Guide d'évaluation et de mise en œuvre des ouvrages de bardage incorporant des parements stratifiés décoratifs haute pression (HPL) en fixation traversante

Clauses types de spécifications de mise en œuvre

Ce document a été finalisé en mai 2019

CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2

e-Cahiers du CSTB

Cahier 3811 – Novembre 2019

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.

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 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2019

Sommaire

Pages

Préambule ---------- 5
PARTIE 1 - EVALUATION ---------- 6
1. Documents de référence ---------- 6
2. Termes et définitions ---------- 6
2.1 Bardage rapporté à lame d'air ventilée ---------- 6
2.2 Structure porteuse ---------- 6
2.3 Ossature ---------- 6
2.4 Isolant thermique ---------- 6
2.5 Lame d'air ventilée ---------- 6
2.6 Stratifié(s) décoratif(s) haute pression (HPL) ---------- 6
3. Exigences applicables aux matériaux ---------- 6
3.1 Panneaux HPL ---------- 7
3.2 Contrôle de qualité ---------- 7
3.3 Aspect et coloris ---------- 7
3.4 Dilatation des panneaux ---------- 7
4. Eléments évalués dans le cadre de l'ATT ---------- 7
4.1 Stabilité et résistance mécanique ---------- 7
4.11 Généralités ---------- 7
4.12 Fixations à la paroi support ---------- 7
4.13 Ossature ---------- 8
4.2 Sécurité en cas d'incendie ---------- 8
4.3 Ventilation de la lame d'air ---------- 8
4.4 Étanchéité à l'eau ---------- 8
4.41 Structure porteuse en béton ou maçonnerie ---------- 8
4.42 Structure porteuse constituée par une paroi de COB ou CLT ---------- 9
4.5 Étanchéité à l'air ---------- 9
4.51 Structure porteuse en béton ou maçonnerie ---------- 9
4.52 Structure porteuse constituée par une paroi de COB et CLT ---------- 9
4.6 Isolation thermique ---------- 9
4.61 Structure porteuse en béton ou maçonnerie ---------- 9
4.62 Structure porteuse constituée par une paroi de COB et CLT ---------- 9
4.7 Résistance aux chocs ---------- 9
4.8 Stabilité en zones sismiques ---------- 10
5. Evaluation des systèmes de bardages incorporant des panneaux HPL ---------- 10
5.1 Stabilité et résistance mécanique ---------- 10
5.11 Ossature et patte-équerre du bardage ---------- 10
5.12 Panneaux HPL ---------- 10
5.121 Essais de déboutonnage ---------- 10
5.122 Calcul des charges admissibles ---------- 10
5.123 Essais de recoupement ---------- 10
5.124 Validation des calculs de charges admissibles ---------- 10
5.2 Sécurité en cas d'incendie ---------- 10
5.21 Généralité ---------- 10
5.22 Réaction au feu ---------- 10
5.3 Isolation thermique ---------- 11
5.4 Résistance aux chocs ---------- 11
5.5 Stabilité en zones sismiques ---------- 11
5.51 Utilisation du guide ENS ---------- 11
5.52 Cas de dispositions constructives à respecter ---------- 11
5.53 Cas hors Guide ENS et sans justificatifs complémentaires ---------- 12
5.54 Cas de justifications par essais ---------- 13
PARTIE 2 Mise en œuvre ---------- 14
1. Mise en œuvre des panneaux sur béton, éléments de maçonnerie, COB et CLT ---------- 14

2. Mise en œuvre sur Construction à ossature bois (COB) et sur panneaux lamellé-croisé (CLT)---------- 15
Annexe 1 Méthodologie des essais de déboutonnage---------- 18
Annexe 2 Méthodologie de calcul des tableaux de charge---------- 21
Annexe 3 Eléments nécessaires à la constitution d'un Dossier Technique pour une ATT---------- 23

Préambule

L'Appréciation Technique de Transition, ou ATT

Suite à la réforme de l'Avis Technique engagée depuis 2015, la Commission Chargée de Formuler des Avis Techniques (CCFAT) a fait évoluer la procédure de l'Avis Technique afin de la recentrer sur les techniques les plus innovantes.

Ainsi, les bardages incorporant des panneaux HPL en fixation traversante, sont dorénavant considérés par la CCFAT comme des techniques traditionnelles. Ils ne sont ainsi plus éligibles à l'Avis Technique. Ces procédés ne disposent cependant pas encore de l'ensemble des textes de référence – les « règles de l'art » – indispensables à un déploiement satisfaisant en tant que technique traditionnelle.

L'Appréciation Technique de Transition, ou ATT, répond aux attentes des professionnels qui souhaitent disposer – pendant cette période de finalisation des règles de l'art – d'une évaluation technique tierce partie de ces procédés. L'objectif est, pour cette période transitoire, que les procédés puissent continuer à être utilisés par les acteurs dans de bonnes conditions d'application, avec un niveau de fiabilité équivalent à celui d'un Avis Technique.

Dispositif transitoire, l'ATT ne s'applique plus dès lors que les textes de référence nécessaires au procédé concerné paraissent.

L'ATT est une évaluation de l'aptitude à l'emploi d'un procédé pour un domaine d'emploi défini, ayant un niveau de fiabilité équivalent à celui d'un Avis Technique.

Le guide d'évaluation et de mise en œuvre

Le présent document propose des clauses types de spécifications de mise en œuvre pour les travaux d'exécution des procédés d'Isolation Thermique Extérieure constitués de bardages rapportés avec panneaux à fixations traversantes en stratifié HPL (NF EN 438). L'élaboration de ce guide a été réalisée grâce à la participation des parties prenantes lors de groupes de travail : contrôleurs techniques, industriels et poseurs.

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

Ces ouvrages peuvent être appliqués sur les parois verticales extérieures droites en béton (conformes au NF DTU 23.1), sur des parois constituées de maçonneries de petits éléments (conformes au NF DTU 20.1), sur parois de Construction à Ossature Bois (COB) conformes au NF DTU 31.2 de Bois Lamellé Croisé (BLC) (Cross Laminated Timber (CLT)) sous Avis Technique du GS3.

La mise en œuvre est possible en habillage de sous-face de supports plans et horizontaux en béton, neufs ou déjà en service, inaccessibles (à plus de 3 m du sol), et sans aire de jeux à proximité.

Le bardage rapporté ne participe pas aux fonctions de transmission des charges, de contreventement et de résistance aux chocs de sécurité. Ces fonctions incombent à l'ouvrage qui le supporte.

Le domaine d'application du présent guide concerne la France métropolitaine. Dans le cas de paroi en béton ou en maçonnerie, la pose sur bâtiments de plus de 50 m de hauteur en situation d au sens du NF DTU 20.1, n'est pas traitée. Dans le cas de la paroi COB ou de CLT, la hauteur des ouvrages est limitée à 10m (6 en situation « d ») et dans le cas de joints fermés, à 18m (10m en situation « d ») moyennant des dispositions technologiques spécifiques au droit des baies. Les situations a, b, c et d sont définies dans le NF DTU 20.1 P3.

Les procédés de bardage rapporté visés par ce document s'appliquent aux bâtiments construits dans les zones de sismicité 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et selon les dispositions décrites au § 5.5.

Toutes dispositions autres que celles décrites dans la partie 2 seront analysées dans l'ATT.

PARTIE 1 - EVALUATION

1. Documents de référence

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application des recommandations du présent document.

- NF EN 438 (T54-301) : Stratifiés décoratifs haute pression (HPL) – Plaques à base de résines thermodurcissables (communément appelées « stratifiés »).
- Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature bois et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique (Cahier du CSTB 3316-V2).
- Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature métallique et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 3194-V2).

2. Termes et définitions

2.1 Bardage rapporté à lame d'air ventilée

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.

2.2 Structure porteuse

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 Construction à Ossature Bois (COB) conformes au NF DTU 31.2 ;
- Ou parois de Bois Lamellé Croisé (BLC) (Cross Laminated Timber (CLT)) sous Avis Technique du GS3.

