

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

CONCEPTION, FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE DE FAÇADES RIDEAUX MIXTES BOIS-ALUMINIUM

MARS 2021

● NEUF ● RÉNOVATION



AVANT-PROPOS

Programme PACTE

Le Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique a pour objectif d'accompagner la montée en compétences des professionnels du bâtiment dans le champ de l'efficacité énergétique dans le but d'améliorer la qualité dans la construction et les travaux de rénovation.

Financé par les Pouvoirs publics, le programme PACTE s'attache depuis 2015 à favoriser le développement de la connaissance, la mise à disposition de référentiels techniques et d'outils pratiques modernes adaptés aux pratiques des professionnels et, à soutenir les territoires dans toutes leurs initiatives dans ce champ.

Les actions menées s'inscrivent dans la continuité des travaux de modernisation des Règles de l'art initiés dans le cadre du programme RAGE.

Les Recommandations Professionnelles RAGE

Les Recommandations Professionnelles RAGE sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU.

Ces nouveaux textes de référence sont reconnus par les assureurs dès leur approbation.

Retrouvez gratuitement la collection sur www.programmepacte.fr

UNE COLLECTION
UNIQUE



SOMMAIRE

01 • Domaine d'application	4
02 • Définitions	7
03 • Références normatives et réglementaires	11
04 • Choix des matériaux et produits	19
05 • Conception	36
06 • Dimensionnement et justifications multicritères, évaluations des performances	62
07 • Fabrication, approvisionnement stockage	85
08 • Mise en œuvre	89
09 • Entretien et maintenance	97
ANNEXE A • Méthode de validation expérimentale du dimensionnement de l'épaisseur du fond de la feuillure	103
ANNEXE B • Détermination des sollicitations (vent et séisme) à prendre en compte pour le dimensionnement des façades	107
ANNEXE C • Exemple de dimensionnement des éléments d'ossature en situation normale (hors séisme) ...	126
ANNEXE D • Exemple de justification au séisme des façades ...	132
ANNEXE E • Protocole d'essais Air, Eau et Vent suivant la norme NF EN 13830	138
ANNEXE F • Méthode de calcul thermo-optique des façades rideaux mixte bois-aluminium	142
• Table des matières	148
• Table des tableaux	153
• Table des figures	155



VERSION	DATE DE LA PUBLICATION	MODIFICATIONS
INITIALE	MARS 2021	



Ces présentes Recommandations Professionnelles ont pour objectif de définir les spécifications de conception, de fabrication et de mise en œuvre, sur ossature primaire (béton, charpente métallique, bois) neuve ou existante, de façades légères mixtes bois-aluminium verticales dont l'ossature secondaire est en bois reconstitué BLC ou BMR conforme à la norme NF EN 14080 et dont la hauteur maximale est limitée à 6 m limité au RDC (Façade de type I) ou à 9 m (Façade de type II) sans pouvoir aller au-delà du niveau R + 1.

Les profilés bois (BLC ou BMR) de l'ossature secondaire sont fabriqués à partir des essences de bois de résineux citées dans la norme NF EN 14080.

Toutefois en l'absence d'une norme spécifique pour les bois de feuillus, l'utilisation de profilés BLC fabriqués à partir de chêne (rouvre et pédonculé) est possible comme le prévoit la norme NF EN 14080 sous réserve que ces bois lamellés-collés fassent l'objet d'une évaluation spécifique basée sur les exigences de la dite norme assortie d'une surveillance du système de contrôle de production en usine mis en place par le fabricant par un organisme certificateur, équivalent au niveau 1 du système d'attestation de conformité du marquage CE pour s'assurer de la constance des performances des produits. A titre d'exemple, un agrément technique européen, ou une « Zulassung » (AMM) délivrée par le DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik), ou les conventions de contrôle individuelle développées par FCBA, peuvent permettre de répondre à ces exigences.

Les présentes Recommandations Professionnelles s'appliquent aux façades dont l'ossature secondaire bois constitue la feuillure et comporte donc des parties bois apparentes (Façade de type I) et aux façades dont la feuillure (métallique et/ou en profilé élastomère) est entièrement rapportée sur la structure secondaire (Façade de type II).

Figure 1 – Principe constructif de type I

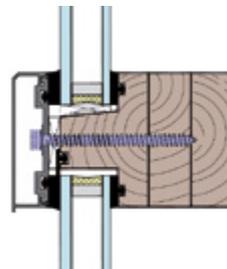
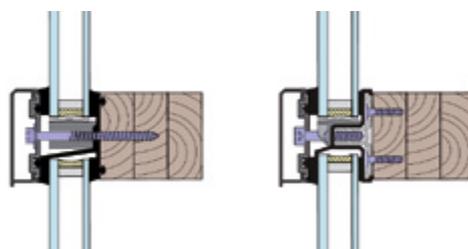


Figure 2 – Principes constructifs de type II



Les présentes Recommandations Professionnelles ne couvrent pas le cas de la mise en œuvre des « systèmes de feuillures rapportées » (Façade de type II) directement sur la structure primaire du bâtiment. En aucun cas l'ossature primaire en bois du bâtiment, ne peut servir d'ossature secondaire de la façade légère.

Ces façades légères participent au clos et couvert du bâtiment et assurent la fonction de murs extérieurs mais sans contribuer à la stabilité de celui-ci.

Ces façades sont destinées à la réalisation de l'enveloppe de bâtiments d'usage courant (Bâtiments d'habitation, locaux d'activités, établissements recevant du public) et de locaux à faible ou moyenne hygrométrie.

NOTE

L'hygrométrie des locaux est définie dans l'annexe B du DTU 31.2 P1-1 par le rapport W/n où W représente la quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur d'un local par heure (g/h) et n le taux horaire de renouvellement d'air (m^3/h).

Pour les locaux à faible hygrométrie : $W/n \leq 2,5 \text{ g/m}^3$

En règle générale, cela correspond aux :

- immeubles de bureaux non conditionnés, externats scolaires, logements équipés de ventilations mécaniques contrôlées et de systèmes propres à évacuer les pointes de production de vapeur d'eau dès qu'elles se produisent (hottes...);*
- bâtiments industriels à usage de stockage, ateliers mécaniques, sans production de vapeur d'eau ;*
- locaux sportifs sans public (sauf piscines ou patinoires).*

Pour les locaux à hygrométrie moyenne : $2,5 \text{ g/m}^3 < W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$.

Bâtiments d'habitation, y compris les cuisines et salles d'eau, correctement chauffés et ventilés sans sur-occupation.

Les présentes Recommandations Professionnelles s'appliquent aux façades évaluées conformément à la norme NF EN 13830 suivantes :

- façades rideaux de type grilles, et façades panneaux ;
- façades délimitant une ambiance extérieure et intérieure ;
- façades dont les remplissages sont maintenus par des profilés serreurs filants métalliques sur leurs 4 côtés ;
- façades planes dont l'inclinaison par rapport au plan vertical est au maximum de 15° vers l'extérieur ou vers l'intérieur avec un drainage indirect et seulement vers l'extérieur avec un drainage direct ;
- façades dont les feuillures des remplissages sont métalliques et/ou en caoutchouc ou en thermoplastique et/ou en bois.

Les présentes Recommandations Professionnelles visent uniquement les façades dont les montants sont verticaux, et les traverses horizontales exceptées les traverses basses et hautes qui pourront être inclinées dans le plan de la façade, avec une limite de 15° maximum par rapport à l'horizontale pour les traverses basses.

Les présentes Recommandations Professionnelles sont applicables dans toutes les zones climatiques ou naturelles de la France métropolitaine.

Dans la suite du document le terme « façade verticale » et plus généralement « façade » désignera les parois verticales et les parois inclinées tant vers l'extérieur que vers l'intérieur dont l'axe est situé entre 0° et 15° par rapport à la verticale, excepté si une distinction est rendue nécessaire.

Les présentes Recommandations Professionnelles ne s'appliquent pas :

- aux façades dont l'ossature secondaire est en bois massif ou en bois massif aboutés au sens de la NF EN 15497 (BMA) ;
- façades cadres ;

- aux façades soumises au respect de la règle du C + D ;
- aux façades dont les remplissages sont conçus avec la technique du vitrage extérieur collé VEC ;
- aux façades dont les remplissages sont tenus par des clameaux ;
- aux façades avec des vitrages extérieurs attachés (VEA) ;
- aux façades multi-parois ;
- aux façades équipées de remplissage organique ;
- aux locaux à forte et très forte hygrométrie (par exemple piscines, locaux à forte concentration humaine, locaux médiocrement ventilés).

Enfin les présentes Recommandations Professionnelles ne couvrent pas les Façades Ossature Bois non porteuse (F.O.B.) objet des Recommandations Professionnelles RAGE FAÇADES OSSATURE BOIS NON PORTEUSES et du NF DTU 31.4.

NOTE

Les Façades Ossature Bois non porteuse font l'objet du nouveau NF DTU 31.4 paru mai 2020.



Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

■ **Ancrages**

Éléments scellés, soudés ou insérés lors du coulage dans la structure principale de la construction (ossature primaire), destinés à assurer la liaison des attaches de la façade au gros œuvre

■ **Attache**

Accessoire tel qu'une patte métallique, destiné à joindre la façade à la structure principale de la construction (ossature primaire) lié à celle-ci par chevilles ou ancrages.

■ **Baie**

Ouverture pratiquée ou réservée dans un mur, limitée par des plans généralement perpendiculaires aux plans du mur.

