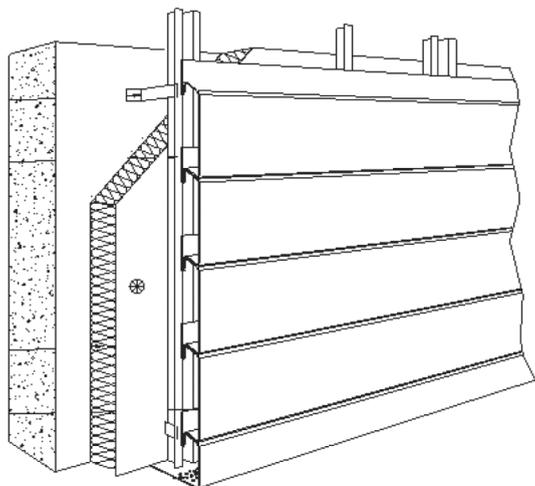


Figure 1 Exemple de pose horizontale d'un bardage en clins métalliques

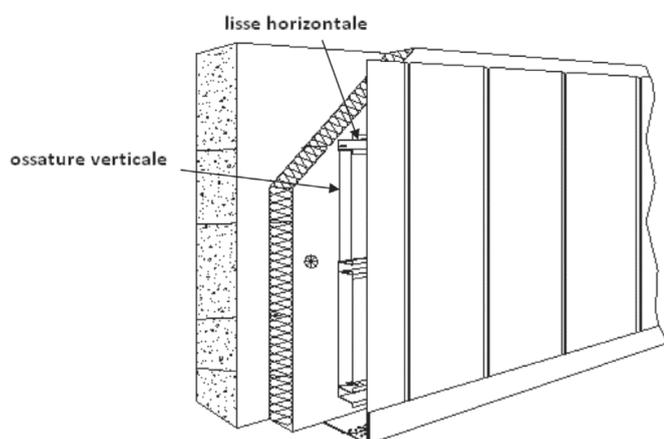


Figure 2 Exemple de pose verticale d'un bardage en clins métalliques

NOTA

voir plans pour exemple en Annexe 5 .

1.9 Cassettes métalliques

La cassette est obtenue par pliage.

Les cassettes visées par le présent document sont soit :

- maintenues en périphérie par fixations traversantes ;
- maintenues par fixations traversantes sur une rive et emboîtées sur l'autre ;
- avec encoches sur les retours latéraux (pose dite en « porte-manteau »).

Dans ce cas, les cassettes sont « accrochées » sur des axes métalliques fixés à l'ossature rapportée aux écarteurs.

NOTA

voir plans pour exemple en Annexe 5 .

2. Matériaux

- Acier S280GD minimum galvanisé selon la norme NF EN 10346, éventuellement prélaqué selon les normes XP P34-301 et NF EN 10169 ou postlaqué selon la norme NF P 24-351
- Acier inoxydable selon la norme NF EN 10088, éventuellement prélaqué selon la norme XP P34-301 (cf. Tableau A3.3 de l'Annexe 3)
- Alliage d'aluminium selon les normes :
 - NF EN 485-2 , Aluminium et alliages d'aluminium — Tôles, bandes et tôles épaisses — Partie 2 : Caractéristiques mécaniques (indice de classement : A 50-421)
 - NF EN 573-3, Aluminium et alliages d'aluminium — Composition chimique et forme des produits corroyés — Partie 3 : Composition chimique et forme des produits (indice de classement : A 02-120-3)
 - NF EN 755-2, Aluminium et alliages d'aluminium — Barres, tubes et profilés filés — Partie 2 : Caractéristiques mécaniques (indice de classement : A 50-631)
 - NF EN 755-9, Aluminium et alliages d'aluminium — Barres, tubes et profilés filés — Partie 9 : Profilés, tolérances sur dimension et forme (indice de classement : A 50-630-9)
 - NF EN 1396, Aluminium et alliages d'aluminium — Tôles et bandes revêtues en bobine pour applications générales — Spécifications (indice de classement : A 50-432)
 - NF P 24-351 , Menuiserie métallique — Fenêtres, façades rideaux, semi-rideaux, panneaux à ossature métallique — Protection contre la corrosion et préservation des états de surface

Aluminium laqué :

- NF EN 1396

Aluminium non laqué :

- NF EN 485-2
- NF EN 573-3
- NF EN 755-2
- NF EN 755-9

NOTA

les alliages d'aluminium de série inférieure à 3000 ou présentant une limite d'élasticité garantie $R_{p0,2}$ inférieure à 110 MPa sont sensibles aux effets de la fatigue mécanique. Ils doivent alors faire l'objet d'essais de fatigue mécanique conformément au § 5.1.3.4 , dernier alinéa. Les alliages de série 2000 ne sont pas visés dans le présent guide.

- Zinc selon la norme NF EN 988 , Zinc et alliages de zinc — Spécifications pour produits laminés plats pour le bâtiment
- Cuivre et alliages de cuivre selon les normes NF EN 1172 , Tôles et bandes pour le bâtiment (indice de classement : A 51-430) et NF EN 1652 , Plaques, tôles, bandes et disques pour usages généraux (indice de classement : A 51-201)

NOTA

les feuilles de cuivre peuvent avoir subi un traitement en usine afin d'obtenir :

- *une préoxydation brune ;*
- *une patine verte ;*
- *ou un étamage.*

Ces traitements sont uniquement esthétiques et ne modifient pas la durabilité du produit.
Les oxydations et patines réalisées sur site ne sont pas visées dans ce document.

3. Documents de référence

3.1 Règles

Règles NV65 modifiées

Arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs du 19 juillet 2011 et du 25 octobre 2012 pour la pose en zones sismiques

3.2 DTU

- NF DTU 20.1 (P 10-202) : Ouvrage en maçonnerie de petits éléments-parois et murs
- DTU 23.1 (P 18-210) : Murs en béton banché
- NF DTU 31.2 : Constructions de maisons et de bâtiments à ossature bois

3.3 Cahiers

- Note d'information n° 6 , *Cahier du CSTB 3251* de septembre 2000
- Note d'information n° 8 , *Cahier du CSTB 3517* de février 2005
- Cahier du CSTB 3316-V2 « Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique »
- Cahier du CSTB 3194 « Ossature métallique et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » et son modificatif 3586 V2
- Cahier du CSTB 1833 . « Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique »
- e-Cahier du CSTB 3725 « Stabilité en zones sismiques – Systèmes de bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique »
- e-Cahier du CSTB 3534 « Note d'information n° 5, Révision n° 2 – Modalités des essais de chocs de performance sur les bardages rapportés, vêtures et vêtages »
- e-Cahier du CSTB 3546_V2 « Note d'information n° 11, Résistance aux chocs des bardages rapportés, vêtures et vêtages »
- e-Cahier du CSTB 3691_V2 « Note d'information n° 13, Règles de transposition pour la mise en oeuvre 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 »
- Règles Professionnelles pour la fabrication et la mise en oeuvre des bardages métalliques – Janvier 1981 – 2^e édition et son amendement de mars 2012

4. Exigences applicables aux systèmes

Les différents systèmes de bardages rapportés constitués de clins ou cassettes métalliques sont évalués à partir des critères définis ci-dessous.

4.1 Stabilité et résistance mécanique

Le bardage rapporté ne doit pas participer aux fonctions de transmission des charges verticales, de contreventement, d'anti-déversement et de résistance aux chocs de sécurité. Elles incombent à l'ouvrage qui le supporte.

La stabilité et la résistance mécanique du bardage rapporté sur cet ouvrage vis-à-vis des charges de poids propre, de vent et des sollicitations hygrothermiques et sismiques doivent être assurées dans le domaine d'emploi revendiqué dans des conditions normales de sécurité conformément aux règles en vigueur.

4.1.1 Cas des bardages rapportés

Les fixations à la structure porteuse doivent être choisies compte tenu du poids propre, des conditions d'exposition au vent et de l'aléa sismique.

Dans le cas de supports en béton plein de granulats courants ou maçonneries, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera calculée selon l'ATE ¹ (ou éventuellement selon l'Avis Technique dans le cas de certains scellements chimiques sur maçonneries).

1)
ou ETE.

Dans le cas de supports dont les caractéristiques sont inconnues, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera vérifiée par une reconnaissance préalable, conformément au document « Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique de bardage rapporté » (e-Cahier du CSTB 1661_V2).

Entraxes des ossatures maxi en fonction du support :

- Béton/maçonnerie :

Entraxe des chevrons bois :

- 600 mm si les pattes-équerres sont en acier DX51D ;
- 750 mm si les pattes-équerres sont en acier S 220 GD minimum.

Entraxe des montants en acier :

- 900 mm si les pattes-équerres et l'ossature sont en acier DX51D ;
- 1 500 mm si les pattes-équerres et l'ossature sont en acier S 220 GD minimum.

Entraxe des montants en aluminium :

- 900 mm si les pattes-équerres et l'ossature sont en aluminium de série inférieure à 3000 ou présentent une limite d'élasticité garantie $R_{p0,2}$ inférieure à 110 MPa ;
- 1 500 mm :
 - si les pattes-équerres sont en aluminium de série supérieure ou égale à 3000 et présentent une limite d'élasticité garantie $R_{p0,2}$ supérieure ou égale à 180 MPa,
 - et si l'ossature est en aluminium de série supérieure ou égale à 3000 et présente une limite d'élasticité garantie $R_{p0,2}$ supérieure ou égale à 110 MPa.

NOTA

la justification des ossatures métalliques devra également tenir compte des entraxes entre montants.

- MOB :

Chevrons ou oméga métallique : 645 mm.

4.1.2 Cas des bardages double peau

Les plateaux sont en acier S 320 GD avec une hauteur b_p de 92 mm maxi et une largeur h de 500 mm maxi.

L'ossature (écarteurs) est en acier S 220 GD minimum ou en aluminium de série supérieure ou égale à 3000.

Les ossatures secondaires sont en zed, ou oméga, ou U épaisseur 15/10 mm mini pour l'acier, 20/10 mm mini pour l'aluminium profilé et 25/10 mm mini pour l'aluminium plié. Si les clins et cassettes sont fixés par vis, l'épaisseur de l'ossature aluminium sera d'au moins 25/10 mm mini d'épaisseur dans la zone de fixation.

Les fixations du parement et de ses ossatures aux plateaux doivent être choisies compte tenu du poids propre, des conditions d'exposition au vent et de l'aléa sismique.

Un coefficient de sécurité $\gamma_m = 1,5$ sera appliqué sur la valeur caractéristique d'arrachement P_k des fixations des écarteurs sur les lèvres de plateaux.

Dans le cas d'écarteurs en forme de zed ou oméga dont les ailes sont fixées alternativement sur les lèvres de plateaux, il sera pris en compte un effet de bras de levier qui multiplie les efforts appliqués sur la fixation par 2. L'effet de rive (au sens des Règles NV 65 modifiées) sera pris en compte pour les parements, les écarteurs et les fixations.

Les plateaux sont dimensionnés suivant les Règles professionnelles (2^e édition de janvier 1981), avec les dispositions complémentaires suivantes :

- jusqu'à un entraxe d'écarteurs de 1,20 m, les plateaux sont dimensionnés en considérant les efforts dus au vent comme uniformément répartis, sans prendre en compte les effets de rive ;
- pour un entraxe d'écarteurs supérieur à 1,20 m sans dépasser 2 m, les plateaux seront toujours dimensionnés en considérant les efforts dus au vent comme uniformément répartis, sans prendre en compte les effets de rive, mais en majorant forfaitairement ces efforts dus au vent de 15 %. Cette disposition est prise pour tenir compte du fait que les sollicitations sur les plateaux s'éloignent de celles d'une charge uniformément répartie.

	h (mm)	bp (mm)	Masse surfacique maximale de la peau extérieure et des écarteurs (kg/m ²)	Hauteur maxi h' d'écarteur (mm)		Espacement maxi entre écarteurs (mm)
				Zed 40 x h' x 40*	Oméga 40 x h' x 40 x h' x 40*	
Largeur de plateau perforé, crevé ou plein ép. 0,75 mm mini	400	70 à 92	16	150	200	2 000
	450	70	16	150	200	2 000
	500	90	12	150	200	2 000

* Fixé à chaque croisement lèvre plateau/ossature : diamètre mini 5,5 mm.

Tableau 1 Charges de poids propre reprises par les plateaux métalliques

4.2 Sécurité en cas d'incendie

Le procédé ne doit pas faire obstacle au respect des prescriptions réglementaires. Les vérifications à effectuer prennent en compte les caractéristiques suivantes :

- le classement de réaction au feu de la peau extérieure, en tenant compte du/des revêtement(s) de finition appliqué(s) ;
- le « C + D » et la masse combustible (peau extérieure, ossature secondaire du bardage, isolant).