2.3 Ossature

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

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 COB ou CLT, elle doit être en contact direct avec la paroi sans pattes-équerres (et placée au droit des montants dans le cas de parois COB).

2.4 Isolant thermique

Une isolation thermique est, le plus souvent, associée aux bardages rapportes, conforme aux *e-Cahiers du CSTB* 3316-V2 et 3194-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 polyuréthanne.

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

2.5 Lame d'air ventilée

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

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.

2.6 Stratifié(s) décoratif(s) haute pression (HPL)

Plaque(s) composée d'une(de) couche(s) de surface décorative(s) et de couches d'âme liées ensemble par un procédé haute pression conformément à la norme NF EN 438-6 complétée par les spécifications figurant au §3.1.

3. Exigences applicables aux matériaux

Les panneaux HPL doivent respecter la réglementation française/européenne en vigueur, en particulier le Règlement (UE) n° 305/2011 du 9 mars 2011 (RPC). La preuve documentaire requise est la déclaration de performance.

Si une classe est exigée par la norme harmonisée pour des utilisations du produit en extérieur, en bardage rapporté, cette exigence est

reprise dans l'Attestation Technique de Transition (ATT).

En aucun cas le produit peut avoir des caractéristiques mentionnées dans l'Attestation Technique de Transition (ATT) inferieures aux caractéristiques exigées pour l'usage déclaré dans le cadre du marquage CE.

3.1 Panneaux HPL

La norme NF EN 438-6 donne un classement pour usage extérieur, selon la définition suivante :

Tableau 1 : Classification des panneaux de stratifié HPL

Première lettre	Deuxième lettre	Deuxième lettre
E (Qualité pour usage en extérieur)	G ou D (Usage modéré ou sévère)	S ou F (Qualité standard ou qualité à réaction au feu améliorée)

Les tolérances dimensionnelles et propriétés physiques sont déterminées selon les méthodes d'essais définies dans la norme EN 438-2 et doivent être conformes à la NF EN 438-6.

Les stratifiés compacts pour usage en extérieur doivent satisfaire à toutes les exigences appropriées spécifiées en 5.2, 5.3 et 5.4. de la norme EN 438-6. Cela s'applique tant aux panneaux entiers qu'aux panneaux découpés.

La transformation des panneaux peut se faire chez le fabricant, chez un transformateur ou sur chantier. Cela est à préciser dans l'ATT.

3.2 Contrôle de qualité

Les panneaux HPL doivent faire l'objet d'une reconnaissance par une tierce partie de la conformité de caractéristiques démontrant la valeur ajoutée du produit dans le temps.

Nota : La certification QB (QB15) permet de répondre à cette exigence de suivi de qualité.

3.3 Aspect et coloris

Les propriétés de résistance aux chocs climatiques, à la lumière ultraviolette et au vieillissement artificiel sont déterminées selon les paragraphes 19, 28 et 29 de la norme EN 438-2.

La sélection rigoureuse des coloris n'empêchera pas cependant une lente évolution de ceux-ci vers un affadissement uniforme et une perte de brillance.

Remarque : Dans le cas d'un placage en bois naturel en surface des panneaux, et dans la mesure où l'aspect particulier des panneaux, à savoir « bois verni », peut être un critère de choix important pour les maîtres d'ouvrage, il est utile de noter que cet aspect peut évoluer de façon sensible et assez rapide dans des expositions sévères.

Nota : D'autres teintes et aspects validés en usine peuvent être proposés dans le cadre de l'élargissement de la gamme proposée sur la base du suivi interne de fabrication et du suivi externe, dans le cadre de la certification QB (QB15).

3.4 Dilatation des panneaux

Les panneaux stratifiés HPL peuvent subir des variations dimensionnelles. Les variations dimensionnelles sont mesurées selon le §17 de la NF EN 438-2. Le format de pose maximal des panneaux est déterminé selon leur dilatation, l'expérience reconnue et réussie et les exigences d'étanchéité à l'eau (*cf. §4.4*).

4. Eléments évalués dans le cadre de l'ATT

Les différents systèmes de bardages rapportés constitués de panneaux HPL sont évalués dans le cadre de l'ATT à partir des critères définis ci-dessous.

4.1 Stabilité et résistance mécanique

4.11 Généralités

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.

4.12 Fixations à la paroi support

Les fixations à la structure porteuse doivent être choisies compte tenu des conditions d'exposition au vent et de leur valeur de résistance de calcul à l'arrachement dans le support considéré.

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 ou ETE selon les ETAG 001, 020 ou 029 ou DEE correspondant.

Dans le cas de supports béton et maçonnerie 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 » (Cahier du CSTB 1661-V2).

4.13 Ossature

Ossature bois

La conception et la mise en œuvre de l'ossature bois seront conformes aux prescriptions du Cahier du CSTB 3316-V2, renforcées par celles ci-après :

- La coplanéité des chevrons devra être vérifiée entre chevrons adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- Chevrons en bois ayant une résistance mécanique correspondant au moins à la classe C18 selon la norme NF EN 338, de durabilité naturelle ou conférée de classe d'emploi 2 avec bande de protection ou 3b selon le FD P 20-651.
- Au moment de leur mise en œuvre, les chevrons et les liteaux en bois devront avoir une humidité cible maximale de 18%, avec un écart entre deux éléments au maximum de 4 %. Le taux d'humidité des éléments doit être déterminé selon la méthode décrite par la norme NF EN 13183-2 (avec un humidimètre à pointe).
- Les pattes-équerres devront avoir fait l'objet d'essais en tenant compte d'une déformation sous charge verticale d'au plus 3 mm.
- Les pattes-équerres acier sont de nuance S 220 GD minimum.
- L'entraxe des chevrons est indiqué dans l'ATT.
- L'ATT précise la nature de l'atmosphère pour l'ossature (extérieure protégée et ventilée ou extérieure directe).

L'ossature devra faire l'objet, pour chaque chantier, d'une note de calcul établie par l'entreprise de pose assistée, si nécessaire, par le fabricant des panneaux.

Ossature métallique

L'ossature sera de conception bridée et/ou librement dilatable, conforme aux prescriptions du CSTB 3194-V2, renforcées par celles ci-après :

- Acier : nuance S 220 GD minimum
- Aluminium : série 3000 minimum et présentant une limite d'élasticité Rp0,2 supérieure à 180 MPa.
- La coplanéïté des montants devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- La résistance admissible des pattes-équerres aux charges verticales à prendre en compte doit être celle correspondant à une déformation sous charge égale à 3 mm.
- Les pattes-équerres acier sont de nuance S 220 GD minimum.
- L'entraxe des montants est indiqué dans l'ATT.
- L'ATT précise la nature de l'atmosphère pour l'ossature (extérieure protégée et ventilée ou extérieure directe).

L'ossature devra faire l'objet, pour chaque chantier, d'une note de calcul établie par l'entreprise de pose assistée, si nécessaire, par le fabricant des panneaux.

4.2 Sécurité en cas d'incendie

Le contenu du paragraphe Sécurité Incendie est détaillé dans le *cahier CSTB 3800*.

4.3 Ventilation de la lame d'air

Une lame d'air est toujours ménagée entre nu externe de la paroi support ou de l'isolant et face arrière du panneau de parement de 20 mm minimum ainsi que les entrées et sorties d'air conformément aux *cahiers CSTB* 3316-V2 et 3194-V2.

4.4 Étanchéité à l'eau

4.41 Structure porteuse en béton ou maçonnerie

Les systèmes de bardages rapportés avec parements en HPL 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 panneaux HPL 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 verticale ou un accessoire ne sont pas considérés comme ouverts.

Remarque : 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.

4.42 Structure porteuse constituée par une paroi de COB ou CLT

Les panneaux HPL a 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.

Les joints entre parements alignés sur une ossature verticale ne sont pas considérés comme ouverts.