■ **Bois lamellé-collé (BLC)**

Élément de structure constitué d'au moins deux lamelles de bois essentiellement parallèles qui peuvent comporter une ou deux planches côte à côte et ayant une épaisseur finie comprise entre 6 mm et 45 mm (inclus)

■ **Bois massif reconstitué (BMR)**

Élément en bois de structure ayant des dimensions de section transversale ne dépassant pas 280 mm constitué de deux à cinq lamelles essentiellement parallèles collées ayant la même classe de résistance ou le même profil de résistance spécifique au fabricant et une épaisseur de lamelle finie supérieure à 45 mm et inférieure ou égale à 85 mm.

■ **Bois massif (ou carrelet) lamellé collé et/ou abouté (LC/LCA)**

Élément formé par le collage d'au moins 2 lamelles de bois massif d'au moins 7 mm d'épaisseur, éventuellement aboutées dans le sens de la longueur.

■ **Calfeutrements**

Les calfeutrements sont des dispositifs pouvant assurer la continuité d'étanchéité à l'air, à l'eau, d'isolement au feu, thermique ou acoustique etc...

■ **Charge de vent caractéristique ou pression de vent caractéristique**

Pression ou dépression de vent sur une façade destinée à un bâtiment défini correspondant au vent normal ou à la charge limite de service et calculée selon les règles en vigueur

■ **Classe d'emploi**

Situation d'exposition à l'environnement, qui peut rendre le bois ou le matériau à base de bois dégradable par des agents biologiques. Les classes d'emploi sont définies dans la norme NF EN 335.

■ **Classe de service**

Classe caractérisée par une humidité dans les matériaux correspondant aux conditions climatiques afin d'affecter les valeurs de résistance et de calculer

les déformations, définies au §2.3.1.3 de l'EN 1995-1-1, complété par l'annexe nationale française (NF EN 1995-1-1/NA – clause 2.3.1.3.

■ Couvertine

Élément de tôlerie assurant la protection de l'étanchéité de la partie supérieure de la façade rideau et de l'acrotère contre les agents climatiques.

■ Couvre-joint serreur ou Serreur

Profilé destiné à réaliser d'une part le maintien mécanique par serrage d'un ou de deux remplissages contigus, et d'assurer d'autre part une performance d'étanchéité par les garnitures d'étanchéité qui lui sont associées. La fixation de ce profilé sur les montants ou les traverses d'ossature secondaire s'effectue généralement par vissage.

■ Dispositifs de liaison

Ensemble des éléments contribuant à assurer la fixation de l'ossature secondaire de la façade à la structure du bâtiment (ossature primaire), généralement constitués :

- de l'attache ou « patte de fixation », le plus souvent réalisée par pliage, emboutissage, moulage, débitage dans un profilé ;
- de(s) ancrage(s) de cette attache, liés directement au gros œuvre, tels que rails, inserts, chevilles ;
- des fixations entre l'attache et l'ossature secondaire et entre l'attache et les ancrages, telles que vis, boulons.

Il existe deux grandes familles de dispositifs de liaison, les fixes et ceux présentant un ou des degrés de liberté en déplacement ou rotation, par exemple en vue de permettre la dilatation différentielle.

■ Drainage

Disposition permettant de recueillir puis d'évacuer des éventuelles eaux d'infiltration ou des eaux de condensation.

On distingue donc deux types de drainage :

- les « drainages fonctionnels » qui permettent l'évacuation vers l'extérieur de l'eau de pluie qui, par conception, peut pénétrer à l'intérieur d'un volume d'air de la façade (par exemple, drainage devant le joint central d'une fenêtre battante, drainage de la partie extérieure du seuil d'une fenêtre coulissante, drainage de la lame d'air qui se trouve derrière une paroi extérieure à joints ouverts) ;
- les « drainages d'infiltrations accidentelles » qui permettent l'évacuation vers l'extérieur de l'eau qui pénétrerait accidentellement dans le volume, par exemple, lors de la défaillance d'une garniture d'étanchéité.

■ Façade grille

Façade légère constituée de montants et de traverses assemblés sur site, formant l'ossature secondaire et dont les remplissages sont généralement maintenus par des serreurs.

NOTE

Il arrive parfois qu'une trame sur deux soit préfabriquée en atelier (éventuellement équipée de tout ou partie de ses remplissages), on parle alors d'échelle. La façade résulte alors de l'assemblage d'échelles et de traverses.

■ Façade panneau

Façade légère insérée entièrement entre les planchers par opposition à la façade rideau qui passe devant les planchers.

■ Façade rideau

Façade légère, située entièrement en avant des nez de planchers et assure entre autre et à elle seule sur toute sa surface l'étanchéité à l'air et à l'eau.

Plus généralement et selon la définition de la norme NF EN 13830, il s'agit d'un « Ensemble composé généralement d'éléments d'ossature verticaux et horizontaux, assemblés et ancrés à la structure du bâtiment, et comportant des remplissages de sorte à constituer une enveloppe continue et légère qui assure à elle seule ou en conjonction avec la construction, toutes les fonctions normales d'un mur extérieur, mais ne contribue en aucune façon à la stabilité de la structure du bâtiment ».

■ **Feuillure**

Partie d'un châssis, bâti ou cadre dans lequel un vitrage est fixé de façon continue

Elle se compose :

- du fond de feuillure ;
- de la contre-feuillure : pan fixe de la feuillure parallèle au plan du vitrage ;
- du profilé serreur ;
- des jeux latéraux.

■ **Joint**

Volume libre existant entre deux éléments de construction de même nature ou non pour absorber des différences de mouvement ou de comportement

■ **Joint intégral**

Profilé d'étanchéité en matière synthétique réalisant à lui seul le calfeutrement et le drainage des deux feuillures des remplissages d'une traverse ou d'un montant.

■ **Joint de dilatation**

Les joints de dilatation sont les joints découpant une construction en plusieurs parties indépendantes pour parer aux effets des retraits et dilatations thermiques, ou aux effets de mouvement différentiels (séisme par exemple).

■ **Lame d'air**

Espace d'air continu entre deux parois dont les faces en regard sont sensiblement parallèles.

■ **Lames d'air ventilées**

Lame d'air mise en communication avec une ambiance externe à celle-ci (généralement extérieure).

■ **Lisse**

Élément horizontal. Ce terme cité dans le décret n° 47-1592 du 23 août 1947 — article 13 peut désigner une traverse de façade rideau.

■ **Membrane**

Peut désigner divers types de matériaux continus, minces ou filmogènes à caractère souple, mais en général étanches, membrane d'étanchéité, membrane géotextile, film pare-vapeur.

■ **Montant**

Parfois appelé « aiguille » ou « épine », élément vertical constitutif de l'ossature secondaire.

■ **Nœud noir**

Ou nœud mort sur la surface considérée, nœud dont la couche externe adhère au bois environnant sur une étendue inférieure à $\frac{1}{4}$ du périmètre de la section du nœud (NF EN 844-9).

■ **Ossature primaire**

Structure porteuse du bâtiment constituée de béton et/ou charpente (acier ou bois) et assurant la stabilité de ce dernier.

■ **Ossature secondaire**

Nom donné à la structure de la façade rideau formant généralement une grille composée de montants et traverses, directement fixée sur la structure

du bâtiment (ossature primaire) et recevant les remplissages au sens large (vitrages, panneaux opaques, cadres fixes, ou ouvrants, ...).

■ **Ouvrant de service ou de maintenance**

Ouvrant dont l'utilisation est réservée au personnel habilité.

■ **Ouvrant de confort**

Ouvrant dont l'utilisation est en permanence accessible aux occupants du bâtiment.

■ **Pare-vapeur**

Feuille ou membrane étanche à la vapeur d'eau : film de PVC, polyéthylène, polyester, papier plomb, papier goudronné, feuille d'aluminium, etc.

■ **Perméance**

Expression de la quantité de vapeur d'eau qui peut traverser une unité de surface d'une paroi en une unité de temps pour une différence de pression partielle de vapeur entre les deux ambiances séparées par cette paroi.

■ **Pont thermique**

Zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une moindre résistance thermique.

Une coupure thermique ou une rupture de pont thermique désignent un composant de faible conductivité thermique destiné à réduire les effets néfastes des ponts thermiques.

■ **Pré laquage**

Peinture appliquée sur les tôles ou les pièces métalliques avant usinage et mise en forme

■ **Profilé**

Composant longiforme à section constante obtenu par étirage, par laminage ou par extrusion à travers une filière pour les profilés métalliques et par usinage ou profilage pour les profilés bois.

■ **Remplissage**

Terme général désignant l'élément pris en feuillure qu'il soit transparent (produit verrier) ou qu'il soit opaque.



3.1 DTU et normes relatives au présent Document

NF DTU 31.1 : Travaux de bâtiment – Charpente en bois

- NF DTU 31.1 P1-1** Travaux de bâtiment – Charpente en bois – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types
- NF DTU 31.1 P1-2** Travaux de bâtiment – Charpente en bois – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
- NF DTU 31.1 P2** Travaux de bâtiment – Charpente en bois – Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types

NF DTU 33.1 : Travaux de bâtiment – Façades rideaux

- NF DTU 33.1 P1-1** Travaux de bâtiment – Façades rideaux – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types.
- NF DTU 33.1 P1-2** Travaux de bâtiment – Façades rideaux – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
- NF DTU 33.1 P2** Travaux de bâtiment – Façades rideaux – Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types.