4.3 Ventilation de la lame d'air

4.3.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie

Pour la pose avec ossature bois, la lame d'air de 20 mm minimum est nécessaire et doit être ventilée.

Pour la pose sur ossature métallique, la ventilation n'est pas nécessaire pour les parements en acier, aluminium, cuivre et alliages de cuivre.

Pour les parements en zinc, la ventilation de la lame d'air suivant les recommandations des Cahiers du CSTB 3194 (§ 3.41) et 3316_V2 (§ 3.41) est systématique.

4.3.2 Structure porteuse en plateaux métalliques

Pour la pose sur ossature métallique, la ventilation n'est pas nécessaire pour les cassettes et clins en acier, alu, cuivre et alliage de cuivre.

Pour les parements en zinc, la ventilation de la lame d'air suivant les Cahiers du CSTB 3194 et 3316_V2 est systématique.

4.3.3 Structure porteuse constituée par une paroi de MOB

Une lame d'air de 20 mm minimum est nécessaire et doit être ventilée.

4.4 Étanchéité à l'eau

4.4.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie

Les systèmes de bardages rapportés avec parements en cassettes ou clins doivent permettre de réaliser des murs au moins de type XIII au sens des « Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par

l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB n° 1833 , mars 1983).

Les murs de type XIII sont définis comme suit.

Ils comportent un système d'isolation par l'extérieur dont la peau n'est pas totalement étanche à l'eau de pluie mais derrière laquelle est disposée une lame d'air continue permettant la récupération des eaux d'infiltration ou de condensations éventuelles, ainsi que celle de la vapeur d'eau en provenance de l'intérieur des locaux.

Les clins et cassettes métalliques à joints ouverts directement sur la lame d'air ne doivent pas avoir une surface des joints ouverts entourant l'élément de peau de bardage excédant 1,5 % de la surface des éléments, et la largeur de ces joints ouverts directement sur la lame d'air doit être inférieure ou égale à 8 mm.

Les joints entre parements alignés sur une ossature drainante filante verticale ou un accessoire filant drainant ne sont pas considérés comme ouverts.

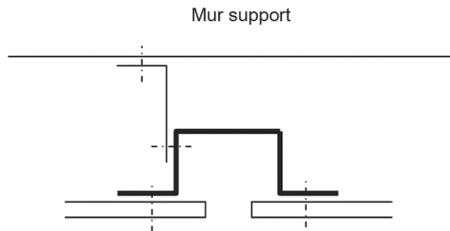


Figure 3 Exemple de coupe horizontale sur ossature verticale drainante

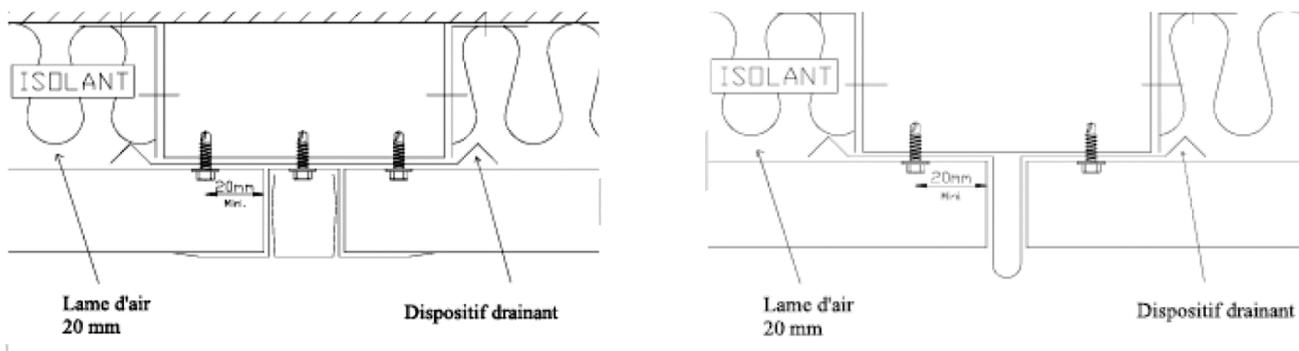
Certains concepteurs sont parfois tentés d'appliquer la technique des films de pare-pluie aux bardages rapportés pour améliorer l'étanchéité à l'eau. La présence d'un film pare-pluie est sans objet et, voire, néfaste.

4.4.2 Bardages double peau

4.4.2.1 Clins ou lames métalliques

Les clins comportent un emboîtement longitudinal et les joints aux raccords transversaux sont fermés systématiquement par une pièce de fermeture drainante comportant de part et d'autre un recouvrement de 50 mm minimum en pose horizontale.

Les interruptions des omégas d'une part et celles des pièces de fermeture d'autre part ne doivent pas coïncider et le joint entre pièces de fermeture doit être placé à un niveau inférieur de 10 cm à celui entre omégas.



Jonction type oméga avec cache fixation

Jonction aiguille

Figure 4 Exemples de pièce de fermeture

Le domaine d'emploi pour ouvrages sans baies ponctuelles est limité à des bâtiments de 30 m de hauteur en pose verticale et de 10 m de hauteur en pose horizontale.

En pose verticale, une bavette sera fixée à l'ossature toutes les hauteurs de clins.

Dans le cas de baies ponctuelles (autres que filantes horizontalement ou verticalement), des solutions adaptées pour réaliser les jonctions avec le parement (tenue mécanique et étanchéité à l'eau du système complet) devront être proposées par le tenant du procédé, sans dépasser les limites définies ci-dessus. À défaut de solution proposée dans le Dossier technique du tenant de procédé, la hauteur maximale des ouvrages en clins mise en oeuvre sur plateaux est 10 m.

4.4.2.2 Cassettes métalliques

Pour les systèmes avec cassettes à encoches et cassettes à emboîtement, un profil à géométrie drainante doit être systématiquement utilisé.

Aux joints horizontaux, les cassettes comportent un recouvrement de 33 mm minimum.

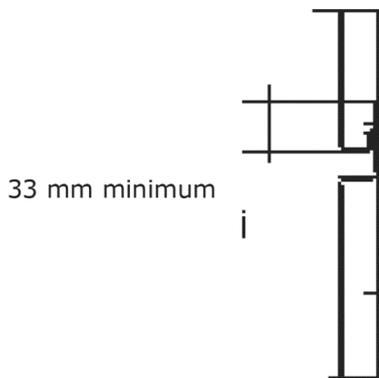


Figure 5 Joint horizontal entre cassettes

Le domaine d'emploi pour ouvrages sans baies ponctuelles est limité à des bâtiments de 30 m de hauteur.

Dans le cas de baies ponctuelles (autres que filantes horizontalement ou verticalement), des solutions adaptées pour réaliser les jonctions avec le parement (tenue mécanique et étanchéité à l'eau du système complet) devront être proposées par le tenant du procédé, sans dépasser les limites définies ci-dessus. À défaut de solution proposée dans le Dossier technique du tenant de procédé, la hauteur maximale des ouvrages en cassette mises en oeuvre sur plateaux est 10 m.

4.4.3 Structure porteuse constituée par une paroi de MOB

Les clins et cassettes métalliques à joints ouverts directement sur la lame d'air ne doivent pas avoir une surface des joints ouverts entourant l'élément de peau de bardage excédant 1,5 % de la surface des éléments et la largeur des joints doit être inférieure à 8 mm.

Le domaine d'emploi de la pose sur MOB, conforme au NF DTU 31.2, est limité à une hauteur de :

- 9 m maximum + pointe de pignon en situation a, b, c ;
- 6 m maximum + pointe de pignon en situation d.

La paroi extérieure de la MOB doit comporter un pare-pluie souple conforme au NF DTU 31.2.

Ce pare-pluie est recoupé tous les 6 m pour l'évacuation des eaux de ruissellement vers l'extérieur.

4.5 Étanchéité à l'air

4.5.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie

Les murs supports doivent être étanches à l'air.

Pour satisfaire cette exigence, les parois en maçonnerie d'éléments devront être revêtues d'un enduit intérieur ou extérieur (au moins une face revêtue).

Les produits de type pare-pluie ne sont pas destinés à pallier l'absence d'étanchéité à l'air de la paroi.

4.5.2 Bardages double peau

Les ouvrages traditionnels réalisés uniquement en bardages double peau ne sont pas réputés avoir une étanchéité à l'air de haute performance (les valeurs usuellement mesurées sur site de $Q_{4Pa_{surf}}$ sont supérieures à $4 \text{ m}^3 / \text{h.m}^2$, en fonction notamment de la géométrie de l'ouvrage et de la typologie des points singuliers).

4.5.3 Structure porteuse constituée d'une paroi de MOB

Concernant la MOB, les dispositions du NF DTU 31.2 seront respectées.

4.6 Isolation thermique

La paroi, lorsqu'elle intègre une isolation thermique, doit permettre de satisfaire à la réglementation applicable aux constructions neuves ou anciennes concernées et/ou aux exigences du projet.

4.6.1 Structure porteuse en béton ou maçonnerie

En cas d'isolation thermique par l'extérieur, les isolants et leur mise en oeuvre doivent être conformes aux *Cahiers du CSTB* :

- e-Cahier du CSTB 3316_V2 « Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » ;
- e-Cahier du CSTB 3194 « Ossature métallique et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » et son modificatif 3586_V2 .

4.6.2 Bardages double peau

Les isolants en laine minérale avec un classement WS seront mis en oeuvre selon les RPBM 2^e édition de janvier 1981.

Lit d'isolant	Type de pose	Épaisseur maxi de l'isolant	Description de la pose
1 ^{er} lit	En fond de plateaux	Hauteur d'un plateau	Isolant inséré dans les plateaux
2 ^e lit	Entre les écarteurs	Dans le cas d'une pose horizontale du bardage avec lame d'air ventilée : hauteur d'écarteur avec déduction des 20 mm de la lame d'air	Dans le cas où l'isolant est en rouleaux semi-rigides : Depuis le haut de la façade Fixation sur les lèvres de plateaux par des vis de 4,8 mm mini avec une plaquette de diamètre 40 mm mini et d'épaisseur 75/100 mini - 2 fixations en partie haute - 1 fixation tous les 2 m ² mini pour le reste
		Dans le cas d'une pose verticale du bardage sans lame d'air : hauteur de l'écarteur	Dans le cas où l'isolant est en panneaux semi-rigides : Depuis le haut de la façade Fixation sur les lèvres de plateaux par des vis de 4,8 mm mini avec une plaquette de diamètre 40 mm mini et d'épaisseur 75/100 mini 2 fixations par panneau
	Sous les écarteurs	80 mm	Dans le cas où l'isolant est en rouleaux semi-rigides : Depuis le haut de la façade Fixation sur les lèvres de plateaux par des vis de 4,8 mm mini avec une plaquette de diamètre 40 mm mini et d'épaisseur 75/100 mini - 2 fixations en partie haute - 1 fixation tous les 2 m ² mini pour le reste

Tableau 2 Pose en 2 lits

Lit d'isolant	Type de pose	Épaisseur maxi de l'isolant	Description de la pose
1 ^{er} lit	En fond de plateaux	Hauteur d'un plateau	Isolant inséré dans les plateaux
2 ^e lit	Sous les écarteurs	80 mm	Dans le cas où l'isolant est en rouleaux semi-rigides : Depuis le haut de la façade Fixation sur les lèvres de plateaux par des vis de 4,8 mm mini avec une plaquette de diamètre 40 mm mini et d'épaisseur 75/100 mini - 2 fixations en partie haute - 1 fixation tous les 2 m ² mini pour le reste
3 ^e lit	Entre les écarteurs	Dans le cas d'une pose horizontale du bardage avec lame d'air ventilée : hauteur d'écarteur avec déduction des 20 mm de la lame d'air et de l'épaisseur du 2 ^e lit Dans le cas d'une pose verticale du bardage (sans lame d'air) : hauteur de l'écarteur avec déduction de l'épaisseur du 2 ^e lit	Dans le cas où l'isolant est en rouleaux semi-rigides : Depuis le haut de la façade Fixation sur les lèvres de plateaux par des vis de 4,8 mm mini avec une plaquette de diamètre 40 mm mini et d'épaisseur 75/100 mini - 2 fixations en partie haute - 1 fixation tous les 2 m ² mini pour le reste

Tableau 2 bis Pose en 3 lits

4.6.3 Structure porteuse constituée par une paroi de MOB

Lorsqu'une isolation thermique par l'extérieur est envisagée, seule l'isolation supportée, au sens du NF DTU 31.2, est prévue dans le cadre du présent document et les isolants et leur mise en oeuvre doivent être conformes au NF DTU 31.2.

4.7 Résistance aux chocs

Les cassettes et clins sont naturellement sensibles aux chocs de petits corps durs (0,5 kg/3J et 1 kg/10J).