Le domaine d'emploi de la pose sur COB, conforme au NF DTU 31.2, et sur panneaux bois lamellé-croisé porteur en façade (CLT) visé par un Avis Technique du Groupe Spécialisé n°3, est limité à une hauteur de :

<u>En pose à joints ouverts :</u>

• Hauteur 10 m maximum (+ pointe de pignon) en zones de vent 1, 2 et 3 en situation a, b, c,

• Hauteur 6 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 4 et/ou en situation d,

<u>En pose à joints fermés :</u>

• Hauteur de 18 m maximum (+ pointe de pignon) en zones de vent 1 à 3 en situations a, b et c,

• Hauteur 10 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 4 et/ou en situation d.

Les situations a, b, c et d sont définies dans le NF DTU 20.1 P3.

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

Si les joints sont ouverts, le pare-pluie aura une résistance aux UV de 5000 h selon la norme NF EN 13589-2.

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

Nota : A la rédaction de ce guide, une certification QB des pare-pluie est en projet et peut servir de justificatif.

4.5 Étanchéité à l'air

4.51 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.

4.52 Structure porteuse constituée par une paroi de COB et CLT

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

Concernant le CLT, les dispositions des Avis Techniques du GS3 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.

4.61 Structure porteuse en béton ou maçonnerie

En cas d'isolation thermique par l'extérieur, les isolants et leur mise en œuvre 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-V2 « Ossature métallique et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ».

4.62 Structure porteuse constituée par une paroi de COB et CLT

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 œuvre doivent être conformes au NF DTU 31.2 ou aux Avis Techniques du Groupe Spécialisé n°3.

4.7 Résistance aux chocs

Les exigences sur la tenue aux chocs extérieurs de conservation des performances sont définies dans la norme P08-302 et complétées par la note d'information n°11 (*Cahier du CSTB* 3546_V2).

4.8 Stabilité en zones sismiques

Le comportement sous sollicitations sismiques des panneaux HPL devra satisfaire la réglementation sismique selon les arrêtés des 22 octobre 2010, et ses modificatifs.

5. Evaluation des systèmes de bardages incorporant des panneaux HPL

5.1 Stabilité et résistance mécanique

5.11 Ossature et patte-équerre 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 :

- *Cahier du CSTB* 3316-V2 « Ossature bois et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique »
- *Cahier du CSTB* 3194-V2 « Ossature métallique et isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique ».
- Les performances des pattes-équerres aux charges verticales et horizontales sont également déterminées selon les essais définis en annexe de ces Cahiers.

5.12 Panneaux HPL

La justification sera à apporter au niveau du comportement des parements sous les effets du vent. Les essais et les calculs prévus permettront d'évaluer également les moyens de fixations.

5.121 Essais de déboutonnage

Dans un premier temps, les résistances caractéristiques $F_{u,5}$ de déboutonnage des fixations dans le panneau de bardage (en bord, en angle et au centre) en fonction des entraxes d'ossature visées selon l'ETAG 034 sont déterminées par essais selon l'annexe 1 du document.

5.122 Calcul des charges admissibles

Dans un second temps, un calcul selon la méthodologie développée en annexe 2 permet de déterminer des résistances admissibles à la dépression $R_{adm,calcul}$ (en Pa) selon les NV65 modifiées.

5.123 Essais de recoupement

Pour valider les calculs effectués sur la base des essais de déboutonnage, la stabilité du bardage rapporté vis-à-vis des effets du vent doit être validée par des essais statiques de recoupement en dépression selon *Cahier du CSTB* 3517 (3 essais minimum selon les dispositions des fixations : 2x2, 2x3, 3x3).

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.

Dans un objectif d'optimisation du nombre d'essais, les paramètres à considérer sont :

- Les gardes aux bords les plus faibles,
- L'épaisseur du panneau la plus faible,
- La finition du panneau la moins performante à la flexion,
- La densité de fixation la plus faible,
- L'entraxe entre montants le plus important.

Selon le mode de ruine de ces essais, un coefficient de sécurité est appliqué :

Mode de ruine	Coefficient de sécurité
Déboutonnage	5
Arrachement des fixations du support	3,5
Rupture du panneau	

On obtient ainsi les résistances admissibles $R_{adm,exp}$ selon les règles NV65 modifiées (en Pa).

5.124 Validation des calculs de charges admissibles

Pour valider l'ensemble des résistances admissibles $R_{adm,calcul}$ calculées selon les configurations, les résistances admissibles obtenues par essais de recoupement $R_{adm,exp}$ doivent être égales ou supérieures aux résultats obtenus par calcul.

5.2 Sécurité en cas d'incendie

5.21 Généralité

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.

5.22 Réaction au feu

Le classement de réaction au feu selon l'essais EN 13501-1 doit être impérativement attribué par un laboratoire notifié par l'EOTA.

Le domaine d'emploi du rapport de classement doit décrire le système visé dans l'Attestation Technique de Transition (ATT) :

- La nature et l'épaisseur du panneau,
- Les coloris validés,
- Le type de fixations des panneaux,
- Le type d'ossature : bois, aluminium ou acier,
- La largeur des joints verticaux et horizontaux,
- La largeur de la lame d'air ventilée
- Le type d'isolation et la nature du substrat.
- Toutes dispositions non couvertes dans le rapport de classement seront non classées.

5.3 Isolation thermique

Le coefficient de transmission thermique surfacique Up d'une paroi intégrant un système d'isolation par l'extérieur à base de bardage ventilé se calcule d'après la formule suivante :

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

Avec :

- U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, en W/(m².K).
- ψ_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i, en W/(m.K), (ossatures).
- E_i est l'entraxe du pont thermique linéique i, en m.
- n est le nombre de ponts thermiques ponctuels par m² de paroi.
- χ_j est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, en W/K (pattes-équerres).

Les coefficients ψ et χ doivent être déterminés par simulation numérique conformément à la méthode donnée dans les règles Th-Bât, fascicule Ponts thermiques. En absence de valeurs calculées numériquement, les valeurs par défaut données au § 2.4 du fascicule Parois opaques du document « RT : valeurs et coefficients pour l'application des règles Th-Bât » peuvent être utilisées.

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 modalités d'essais aux chocs sont définies dans la norme NF P08-302 et complétés par la note d'information n°5 (*cahier du CSTB* 3534_V2). Les résultats de ces essais fournissent la classe d'exposition aux chocs selon les configurations testées.

Les panneaux HPL posés en fixation traversante sont considérés facilement remplaçable.

Dans un objectif d'optimisation du nombre d'essais, les paramètres permettant de valider les configurations visées sont les suivants :

- Les gardes aux bords les plus importantes,
- L'épaisseur du panneau la plus faible,
- La finition du panneau la moins performante à la flexion,
- L'entraxe le plus important.

5.5 Stabilité en zones sismiques

Pour les pattes-équerres, les exigences du §4.13 doivent être vérifiées.

5.51 Utilisation du guide ENS

Pour des hauteurs d'ouvrage ≤ 3,5 m et lorsque la masse surfacique du bardage rapporté est inférieure ou égale à 25kg/m², la pose en zones sismiques du procédé de bardage rapporté est autorisée sans disposition particulière, quelles que soient la catégorie d'importance du bâtiment et la zone de sismicité (cf. Guide ENS).

5.52 Cas de dispositions constructives à respecter

Si tel n'est pas le cas, les panneaux HPL peuvent être mis en œuvre sur des parois, planes verticales, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-après (selon les arrêtes des 22 octobre 2010, et ses modificatifs) :

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✱	✱	✱	✱
2	✱	✱	X❶	
3	✱	X❷	X	
4	✱	X❷	X	

✱	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté.
X	Pose autorisée sur parois planes et verticales en béton ou de COB, conformes au NF DTU 31.2 ou en CLT, conformes aux Avis Techniques du GS3.
❶	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté 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).
❷	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[1] des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).
	Pose non autorisée.