NF DTU 36.5 : Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures

- NF DTU 36.5 P1-1** Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et des portes extérieures – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques types.
- NF DTU 36.5 P1-2** Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et des portes extérieures – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
- NF DTU 36.5 P2** Travaux de bâtiment – Mise en œuvre des fenêtres et des portes extérieures – Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales types.
- FD DTU 36.5 P3** Mémento de choix en fonction de l'exposition

NF DTU 39 : Travaux de bâtiment – Travaux de vitrerie-miroiterie

- NF DTU 39 P1-1** Travaux de bâtiment Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques.
- NF DTU 39 P1-2** Travaux de bâtiment Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM).
- NF DTU 39 P2** Travaux de bâtiment – Marchés privés – Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (CCS).

- NF DTU 39 P3** Travaux de bâtiment – Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 3 : Mémento calculs des contraintes thermiques.
- NF DTU 39 P4** Travaux de bâtiment – Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 4 : Mémento calculs pour le dimensionnement des vitrages.
- NF DTU 39 P5** Travaux de bâtiment – Travaux de vitrerie-miroiterie – Partie 5 : Mémento sécurité.

NF DTU 44.1 : Travaux de bâtiment – Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics

- NF DTU 44.1 P1-1** Travaux de bâtiment – Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics – Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques.
- NF DTU 44.1 P1-2** Travaux de bâtiment – Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics – Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux.
- NF DTU 44.1 P2** Travaux de bâtiment – Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre de mastics – Partie 2 : Cahier des clauses administratives spéciales.

NF DTU 59.1 : Peinture – Travaux de peinture des bâtiments

- NF DTU 59.1 P1** Peinture – Travaux de peinture des bâtiments – Partie 1 : Cahier des clauses techniques.
- NF DTU 59.1 P2** Peinture – Travaux de peinture des bâtiments – Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.

Façades rideaux, Fenêtres

- NF P01-012** Dimensions des garde-corps – Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier.
- NF P01-013** Essais des garde-corps – Méthodes et critères
- NF P08-301** Ouvrages verticaux des constructions – Essais de résistance aux chocs – Corps de chocs – Principe et modalités générales des essais de choc (indice de classement : P08-301).
- P08-302** Murs extérieurs des bâtiments – Résistance aux chocs – Méthodes et critères (indice de classement : P08-302).
- NF EN 12152** Façades Rideaux – Perméabilité à l'air – Exigence de performance et classification (indice de classement : P28-101).
- NF EN 12153** Façades rideaux – Perméabilité à l'air – Méthode d'essai (indice de classement : P28-102).
- NF EN 12154** Façades rideaux – Étanchéité à l'eau – Exigence de performance et classification (indice de classement : P28-103).
- NF EN 12155** Façades rideaux – Détermination de l'étanchéité à l'eau – Essai de laboratoire sous pression statique (indice de classement : P28-104).
- NF EN 12179** Façades rideaux – Résistance à la pression du vent – Méthode d'essai (indice de classement : P28-114).
- NF EN 13051** Façade rideaux – étanchéité à l'eau – Essai sur site (indice de classement : P28-106).
- NF EN 13116** Façades rideaux – Résistance structurelle au vent – Prescriptions de performances (indice de classement : P28-108).

NF EN 13830	Façades rideaux – Norme de produit (indice de classement : P28-109).
NF EN 13947	Performances thermiques des façades légères – Calcul du coefficient de transmission thermique (indice de classement : P50-774).
NF EN 14019	Façades rideaux – Résistance au choc – Prescriptions de performances (indice de classement : P28-110).
NF EN 16758	Façades rideaux – Détermination de la résistance des assemblages – Méthode d’essai et exigences (indice de classement : P28-010).
NF EN 17146	Détermination de la résistance des supports de vitrage (panneaux de remplissage) – Méthode d’essai et exigences (indice de classement P28-012)
XP P20-650-1	Fenêtres, portes-fenêtres, châssis fixes et ensembles menuisés – Pose de vitrage minéral en atelier – Partie 1 : Spécifications communes à tous les matériaux (indice de classement P20-650-1).
XP P20-650-2	Fenêtres, portes-fenêtres, châssis fixes et ensembles menuisés – Pose de vitrage minéral en atelier – Partie 2 : exigences et méthodes d’essais spécifiques au bois (indice de classement P20-650-2).
NF P23-305+A1	Menuiseries en bois – Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés en bois (indice de classement : P23-305).
NF P23-309	Menuiseries mixtes bois-aluminium – Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensembles menuisés (indice de classement : P23-309).
NF P24-351	Menuiserie métallique – Fenêtres, façades rideaux, semi-rideaux, panneaux à ossature métallique – Protection contre la corrosion et préservation des états de surface.
XP P28-003	DTU 33.2 – Travaux de bâtiment – Tolérances dimensionnelles du gros-œuvre destiné à recevoir des façades rideaux, semi-rideaux ou panneaux – Tolérances dimensionnelles en construction neuve.
NF EN 1670	Quincaillerie pour le bâtiment – Résistance à la corrosion – Exigences et méthodes d’essai.

Acoustiques

NF EN ISO 717-1	Acoustique – évaluation de l’isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 1 : Isolement aux bruits aériens (indice de classement : S31-032-1).
NF EN ISO 10140-2	Acoustique – Mesurage en laboratoire de l’isolation acoustique des éléments de construction – Partie 2 : Mesurage de l’isolation au bruit aérien (indice de classement : S31-049-2).
NF EN ISO 16283-1	Acoustique – Mesurage in situ de l’isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction – Partie 1 : isolation des bruits aériens (indice de classement S31-283-1).
NF EN ISO 16283-3	Acoustique – Mesurage in situ de l’isolation acoustique des bâtiments et des éléments de construction – Partie 3 : isolation des bruits de façades (indice de classement S31-283-3).

- NF EN ISO 12354** Acoustique du bâtiment – Calcul des performances acoustiques des bâtiments à partir des performances des éléments – Partie 1 à 4 :
- Partie 1 : isolement acoustique aux bruits aériens entre des locaux (indice de classement S31-004-1)
- Partie 2 : isolement au bruit de choc entre locaux (indice de classement S31-004-2)
- Partie 3 : isolement aux bruits aériens venus de l'extérieur (indice de classement S31-004-3)
- Partie 4 : transmission du bruit intérieur à l'extérieur (indice de classement S31-004-4)

Bois : référentiels produits

- NF B50-105-3** Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois – Bois et matériaux à base de bois traités avec un produit de préservation préventif – Partie 3 : spécifications de préservation des bois et matériaux à base de bois et attestation de traitement – Adaptation à la France Métropolitaine et aux DOM (indice de classement : B52-105-3).
- NF B52-001** Règles d'utilisation du bois dans la construction – Classement visuel pour l'emploi en structures des bois sciés résineux et feuillus (indice de classement : B52-001-1).
- NF EN 335** Durabilité des bois et matériaux à base de bois – classe d'emploi : définition, application au bois massif et aux matériaux à base de bois (indice de classement B50-100)
- NF EN 338** Bois de structure – Classes de résistance (indice de classement : P21-353).
- NF EN 350** Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois – Méthodes d'essai et de classification de la durabilité vis-à-vis des agents biologiques du bois et des matériaux dérivés du bois (indice de classement : B50-103).
- NF EN 460** Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois – Durabilité naturelle du bois massif – Guide d'exigences de durabilité du bois pour son utilisation selon les classes de risque (indice de classement : B50-104).
- NF EN 599-1+A1** Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois – Efficacité des produits préventifs de préservation du bois établie par des essais biologiques – Partie 1 : spécification par classe d'emploi (indice de classement : X40-100-1).
- NF EN 942** Bois dans les menuiseries – Exigences générales (indice de classement : B53-631)
- NF EN 13183-1** Teneur en humidité d'une pièce de bois scié – Partie 1 : détermination par la méthode par dessiccation (indice de classement : B53-611-1).
- NF EN 13183-2** Teneur en humidité d'une pièce de bois scié – Partie 2 : estimation par méthode électrique par résistance (indice de classement : B53-611-2).
- NF EN 13183-3** Teneur en humidité d'une pièce de bois scié – Partie 3 : estimation par méthode capacitive (indice de classement : B53-611-3).
- NF EN 13307-1** Ébauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structurels – Partie 1 : exigences (indice de classement : B53-635-1).

XP CEN/TS 13307-2	Ébauches et profilés semi-finis en bois lamellé-collés et assemblés par entures multiples pour usages non structurels – Partie 2 : contrôle de production (indice de classement : B53-635-2).
NF EN 13986+A1	Panneaux à base de bois destinés à la construction – Caractéristiques, évaluation de conformité et marquage (indice de classement : B54-25).
NF EN 14220	Bois et matériaux à base de bois dans les fenêtres extérieures, les vantaux de portes extérieures et les dormants de portes extérieures – Exigences et spécifications (indice de classement : B53-633).
NF EN 14080	Structures en bois – Bois lamellé collé et bois massif reconstitué – Exigences (indice de classement : P21-501).
NF EN 14081-1	Structures en bois – Bois de structure à section rectangulaire classé pour sa résistance – Partie 1 : exigences générale (indice de classement : P21-500-1).
NF EN 14081-2	Structures en bois – Bois de structure à section rectangulaire classé pour sa résistance – Partie 2 : classement mécanique par machine ; exigences supplémentaires concernant les essais de type (indice de classement : P21-500-2).
FD P20-651	Durabilité des éléments et ouvrages en bois (indice de classement : P20-651).