Si les Documents Particuliers du Marché (DPM) définissent des exigences particulières du point de vue de la résistance aux chocs, les vérifications doivent être effectuées par la réalisation d'un essai de choc selon la norme P08-302 – « Résistance aux chocs » et la note d'information n° 5 « Modalités des essais de chocs de performance sur les bardages rapportés, vêtements et vêtages », et le Cahier du CSTB 3546_V2 « Note d'information n° 11 : Résistance aux chocs des bardages rapportés, vêtements et vêtages ».

4.8 Durabilité

La durabilité concerne le comportement dans le temps des éléments de l'ouvrage en oeuvre, vis-à-vis du risque de la corrosion due à l'environnement et/ou de contraintes répétées.

4.9 Spécifications pour le pliage et le profilage des cassettes et clins ou lames

Les opérations de façonnage et de transformation ne doivent pas endommager le matériau et ses revêtements.

Le transformateur devra mettre en oeuvre un contrôle qualité permettant de s'assurer de l'absence d'endommagement des matériaux et de leurs revêtements éventuels.

Il pourra pour cela s'appuyer sur les spécifications des fabricants de bobines et feuilles de métal.

Les essais de vérification seront réalisés selon la norme NF EN 13523.

Pour l'acier galvanisé prélaqué, les rayons de pliage minimaux définis dans la XP P 34-301 sont à respecter.

Pour l'aluminium, les rayons minimaux de pliage sont définis dans la NF EN 485-2 . Le laquage peut imposer des rayons supérieurs. Dans ce cas, l'avis du fabricant est à recueillir.

4.10 Stabilité en zones sismiques

Le comportement sous sollicitations sismiques des clins et cassettes métalliques devra satisfaire la réglementation sismique selon les arrêtés des 22 octobre 2010 , 19 juillet 2011 et 25 octobre 2012 .

5. Appréciation sur les bardages incorporant des cassettes et clins ou lames métalliques

5.1 Stabilité et résistance mécanique

5.1.1 Ossature du bardage

Tant pour les charges de poids propre du bardage que pour les effets du vent, l'ossature du bardage rapporté sera justifiée selon la nature de ses constituants (bois ou métal), conformément aux *Cahiers du CSTB* :

- e-Cahier du CSTB 3316_V2 « Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » ;
- Cahier du CSTB 3194 « Ossature métallique et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » et son modificatif 3586 V2 .

Pour la pose sur plateaux métalliques ou MOB, les ossatures métalliques seront de conception bridée.

5.1.2 Plateaux métalliques

Le dimensionnement des plateaux est réalisé selon les fiches techniques des fabricants de plateaux métalliques. Les plateaux sont en acier S 320 GD avec une hauteur maxi bp de 92 mm et une largeur maxi h de 500 mm. Un coefficient de sécurité $\gamma_m = 1,5$ sera appliqué sur la valeur caractéristique d'arrachement P_k des fixations des écarteurs sur les lèvres de plateaux.

Dans le cas d'écarteurs en forme de zed ou oméga dont les ailes sont fixées alternativement sur les lèvres de plateaux, il sera pris en compte un effet de bras de levier qui multiplie les efforts appliqués sur la fixation par 2.

Les plateaux sont dimensionnés suivant les Règles professionnelles (2^e édition de janvier 1981), avec les dispositions complémentaires suivantes :

- jusqu'à un entraxe d'écarteurs de 1,20 m, les plateaux sont dimensionnés en considérant les efforts dus au vent comme uniformément répartis, sans prendre en compte les effets de rive ;
- pour un entraxe d'écarteurs supérieur à 1,20 m sans dépasser 2 m, les plateaux seront toujours dimensionnés en considérant les efforts dus au vent comme uniformément répartis, sans prendre en compte les effets de rive, mais en majorant forfaitairement ces efforts dus au vent de 15 %. Cette disposition est prise pour tenir compte du fait que les sollicitations sur les plateaux s'éloignent de celles d'une charge uniformément répartie.

5.1.3 Parements métalliques

5.1.3.1 Généralités sur les essais statiques

La justification sera à apporter au niveau du comportement des parements sous les effets du vent. L'essai prévu permettra d'évaluer également les moyens de fixations ainsi que les éventuelles lisses spécifiques au système testé.

Les essais doivent être exécutés dans la même épaisseur nominale et dans la même nuance de métal que celle prévue pour réaliser l'ouvrage de bardage. Cependant, les conclusions des essais peuvent être appliquées à des nuances présentant des caractéristiques mécaniques (limite d'élasticité et résistance à la traction) supérieures.

La stabilité du bardage rapporté vis-à-vis des effets du vent doit être validée par l'un des essais suivants :

- essais statiques en dépression selon e-Cahier du CSTB 3517 ;
- essais à la baudruche ;
- essais de chargement au sac ;
- essais selon la norme NF P 34-503 uniquement pour les clins métalliques.

Ces trois dernières méthodes sont décrites en Annexe 1 .

Quel que soit le dispositif d'essai utilisé, le bâti support de l'élément testé doit être de rigidité suffisante pour que ses déformations propres n'interfèrent pas avec celles de l'élément.

Ce bâti doit être conçu de telle sorte que la pose des capteurs de déplacement soit possible aux endroits déterminés et que les éléments testés puissent être observés dans les zones réputées sensibles.

Les essais doivent être réalisés en dépression.

NOTA

l'aspect esthétique induit par les déformations des clins ou cassettes en leur centre n'est pas pris en compte comme critère de dimensionnement dans le présent document.

5.1.3.2 Cas des clins ou lames métalliques

Les paramètres à considérer pour les essais portent sur :

- nature, alliage ou nuance et épaisseur du métal ;

- largeur ;
- profondeur ;
- mode d'assemblage ;
- portée.

Les essais sont à réaliser sur trois clins juxtaposés sur au minimum deux entraxes d'ossature, et sur deux et trois appuis.

Les essais doivent être réalisés en dépression.

À configuration identique (géométrie, épaisseur, portée, etc.), la largeur maximale testée valide les largeurs inférieures.

À configuration identique (géométrie, épaisseur, largeur, etc.), la portée maximale testée valide les portées inférieures.

L'interpolation est possible, pour un même produit de même épaisseur, entre deux points d'essais successifs. La différence entre les deux portées d'essais doit être inférieure ou égale à 1,50 m.

Pour une portée L_i comprise entre les deux portées d'essais L_1 et L_2 , l'interpolation se fera selon les formules suivantes (issue du § I 5.22 des RPBM de 1981) :

$$P_i = \frac{1}{L_i^3} \frac{Kn_1 (L_2 - L_i) + Kn_2 (L_i - L_1)}{(L_2 - L_1)}$$

$$P_i = \frac{1}{L_i^2} \frac{Kn_1 (L_2 - L_i) + Kn_2 (L_i - L_1)}{(L_2 - L_1)}$$

$$P_i = \frac{1}{L_i} \frac{Kn_1 (L_2 - L_i) + Kn_2 (L_i - L_1)}{(L_2 - L_1)}$$

Avec :

P_i charge correspondante à L_i

n variant de 1 à 3 selon le mode de ruine, avec les produits K correspondant :

$K_1 = P_1 \times L^3$ avec P_1 charge obtenue pour $L/100^2$

2)

Par expérience, pour les essais réalisés selon la NF P 34-503, P_1 est la charge obtenue pour $L/200$.

$K_2 = P_2 \times L^2$ avec P_2 charge de ruine

$K_3 = P_3 \times L$ avec P_3 charge de ruine par déboîtement

NOTA

les variables Kn et Pn sont affectées d'un indice 1 ou 2 selon que l'on prend la portée testée L_1 ou L_2 .

$L_1 < L_i < L_2$

Toutes les autres interpolations ou extrapolations ne sont pas admises.

Les essais précédemment définis ont pour objet de déterminer une valeur admissible d'exposition des clins en dépression sous vent normal selon les Règles NV65 modifiées.

Cette valeur admissible sera prise égale à la plus faible des charges pour laquelle on obtient :

- flèche admissible = 1/100 de la portée entre fixations de la rive longitudinale (K_1) ;
- la ruine par application d'un coefficient de sécurité adapté permettant de garantir la stabilité des clins ou lames.

$$Q = \frac{Q_{\text{Ruine}}}{Y}$$

Avec

Q : valeur admissible sous vent normal selon NV65 modifiées

Q_{Ruine} : valeur de ruine obtenue lors de l'essai

Y : coefficient de sécurité appliqué

Mode de ruine	Coefficient de sécurité Y			
	Acier	Aluminium	Zinc	Cuivre
Échappement de l'emboîtement d'une lame avec la lame adjacente (K3)	2,5	2,5	2,5	2,5
Déchirure du métal (K2)	3	3	3	3
Déboutonnage des fixations traversantes à travers la plage de fixation (K2)	3	3	3	3

Tableau 3 Clins ou lames métalliques, coefficient de sécurité

5.1.3.3 Cas des cassettes métalliques

Les paramètres à considérer pour les essais portent sur :

- hauteur H ;
- largeur L ;
- nature, alliage ou nuance et épaisseur du métal ;
- mode d'accrochage.

Lorsqu'il est prévu en oeuvre de solidariser les cassettes entre elles (le plus souvent au niveau des retours horizontaux), l'essai doit être réalisé sur au moins une cassette complète et deux emboîtements latéraux de dimensions minimales L/4.

Quelle que soit la méthode d'essai envisagée, il y aura lieu d'appliquer le chargement sur toute la surface de la maquette.

Dans le cadre du présent document, aucune interpolation ou extrapolation n'est prévue.

Le nombre minimal de points de mesure des déformations sera identique et leurs positions seront conformes à celles représentées en figure A2.1 en Annexe 2 .

Les capteurs de déplacement ou comparateurs doivent permettre d'apprécier le 1/10 de mm.

Cassettes à emboîtement	<ul style="list-style-type: none"> – la hauteur de la cassette – l'entraxe des fixations – la profondeur des retours.
Cassettes à encoches	<ul style="list-style-type: none"> – la largeur de la cassette – l'entraxe des encoches sur la hauteur – la profondeur des retours

Tableau 4 Critères d'évaluation d'une gamme selon le type de cassettes

Les essais précédemment définis ont pour objet de déterminer une valeur admissible d'exposition des cassettes en dépression sous vent normal selon les Règles NV65 modifiées.

Cette valeur admissible sera prise égale à la plus faible des charges pour laquelle on obtient :

- flèche admissible = 1/100 de la portée entre fixations de la rive longitudinale ;
- la ruine par application d'un coefficient de sécurité adapté permettant de garantir la stabilité des cassettes.

$$Q = \frac{Q_{\text{Ruine}}}{Y}$$

Avec

Q : valeur admissible sous vent normal selon NV65 modifiées

Q Ruine : valeur de ruine obtenue lors de l'essai

Y : coefficient de sécurité appliqué

Les coefficients de sécurité pris en compte sur la valeur de ruine pour obtenir la résistance admissible sous vent normal selon les NV 65 modifiées sont donnés dans les tableaux suivants :

Mode de ruine	Coefficient de sécurité γ			
	Acier	Aluminium	Zinc	Cuivre
Échappement de la cassette	2,5	2,5	2,5	2,5
Déchirure du métal	3	3	3	3
Déboutonnage des fixations traversantes à travers la plage de fixation	3	3	3	3

Tableau 5 Cassettes à emboîtement, coefficient de sécurité

Mode de ruine	Coefficient de sécurité			
	Acier	Aluminium	Zinc	Cuivre
Rupture encoche	3	3	3	3
Déchirure métal ou pliage sur retour				

Tableau 6 Cassettes à encoches, coefficient de sécurité

5.1.3.4 Cycles de fatigue

Des essais de fatigue sont à réaliser dans les cas suivants.

	Acier		Aluminium		Zinc		Cuivre	
	Clins	Cassettes	Clins	Cassettes	Clins	Cassettes	Clins	Cassettes
Épaisseur (<)	1 mm	1,5 mm	1,5 mm	2 mm	0,7 mm	0,8 mm	1 mm	1,5 mm
Autre			Série < 3000 ou limite d'élasticité garantie Rp0,2 inférieure à 110 MPa*					

*Dans ce cas, l'essai doit être réalisé quelle que soit l'épaisseur de la tôle.

Tableau 7 Essais de fatigue à réaliser selon le cas

L'essai de fatigue doit être réalisé conformément au Cahier du CSTB n° 3517 en dépression, à partir de la charge de référence Q déterminée selon la formule ci-dessus satisfaisant aux différents critères énoncés précédemment.

Les portées minimales et maximales doivent être testées.