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 :

- une limitation de masse surfacique ≤ 15 kg/m² et de dimensions maximales 3 050 x 1 250 mm,

- utilisation de pattes-équerres de longueur maximale 250mm et d'éléments d'ossature définis et dont le comportement a été approuvé préalablement,

- utilisation de fixations des éléments de parement définies et dont le comportement a été approuvé préalablement,

- description des constituants de l'ossature et les fixations des éléments de parement, ainsi que leur mise en œuvre.

La fixation au gros-œuvre béton est réalisée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ATE ou ETE selon ETAG 001 - Parties 2 à 5 (admis comme DEE) avec catégorie de performance C1 évaluée selon l'Annexe E pour toutes les zones de sismicité et toutes les catégories d'importance de bâtiments nécessitant une justification particulière.

Les chevilles en acier zingué peuvent convenir, lorsqu'elles sont protégées par un isolant, pour les emplois en atmosphères extérieures protégées rurales non polluées, urbaines et industrielles normales ou sévères.

Pour les autres atmosphères, les chevilles en acier inoxydable A4 doivent être utilisées.

Les sollicitations sismiques à prendre en compte dans les chevilles de fixation des pattes-équerres et des tirefonds sur COB sont à calculer selon le e-Cahier CSTB 3725.

L'ossature du bardage rapporté doit être recoupée au droit de chaque plancher.

5.53 Cas hors Guide ENS et sans justificatifs complémentaires

A défaut des dispositions ci-dessus, les panneaux HPL peuvent être mis en œuvre sur des parois, planes verticales, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-après (selon les arrêtes des 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

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

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✕	✕	✕	✕
2	✕	✕	❶	
3	✕	❷		
4	✕	❷		

✕	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté
❶	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté 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),
❷	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[1] des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).
	Pose non autorisée

5.54 Cas de justifications par essais

Pour valider d'autres dispositions que celles décrites au §5.52 ou la catégorie d'importance de bâtiment IV, une campagne d'essais doit être réalisée selon le *Cahier du CSTB* 3725.

Les essais permettent d'évaluer un système fermé (type d'ossature et type de pattes-équerres, entraxe entre les montants, densité de fixation, hauteur de panneau maximale).

Par système, on retrouve deux types d'essais :

- Un essai de mise en parallélogramme,
- Un essai d'excitation dans le plan du support.

Dans un objectif d'optimisation du nombre d'essais, les panneaux les plus lourds sont testés.

La configuration de l'essai pour la mise en parallélogramme doit comporter les pattes-équerres les plus courtes et la densité de fixation la plus élevée, le système doit être celui le plus rigide.

Au contraire, l'essai d'excitation dans le plan du support doit comporter les pattes-équerres les plus longues ainsi que la densité de fixation la plus faible.

Ces deux essais valident une gamme de longueur pour la patte-équerre testée.

En cas de chute d'élément au cours de l'essai, les zones et catégories d'importance correspondant aux phases précédemment testées sont validées.

Pour les bâtiments de catégorie d'importance IV, l'élément rapporté ne doit pas présenter de rupture dans ses fixations, ni de dégradations, pour garantir la continuité de fonctionnement en cas de séisme.

La fixation au gros-œuvre béton est réalisée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ATE ou ETE selon ETAG 001 - Parties 2 à 5 (admis comme DEE) avec catégorie de performance C1 évaluée selon l'Annexe E pour toutes les zones de sismicité et toutes les catégories d'importance de bâtiments nécessitant une justification particulière.

Les chevilles en acier zingué peuvent convenir, lorsqu'elles sont protégées par un isolant, pour les emplois en atmosphères extérieures protégées rurales non polluées, urbaines et industrielles normales ou sévères.

Pour les autres atmosphères, les chevilles en acier inoxydable A4 doivent être utilisées.

Les sollicitations sismiques à prendre en compte dans les chevilles de fixation des pattes-équerres et des tirefonds sur COB sont à calculer selon le e-Cahier CSTB 3725.

L'ossature du bardage rapporté doit être recoupée au droit de chaque plancher.

1. Mise en œuvre des panneaux sur béton, éléments de maçonnerie, COB et CLT

Stockage

Concernant le transport, la manipulation et le stockage des panneaux, des précautions doivent être prises, notamment :

- Quand les panneaux sont stockés pour un certain temps, ils doivent être placés à l'horizontale sur une surface plane et stable, dans un emballage étanche avec un poids uniformément réparti sur le panneau sommital de la palette.
- Il convient de veiller à ce qu'aucune condensation ne se forme.
- Les mêmes consignes s'appliquent pour les piles de panneaux coupés.

Un stockage inadéquat peut entraîner une déformation irréversible des panneaux.

La pellicule de protection doit impérativement être retirée sur les deux faces simultanément avant la mise en œuvre des panneaux sur chantier. Les panneaux pelliculés doivent être stockés à l'abri.

Principes généraux de pose

Un calepinage préalable doit être prévu. Il n'y a pas de sens particulier de pose.

Un sens de pose dit « sens de fil » est imposé pour certains décors (métallisés, bois…).

La transformation des panneaux peut se faire chez le fabricant, chez un transformateur ou sur chantier. Cela est à préciser dans l'ATT.

Le principe de fixation des panneaux sur l'ossature ne permet de mobiliser la totalité du jeu prévu au droit des fixations que dans la mesure où la mise en œuvre est effectuée dans les conditions hygrothermiques médianes du lieu considéré, et qu'en outre les panneaux se trouvent en état d'équilibre par rapport à ces conditions. Il est donc recommandé d'éviter de poser des panneaux de grands formats dans des conditions proches des extrêmes (temps froid et sec ou chaud et humide).

Opération de pose

La pose comporte les opérations suivantes :

- Traçage et repérage,
- Mise en place de l'ossature,
- Mise en place de l'isolant,
- Fixation des panneaux sur l'ossature,
- Traitement des points singuliers.

Mise en place des ossatures

Mise en place des ossatures verticales conformément aux prescriptions des *Cahiers du CSTB* 3316-V2 et 3194-V2.

La largeur vue est à définir dans l'ATT.

Pose des panneaux

Le pontage des jonctions entre montants successifs par les panneaux est exclu.

Sur ossature bois, la fixation des panneaux est réalisée avec une vis à bois en acier inoxydable A2 ou A4 (en bord de mer (<3km)), dont les diamètres de perçage (point fixe et dilatant) sont définis dans l'ATT.

Le point, appelé « point fixe », se trouve en partie centrale des panneaux. Son rôle est d'assurer un bon positionnement des panneaux et de répartir les variations dimensionnelles. La mise en place des vis est effectuée à partir de ce point fixe pour éviter les mises en tension. Les vis ne doivent pas brider les panneaux.

Sur ossature métallique, la fixation des panneaux est réalisée par vis en inox autoperceuses ou par rivets alu/inox. Les diamètres de perçage des points fixes et dilatants sont définis dans l'ATT.

Pour le rivetage, il sera utilisé un outil spécial adaptable sur le nez de la riveteuse ou une cale permettant d'assurer un jeu de l'ordre de 3/10e mm entre les panneaux et la fixation, afin que les points de fixation soient coulissants et centrés par rapport aux préperçages des panneaux.

Afin d'assurer un bon centrage des rivets, il est nécessaire dans le cas du perçage en place des panneaux d'utiliser des forets à étages.

La mise en place des rivets est effectuée à partir du milieu des panneaux (grands formats) pour éviter les mises en tension.

Dans le cas des fixations par vis, le serrage des fixations doit être modéré avec l'utilisation d'une visseuse avec limiteur de couple et butée de profondeur, en veillant à ne pas bloquer les vis de façon à laisser les panneaux se dilater librement. Afin d'assurer un bon centrage des vis, il est recommandé dans le cas du perçage en place des panneaux, d'utiliser des forets à étages.

La garde de perçage du panneau doit être comprise entre 20 mm et 10 fois l'épaisseur du panneau par rapport aux bords. Elle est précisée dans l'ATT.

Compartimentage vertical de la lame d'air

Un compartimentage vertical de la lame d'air devra être prévu en angle des façades adjacentes ; ce cloisonnement réalisé en matériau durable

(tôle d'acier galvanisé au moins Z 275 ou d'aluminium) devra être propre, sur toute la hauteur du bardage, à s'opposer à un appel d'air latéral.