Normes diverses

NF EN 573	Aluminium et alliages d'aluminium – Composition chimique et forme des produits corroyés – Parties 1 à 5 (indice de classement : A02-120-1 à A02-120-5)
NF EN 927	Peintures et vernis – Produits de peinture et systèmes de peinture pour le bois en extérieur – Parties 1 à 3 et parties 5 et 6 (indices de classement T34-201-1, -2, -3, -5 et -6)
NF EN 10025	Produits laminés à chaud en aciers de construction – Partie 1 et 2 (indice de classement E25-802-1 et E25-802-2)
NF EN 10088	Aciers inoxydables (indice de classement : A35-572)
NF EN 13561	Stores extérieurs – Exigences de performance, y compris la sécurité (indice de classement : P25-511).
NF EN 14592+A1	Structures en bois – Éléments de fixation de type tige – Exigences (indice de classement : P21-402)
NF EN 15048	Boulonnerie de construction métallique non précontrainte (indice de classement E25-802)
NF EN ISO 11600+A1	Construction immobilière – Produits pour joints – Classification et exigences pour les mastics (indice de classement P85-305).
NF EN 12365	Quincaillerie pour le bâtiment – Profilés d'étanchéité de vitrage et entre ouvrant et dormant pour portes, fenêtres, fermetures et façades rideaux, Parties 1 à 4. (indice de classement P26-327-1 à 4).

3.2 Références normatives des règles de calculs

Eurocodes structureaux – Bases de calcul des structures

NF EN 1990	Eurocodes structureaux – Bases de calcul des structures (indice de classement : P06-100-1).
-------------------	---

- NF EN 1990/A1** Eurocode – Bases de calcul des structures – Amendement A1 (indice de classement : P06-100-1/A1)
- NF EN 1990/NA** Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990 (indice de classement : P06-100-1/NA)
- NF EN 1990/A1/NA** Eurocode – Bases de calcul des structures – Annexe nationale à la NF EN 1990/A1 (indice de classement : P06-100-1/A1/NA)

Eurocode 1 – Actions sur les structures

- NF EN 1991-1-1** Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : Actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments (indice de classement : P06-111-1)
- NF EN 1991-1-4** Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Charges de vent (indice de classement : P06-114-1).
- NF EN 1991-1-4/NA** Eurocode 1 : Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent – Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4:2005 – Actions générales – Charges de vent (indice de classement : P06-114-1/NA).

Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois

- NF EN 1995-1-1** Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-1 : Généralités – Règles communes et règles pour les bâtiments (indice de classement : P21-711-1).
- NF EN 1995-1-1/NA** Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-1 : Généralités – Règles communes et règles pour les bâtiments – Annexe nationale à la NF EN 1995-1-1:2008 – Généralités – Règles communes et règles pour les bâtiments (indice de classement : P21-711-1/NA).
- NF EN 1995-1-2** Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-2 : Généralités – Calcul des structures au feu (indice de classement : P21-712-1).
- NF EN 1995-1-2/NA** Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois – Partie 1-2 : Généralités – Calcul des structures au feu – Annexe nationale à la NF EN 1995-1-2:2005 – Généralités – Calcul des structures au feu (indice de classement : P21-712-1/NA).

Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes

- NF EN 1998-1+A1** Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales actions sismiques et règles pour les bâtiments (indice de classement : P06-030-1).
- NF EN 1998-1/NA** Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : règles générales actions sismiques et règles pour les bâtiments – Annexe nationale à la NF EN 1998-1:2005 – Règles générales actions sismiques et règles pour les bâtiments (indice de classement : P06-030-1/NA).

Calcul thermique, coefficients de facteur solaire et de transmission lumineuse

- NF EN ISO 12631** Performance thermique des façades-rideaux – Calcul du coefficient de transmission thermique (Indice de classement : P50-774).

- NF EN ISO 10077-2** Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 2 : méthode numérique pour les encadrements (Indice de classement : P50-737-2).
- XP P50-777** Performances thermiques des bâtiments – Parois vitrées associées ou non à des protections mobiles – Détermination du facteur de transmission solaire et lumineuse (Indice de classement : P50-777).

3.3 Réglementation thermique

RT 2012 (bâtiments neufs)

Arrêté du 26 octobre 2010 modifié par les arrêtés des 11 et 19 décembre 2014, du 25 juillet 2016 et du 21 décembre 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions.

RT existant globale

Arrêté du 8 juin 2008, relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants modifié par le N° 2011-2054 du 29 décembre 2011 art. 6.

RT Existant par éléments

Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance des bâtiments existants, modifié par l'arrêté du 22 mars 2017.

3.4 Réglementation acoustique

Caractéristiques acoustiques

Arrêté du 30 Juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.

Arrêté du 25 Avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements de santé.

Arrêté du 25 Avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignements.

Arrêté du 25 Avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les hôtels.

Modalités d'application

Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux modalités d'application de la réglementation acoustique.

Circulaire du 25 avril 2003 relative à l'application de la réglementation acoustique des bâtiments autres que d'habitation.

3.5 Réglementation incendie

Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement.

Arrêté du 22 mars 2004, modifié par l'arrêté du 14 mars 2011 relatif à la résistance au feu des produits, élément de construction et d'ouvrage renvoyant aux normes EN 13501-2 et EN 1364-3, EN 1364-34.

Etablissement recevant du public (ERP)

Arrêté du 23 mars 1965 portant approbation du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public (ERP).

Arrêté du 25 Juin 1980 portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité incendie et de panique dans les établissements recevant du public.

Arrêté du 24 mai 2010 portant approbation de diverses dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public.

Etablissements industriels et commerciaux

Code du Travail articles R.4216-1 et suivants relatifs aux dispositions concernant la prévention et la protection contre les incendies.

Code du Travail et articles R4227-1 et suivants relatifs aux dispositions concernant la prévention et la protection contre les incendies sur les lieux de travail.

Bâtiments d'habitations

Arrêté du 10 septembre 1970 protection des bâtiments d'habitation contre l'incendie.

Circulaire du 13 décembre 1982 relative à la sécurité des personnes en cas de travaux de réhabilitation ou d'amélioration des bâtiments d'habitation existants.

Arrêté du 31 Janvier 1986, relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation et ses modifications, notamment le Décret n° 2019-461 du 16 mai 2019 relatif aux travaux de modification des immeubles de moyenne hauteur complété par l'Arrêté du 7 août 2019 relatif aux travaux de modification des immeubles de moyenne hauteur et précisant les solutions constructives acceptables pour les rénovations de façade.

NOTE

Ces textes réglementaires sont, applicables aux travaux dont la déclaration préalable ou la demande de permis de construire, le cas échéant, est déposée à partir du 1^{er} janvier 2020

3.6 Autres textes réglementaires

Arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Arrêté du 25 octobre 2012 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Arrêté du 30 décembre 2020 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.



4.1 Élément en bois ou à base de bois

4.1.1 Ossature secondaire bois

< GÉNÉRALITÉS

Bien que les façades objet du présent document ne participent pas à la stabilité globale du bâtiment, les éléments en bois ou à base de bois entrant dans la composition de l'ossature secondaire de ces dernières doivent être conformes à la norme NF EN 14080.

Pour des problématiques de stabilité dimensionnelle notamment, l'usage de bois massif et de bois massif abouté au sens de la NF EN 15497 n'est pas couvert par le présent document.

Comme le précise le paragraphe A.4.1 de NF DTU 31.1 P1-2, il n'y a pas de possibilités de reclassement selon la résistance des BMR ni des BLC. En conséquence, il convient de ne pas :

- refendre les bois ;
- raboter de plus de 5 mm pour des dimensions inférieures ou égales à 100 mm, ou à 10 mm pour des dimensions supérieures à 100 mm.

< BOIS MASSIFS RECONSTITUÉS (BMR) ET BOIS LAMELLÉ-COLLÉ (BLC)

Les BMR et les BLC doivent être conformes à la NF EN 14080.

Classe de résistance mécanique

La classe de résistance mécanique des BMR doit être définie en référence à NF EN 14080 avec au minimum une classe de résistance C20.

La classe de résistance mécanique des BLC doit être définie par référence à NF EN 14080 avec un minimum GL24h.