Les critères à respecter à l'issue de l'essai sont :

- même mode de ruine ;
- charge de ruine $\geq 0,9 \cdot Q_{\text{ruine_essai_statique}}$

5.2 Sécurité en cas d'incendie

5.2.1 Généralités

Les performances de réaction et de résistance au feu sont déterminées conformément à la réglementation française.

La masse combustible des constituants peut être justifiée par calcul ou par essais.

5.2.2 Réaction au feu

Le classement de réaction au feu doit être impérativement attribué par un laboratoire agréé par le ministère de l'Intérieur, et mentionné dans un procès-verbal de moins de 5 ans. Ce PV de réaction au feu devra tenir compte du/des revêtement(s) de finition appliqué(s).

Les tôles métalliques recouvertes d'une couche inorganique (produits recouverts d'une couche de protection métallique par exemple) ont un classement conventionnel de réaction au feu A1, selon l'arrêté du 21 novembre 2002.

5.2.3 Propagation verticale du feu sur les façades

5.2.3.1 Structure porteuse béton maçonnerie

Les procédés ne font pas obstacle au respect des prescriptions réglementaires. Les vérifications à effectuer (notamment quant à la règle dite du « C + D », y compris pour les bâtiments en service) doivent prendre en compte la réaction au feu et les masses combustibles.

5.2.3.2 Structure porteuse MOB

La conformité à la réglementation incendie est à examiner au cas par cas en fonction de la destination des ouvrages réalisés.

Pour les Établissements recevant du public (ERP) :

- la constitution et la mise en oeuvre des parois complètes et leur jonction avec les planchers doivent être conformes à l'IT 249 § 2.4 ou faire l'objet d'une appréciation d'un laboratoire agréé ;
- pour l'article CO22 (résistance à la propagation verticale du feu par les façades ne comportant pas de baie) :
 - les bâtiments à simple rez-de-chaussée répondent à l'exigence,
 - dans les autres cas, une appréciation de laboratoire agréé est nécessaire.

5.2.3.3 Bardage double peau

La conformité à la réglementation incendie est à examiner au cas par cas en fonction de la destination des ouvrages réalisés.

Pour les ERP :

- l'article CO21 § 2 (recoupement de la lame d'air tous les 2 niveaux) est respecté ;
- concernant l'article CO21 § 1 : la jonction mur/plancher doit être conforme à l'IT 249 ou faire l'objet d'une appréciation d'un laboratoire agréé ;
- pour l'article CO22 (résistance à la propagation verticale du feu par les façades ne comportant pas de baie) :
 - les bâtiments à simple rez-de-chaussée répondent à l'exigence,
 - dans les autres cas, une appréciation de laboratoire agréé est nécessaire.

5.3 Isolation thermique

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p doit être déterminé conformément à la méthode donnée dans les règles Th-U, fascicule 4/5, en tenant compte des paramètres de réalisation du chantier (entraxe des ossatures, densité de fixations, etc.).

Au droit des points singuliers, il convient de tenir compte, en outre, des déperditions par les profilés d'habillage.

5.4 Résistance aux chocs

Les cassettes et clins sont sensibles aux chocs de petits corps durs (0,5 kg/3J et 1 kg/10J).

5.5 Durabilité

5.5.1 Durabilité des éléments

Il appartient au demandeur d'apporter une démonstration du comportement à l'environnement des parois extérieures et des fixations, établie en fonction des traitements de protection appliqués (et éventuellement de l'entretien prescrit) pour les différentes atmosphères d'emploi (urbaine, rurale, industrielle, marine et spéciale). Pour cette démonstration, il est possible de s'appuyer sur les normes relatives aux matériaux utilisés.

La protection et la compatibilité des différents constituants (cassettes, clins, fixations, ossature) doivent être vérifiées selon l'annexe 6 du *e-Cahier du CSTB 3316_V2* et l'annexe 3 du *Cahier du CSTB 3194*.

En bord de mer (< 3 km), les fixations situées à l'arrière des clins (non directement exposées) doivent être en acier inoxydable A2 et celles directement visibles – et donc exposées –, en acier inoxydable A4.

Acier (cf. Annexe 3)

Le traitement de la surface des cassettes ou clins doit être, selon l'atmosphère extérieure et selon la nature des clins, conforme aux normes XP P 34-301 et NF P 24-351 et/ou DTU 40-35.

Le traitement des tranches contre la corrosion est à réaliser pour les tôles d'acier d'épaisseur $\geq 1,5$ mm ramenée à 1,25 mm en bord de mer (< 3 km).

Pour l'acier inoxydable, cf. Annexe 3 .

Pour les atmosphères urbaines industrielles sévères, bord de mer < 3 km et mixte, les catégories de revêtement seront identiques pour la face intérieure et extérieure des cassettes et clins.

Aluminium

Cf. Annexe 3 .

Zinc

Cf. Annexe 3 .

Cuivre

Cf. Annexe 3 .

5.5.2 Compatibilité électrochimique

- Lèvres de plateaux/ossature aluminium

En atmosphère marine, une bande EPDM sera interposée entre l'ossature aluminium et les lèvres de plateaux.

		Parements*				
		Acier galvanisé prélaqué au minimum avec envers de bande selon XP P 34-301	Acier Inox	Aluminium	Zinc	Cuivre
Ossature	Acier galvanisé	Ok	Ok	Ok	Ok	Non
	Acier inox	Ok	Ok	Ok****	Ok	Ok si inox A2**
	Aluminium	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok avec bande EPDM ou PVC souple sur l'ossature***
<p>* Le § 5.5.1 est également à respecter.</p> <p>** En bord de mer : inox A4.</p> <p>*** Aluminium laqué obligatoire et, de plus, en bord de mer (< 3 km) : non adapté.</p> <p>**** En bord de mer (< 3 km) : non adapté.</p>						

Tableau 8 Ossature/parements de bardage

	Parements				
	Acier galvanisé	Acier inox	Aluminium	Zinc	Cuivre
Fixations	Zingué	Inox	Inox	Zingué	Inox

Tableau 9 Fixations des parements de bardage

	Parements				
	Acier galvanisé	Acier inox	Aluminium	Zinc	Cuivre
Fixations	Inox	Inox	Inox	Inox	Inox

Tableau 10 Fixations des parements de bardage en bord de mer (< 3 km)

5.5.3 Action de la température

Le comportement aux effets thermiques du rayonnement solaire et aux chocs thermiques est à apprécier selon les jeux permettant la dilatation et le retrait des matériaux.

Lorsqu'aucune disposition n'est prise pour la dilatation (fixation uniquement par points fixes), les longueurs maximales des clins métalliques, en laissant un jeu de 3 mm, sont :

- Acier : 10 m
- Aluminium : 5 m
- Zinc : 4 m
- Cuivre : 7 m

NOTA

ces longueurs ne tiennent pas compte du critère esthétique.

5.5.4 Action de l'humidité

Dans le cadre des dispositions technologiques définies dans le présent document, sur la base de l'Annexe 3 , il est considéré qu'il n'y a pas d'accumulation d'eau nuisible pour la pérennité de l'ouvrage.

5.6 Stabilité en zones sismiques

5.6.1 Structure porteuse en béton (maçonneries exclues) ou MOB conforme au NF DTU 31.2

5.6.1.1 Domaine d'application

Les clins et cassettes métalliques peuvent être mis en oeuvre sur des parois, planes verticales, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-après (selon les arrêtés des 22 octobre 2010 , 19 juillet 2011 et 25 octobre 2012) :

Zones de sismicité	Catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1				
2			X ①	
3		X ②	X	
4		X ②	X	
	Pose autorisée sans disposition particulière sur béton, maçonnerie et MOB conformes au NF DTU 31.2			
X	Pose autorisée sur parois planes et verticales en béton, et MOB conformes au NF DTU 31.2, selon les dispositions particulières décrites au § 5.6.1.2			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les établissements scolaires (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1* des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014)			
②	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté 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)			
	Justifications à apporter selon le § 5.6.1.3			
* Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application.				

Tableau 11 Mise en oeuvre des clins et cassettes selon la zone de sismicité et la catégorie d'importance des bâtiments

5.6.1.2 Dispositions particulières pour pose en zones sismiques

Pour les zones et bâtiments de catégories d'importance suivantes :

- zone de sismicité 2 : bâtiments de catégorie d'importance III
- zones de sismicité 3 et 4 : bâtiments de catégories d'importance II et III

Les dispositions suivantes doivent être adoptées :

- pattes-équerres sur béton : longueur maximale 250 mm ;
- ossature métallique en paroi de MOB : profil symétrique, et fixée symétriquement ;
- entraxe des ossatures :
 - ossature métallique : 1 000 mm,
 - ossature bois : 600 mm porté à 645 mm en MOB ;
- entraxe maximum pattes-équerres sur béton ou tirefond dans montants de paroi de MOB : 1 m ;
- masse surfacique maximale des parements métalliques : 20 kg/m².

Les sollicitations sismiques à prendre en compte dans les chevilles de fixation des pattes-équerres et des tirefonds sur MOB sont à calculer selon le e-Cahier CSTB 3725 : « Stabilité en zones sismiques – Systèmes de bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ».

L'ossature du bardage rapporté (clins ou cassettes métalliques) doit être recoupée au droit de chaque plancher.

Les clins et cassettes métalliques ne doivent pas ponter ce fractionnement en étant fixés sur les deux ossatures. Le pontage est possible si les clins et cassettes ne sont fixés que sur une des deux ossatures.

5.6.1.3 Justifications à apporter dans les autres cas

La validation se fait par essais selon l'annexe 7 du e-Cahier CSTB 3725 avec une interprétation par le CSTB sous forme de consultance validant le programme d'essais et une gamme (dimensions, épaisseurs, pattes-équerres, etc.).

L'ossature du bardage rapporté (clins ou cassettes métalliques) doit être recoupée au droit de chaque plancher.

Les clins et cassettes métalliques ne doivent pas ponter ce fractionnement d'ossature.

Le rapport de consultance du CSTB précise :

- la gamme validée ;
- le domaine d'emploi validé (zones de sismicité et catégories d'importance de bâtiments validées) ;
- les classes de sol ;
- les dispositions constructives à prendre en compte : fractionnement de l'ossature à chaque plancher, etc.

5.6.2 Bardage double peau

5.6.2.1 Domaine d'application

Les clins et cassettes métalliques peuvent être mis en oeuvre sur plateaux métalliques, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-dessous selon les arrêtés des 22 octobre 2010 , 19 juillet 2011 et 25 octobre 2012 :

Zones de sismicité	Catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1				
2			X ①	
3		X ②	X	
4		X ②	X	
	Pose autorisée sans disposition particulière			
X	Pose autorisée selon les dispositions particulières décrites au § 5.6.2.2			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les établissements scolaires (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1* des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014)			
②	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté 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)			
	Justifications à apporter selon le § 5.6.2.3			
*Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application.				

Tableau 12 Mise en oeuvre sur plateaux métalliques selon la zone de sismicité et la catégorie d'importance des bâtiments

5.6.2.2 Dispositions particulières pour pose en zones sismiques

Pour les zones et bâtiments de catégories d'importance suivantes :

- zone de sismicité 2 : bâtiments de catégorie d'importance III ;
- zones de sismicité 3 et 4 : bâtiments de catégories d'importance II et III.

Les dispositions suivantes doivent être adoptées :

- plateaux en pose horizontale ;
- portée des plateaux métalliques limitée à 6 m ;
- profondeur des plateaux métalliques limitée à 92 mm ;
- fixation des plateaux à la charpente par vis autoperceuses ou autotaraudeuses ;
- 3 vis par largeur de plateau et par appui ;
- dans le cas d'un plateau perforé, la fixation du plateau est réalisée par l'intermédiaire d'une plaquette de répartition en acier Z 275 de dimensions minimales 15 × 25 × 1,5 mm ;

- couturage des plateaux métalliques tous les 1 m maximum par vis autotaraudeuse de Ø 4,8 mm ;
- géométrie d'ossature : oméga de hauteur maximale 150 mm en acier épaisseur minimum 1,5 mm ou aluminium épaisseur minimum 2,5 mm ;
- entraxe maximum des écarteurs : 2 m ;
- une fixation par croisement lèvre plateau/écarteur de Ø 5,5 mm minimum ;
- masse surfacique maximale des parements métalliques : selon tableau § 4.1.2 .

5.6.2.3 Justifications à apporter dans les autres cas

La validation se fait par essais selon l'annexe 7 du *e-Cahier CSTB 3725* avec une interprétation par le CSTB sous forme de consultance validant le programme d'essais et une gamme (dimensions épaisseurs, hauteur d'écarteur, etc.).

Le rapport de consultance du CSTB précise :

- la gamme validée ;
- le domaine d'emploi validé (zones de sismicité et catégories d'importance de bâtiments validés) ;
- les classes de sol ;
- les dispositions constructives à prendre en compte : fractionnement de l'ossature à chaque plancher, etc.