Traitement des joints

Les éléments standards sont disposés de façon à laisser des joints verticaux et horizontaux d'une largeur supérieure ou égale à 8 mm. Les joints horizontaux peuvent rester ouverts (au maximum égal à 8 mm) ou être fermés. Dans le cas où ils restent ouverts, la face avant des ossatures doit être protégée par une bande de protection EPDM d'une largeur supérieure de 10 mm minimum à celle des ossatures.

Ventilation de la lame d'air

Une lame d'air est toujours ménagée entre nu externe de la paroi support ou de l'isolant et face arrière du relief d'accroche de 20 mm minimum ainsi que les entrées et sorties d'air conformément aux *cahiers CSTB* 3316-V2 et 3194-V2.

Entretien

La nature non poreuse des surfaces empêche les salissures de pénétrer dans le panneau.

Les salissures superficielles peuvent être enlevées à l'aide d'un linge humide et du savon ou tout autre détergent ménager ne contenant aucun composant abrasif.

Les panneaux salis par des substances tenaces comme les résidus de colle, de peinture, d'encre, etc. peuvent être nettoyés avec un solvant organique comme l'alcool dénaturé, les solvants chlorés ou les solvants aromatiques.

L'utilisation de solvants et nettoyants chimiques devra être faite conformément aux règles d'hygiène et de sécurité.

Les méthodes d'entretien spécifiques sont décrites dans l'ATT.

Remplacement d'un panneau

Procéder simplement au dévissage des points de fixation et au remplacement par un panneau neuf.

2. Compléments pour mise en œuvre sur Construction à ossature bois (COB) et sur panneaux lamellé-croisé (CLT)

Principes généraux de mise en œuvre

Pose possible sur Constructions à Ossature Bois (COB) conformes au NF DTU 31.2, et sur panneaux bois lamellé-croisé porteur en façade (CLT) visé par un Avis Technique du Groupe Spécialisé n°3, limitée à :

<u>En pose à joints ouverts</u> :

- hauteur 10 m maximum (+ pointe de pignon) en zones de vent 1, 2 et 3 en situation a, b, c,

- hauteur 6 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 4 et/ou en situation d,

<u>En pose à joints fermés</u> :

- hauteur de 18 m maximum (+ pointe de pignon) en zones de vent 1 à 3 en situations a, b et c,

- hauteur 10 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 4 et/ou en situation d,

Les situations a, b, c et d sont définies dans le NF DTU 20.1 P3.

La paroi support est conforme au NF DTU 31.2.

Les panneaux HPL seront fixés sur une ossature rapportée composée de tasseaux ayant un entraxe de 645 mm maximum implantés au droit des montants de la COB, afin de réserver une lame d'air de 20 mm minimum entre le mur et la face arrière du revêtement extérieur.

Les largeurs vues des tasseaux sont précisées dans l'ATT.

L'ossature est fractionnée à chaque plancher.

Le pontage des jonctions entre montants successifs par les panneaux HPL est exclu.

Un pare-pluie conforme au NF DTU 31.2 sera disposé sur la face extérieure de la paroi de COB, sous les tasseaux verticaux.

Si les joints sont ouverts, le pare-pluie aura une résistance aux UV de 5000 h selon la norme NF EN 13589-2.

En situations a, b et c, les panneaux de contreventement de la COB peuvent être positionnés coté intérieur ou coté extérieur de la paroi.

En situation d, si les panneaux de contreventement de la COB ont été positionnés du côté intérieur de la paroi, des panneaux à base de bois sont obligatoirement positionnés coté extérieur de la paroi.

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

En aucun cas, le pare-pluie ne devra être posé contre le panneau (lame d'air de 20 mm minimum).

Dispositions particulières

Les dispositions particulières de mise en œuvre à prévoir dans les cas suivants :

- de 10 à 18 m de hauteur (+ pointe de pignon) en zones de vent 1, 2 et 3 en situations a, b et c,

- de 6 à 10 m de hauteur (+ pointe de pignon) en zones de vent 1 à 4 en situation d,

sont :

- joints fermés par des profilés métalliques (« chaises » ou façonnés),

- mise en œuvre de bavettes à oreilles en profilés métalliques préformés prolongées au-delà du plan vertical du panneau,

- mise en œuvre de profilés métalliques préformés en linteau prolongés de 40 mm au-delà des tableaux des baies,

- mise en œuvre de profilés métalliques préformés sur les tableaux des baies.

Dispositions complémentaires à la pose sur CLT

En fonction du positionnement de l'isolation, en intérieur ou en extérieur, les éléments constituant la paroi complète ainsi que leur ordre de mise en œuvre sont donnés ci-après :

Isolation thermique par l'intérieur

- Doublage en plaques de plâtre selon NF DTU 25.41 ;
- Vide technique ;
- Pare-vapeur avec Sd ≥ 90 m (sauf prescriptions différentes dans l'Avis Technique du procédé CLT, délivré par le GS3) ;
- Isolant intérieur ;
- Paroi CLT ;
- Pare-pluie ;
- Ossature fixée directement à la paroi de CLT (sans pattes-équerres) par un tirefond ;
- Lame d'air ventilée sur l'extérieur 20mm mini;
- Bardage.

Isolation thermique par l'extérieur

- Paroi CLT ;
- Protection provisoire de la paroi de CLT avant pose de l'isolation, définie dans l'Avis Technique du GS3 ;
- Isolation extérieur (laine minérale WS et semi-rigide) supportée conformément au *§11.3.5-a*) du NF DTU 31.2 pour les systèmes de bardage rapporté avec lame d'air ventilée ;
- Ossature fixée directement contre la paroi de CLT porteur en façade (sans pattes-équerres) en considérant un P_K selon la NF P30-310, donné dans l'ATT ;
- Lame d'air ventilée sur l'extérieur.
- Bardage ;
- Concernant la protection provisoire :
  - soit elle est retirée avant la pose de l'isolant thermique extérieur,
  - soit elle est conservée, dans ce cas :
    - soit c'est un pare-pluie avec un Sd ≤ 0,18 m,
    - soit elle est inconnue, alors la résistance thermique du CLT porteur en façade (cf. Avis Technique du Groupe Spécialisé n°3) doit être inférieure ou égale au tiers de la résistance thermique globale de la paroi complète.

Pose sur COB et CLT - Dispositions à prévoir vis-à-vis du traitement des joints entre panneaux et au niveau des baies en fonction des cas

<table>
<tr><th>Hauteur de pose</th><th>Zone de vent</th><th>Situation</th><th>Traitement des joints entre panneaux</th><th>Traitement au niveau des baies</th></tr>
<tr><td>≤ 6 m

(+ pointe de pignon)</td><td>1 à 4</td><td>a, b, c et d</td><td rowspan="2">Joints ouverts ou fermés</td><td rowspan="2">Menuiserie bois conforme au NF DTU 36.5.

Menuiserie Aluminium ou PVC sous Avis Technique ou DTA visant la pose sur COB.</td></tr>
<tr><td>≤ 10 m

(+ pointe de pignon)</td><td>1, 2 et 3</td><td>a, b et c</td></tr>
<tr><td>≤ 10 m

(+ pointe de pignon)</td><td>1 à 4</td><td>d</td><td>Joints fermés</td><td rowspan="2">Menuiserie bois conforme au NF DTU 36.5.

Menuiserie Aluminium ou PVC sous Avis Technique ou DTA visant la pose sur COB.

Joints fermés par des profilés métalliques (« chaises » ou façonnés).

Mise en œuvre de bavettes à oreilles en profilés métalliques préformés prolongées au-delà du plan vertical du parement.

Mise en œuvre de profilés métalliques préformés en linteau prolongés de 40 mm au-delà des tableaux des baies.