Le tableau ci-dessous présente un exemple de critères de classement visuel, extrait de la norme NF B52-001-1 :

Tableau 1 – Exemple des critères de classement visuel et correspondance avec la classe de résistance pour le sapin-épicéa (extrait du tableau 8 de la norme NF B52-001-1)

CRITERES		CLASSES VISUELLE CLASSE DE RESISTANCE		
		ST-I C30	ST-II C24	
Largeur des cernes d'accroissement		≤ 6 mm	≤ 8 mm	
Section (mm ²)		≤ 20 000	≤ 20 000	> 20 000
Diamètre des nœuds	Sur la face ⁽¹⁾	∅ ≤ 30 mm et ∅ ≤ 1/6 de l	∅ ≤ 50 mm et ∅ ≤ 1/2 de l	
	Sur la rive ⁽²⁾	∅ ≤ 2/3 de e et ∅ ≤ 40 mm	∅ ≤ 2/3 de e et ∅ ≤ 40 mm	∅ ≤ 2/3 de e et ∅ ≤ 80 mm
Fentes ^{(3) (4)}	Traversantes	Longueur ≤ deux fois la largeur de la pièce		
	Non traversantes	Longueur ≤ la moitié de la longueur de la pièce		
Grosse poche de résine		Non admise	Admise si < 80 mm	
Entre-écorce		Non admise		
Pente de fil (en traction)	Locale	1:10 (10 %)	1:4 (25 %)	
	Générale	1:14 (7 %)	1:6 (17 %)	
Flaches	Longueur	Non admise	< 1/3 de la longueur de la pièce et < 100 cm	
	Largeur	Non admise	< 1/3 de l'épaisseur de rive	
Altérations biologiques	Bleu	Admis		
	Perforations liées au gui	Exclues		
	Piqûres noires	Admises si elles apparaissent sur une seule face		
	Echauffure	Non admise		
Déformation maximale en mm pour une longueur de 2 m	Flèche de face	< 10 mm		
	Flèche de rive	< 8 mm		
	Gauchissement	1 mm/25 mm large		
Tuilage		Pas de restrictions		

⁽¹⁾ l : largeur de la pièce.
⁽²⁾ e : épaisseur de la rive.
⁽³⁾ La longueur des fentes est liée à la teneur en humidité, pour cette raison les limites indiquées ne sont applicables qu'au moment du classement.
⁽⁴⁾ Pour les pièces classées « humide » et les fortes sections le critère « fente » est difficilement prédictible

Écarts admissibles

Les écarts admissibles et les tolérances sont définis par la NF EN 14080.

Tableau 2 – Écarts admissibles sur les dimensions des BLC

Dimensions nominales pour		Écarts maximaux Pour éléments droits
Largeur de section transversale	Pour toutes les largeurs	± 2 mm
Hauteur de sections transversale	h ≤ 400 mm	+ 4 mm à - 2 mm
	h > 400 mm	+ 1 % à -0.5 %
Écart maximal des angles de la section transversale par rapport à l'angle droit		1:50
Longueur d'un élément droit ou longueur développée d'un élément courbe	l ≤ 2 m	± 2 mm
	2 m ≤ l ≤ 20 m	± 0.1 %
	L > 20 m	± 20 mm
Voilement longitudinal mesuré comme la déformation maximale sur une longueur de 2 000 mm, en tenant pas compte de la courbure initiale		4 mm

Tableau 3 – Ecart admissible sur les dimensions des BMR

Dimensions nominales		Ecart maximum
Epaisseurs et largeurs	$h \leq 100$ mm	± 1 mm
	$h > 100$ mm	± 1.5 mm
Ecart maximal des angles de la section transversale par rapport à l'angle droit		1:50
Longueur	$l \leq 10$ m	± 3 mm
	$l > 10$ m	± 5 mm

Classes d'aspect

Ces classes de qualité visuelle sont destinées à afficher une différenciation d'aspect pour le BLC et le BMR en fonction des utilisations qui en seront faites, ou des choix architecturaux.

Les niveaux de finition attendus pour les profilés d'ossatures secondaires sont à minima :

- *industriel visible* (I.V.) : les éléments sont apparents mais ne sont pas à l'intérieur d'un bâtiment comme une habitation, un bureau, ... ;
- *menuiserie* (M.E.N.) : les éléments sont apparents et à l'intérieur d'un bâtiment, ils doivent être esthétiquement irréprochables.

Pour le niveau *industriel visible* (I.V.), la qualité esthétique du bois est celle correspondant aux classes de résistance déterminées par la méthode visuelle définies dans la norme NF B 52 001 mais limitant le diamètre des nœuds noirs à 15 mm, en excluant les nœuds tombants. Les traces d'usinage sont limitées et peu visibles, les désaffleurs de lamelles réparés par bouchonnage, les éclats en bout de poutre limités à 20 mm, les poches de résine supprimées. Le bleu et les traces de sangle ne sont pas autorisés.

Pour le niveau *menuiserie* (M.E.N.), la qualité esthétique du bois est celle correspondant systématiquement à la classe de résistance déterminée par la méthode visuelle ST I définie dans la norme NF B 52 001-1, les traces d'usinage et les désaffleurs de lamelles sont repris et réparés. Les éclats en bout de poutre, les nœuds noirs, poches de résine, bleu, et traces de sangle ne sont pas autorisés.

Sans spécifications particulières mentionnées dans les Documents Particuliers du Marché, les profilés des ossatures secondaires sont de classe M.E.N. (niveau menuiserie).

NOTE

Les bois dont la classe de résistance est déterminée en utilisant la méthode machine peuvent ne répondre aux critères liés de la méthode visuelle, par conséquent s'il y a des exigences particulières sur la qualité esthétique des profilés bois, celles-ci doivent être précisées dans les Documents Particuliers du Marché.

Humidité

Selon NF EN 14080, au moment de l'assemblage des BMR et BLC, la teneur en humidité de chaque planche doit être comprise entre 6 % et 15 %, les instructions du fabricant de l'adhésif devant être suivies. De plus, la teneur en humidité de deux planches ne doit pas varier de plus de 5 %.

4.1.2 Capots esthétiques en bois

Les capots d'habillage recouvrant les couvre-joints serreurs ne sont pas considérés comme des éléments structuraux. Ces éléments peuvent être en bois massif, ou en bois massif lamellé-collé et/ou abouté (LC/LCA).

Les carrelets lamellés-collés et/ou aboutés doivent répondre aux exigences et spécifications des normes NF EN 13307-1 et XP CEN/TS 13307-2 pour une classe de service 3.

Le fabricant des profilés semi-finis doit justifier de la mise en place dans son atelier de méthode d'évaluation à l'initial (ETI) et de contrôle de production (CPU) des performances des collages par lamellation et/ou aboutage par entures multiples.

NOTE

La certification « CTB-LCA », ou son équivalent, vaut la preuve de la conformité des collages des carrelets lamellés-collés et/ou aboutés aux exigences ci-dessus.

< CHOIX D'ASPECT

La présence de singularités dans le bois est un phénomène naturel dû à son hétérogénéité. Les bois utilisés doivent répondre aux exigences et spécifications des normes NF EN 942, NF EN 14220, NF EN 13307-1.

Pour des raisons de tenue mécanique, les singularités suivantes ne sont pas admises :

- nœuds d'un diamètre supérieur ou égal au quart de la partie visible de l'élément (face et rives) ;
- fentes traversantes ;
- attaque biologiques.

NOTE

Pour les bois risquant d'exsuder, un séchage à plus de 70 °C est recommandé.

< TENEUR EN HUMIDITÉ

La teneur en humidité mesurée en cours de fabrication et avant application de la finition doit être comprise entre 12 et 16 %.

Elle peut être réalisée en utilisant soit la méthode décrite en NF EN 13183-2 soit la méthode NF EN 13183-3.

NOTE

Il existe une troisième possibilité en utilisant la méthode définie dans la norme NF EN 13183-1 qui est plus précise mais qui est destructive.

< STABILITÉ DIMENSIONNELLE

Elle désigne les variations dimensionnelles du bois dans les directions radiale et tangentielle lorsque son humidité varie suite aux variations de l'air ambiant et/ou à l'exposition à l'eau liquide. La stabilité dimensionnelle des pièces en service dépend de l'essence de bois, des dimensions, de l'asymétrie du profilé, du mode de débit, de l'humidité du bois lors de son façonnage et du système de finition.

NOTE

Les fiches Tropix du CIRAD introduisent des appréciations générales, par essence, sur la description du fil du bois et de ses propriétés physiques et propose un classement de la stabilité en service.

L'utilisation d'essences de bois classées peu stables comme le hêtre n'est pas permise à l'extérieur.

Pour tenir compte du comportement hygroscopique et de l'anisotropie du bois, et améliorer la stabilité dimensionnelle, il est recommandé d'utiliser des modes de débit sur quartier ou faux-quartier pour les bois massifs ou d'utiliser des bois lamellé-collé et/ou abouté.

4.1.3 Durabilité des éléments en bois ou à base de bois

Les essences utilisables pour les ossatures secondaires et les capots bois objets du présent document doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée compatible avec les exigences de classes d'emploi définies respectivement aux paragraphes au §5.1.2, et §5.5.5.

< DURABILITÉ NATURELLE

La durabilité naturelle des bois purgés d'aubier est définie dans la norme NF EN 350.

Les aubiers doivent être considérés comme non durables (classe 5 de durabilité au sens de la NF EN 350 vis-à-vis des risques fongiques et sensible vis-à-vis des insectes xylophages et termites.

Pour les essences de bois non systématiquement purgées d'aubier (comme le pin sylvestre), ou à aubier indifférencié, un traitement de préservation est nécessaire, si une résistance vis-à-vis des agents de dégradation biologiques est requise. La compatibilité avec la classe d'emploi (vis-à-vis du risque fongique) est systématiquement requise ; la résistance aux insectes dépend des conditions décrites au §5.1.2 pour les ossatures bois et au §5.5.5 pour les capots bois.

La compatibilité entre la durabilité naturelle et la classe d'emploi déterminée est vérifiée en référence à la norme NF EN 460.

< DURABILITÉ CONFÉRÉE

Si la durabilité naturelle est insuffisante, et si les caractéristiques d'imprégnabilité le permettent, la durabilité est conférée par un traitement de préservation adapté à minima aux exigences décrites dans le paragraphe §5.1.2 pour les ossatures bois et le §5.5.5 pour les capots bois.

Les produits de traitement de préservation insecticide fongicide doivent être conformes à la norme NF EN 599-1 pour la classe d'emploi considérée.