Annexe 1 Essais de chargement

Préambule

Le rapport d'essais doit comporter les indications suivantes :

- a. une description des maquettes d'essai ;
- b. les poids des maquettes d'essai ;
- c. les caractéristiques géométriques des clins métalliques avec les cotes relevées.

Pour chaque essai :

- les caractéristiques mécaniques des tôles métalliques :
 - l'épaisseur,
 - l'allongement pour cent après rupture A,
 - la limite supérieure d'écoulement ReH ou la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % Rp0,2, en newtons par millimètre carré (N/mm²),
 - la résistance à la traction Rm, en newtons par millimètre carré (N/mm²) ;
- les caractéristiques de la maquette :
 - la portée et le nombre d'appuis,
 - les emplacements des fixations mises en oeuvre, dans le cas de maquette d'essai fixée, portés sur des croquis schématiques ;
- les conditions générales d'essais :
 - le poids du dispositif de transmission des charges utilisé,
 - les détails opératoires non prévus ainsi que les incidents susceptibles d'avoir agi sur les résultats ;
- le mode de ruine.

A1.1 Essais à la baudruche

A1.1.1 Principe

La pression uniformément répartie, est exercée à l'aide de baudruches façonnées à dimensions (gaine d'emballage extrudée en polyéthylène dont les extrémités sont soudées), ces baudruches sont gonflées à l'air comprimé.

A1.1.2 Modalité

Les baudruches sont placées en face arrière de la peau de bardage à tester. L'espace entre le support et la face arrière du parement est réduit afin de ménager uniquement l'espace nécessaire au logement des baudruches. Chacune des deux extrémités soudées des baudruches, est munies d'un embout constitué par un segment de tube en PVC.

Ces tubes PVC sont reliés, d'un côté à un tube répartiteur débouchant sur un manomètre à eau colorée, de l'autre à un tube répartiteur relié à une canalisation d'air comprimé par l'intermédiaire d'un robinet à pointeau très sensible.

A1.1.3 Mesures effectuées

L'essai est effectué par paliers successifs de 500 Pa et retour à zéro avant d'être poursuivi jusqu'à la ruine. Les déformations sous charge sont mesurées pour chaque palier, ainsi que les déformations résiduelles après retour à zéro.

Le manomètre permet éventuellement d'effectuer des paliers de 200 Pa.

La mise en pression se fait selon une vitesse de l'ordre de 500 Pa par minute.

A1.1.4 Exploitation des résultats

Pour prendre en compte la dépression réelle appliquée sur l'ensemble des clins ou cassettes, la valeur de ruine est calculée de la façon suivante :

$R = \text{Pression mesurée} \times \text{surface des baudruches/surface totale du(es) parements}$

A1.2 Essais selon la norme NF P 34-503

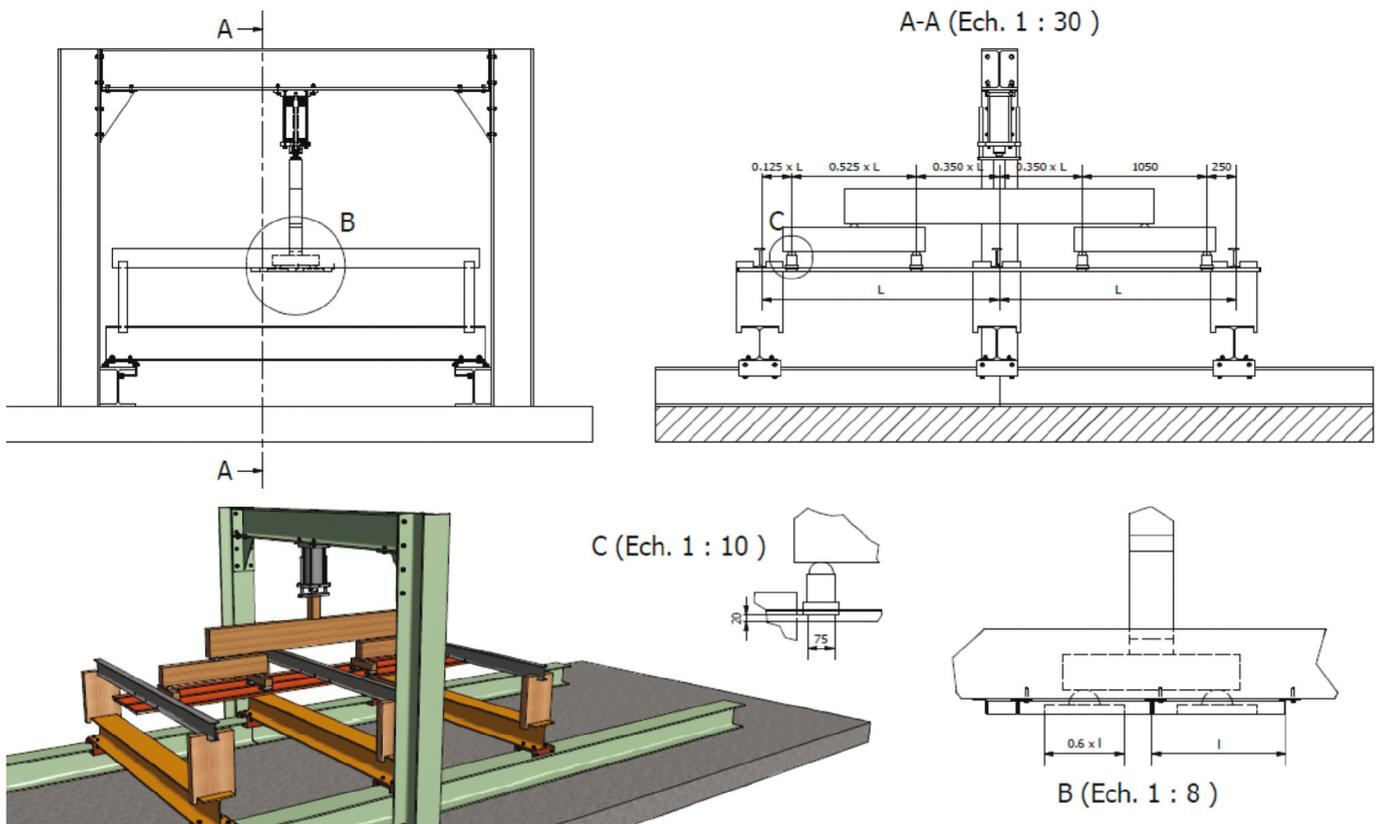


Figure A1.1 Essais en dépression pour les clins métalliques selon la norme NF P34-503

RAPPEL

les essais sont à réaliser sur trois clins juxtaposés sur au minimum deux entraxes d'ossature, et sur deux et trois appuis.

A1.3 Essais de chargement au sac

Procédure d'essais avec chargement aux sacs pour les clins et cassettes métalliques

Les sacs servant aux essais doivent être remplis d'éléments non sensibles à l'humidité, et leurs masses peuvent être prises égales à 2, 5 ou 10 kg.

Ci-dessous deux exemples explicitant la procédure de répartition des sacs sur la surface des maquettes.

- Exemple n° 1 :

Le cas présenté concerne une maquette composée de 2 cassettes posées sur 2 appuis en dépression. Le chargement est effectué avec des sacs de 10 kg pour des paliers de 40 kg. Le protocole d'essai se déroule de la façon suivante :

- Réaliser le quadrillage des deux cassettes et repérer chaque côté suivant le dessin ci-dessous
- Pour le premier palier positionner un sac sur chacune des cases A1
- Enregistrer les déplacements correspondants
- Pour le deuxième palier positionner un sac sur chacune des cases C3
- Enregistrer les déplacements correspondants
- Pour le troisième palier positionner un sac sur chacune des cases B2
- Enregistrer les déplacements correspondants
- Etc., jusqu'au palier correspondant à la mise en place des sacs sur les cases B1

Si la ruine de la maquette n'est pas atteinte, on continue en remplaçant de nouveaux sacs sur les cases A1, C3, B2, etc., jusqu'à l'obtention de la ruine.

	3	2	1	3	2	1	
A	4	6	1	2	7	5	C
B	8	3	9	8	3	9	B
C	2	7	5	4	6	1	A
<hr/>							
A	1	6	4	5	7	2	C
B	9	3	8	9	3	8	B
C	5	7	2	1	6	4	A
	1	2	3	1	2	3	

Figure A1.2 Procédure d'essais de chargement au sac, exemple 1

- Exemple n° 2 :

Le cas présenté concerne une maquette composée de 2 cassettes posées sur 3 appuis en dépression. Le chargement est effectué avec des sacs de 10 kg et pour des paliers de 80 kg. Le protocole d'essai se déroule de la façon suivante :

- Réaliser le quadrillage des deux cassettes et repérer chaque côté suivant le dessin ci-dessous
- Pour le premier palier positionner un sac sur chacune des cases A1
- Enregistrer les déplacements correspondants
- Pour le deuxième palier positionner un sac sur chacune des cases C3
- Enregistrer les déplacements correspondants
- Pour le troisième palier positionner un sac sur chacune des cases B2
- Enregistrer les déplacements correspondants
- Etc., jusqu'au palier correspondant à la mise en place des sacs sur les cases B1

Si la ruine de la maquette n'est pas atteinte, on continue en remplaçant de nouveaux sacs sur les cases A1, C3, B2, etc., jusqu'à l'obtention de la ruine.

	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
A	4	7	1	4	7	1	2	8	5	2	8	5	C
B	6	3	9	6	3	9	6	3	9	6	3	9	B
C	2	8	5	2	8	5	4	7	1	4	7	1	A
A	1	7	4	1	7	4	5	8	2	5	8	2	C
B	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9	3	6	B
C	5	8	2	5	8	2	1	7	4	1	7	4	A
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	

Figure A1.3 Procédure d'essais de chargement au sac, exemple 2

Annexe 2 Disposition des capteurs

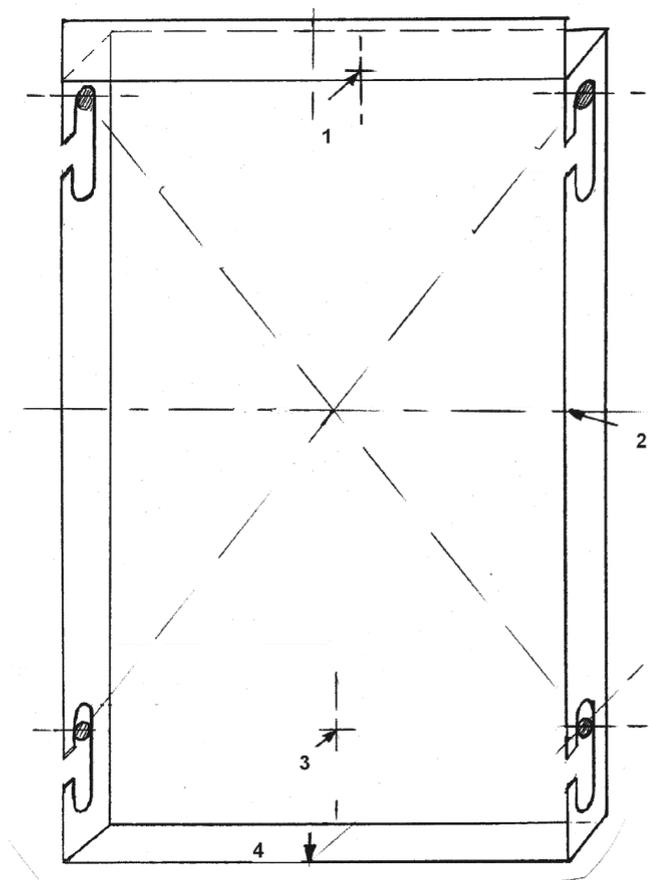


Figure A2.1 Exemple de disposition de capteurs de déplacement (1 à 4) pour cassette avec 4 encoches, applicable aux autres cas

Annexe 3 Durabilité

Acier galvanisé et prélaqué

Catégorie de revêtement selon norme XP P 34-301 face exposée	Atmosphère extérieure								
	Rurale non polluée	Urbaine ou industrielle		Marine				Spéciale	
		Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (< 3 km) (*)	Mixte	Forts UV	Particulière
III	■	■	○	■	—	—	—	—	—
IV	■	■	○	■	■	—	—	—	○
V	■	■	○	■	■	■	○	—	○
VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○

■ Revêtement adapté à l'exposition.
 ○ Cas pour lequel l'application définitive ou le choix d'un revêtement plus performant ou la définition de dispositions particulières doit être arrêté après consultation et accord du fabricant de bobines galvanisées.
 — Revêtement non adapté.
 (*) À l'exclusion du front de mer.