Mise en œuvre de profilés métalliques préformés sur les tableaux des baies.</td></tr>
<tr><td>≤ 18 m

(+ pointe de pignon)</td><td>1 à 3</td><td>a, b et c</td><td>Joints fermés</td></tr>
</table>

Les situations a, b, c et d sont définies dans le NF DTU 20.1 P3

Annexe 1 Méthodologie des essais de déboutonnage

Les essais de déboutonnage des fixations dans les panneaux en stratifiés HPL sont réalisés selon la méthodologie suivante :

L'essai est mené dans les conditions ambiantes jusqu'à la rupture par déboutonnage.

Les échantillons comportant une fixation au centre, en angle et en bord sont appliqués comme le montrent les figures A 1.1 et A 1.2.

Le diamètre de l'anneau d'essai est de 0,45x (l'entraxe des montants).

La taille des échantillons est donnée ci-après en fonction du diamètre de l'anneau d'essai.

Une charge de traction axiale est exercée sur la fixation.

La vitesse d'application de l'effort est ajustée à 5 mm/minutes.

La force peut être appliquée soit en appuyant sur la tête de la fixation, soit en tirant sur la tige de la fixation.

Dans un objectif d'optimisation du nombre d'essais, les paramètres permettant de valider les configurations visées (cf. §5.12) sont les suivants :

- Les gardes aux bords les plus faibles,
- L'épaisseur du panneau la plus faible,
- La finition du panneau la moins performante à la flexion.

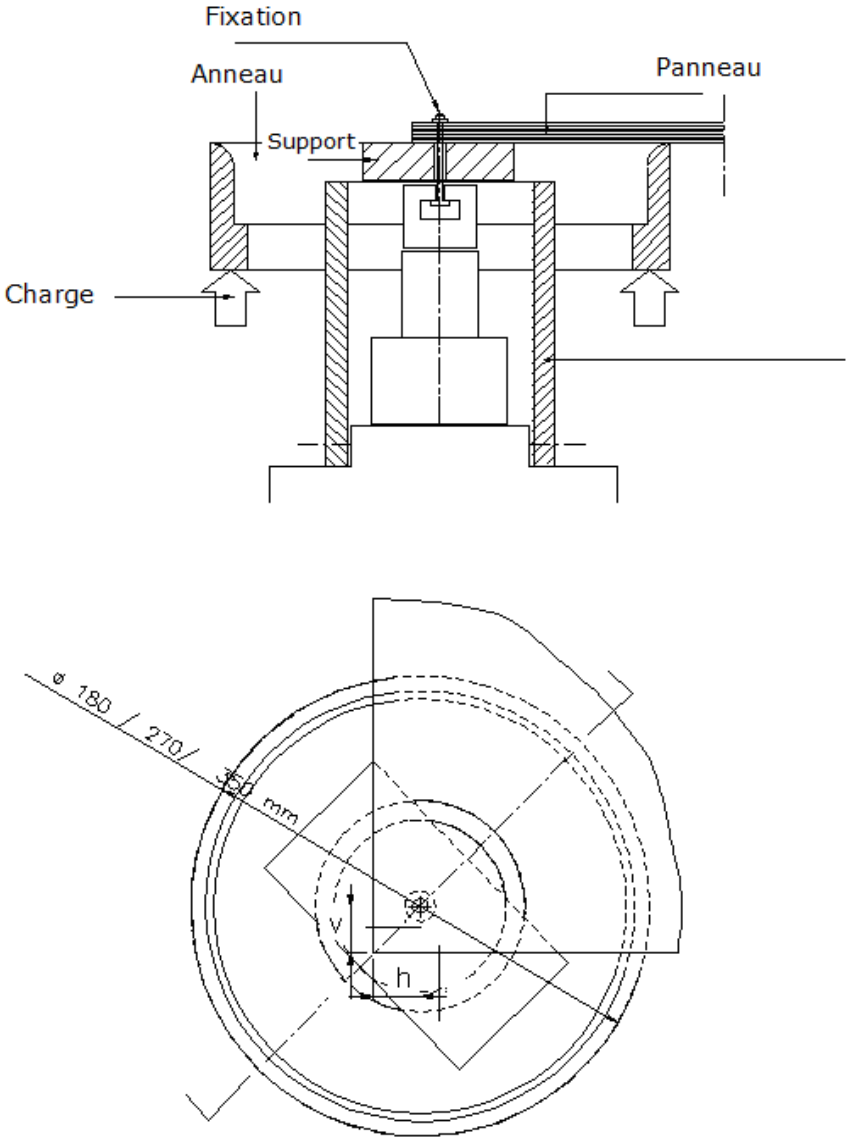

Figure A 1.1 : Exemple d'essai de déboutonnage d'une fixation en angle

Pour chaque implantation (le centre, l'angle et le bord) et pour chaque diamètre d'anneau, au moins cinq essais seront effectués.

Les résultats sont exprimés en N.

Le rapport d'essai détaillera les résultats en fonction de l'interprétation statistique donnée :

- Charge de rupture pour chaque essai (i=1 à 5) : F_i
- Charge de rupture moyenne arithmétique : $F_m = \sum Fi / 5$
- Charge caractéristique de rupture $F_{u,5}$: $F_m - 2{,}33xS$ avec S : écart-type standard
- Mode de rupture

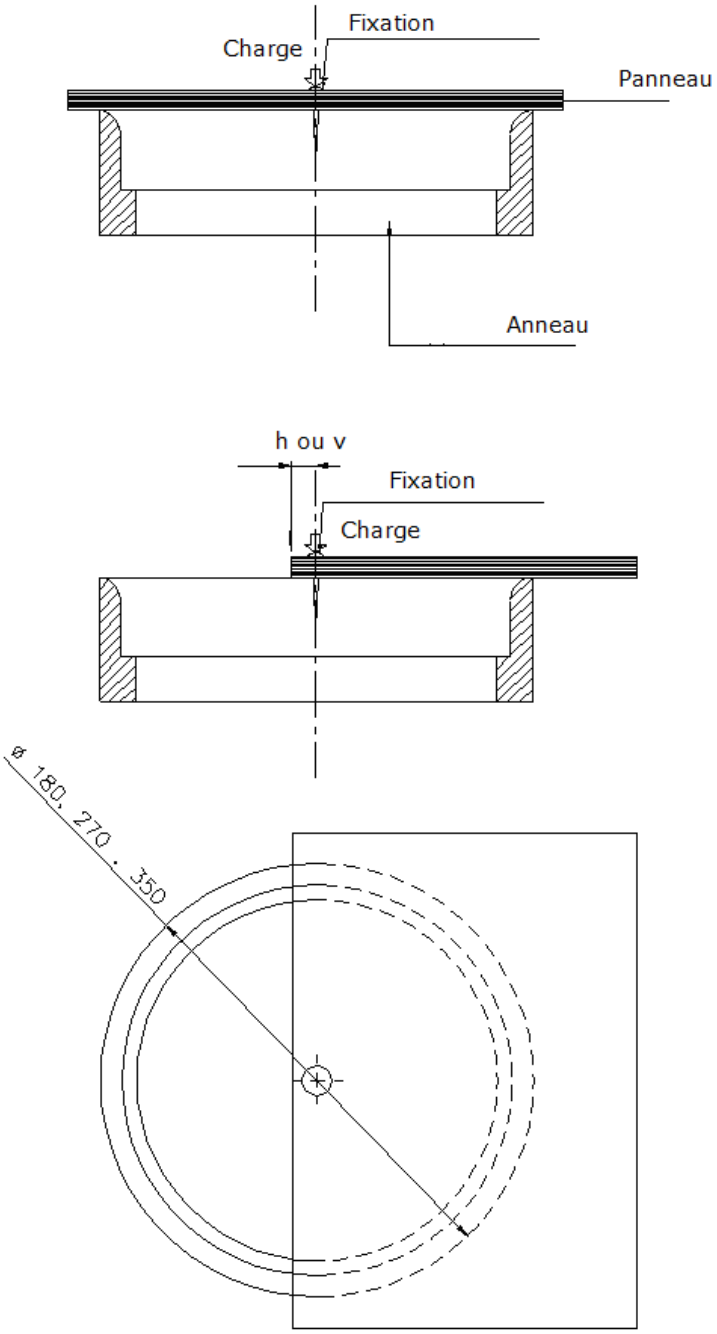

Figure A 1.2 – Exemple d'un essai de déboutonnage pour une fixation au centre et en bord