NOTE

La certification CTB P+ apporte la preuve de la conformité à la norme NF EN 599-1.

Pour une classe d'emploi 3.2 en France métropolitaine, l'utilisation d'un produit CTB-P+ ou équivalent pour la classe d'emploi 3.1 est possible conformément à la norme NF P23-305.

Les bois à durabilité conférée doivent satisfaire aux spécifications minimales du traitement de préservation en fonction de la classe d'emploi et de l'imprégnabilité des essences définies dans la norme NF P23-305, basée sur la NF B50-105-3, énoncées ci-dessous :

Tableau 4 – Exigences de rétention en bois de fil pour les éléments bois (en France métropolitaine)

	bois et matériaux à base de bois imprégnables ⁽¹⁾	bois et matériaux à base de bois réfractaires ⁽²⁾
Classe d'emploi 2 Rétention en % de la valeur critique Vc pour la classe 2	50 % de la Vc dans la zone d'analyse de 3 mm	
Classe d'emploi 3.1 Rétention en % de la valeur critique Vc pour la classe 3.1	50 % de la Vc dans la zone d'analyse de 6 mm	50 % de la Vc dans la zone d'analyse de 3 mm
Classe d'emploi 3.2 Rétention en % de la valeur critique Vc pour la classe 3.1	100 % de la Vc dans la zone d'analyse de 6 mm	100 % de la Vc dans la zone d'analyse de 3 mm

⁽¹⁾ Aubier et/ou duramen de classe d'imprégnabilité de classe 1 selon norme NF EN 350

⁽²⁾ Pour les essences de classe durabilité 5 : application du traitement de préservation obligatoirement sur élément séparé et rétention de 100 % pour les classes d'emploi 3.1 et 3.2

Dans tous les cas, l'application d'un traitement de préservation sur des éléments en bois ou à base de bois non structuraux doit faire l'objet d'une vérification d'efficacité par essai réalisé selon la méthode décrite en annexe F de la norme NF P 23 305. L'objectif est de s'assurer que l'association du procédé d'application, du produit de traitement et de l'essence de bois permet d'atteindre effectivement la classe d'emploi visée.

Il convient de s'assurer que le produit de traitement est compatible avec les divers composants en contact avec les bois traités (colle, produits de finition, ...).

< CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES ESSENCES DE BOIS UTILISÉES

Les tableaux 5 et 6 ci-dessous donne la compatibilité des principales essences utilisées avec les classes d'emploi correspondantes respectivement pour les ossatures principales et pour les capots bois.

Tableau 5 – Caractéristiques des principales essences utilisées pour les ossatures secondaires

	Code selon la norme en 13556	Classe d'emploi couverte		Durabilité bois de cœur		Imprégnabilité selon NF EN 350 ⁽⁴⁾		Observations
		sans traitement (purgé d'aubier) ⁽¹⁾	avec traitement (aubier inclus) ⁽²⁾	aux insectes à larves xylophages	aux termites ⁽³⁾	duramen	aubier	
Résineux dont l'aubier est non systématiquement purgé								
Douglas (ou Pin d'Orégon) Pseudotsuga menziesii	PSMN	3.1	3.2	oui	non	4	3	⁽⁵⁾
Mélèze Larix decidua	LADC	3.1	3.2	oui	non	4	2v	
Pin sylvestre Pinus sylvestris	PNSY	3.1	3.2	oui	non	3-4	1	
Pin maritime Pinus pinaster	PNPN	3.1	3.2	oui	non	4	1	
Résineux à aubier indifférencié								
Epicéa Picea abies	PCAB	n.p.	3.1	non	non	3-4	3v	
Sapin Blanc Abies alba	ABAL	n.p.	3.1	non	non	2-3	2v	
Feuillus issus des zones tempérées usuellement purgés d'aubier								
Chêne (rouvre – et pédonculé) Quercus petraea Quercus robur	QCXE	3.2	3.2	oui	non	4	1	⁽⁵⁾ et sous conditions à valider pour un usage en ossature secondaire

⁽¹⁾ Aucune tolérance sur la présence d'aubier n'est admise
⁽²⁾ Des solutions éprouvées de traitement de préservation existent. Les finitions entretenues contribuent à la pérennité de l'efficacité du traitement du bois.
⁽³⁾ Les essences classées S ou M selon l'EN 350 sont considérées comme non résistantes. Un traitement anti-termite est nécessaire uniquement si les documents du marché le demandent
⁽⁴⁾ Classe d'imprégnabilité : 1 – imprégnable, 2 – moyennement imprégnable, 3 – peu imprégnable, 4 – non imprégnable
⁽⁵⁾ Pour cette essence à PH acide et/ou tannins, il convient d'utiliser des finitions et/ou éléments métalliques compatibles.

Tableau 6 – Caractéristiques des principales essences utilisées pour les capots bois

	Code selon la norme en 13556	Classe d'emploi couverte		Durabilité bois de cœur		Imprégnabilité selon NF EN 350 ⁽⁴⁾		stabilité	Observations
		sans traitement (purgé d'aubier) ⁽¹⁾	avec traitement (aubier inclus) ⁽²⁾	aux insectes à larves xylophages	aux termites ⁽³⁾	duramen	aubier		
Résineux dont l'aubier est non systématiquement purgé									
Douglas (ou Pin d'Orégon) Pseudotsuga menziesii	PSMN	3.1	3.2	oui	non	4	3	MS	⁽⁵⁾
Mélèze Larix decidua	LADC	3.1	3.2	oui	non	4	2v	MS	
Pin sylvestre Pinus sylvestris	PNSY	3.1	3.2	oui	non	3-4	1	MS	
Pin maritime Pinus pinaster	PNPV	3.1	3.2	oui	non	4	1	MS	
Résineux à aubier indifférencié									
Epicéa Picea abies	PCAB	n.p.	3.1	non	non	3-4	3v	MS	
Sapin Blanc Abies alba	ABAL	n.p.	3.1	non	non	2-3	2v	MS	
Feuillus issus des zones tempérées usuellement purgés d'aubier									
Chêne (rouvre – et pédonculé) Quercus petraea Quercus robur	QCXE	3.2	3.2	oui	non	4	1	MS	⁽⁵⁾ et sous conditions à valider pour un usage en ossature secondaire
Essences issues des zones à climat tropical usuellement purgés d'aubier									
Bossé CLAIR Guarea spp.	GRXX	3.2	3.2	oui	non	4	1	S	
Doussié Afzelia spp.	AFXF	3.2	3.2	oui	oui	4	2	S	
Moabi Baillonella toxisperma	BLTX	3.2	3.2	oui	oui	3-4	n/a	MS	
Sipo Entandrophragma utile	ENUT	3.2	3.2	oui	non	4	2	MS	
⁽¹⁾ Aucune tolérance sur la présence d'aubier n'est admise ⁽²⁾ Des solutions éprouvées de traitement de préservation existent. Les finitions entretenues contribuent à la pérennité de l'efficacité du traitement du bois. ⁽³⁾ Les essences classées S ou M selon l'EN 350 sont considérées comme non résistantes. Un traitement anti-termite est nécessaire uniquement si les documents du marché le demandent ⁽⁴⁾ Classe d'imprégnabilité : 1 – imprégnable, 2 – moyennement imprégnable, 3 – peu imprégnable, 4 – non imprégnable ⁽⁵⁾ Pour cette essence à PH acide et/ou tannins, il convient d'utiliser des finitions et/ou éléments métalliques compatibles.									

Ces tableaux ne sont pas exhaustifs et d'autres essences de bois peuvent aussi être choisies soit en référence au chapitre 8 du fascicule de documentation FD P 20-651 « Durabilité des éléments et ouvrages en bois » qui présente des solutions vis-à-vis des risques biologiques en terme de durabilité naturelle et conférée, en fonction de la classe d'emploi dans laquelle ils se situent et selon la longévité attendue de l'ouvrage, soit en référence à l'annexe A de la norme NF P 23 305.

4.1.4 Produits de finition pour éléments en bois

Les produits de peinture et systèmes de peintures doivent être classés selon la norme NF EN 927-1. Les systèmes de peinture doivent au minimum respecter les spécifications de performances définies, pour chacun des niveaux définis au §6.3 de la norme NF P 23-305 :

- au §6.3.2.4 de la norme NF P 23 305 pour les systèmes de niveau 1 à 3 ;
- dans la norme NF EN 927-2 pour le classement « stable » pour les système de finition de niveau 4 à 6.

Les niveaux de performance des systèmes de finition, sont déterminés après vieillissement naturel selon la norme NF EN 927-3, sur l'essence de référence de la famille. La durée des cycles de vieillissement suivant le niveau de performance est indiquée dans le tableau 7.

Tableau 7 – Durée des cycles de vieillissement

Type de système	Niveau	Vieillessement artificiel accéléré roue RDA ⁽¹⁾	Vieillessement naturel ⁽²⁾ NF EN 927-3
Transparent	1	1 semaine	2 mois
Transparent ou opaque	2	2 semaines	3 mois
Opaque	3	3 semaines	6 mois
Transparent ou opaque	4		12 mois
Transparent ou opaque	5		24 mois
Transparent ou opaque	6		36 mois

⁽¹⁾ pour les niveau 1 à 3 le vieillissement peut être réalisé soit un essai de vieillissement accéléré réalisé selon la méthode de l'annexe G de la NF P23 305, soit un essai de vieillissement naturel selon NF EN 927-3

⁽²⁾ pour les niveaux 4 à 6 il est possible de réaliser une pré-évaluation par vieillissement accéléré par essais selon la norme NF EN 927-6 (méthode QUV)

NOTE 1

Les essences de référence pour la famille des résineux traité ou non, et pour la famille des feuillus à grain grossier, définies dans le tableau 8 de la norme NF P 23-305, sont respectivement le pin sylvestre et le chêne.