Tableau A3.1 Choix des revêtements de la face extérieure

Catégorie de revêtement selon norme XP P 34-301 face non exposée	Atmosphère extérieure								
	Rurale non polluée	Urbaine ou industrielle		Marine				Spéciale	
		Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (< 3 km) (*)	Mixte	Forts UV	Particulière
I ou II (**)	■	■	—	■	—	—	—	■	—
III	■	■	○	■	—	—	—	■	—
IV	■	■	○	■	—	—	—	■	○
V	■	■	○	■	■	■	○	■	○
VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○

■ Revêtement adapté à l'exposition.
 ○ Cas pour lequel l'application définitive ou le choix d'un revêtement plus performant ou la définition de dispositions particulières doit être arrêté après consultation et accord du fabricant de bobines galvanisées.
 — Revêtement non adapté.
 (*) À l'exclusion du front de mer.
 (**) Uniquement si la lame d'air est ventilée.

Tableau A3.2 Choix des revêtements de la face côté lame d'air

Acier inoxydable

Atmosphères extérieures directes ⁽¹⁾									
Nuance d'acier	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19
	Rurale	Urbaine ou industrielle		Marine			Mixte		Agressive
		Normale	Sévère	10 < d < 20 km	3 < d < 10 km	d < 3 km		Normale	Sévère
(1)	■	○	–	○	–	–		–	–
(2)	■	■	○	■	■	○		○	–
(3)	■	■	○	■	■	■		■	○
(4)	■	■	○	■	■	■		■	○

Ce tableau est établi pour les aspects à rugosité du type 2D, 2B, 2R, 2K, 2P définis dans la norme NF EN 10088-2.
Nota : d = distance de la construction au littoral en km.

■ Nuance adaptée
○ Étude spécifique
– Non adapté

(1) Nuance X6 Cr 17 (1.4016)
(2) Nuance X5 Cr Ni 18-10 (1.4301)
(3) Nuance X2 Cr Ti 18-2 (1.4301)
(4) Nuance X2 Cr Ni Mo 17-12-2 (1.4301)

Tableau A3.3 Choix de la nuance d'acier

Aluminium

Les tôles d'aluminium prélaquées sont selon l'environnement d'utilisation de catégories 3 ou 4 conformément au tableau C1 de la norme NF EN 1396.

Le fabricant fournira les PV d'essais réalisés selon la norme NF EN 1396.

Pour les indices de résistance à la corrosion et de résistance aux UV égaux à 2, le choix définitif des revêtements ainsi que ses caractéristiques doivent être arrêtés après validation du fabricant.

Catégorie	Environnement d'utilisation	Indice de résistance à la corrosion	Indice de résistance aux UV
3 a	Rurale, urbaine ou industrielle normale, marine ≤ 3 km	2	2
3 c	UV élevé	2	3
4 a	Industrie sévère — Conditions extrêmes	3	2
4 b	Maritime côtière très sévère à moins de 3 km du rivage	3	2
4 c	UV élevés	3	3

Tableau A3.4 Indices de résistance à la corrosion et de résistance aux UV selon l'environnement

NOTE

les indices de résistance à la corrosion et aux UV sont cotés selon l'échelle suivante :

1 = Faible 2 = Moyenne 3 = Élevée

Zinc

Le zinc naturel, le zinc prépatiné et le zinc prélaqué sont adaptés aux atmosphères rurales non polluées, industrielles ou urbaines normales, ainsi qu'à l'atmosphère marine. Il y aura lieu d'obtenir l'accord du fabricant dans les autres cas d'atmosphères (cf. DTU 40.41 § 4.1.3 et annexe B.3).

Cuivre

La matière utilisée est un cuivre de type Cu-DHP, désoxydé au phosphore défini par la norme NF EN 1172.

Le cuivre est adapté à tous les types d'atmosphères normales : urbaines, rurales, industrielles ou marines.

Dans les cas d'atmosphères chimiques particulièrement agressives, il y aura lieu de consulter le fabricant (cf.

DTU 40.45).

Annexe 4 Éléments nécessaires à la constitution d'un Dossier Technique

Le détenteur du système doit être en mesure de fournir un Dossier technique (établi sur la base du présent Guide) spécifiant le type de système, les matériaux, les éléments, leur mise en oeuvre et tous les dessins ou schémas permettant la compréhension de son procédé.

A4.1 Domaine d'emploi

Le détenteur se doit de préciser, dans son Dossier technique, le domaine d'emploi de son procédé en indiquant, pour chaque disposition, des clins ou des cassettes (horizontales, verticales, obliques) :

- la nature du support du procédé :
 - béton, maçonnerie d'éléments,
 - maisons et bâtiments à ossature bois,
 - plateaux métalliques ;
- les tableaux de charge(s)/portée(s) de dépression admissible sous vent normal, au sens des règles NV65 modifiées ;
- les zones de sismicité, la classe de sol et les catégories de bâtiments telles que définies selon les arrêtés des 22 octobre 2010 , 19 juillet 2011 et 25 octobre 2012 , validées suivant le § 5.6 du présent guide.

A4.2 Définition des matériaux et des produits utilisés

Le Dossier technique présentera un guide d'emploi en fonction des atmosphères extérieures et des ambiances intérieures. À défaut, il sera fait référence à l'Annexe 3 du présent guide.

Il listera les différents matériaux entrant dans la composition du procédé, que l'on définira par référence à des normes, notamment la limite d'élasticité et l'état métallurgique lorsque nécessaire.

Il précisera également les matériaux utilisés pour les accessoires (en indiquant la nature des protections dans le cas d'accessoires métalliques), les étanchéités, les calfeutrements et, d'une façon générale, tout produit nécessaire à la réalisation du système.

A4.3 Description des éléments

Le Dossier technique décrira les divers éléments et accessoires participant à la réalisation du bardage, à savoir :

- paroi extérieure :
 - les éléments standards,
 - les éventuels éléments spéciaux complémentaires (d'arrêt, d'angle, de soubassement, etc.), en précisant pour chacun d'eux :
 - la nature ou la composition,
 - la forme,
 - les caractéristiques dimensionnelles et tolérances (ainsi que les longueurs de fournitures),
 - les caractéristiques mécaniques,
 - les caractéristiques pondérales,
 - les caractéristiques physiques,
 - la gamme des coloris éventuels ;
- fixation de la paroi à l'ossature :
 - la nature des pièces de fixation utilisées,
 - la forme,
 - les dimensions,
 - les jeux prévus,
 - le système de blocage éventuel,
 - Pk selon la norme NF P 30-310 ;
- ossature : concernant les ossatures, elles doivent être conformes aux prescriptions des documents de Conditions générales de conception et de mise en oeuvre (e-Cahiers du CSTB 3316_V2 « Ossature bois » et Cahier du CSTB 3194 « Ossature métallique »). Le titulaire du procédé indiquera :
 - la constitution,
 - la nature des éléments y compris pattes-équerrés,
 - les dimensions des composants,
 - les caractéristiques mécaniques (moments et modules d'inertie par rapport aux axes sollicités),

- la conception de l'ossature : bridée ou librement dilatable,
- si l'ossature est en atmosphère directe ou en atmosphère extérieure protégée et ventilée,
- la déformation sous charge de la patte équerre (1 ou 3 mm) ;
- fixation de l'ossature au gros-oeuvre :
 - la nature des pièces de fixation utilisées,
 - la forme,
 - les dimensions,
 - les jeux prévus,
 - la liste des systèmes d'ancrage (chevilles à expansions par exemple) nommément désignés ;
- accessoires éventuels :
 - les pièces d'encadrement de baie,
 - les garnitures diverses ;
- isolant éventuel :
 - la nature,
 - la présentation,
 - la gamme des épaisseurs,
 - la fixation,
 - le certificat ACERMI.

A4.4 Fabrication et contrôle de fabrication

En ce qui concerne les clins ou les cassettes métalliques, il décrira le processus de fabrication.

Seront également précisés les contrôles (modalités, résultats moyens, fourchettes admissibles) effectués, les référentiels et les fréquences de ces contrôles :

- a. à la réception des matières premières ;
- b. en cours de transformation ;
- c. sur produit fini.

Le transformateur devra mettre en oeuvre un contrôle qualité permettant de s'assurer de l'absence d'endommagement des matériaux et de leurs revêtements éventuels.

Il pourra pour cela s'appuyer sur les spécifications des fabricants de bobines et feuilles de métal.

Les essais de vérification seront réalisés selon la norme NF EN 13523.

A4.5 Description de la mise en oeuvre

Il précisera au préalable :

- le principe général de la mise en oeuvre, les différents sens de pose possibles et, dans chacun des cas, le sens d'avancement correspondant ;
- le mode de répartition des points de fixation au gros-oeuvre, tel qu'établi en fonction :
 - des différents fractionnements (dilatation, reprise de ventilation, recoupement de la lame d'air),
 - du type d'ossature,
 - de la nature de la paroi-support,
 - de l'importance des efforts transmis,
 - du coefficient de sécurité retenu,
 - des possibilités de rattrapage dans les trois directions, des imperfections du gros-oeuvre, telles qu'offertes par le système.

Cela étant précisé, on indiquera :

- les outils nécessaires, y compris les outils spéciaux spécifiques au système ;
- les différentes opérations de pose telles qu'elles sont effectuées dans l'ordre chronologique d'exécution, y compris les éventuelles opérations initiales de traçage, de calepinage et d'exécution, d'un éventuel gabarit spécifique au chantier.

Il précisera, en outre, les dispositions prévues au droit des points singuliers du gros-oeuvre (premier et dernier niveaux, pignons, angles, joints de dilatation, encadrement de baies, percements, etc.).

Ces indications sont complétées par une notice de montage précisant les précautions éventuelles à prendre (transport, stockage, manutention, etc.) ainsi que l'ordre des opérations dans lequel le montage est effectué et

l'exécution des opérations de finition sur chantier.

Il indiquera également les systèmes propres à assurer la sécurité du travail, les conditions d'entretien et les modalités du remplacement d'un élément du bardage. Dans le cas où l'élément de remplacement est un élément spécialement prévu à cette fin, il devra satisfaire aux mêmes exigences que l'élément remplacé.

A4.6 Organisation de la diffusion du procédé et assistance technique

Il fournira une note sur l'organisation de la mise en oeuvre, en précisant notamment : l'assistance technique du demandeur (organisation et importance), les contrôles de chantiers, ainsi que les conventions entre le demandeur et le poseur.

Le demandeur précisera si son procédé nécessite que la mise en oeuvre soit effectuée par des entreprises spécialisées (qualification Qualibat).

A4.7 Dessins d'ensemble et de détail

L'ensemble des plans et schémas suivants est nécessaire :

- le catalogue des différents composants du système (dessins cotés) ;
- le plan d'ensemble en élévation du bardage en oeuvre, précisant les différentes possibilités du système et renvoyant aux divers dessins de détail ;
- les plans de principe concernant notamment :
 - les coupes en partie courante précisant conjointement ou séparément :
 - le joint entre éléments manufacturés de bardage,
 - la fixation des éléments de bardage sur l'ossature,
 - la fixation de l'ossature sur le gros-oeuvre, sur les plateaux ou sur paroi de MOB, selon le domaine d'emploi revendiqué,
 - les joints verticaux entre les éléments de bardage,
 - les coupes au droit de tous les points singuliers, à savoir :
 - le départ de bardage en partie basse,
 - l'arrêt en partie haute (acrotère, rampant de toiture, etc.) et sous-face de débord de toiture,
 - les rives latérales,
 - les angles rentrant et sortant,
 - l'encadrement de baie (linteau, jambages et appui),
 - le fractionnement de la lame d'air,
 - le fractionnement de l'ossature notamment au droit des planchers pour la pose en zone sismique et lorsque la mise en oeuvre sur paroi de MOB est envisagée,
 - le détail des ouvertures de ventilation,
 - le fractionnement du pare-pluie lorsque la mise en oeuvre sur paroi de MOB est envisagée,
 - le traitement du franchissement d'un joint de dilatation de gros-oeuvre ou de structure.

Dans ces diverses coupes, on ne manquera pas de préciser les jeux réservés et les éventuelles dispositions prises pour assurer l'étanchéité à l'eau.

A4.8 Résultats expérimentaux

Présenter la liste des rapports d'essais réalisés selon les prescriptions du présent guide avec leur intitulé, les dates d'établissement et les organismes ayant réalisé les essais.