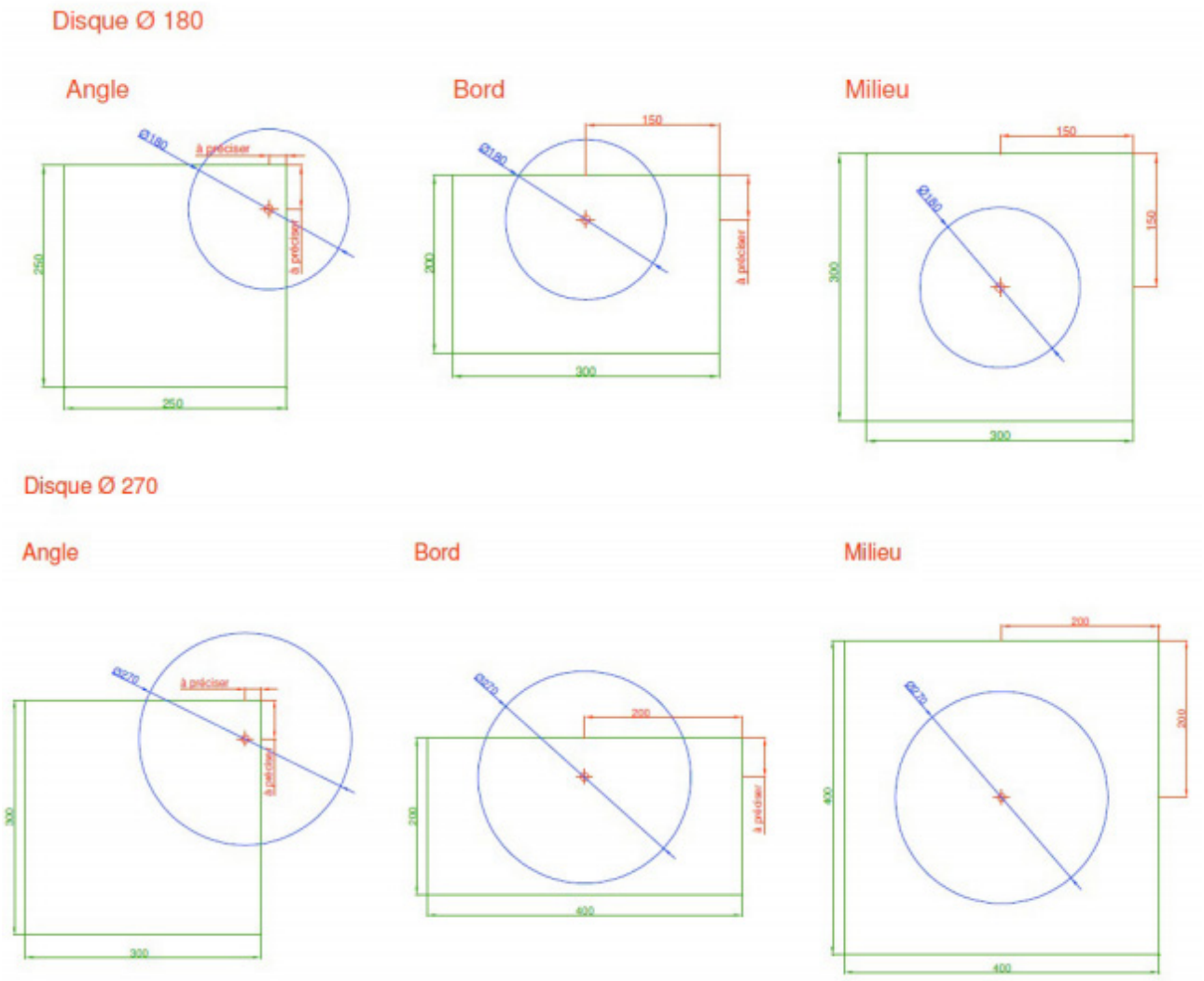

Figure A 1.3 –Exemple d'un essai de déboutonnage pour une fixation au centre et en bord

Annexe 2 Méthodologie de calcul des tableaux de charge

A2.1. Données d'entrée

- Épaisseur du panneau : e en m
- Module de flexion certifié QB et indiqué dans l'ATT : E en Pa
- Entraxe vertical entre fixations : V en m
- Entraxe horizontal entre fixations : H en m
- Distance horizontale fixation – bord de panneau : h en m
- Distance verticale fixation – bord de panneau : v en m

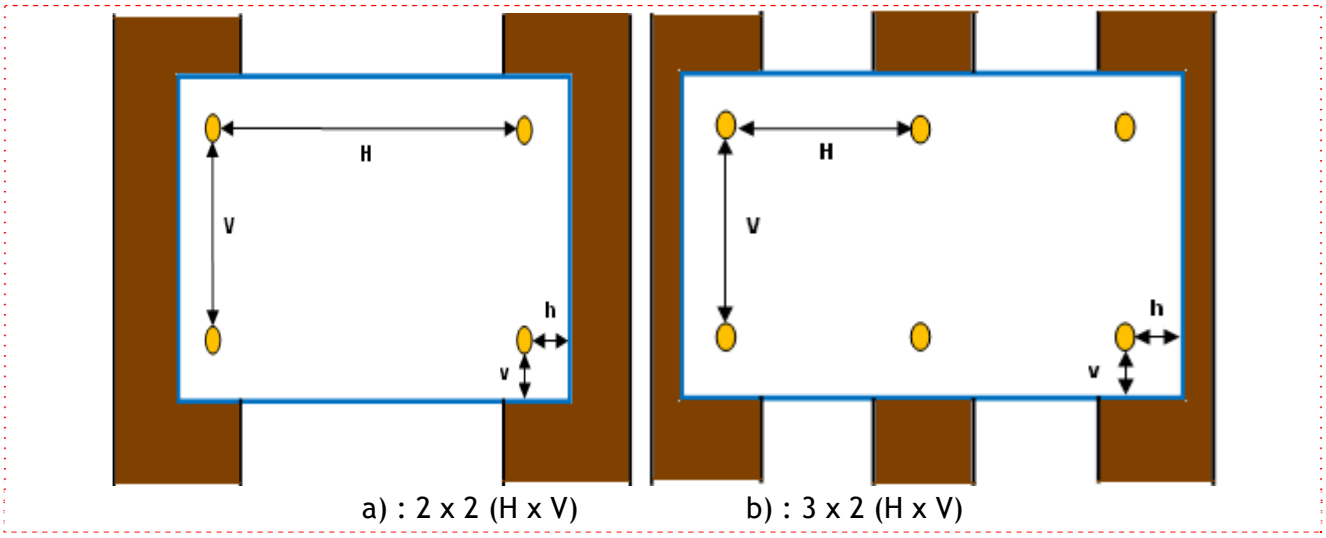

Figure A 2.1 : Définition des données d'entrée

Épaisseur de panneau *e*	Diamètre du disque	Position de la fixation		
		Angle	Bord	Centre
e 1	**Φ 1**	R_{a1}= Min ($F_{u,5,angle}$ /3 ; P_k/3)	R_{a2}= Min ($F_{u,5,bord}$ /3 ; P_k/3)	R_{a3}= Min ($F_{u,5,centre}$ /3 ; P_k/3)

Tableau A 2.1 : Résistances admissible du panneau sous tête de fixation en N

Avec :
- $F_{u,5}$: résistance caractéristique au déboutonnage obtenue par essai (Méthodologie des essais décrite Annexe 1) ;
- Pk : résistance caractéristique de la fixation à l'arrachement selon la NF P30-310 ;
- Φ 1 : diamètre du disque utilisé lors de l'essai de déboutonnage correspondant à 0,45 x H.