NOTE 2

Les produits de finition pour application de type industriel sous certification FCBA ou sous Dossier Technique FCBA bénéficiant d'un classement tel que défini ci-dessus satisfont à cette exigence.

En complément les produits à fonction anti-bleuissement doivent être également conforme à la norme NF T34-202.

La valeur d'efficacité hydrofuge WPE d'un système de finition doit être exprimée selon le classement défini au paragraphe §6.3.2.3 de la norme NF P23 305.

NOTE

La valeur hydrofuge d'un système de finition mesurée sur une essence de bois, vaut pour toute les essences de bois.

Le système de finition doit être compatible avec l'éventuel traitement de préservation de l'essence de bois.

NOTE

Pour un usage en menuiseries extérieures, les systèmes de finition répondant au classement « stable » selon la norme NF EN 927-2 sont compatibles avec les produits de traitement de préservation de surface permettant de couvrir la classe d'emploi 3.2 au plus.

Le choix de couleurs sombres dont le coefficient d'absorption est supérieur à 70 % ($\alpha > 0.7$), est déconseillé, en raison des fortes variations dimensionnelles que peut engendrer une température excessive du bois.

Les éléments en bois devront avoir reçu un système de finition complet en atelier, et le menuisier devra indiquer le niveau de finition pour les différents éléments bois (ossature, capot, ...).

4.2 Couvre-joint serreur, capots, tôleries

4.2.1 Profilés et tôleries en aluminium

Les alliages d'aluminium, utilisés pour les profilés extrudés (en général la nuance EN AW-6060T5), les pièces moulées ou les tôleries (séries EN AW-1000, EN AW-3000 et EN AW-5000), sont caractérisés par une teneur en cuivre inférieure à 1 %, pour limiter les risques de corrosion et leurs compositions chimiques doivent être conforme à la norme NF EN 573-3.

Les tolérances dimensionnelles des profilés filés doivent satisfaire aux spécifications des normes NF EN 12020-1 et -2 et leurs caractéristiques mécaniques à celles à la norme NF EN 755-2.

NOTE

Pour la protection contre la corrosion, les prescriptions de la norme NF P24-351 s'appliquent.

Les caractéristiques mécaniques des tôles répondent aux exigences de la norme NF EN 485-2.

Les caractéristiques des tôles et bandes prélaquées sont conformes à la norme NF EN 1396.

4.2.2 Profilés et tôleries en Acier inoxydable

Les principales nuances d'acier inoxydable, selon NF EN 10088-2 et NF EN 10088-3, à utiliser conformément aux spécifications de la norme NF P 24-351 sont les suivantes :

- acier austénitique au chrome nickel X5CrNi18-10, correspondant à l'ancienne nuance Z7CN18-09 (désignation numérique DIN : 1.4301 / AISI : 304), ou X2CrNi19-11, correspondant à l'ancienne nuance Z3CN18-10 (désignation numérique DIN : 1.4306 / AISI : 304 L) ;
- acier austénitique au chrome nickel molybdène X2CrNiMo17-12-2, correspondant à l'ancienne nuance Z3 CND17-12-02 (désignation numérique DIN : 1.4404 / AISI : 316 L) ou X5CrNiMo17-12-2, correspondant à l'ancienne nuance Z7CND17-11-02 (désignation numérique DIN : 1.4401 / AISI : 316) ;
- acier ferritique X6Cr17, correspondant à l'ancienne nuance Z8C17 (désignation numérique DIN : 1.4016 / AISI : 430) ou X3CrTi17, correspondant à l'ancienne nuance Z4CT17 (désignation numérique DIN : 1.4510).

4.2.3 Profilés et tôleries en Acier

< PROFILÉS LAMINÉS À CHAUD

La forme et les dimensions des profilés doivent être conformes aux normes françaises applicables dont l'indice de classement appartient à la série A 45.

< PROFILÉS FORMÉS À PARTIR DE TÔLES

Les tôles utilisées pour la fabrication des profilés doivent être conformes aux spécifications des différentes normes françaises applicables dont l'indice de

classement appartient aux séries A 36 et A 37 (Normes de produit) ou aux séries A 46 et A 47 (Normes de tolérances dimensionnelles).

< TÔLERIES ACIER

Les tôles acier revêtues sont généralement conformes aux normes NF P 34-301, GA A 36-355 et NF EN 10169.

Les tôles en acier galvanisé sont généralement conformes aux normes NF P 34-310, GA A 36-335 et NF EN 10346.

4.2.4 Traitement de surface des profilés et tôleries métalliques

L'anodisation, le thermolaquage ou le prélaquage) doivent respecter les préconisations de la norme NF P 24-351.

NOTE

Pour les composant en aluminium, les labels « QUALANOD », « QUALILAUQUAGE », et « QUALIMARINE » ou leur équivalent dans les conditions indiquées dans l'avant-propos vaut la preuve de la conformité du traitement aux exigences du présent document.

4.3 Produits complémentaires et accessoires des ossatures secondaires

4.3.1 Produits pour dispositifs de rupture thermique

Les profilés de rupture thermique peuvent être en EPDM ou en PVC-U Les matières utilisées pour ces profilés seront conformes aux spécifications des normes qui les concernent, respectivement la norme NF EN 12365-1 et la norme NF EN 12608-1.

Les matières utilisées doivent être en mesure d'assurer les fonctions pour lesquelles elles sont prévues.

4.3.2 Éléments d'assemblage (montant-traverse)

Les assemblages entre les montants et les traverses doivent être réalisés par des connecteurs métalliques.

Les matières des pièces d'assemblage réalisées à partir, d'acier inoxydable ou d'aluminium filé, laminé ou moulé, sont conformes aux spécifications des paragraphes 4.1.4 et 4.1.5. Celles réalisées à partir d'acier devront satisfaire aux exigences du paragraphe 4.1.6.

NOTE

Dans le cas de pièces réalisées en fonderie d'aluminium, la teneur en cuivre doit être inférieure à 1 %.

4.3.3 Visserie et chevilles

Les éléments de liaison utilisés doivent être compatibles avec les matériaux des composant avec lesquels il sont en contact.

Dans le cas où ils sont exposés en ambiance extérieure (directement exposé à la pluie ou non), ils devront être en acier inoxydable austénitique.

Dans le cas où ils sont en ambiance intérieure, ils pourront être en acier traité avec une résistance à la corrosion au moins égale au grade 4 de la norme NF EN 1670.

NOTE

En ambiance intérieure, les vis en acier traité par zingage ou cadmiage peuvent être mises en contact avec l'aluminium sans provoquer de corrosion de ce dernier.

Les éléments de fixation type vis, broches ou boulons utilisés pour les connecteurs montant/traverses bois et ceux assurant la fixation des ossatures des façades sur une structure porteuse en bois doivent être conformes à la norme NF EN 14592, ou bénéficier d'une évaluation technique européenne et avoir reçue une protection contre la corrosion (Voir §4.6.3. Ancrages de la façade sur la structure porteuse bois).

Les chevilles assurant la fixation des ossatures des façades doivent être qualifiées pour des applications dites « de sécurité » ou « à risques » (risque en vie humaine ou conséquences économiques graves ou aptitude de l'ancrage à remplir sa fonction). Les chevilles métalliques définies au §4.6.2, satisfont à cette exigence.

Pour les autres applications ou l'ETE n'est pas obligatoire (fixation habillages, pattes support de couverture, ...), les chevilles devront bénéficier d'une évaluation de type ETE, d'un cahier des charges validé par un organisme reconnu ou d'une fiche fabricant établie suivant les référentiels suivants :

- guides ETAG 001 pour les chevilles métalliques ;
- guides ETAG 020 pour les chevilles plastiques.

Les recommandations professionnelles sur le chevillage du CISMA dérivées des guides ci-dessus.

Pour les chevilles métalliques, par similitude avec la norme NF P 24-351 et selon les ambiances et atmosphères des usages prévus, les chevilles électrozinguées (5 µm) seront implantées dans une ambiance intérieure I3 maximum ou dans une ambiance extérieure protégée E23 maximum (hors atmosphère marine), non soumise à une rétention d'eau et de plus directement protégée par l'isolant non hydrophile ; à défaut, il conviendra de mettre en œuvre des chevilles en inox A4.

4.3.4 Colles

Les colles à usage non structural utilisées pour les assemblages bois devront être compatibles avec la teneur en humidité moyenne des bois et par conséquent être classées :

- D4 selon la norme NF EN 204 ou C4 selon la norme NF EN 12765 pour une utilisation extérieure ;
- et D3 selon la norme NF EN 204 ou C3 selon la norme NF EN 12765 pour une utilisation intérieure lorsque la teneur moyenne en humidité est comprise entre 12 % et 20 %.

4.3.5 Cales

Les matériaux ou composants impliqués dans le calage des vitrages et leurs caractéristiques doivent être durables et mécaniquement aptes à reprendre les efforts mis en jeu.

Les cales suivant leur nature doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- soit en bois massif durable ou ayant reçu un traitement de préservation compatible pour un usage en classe d'emploi 3.1 et d'une masse volumique au moins égale à 650 kg/m³ ;
- soit en matériau de synthèse, avec une dureté DIDC de 70 à 95 pour les cales d'assise et de 50 à 70 pour les cales périphérique de sécurité, selon l'ISO 14439).