Annexe 5 Exemples de clins et cassettes métalliques

Clins

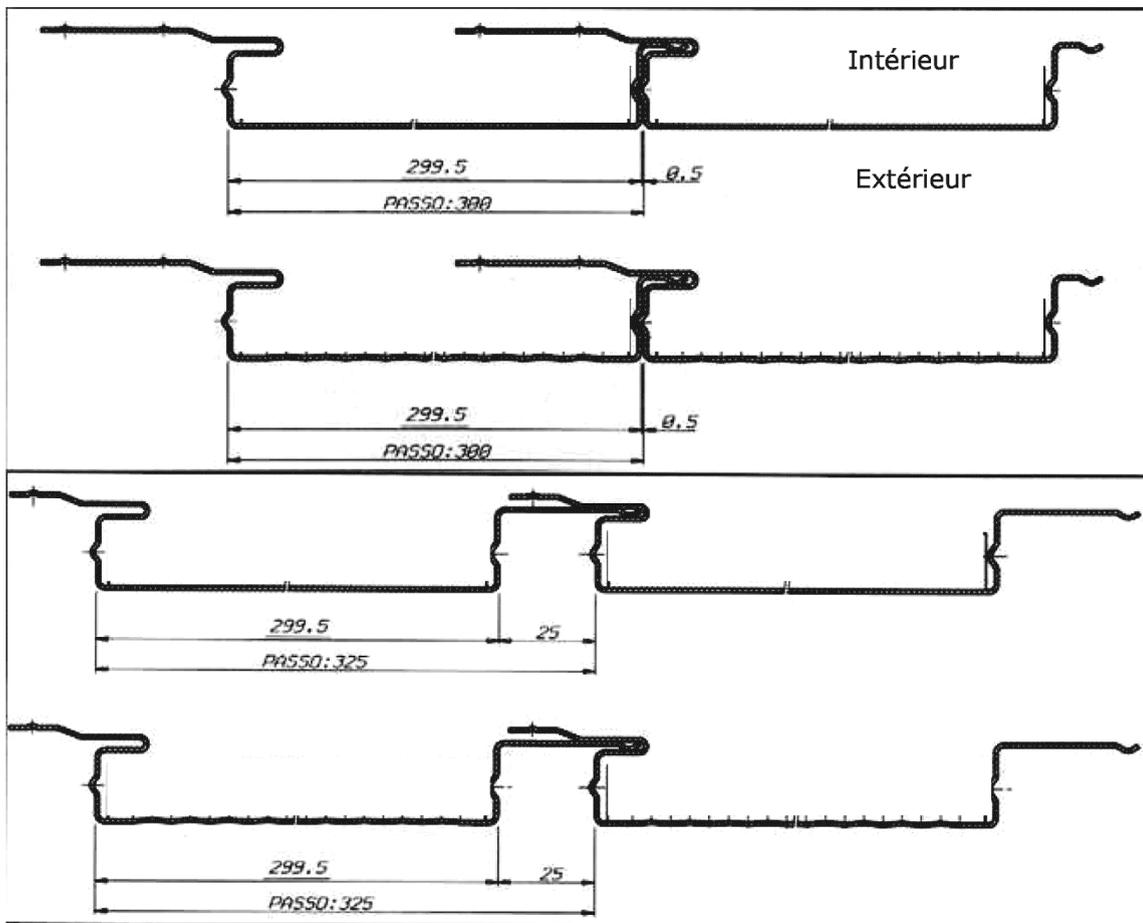


Figure A5.1 Exemples de clins en pose verticale
(emboîtement identique mais nervuration différente)

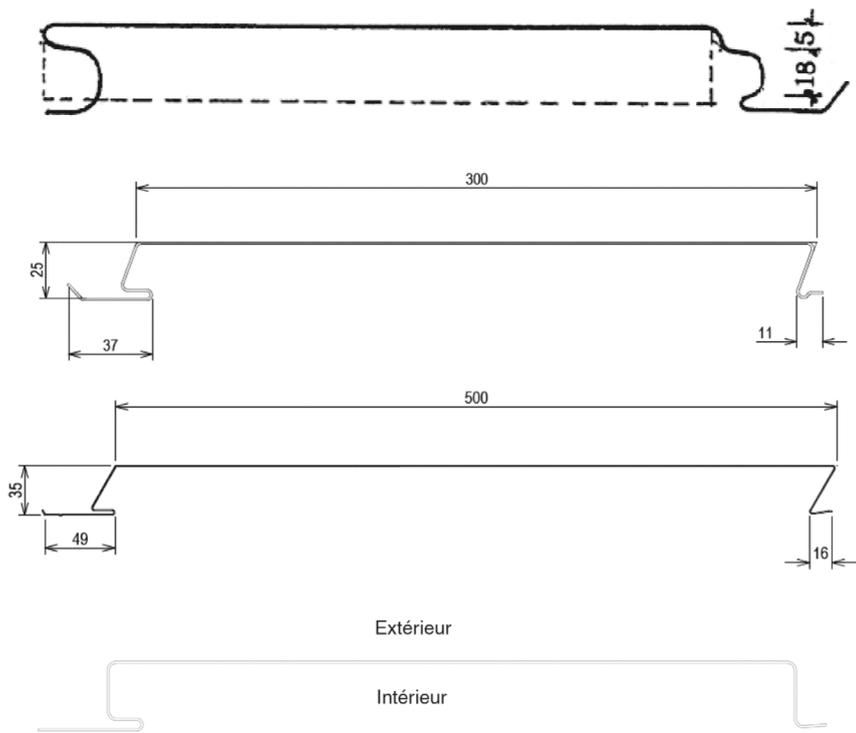


Figure A5.2 Exemples de clins en pose verticale

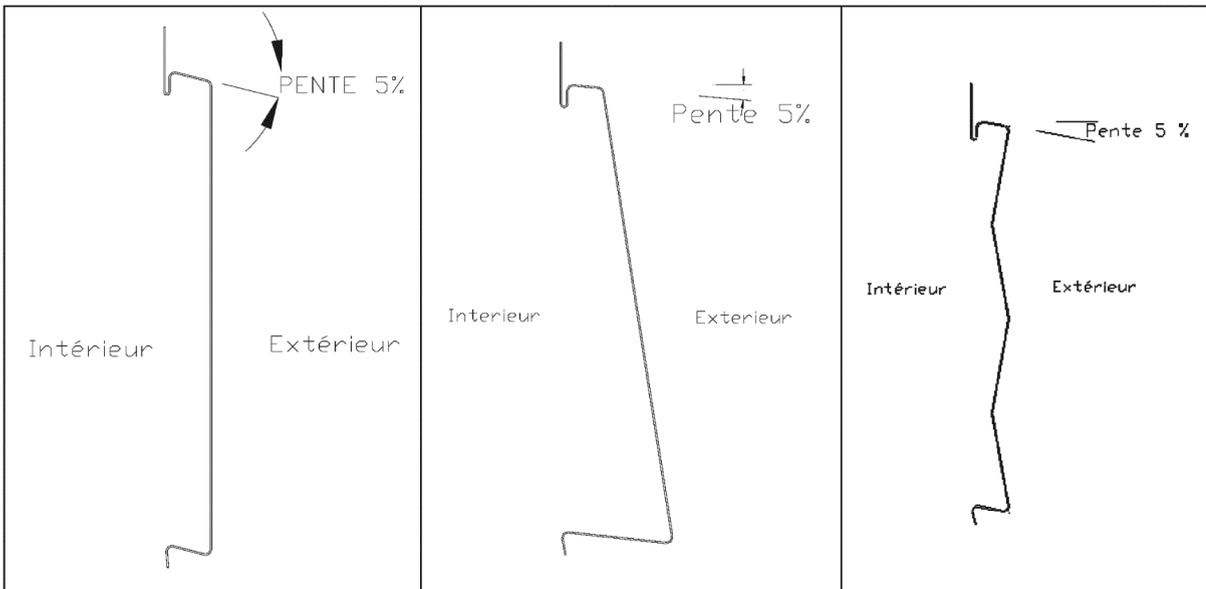
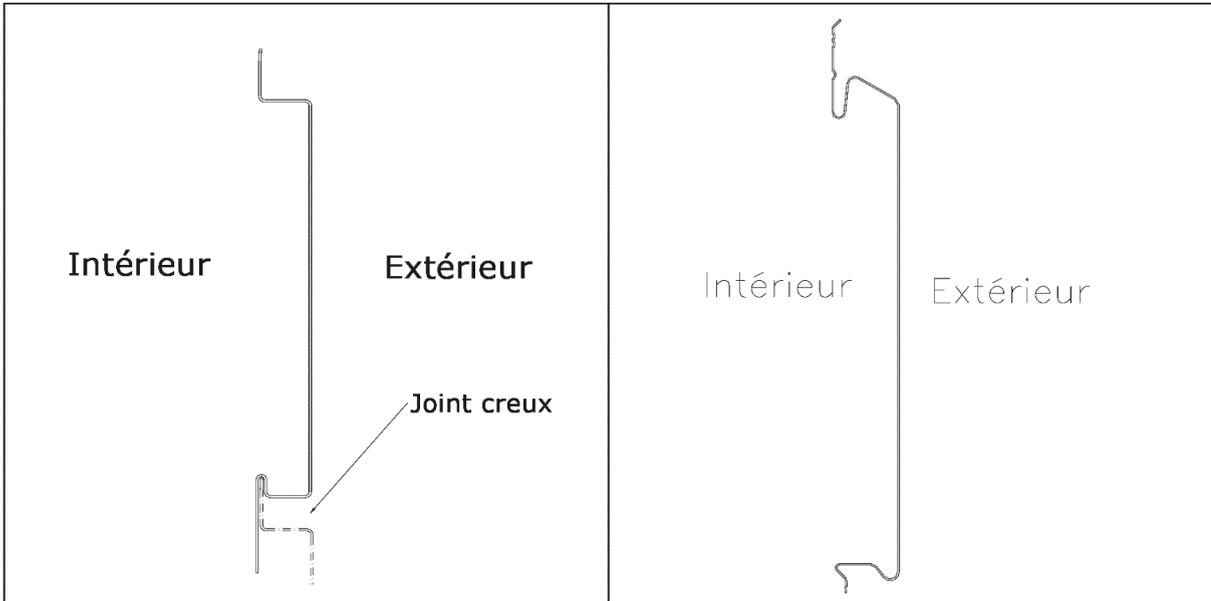
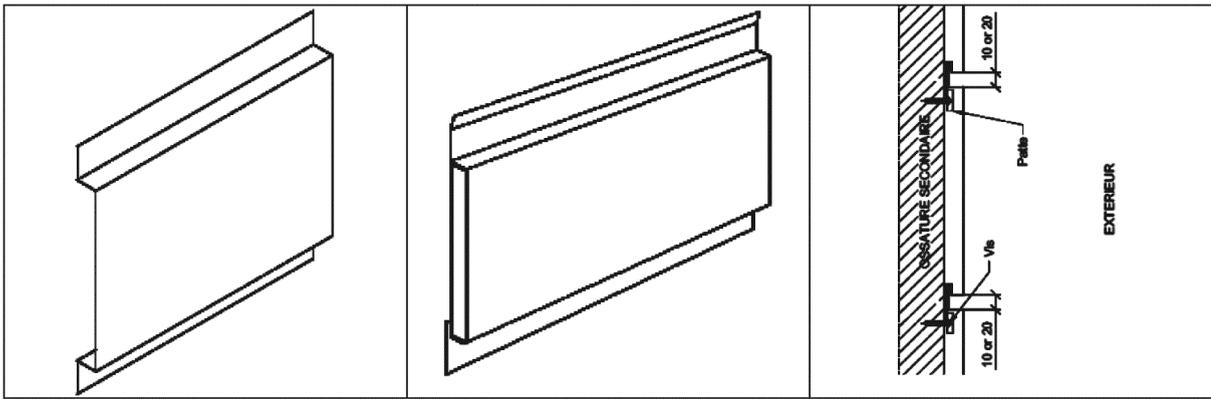