A2.2. Dépressions suivant critère de flèche (en N)

Coefficient de répartition des charges pour une charge uniformément répartie :
- sur 2 appuis : K1 = 0,013 ;
- sur 3 appuis : K2 = 0,0054.

f : critère de flèche (1/100e)

Dépression sur deux appuis		Dépression sur trois appuis	
Selon entraxes horizontaux	**Selon entraxes verticaux**	**Selon entraxes horizontaux**	**Selon entraxes verticaux**
$D_{2H} = \frac{E * e^3 * f}{12 * K1 * H^3}$	$D_{2V} = \frac{E * e^3 * f}{12 * K1 * V^3}$	$D_{3H} = \frac{E * e^3 * f}{12 * K2 * (H + h)^3}$	$D_{3V} = \frac{E * e^3 * f}{12 * K2 * V^3}$

Tableau A 2.3 : Dépressions suivant critère de flèche

A2.3. Dépressions suivant critère de tenue du panneau au droit des fixations (en N)

Combinaison de fixations (H x V)			
2 x 2	**2 x 3**	**3 x 2**	**3 x 3**
$D_{2*2} = \frac{R_{a1}}{(H + 2h) * (V + 2v) * 0.25}$	$D_{2*3} = \frac{R_{a2}}{(H + 2h) * V * 0.625}$	$D_{3*2} = \frac{R_{a2}}{(V + 2v) * H * 0.625}$	$D_{3*3} = \frac{R_{a3}}{H * V * 1.56}$

Tableau A 2.4 : Dépressions suivant critère de tenue du panneau au droit des fixations

A2.4. Résistances admissible (en N)

Pour une combinaison d'entraxes H et V :

Combinaison de fixations (H x V)			
2 x 2	**2 x 3**	**3*2**	**3 x 3**
$R_{adm,calcul_2*2}$ = Min (D_{2H} ; D_{2V} ; D_{2*2})	$R_{adm,calcul_2*3}$ = Min (D_{2H} ; D_{3V} ; D_{2*3})	$R_{adm,calcul_3*2}$ = Min (D_{3H} ; D_{2V} ; D_{3*2})	$R_{adm,calcul_3*3}$ = Min (D_{3H} ; D_{3V} ; D_{3*3})

Tableau A 2.5 : Résistances admissible

A2.5. Présentation des résultats

Pour une épaisseur de panneau e 1 et un entraxe horizontal entre fixations H 1 :

e	(H x V)	Entraxe vertical entre fixations						
		V1	**V2**	**V3**	**V4**	**V5**	**V6**	**V7**
e 1	2 x 2	Radm,calcul_2*2 (V1)	Radm,calcul_2*2 (V2)	Radm,calcul_2*2 (V3)	Radm,calcul_2*2 (V4)	Radm,calcul_2*2 (V5)	Radm,calcul_2*2 (V6)	Radm,calcul_2*2 (V7)
	2 x 3	Radm,calcul_2*3 (V1)	Radm,calcul_2*3 (V2)	Radm,calcul_2*3 (V3)	Radm,calcul_2*3 (V4)	Radm,calcul_2*3 (V5)	Radm,calcul_2*3 (V6)	Radm,calcul_2*3 (V7)
	3 x 2	Radm,calcul_3*2 (V1)	Radm,calcul_3*2 (V2)	Radm,calcul_3*2 (V3)	Radm,calcul_3*2 (V4)	Radm,calcul_3*2 (V5)	Radm,calcul_3*2 (V6)	Radm,calcul_3*2 (V7)
	3 x 3 nxn	Radm,calcul_3*3 (V1)	Radm,calcul_3*3 (V2)	Radm,calcul_3*3 (V3)	Radm,calcul_3*3 (V4)	Radm,calcul_3*3 (V5)	Radm,calcul_3*3 (V6)	Radm,calcul_3*3 (V7)

e : épaisseur de panneau

(H x V) : Combinaison de fixations

Tableau A 2.6 : Présentation des résultats de résistances admissible dans l'ATT

Annexe 3 Eléments nécessaires à la constitution d'un Dossier Technique pour une ATT

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 œuvre et tous les dessins ou schémas permettant la compréhension de son procédé.

Nota : La Certification QB est requise pour l'obtention d'une ATT. La démarche pour certifier les produits doit se faire en parallèle de la constitution du Dossier technique.

Domaine d'emploi

Le détenteur se doit de préciser, dans son Dossier technique, le domaine d'emploi de son procédé en indiquant :

- La nature du support du procédé :
- Béton, maçonnerie d'éléments,
- Construction à ossature bois, CLT.
- 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 arrêtes des 22 octobre 2010 et ses modificatifs.

Définition des matériaux et des produits utilisés

Il listera les différents matériaux entrant dans la composition du procédé, que l'on définira par référence à des normes.

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.

Description des éléments

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

- Parement extérieur :
- 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 ;
- Les caractéristiques dimensionnelles et tolérances.

- Fixation du parement à l'ossature :
- la nature des pièces de fixation utilisées,
- la forme,
- les dimensions,
- les jeux prévus,
- 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 œuvre (e-Cahiers du CSTB 3316-V2 « Ossature bois » et Cahier du CSTB 3194-V2 « Ossature métallique »). Le titulaire du procédé indiquera :
- la constitution,
- la nature des éléments y compris pattes-équerres,
- 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 (3 mm) ;
- Fixation de l'ossature au gros-œuvre :
- 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.

Fabrication et contrôle de fabrication

En ce qui concerne les panneaux HPL, 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.

Description de la mise en œuvre

Il précisera au préalable :

• Le principe général de la mise en œuvre, 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 œuvre, 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-œuvre, 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-œuvre (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.

Organisation de la diffusion du procédé et assistance technique

Il précisera le distributeur, l'assistance technique et les contrôles de chantiers.

Le demandeur précisera si son procédé nécessite que la mise en œuvre soit effectuée par des entreprises spécialisées.

Dessins d'ensemble et de détail

L'ensemble des plans et schémas suivants est nécessaire :

• Les plans de principe

- schéma de principe du bardage rapporté sur ossature bois (pose sur béton ou maçonnerie)

- Schéma de principe du bardage rapporté sur ossature métallique (pose sur béton ou maçonnerie)

• Le catalogue des différents composants du système (dessins cotés) ;

• Préperçage des panneaux : point fixe et point coulissant

• Figures communes ossature bois / Ossature métallique

- Joints verticaux

- Arrêt sous acrotère

- Joint de dilatation

- Compartimentage horizontal de la lame d'air

- Angle rentrant

- Appui de baie

- Tableau

- Linteau

• Figures ne concernant que l'ossature bois

- Départ de bardage

- Angle sortant

- Fractionnement de l'ossature - chevrons de longueur inférieure à 5,40 m

- Fractionnement de l'ossature - chevron de longueur comprise entre 5,40 m et 11 m

• Figures ne concernant que l'ossature Métallique

- Départ de bardage

- Angle sortant

- Fractionnement de l'ossature - montants de longueur inférieure à 3 m (ossature librement dilatable)

- Fractionnement de l'ossature - montants de longueur comprise entre 3 et 6m

• Figures pose sur COB

- Coupe horizontale sur COB

- Coupe verticale sur COB

- Recoupement du pare-pluie tous les 6m

- Pose sur COB – Dispositions particulières du traitement des baies.

Les dispositions particulières pour chaque procédé sont à illustrer : dispositions en zones exposées aux chocs, avec des éléments de remplacement, les angles rentrant et sortant sur COB, dispositions en zones sismiques…

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.

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.

Liste de chantiers références

Cette liste doit désigner clairement et sans équivoque tous les ouvrages en rapport avec le domaine revendiqué, leur destination, leur quantitatif, leur localisation en vue d'examen éventuel, l'époque de leur construction, l'identité des acteurs.

Lorsque les références se situent en dehors du territoire revendiqué, la liste doit préciser le contexte local susceptible d'éclairer l'instruction.

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