Figure A5.3 Exemples de clins en pose horizontale

Cassettes

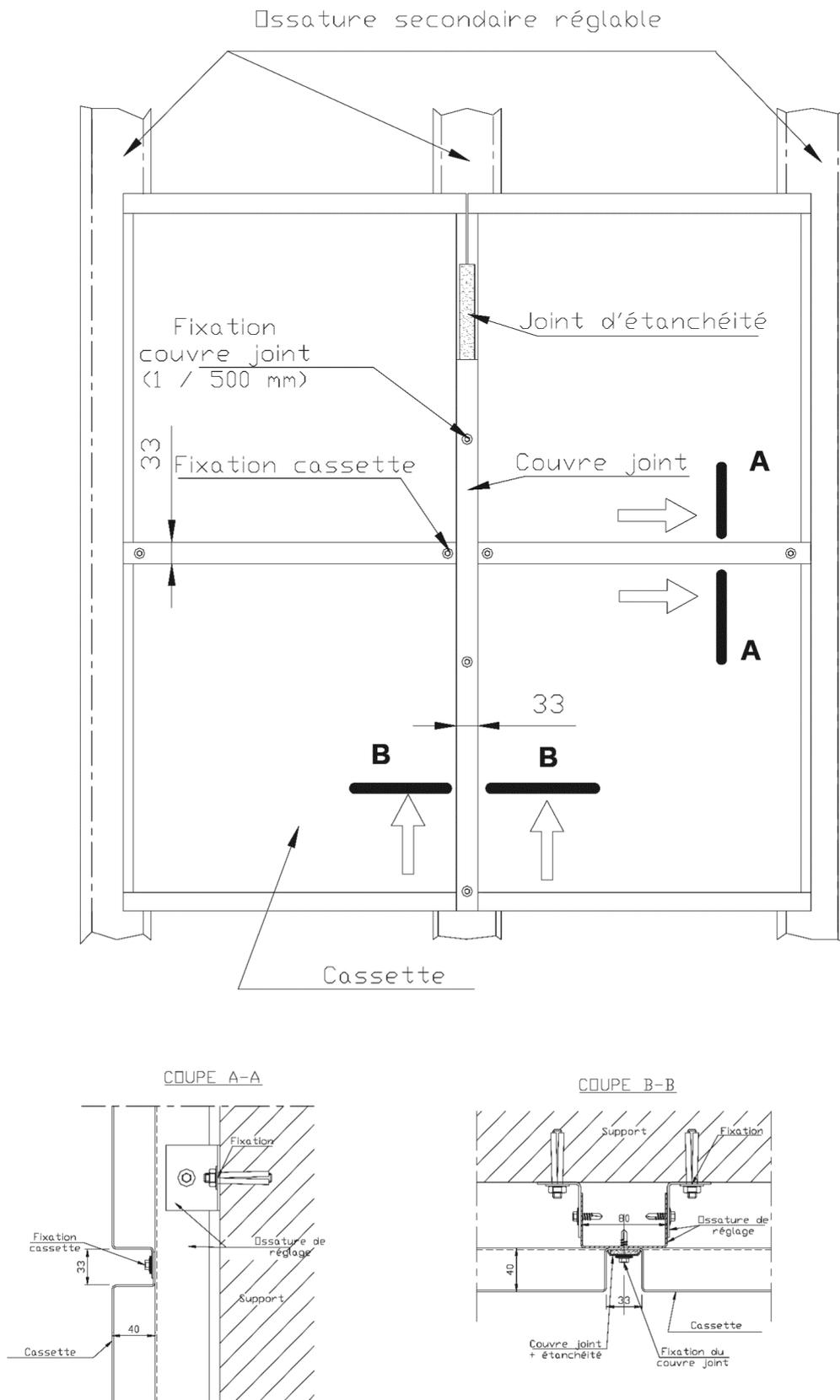


Figure A5.4 Cassettes fixées sur quatre côtés

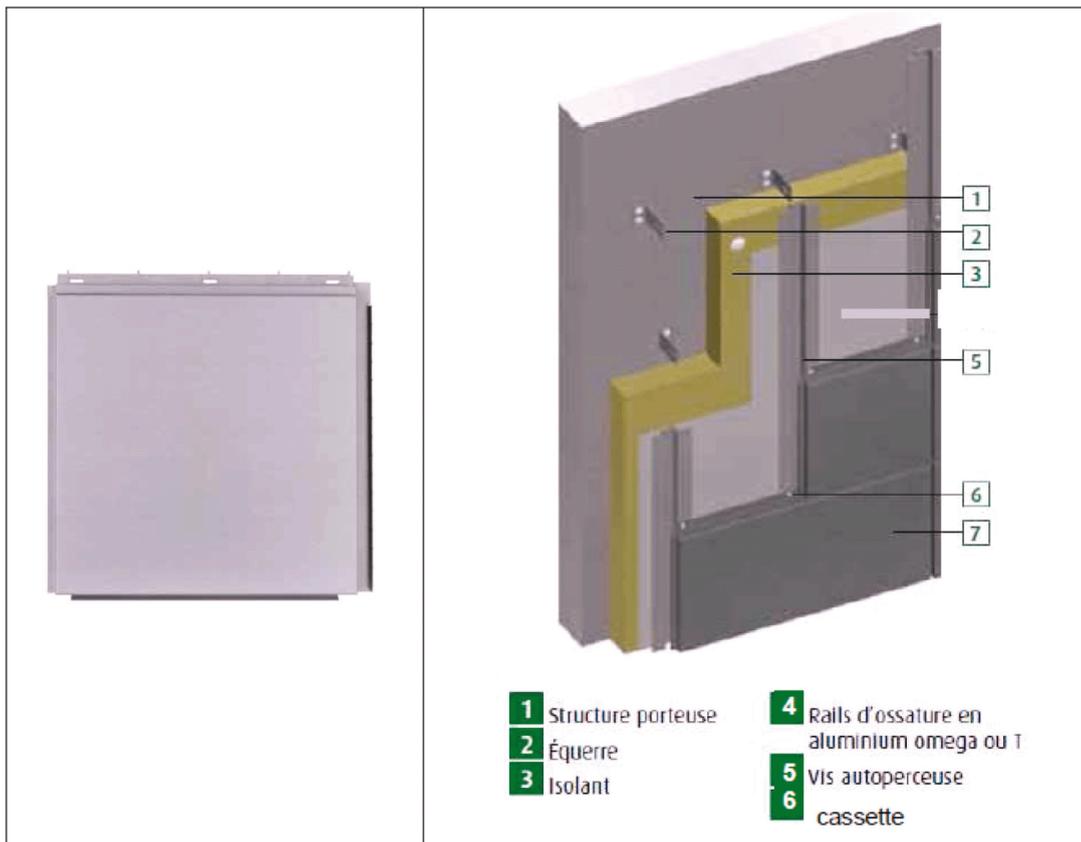
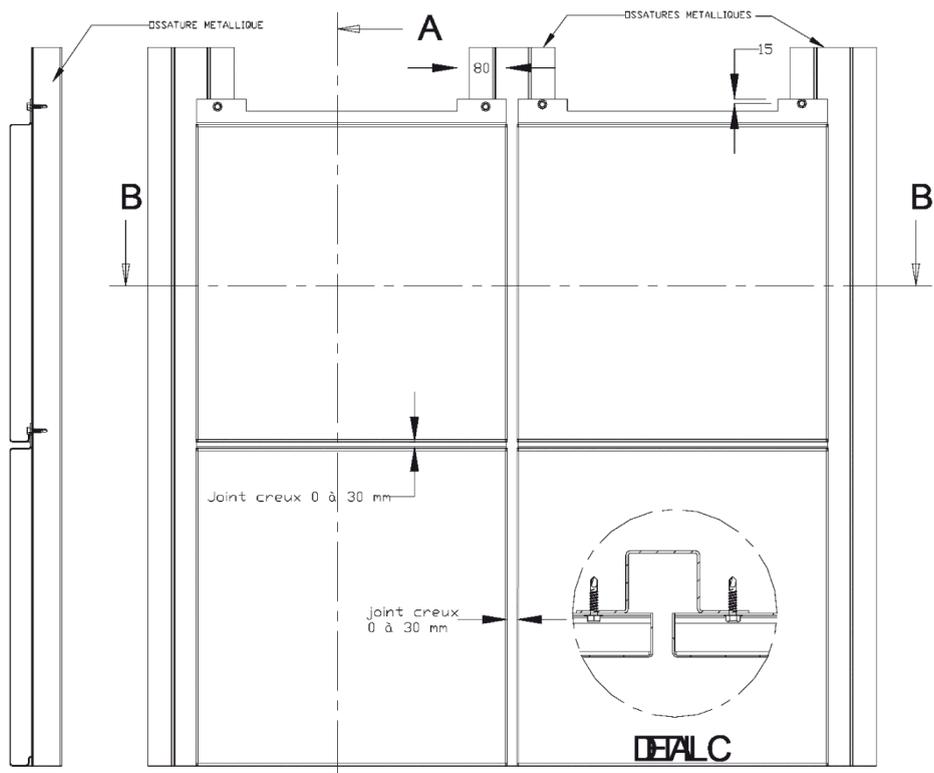
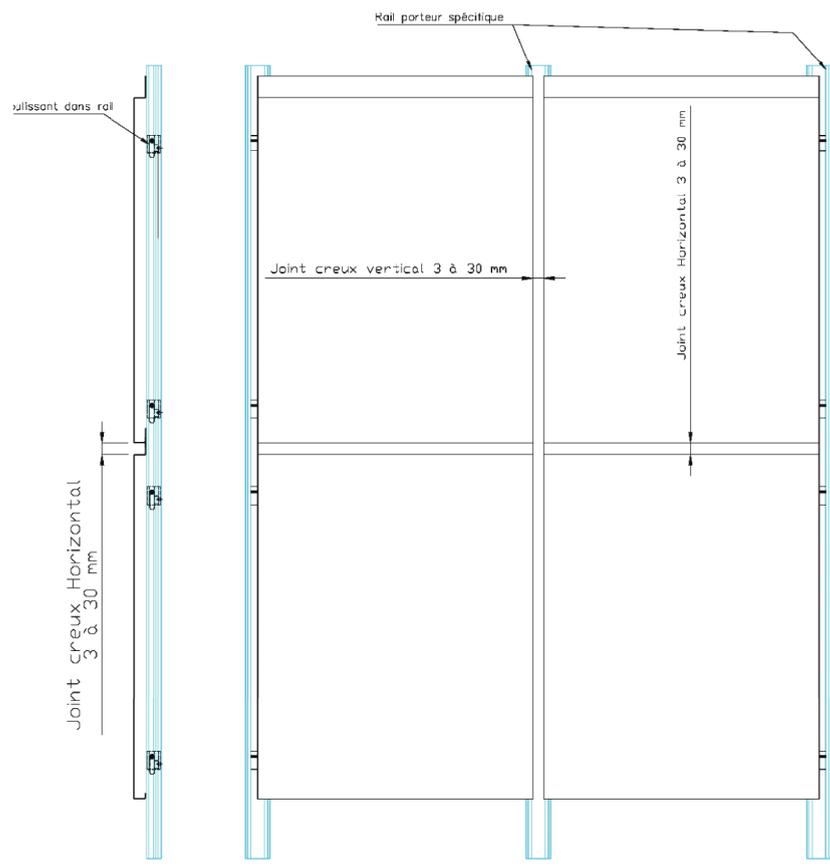


Figure A5.5 Cassettes fixées en partie haute et emboîtées en partie basse



COUPE VERTICALE

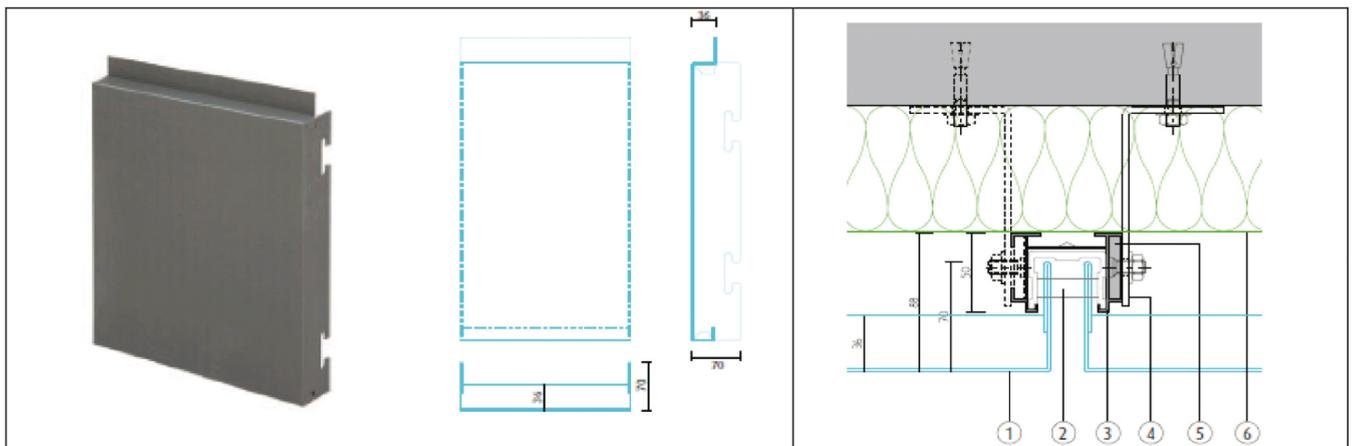
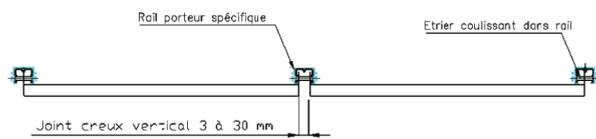


Figure A5.6 Cassettes à encoches