Les matériaux utilisés doivent être compatibles avec les matériaux des composants des produits verriers, les produits de calfeutrements, et les matériaux constituant la feuillure.

4.3.6 Pièces complémentaires en bois

Les différentes pièces complémentaires comme les compensateurs de feuillure, les habillages côté intérieur et plus rarement côté extérieur, ou fourrure en bois peuvent être fabriquées à partir soit de bois massif, soit de bois lamellé collé et/abouté répondant aux exigences des normes NF EN 13307-1 et 13307-2, soit à partir de panneaux à base de bois conforme à la norme NF EN 13986+A1. Elles doivent avoir une durabilité biologique (naturelle ou conférée) compatible avec la classe d'emploi qui leur est affectée, conformément au §4.1.3.

Les pièces comme les compensateurs de feuillure, ou tous éléments bois ou à base de bois situés dans l'espace de la feuillure à verre d'une façade extérieure doivent être compatibles avec la classe d'emploi 3.1.

Concernant l'utilisation de panneaux, les exigences du tableau 8 du §4.4.2 devront être satisfaites.

Les pièces susceptibles d'être usinées sur site devront être en bois traité pour la classe d'emploi 4 selon NF EN 335 s'il elles sont mise en œuvre en milieu extérieur ou dans un milieu humide confiné.

4.4 Remplissages

4.4.1 Remplissages verriers

Les produits verriers doivent être conformes à la norme NF DTU 39 P1-2 (CGM).

Les fabricants de vitrages isolants (double et triple), de vitrages feuilletés et de vitrages trempés doivent justifier de la constance de la qualité de leurs produits par des essais de type initial et la mise en place d'un système de contrôle de production (CPU) portant essentiellement sur la résistance à la pénétration d'humidité dans les joints de scellement des vitrages isolants, sur la qualité d'assemblage des verres feuilletés, sur la qualité de la trempe thermique.

La certification CEKAL permet de répondre à ces exigences.

4.4.2 Remplissages opaques

< REMPLISSAGES OPAQUES MANUFACTURÉS

Ces remplissages sont soit des remplissages monolithiques, soit des panneaux composés résultant de l'assemblage de deux parements (intérieur et extérieur) d'une âme isolante (polyéthylène, mousse plastique alvéolaire, nid d'abeille), avec éventuellement un cadre en bois (ayant une durabilité naturelle ou conférée compatible avec la classe d'emploi requise) et/ou un contreparement (paque de plâtre, fibres ciment contreplaqué, panneaux de particules, ...). Les principaux matériaux utilisés pour les parements sont le verre, le métal (tôles d'aluminium, d'acier inoxydable ou d'acier, revêtues ou non), pierres, matériaux de synthèse, fibres ciment, stratifiés, résines, PVC, etc.

Les matériaux constitutifs de ces éléments de remplissage doivent être conformes aux normes qui régissent chacun d'eux. Ces panneaux doivent présenter une durabilité vis-à-vis des agressions climatiques et vis-à-vis de leur utilisation (chocs, ...) équivalente à celles de la façade dans laquelle ils sont incorporés.

Ces éléments de remplissage peuvent être étanches ou perméants.

Les remplissages composés ne sont actuellement ni normalisés, ni traditionnels et doivent donc faire l'objet d'une évaluation spécifique comme un Avis Technique ou un Document Technique d'Application* favorable et en cours de validité, ou d'un accord explicite entre les parties, éventuellement basé sur une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX).

* Ou leur équivalent.

< REMPLISSAGE EN PANNEAUX À BASE DE BOIS

Qu'ils soient utilisés seuls ou en habillage rapporté sur des panneaux composés, tous les panneaux à base de bois doivent être conformes à la norme NF EN 13 986+A1.

Le choix des panneaux du point de vue de la durabilité doit être compatible avec la classe d'emploi requise par son usage. Le tableau ci-dessous présente pour chaque type de panneau les exigences en fonction de leur usage.

Ces panneaux peuvent éventuellement présenter des décors obtenus par enlèvement de matière (striage, rainurage, ...), qui devront être réalisés en atelier et sans altérer leurs propriétés. Si nécessaire le dimensionnement devra tenir compte de l'épaisseur mesurée en fond de rainure, et en cas de durabilité conférée par un traitement de surface, le traitement devra être appliqué sur les faces du panneau et après débit et/ou réalisation d'usinages fonctionnels ou décoratifs.

Pour des raisons esthétiques liées au risque d'apparition au bout d'un certain temps de taches blanchâtres, les panneaux à collage phénolique ne sont pas admis pour les éléments destinés à recevoir une finition transparente.

Tableau 8 — Spécifications pour les panneaux à base de bois

Type de panneaux à base de bois conforme à la NF EN 13 986	Norme de spécification produit	Classe technique et norme associée pour le panneau en fonction de l'usage	
		Classe d'emploi 2 intérieur humide et/ou extérieur protégé selon §4.1.2.3	Classe d'emploi 3 extérieur et humide confiné
Contreplaqué	NF EN 313-1 NF EN 636	636-2 (Humide)	636-3 (Extérieur) (4)
Bois panneautés	NF EN 12775 et NF EN 13353	SWP/2 selon NF EN 13 353	SWP/3 selon NF EN 13 353
Lamibois (LVL)	NF EN 14 279+A1	LVL/2 selon NF EN 14 279	LVL/3 selon NF EN 14 279
Particules bois	NF EN 312	P5 ou P7 selon NF EN 312 ⁽¹⁾	na
Particules bois – ciment	NF EN 633	Humide selon NF EN 634-2	Extérieur selon NF EN 634-2
MDF	NF EN 622-5	MDF-H selon NF EN-622-5 ⁽²⁾	na
Fibres durs	NF EN 622-2	HB.H, selon NF EN 622-2	na
OSB	NF EN 300	OSB/3 et OSB/4 selon NF EN 300 ⁽³⁾	na

⁽¹⁾ La certification CTB-H ou son équivalent vaut la preuve de la conformité des panneaux à cette exigence.
⁽²⁾ La certification CTB-RH ou son équivalent vaut la preuve de la conformité des panneaux à cette exigence.
⁽³⁾ La certification CTB OSB 3, CTB OSB 4 vaut la preuve de la conformité des panneaux à cette exigence.
⁽⁴⁾ La certification NF Contreplaqué Extérieur CTB-X ou son équivalent vaut la preuve de la conformité des panneaux à cette exigence.

La conformité aux exigences de référence, pour chaque lot livré, doit être vérifiée suivant la norme NF EN 326-3.

< ISOLANTS THERMIQUES

Les produits isolants utilisés au niveau du traitement des jonctions entre l'ossature secondaire et la structure primaire du bâtiment doivent être conformes aux normes qui les concernent et en mesure d'assurer dans le temps les fonctions pour lesquelles ils sont prévus.

Les isolants en laine minérales sont définis par la norme NF EN 13162+A1 et doivent présenter des caractéristiques minimales de classe d'absorption d'eau (24h) WS (W(P) < 1 kg/m²) et de classe de résistance à la traction TR50 ($\sigma_{mt} > 50$ kPa).

NOTE

La certification ACERMI dont le classement minimal est I1, S1, O2, L2, E1 (avec O2 : isolant non hydrophile et L2 : isolant semi-rigide) permet de répondre à ces exigences.

< FENÊTRES ET PORTES

Les fenêtres et portes bois et mixtes bois-aluminium doivent répondre aux exigences des normes NF P23-305, NF P23-309, et les fenêtres métalliques quant à elles doivent répondre aux spécifications de la norme NF P24-351.

NOTE

La durabilité biologique des fenêtres et portes bois et mixtes bois-aluminium avec éléments en bois intégrés dans la façade, l'affectation de la classe d'emploi doit être conformes au paragraphe 4.2 de la norme NF P 23 305.

Pour les fenêtres ne répondant pas à ces normes, les marques de qualité définies dans la norme NF DTU 36.5 P1-2 (Avis Technique, Document Technique d'Application, label NF FENÊTRE, ...), ou une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATex) permettent d'attester l'aptitude à l'emploi des fenêtres.

Les performances des fenêtres et portes sont évaluées conformément à la norme NF EN 14351-1+A1, complétées pour les fenêtres par la norme NF P20-302 et doivent respecter les niveaux minimum exigé dans le FD DTU 36.5 P3.

! Pour une exposition donnée, le classement A*E*V* des fenêtres qui a été établi selon la norme NF EN 14351-1+A1 peut être insuffisant pour permettre d'atteindre le classement AEV de la façade (ouvrant compris) selon la norme NF EN 13830 (cf. Annexes B et E du présent document).

4.5 Produits de calfeutrement

4.5.1 Mastics

Les mastics à extruder (élastiques et plastiques) doivent être conformes et classés selon la norme NF EN ISO 11600, et répondre aux exigences de la norme NF EN 15651-1.

Des essais de convenance sont à prévoir lorsque le support du projet n'est pas l'un des supports de référence de la norme NF EN ISO 11600 (aluminium anodisé, verre et mortier)

La compatibilité et l'adhérence du mastic sur le support bois revêtu ou non du produit de finition doivent être vérifiées par essai d'adhésivité / cohésion réalisé par le fabricant de mastic selon les prescriptions de la norme NF DTU 44.1 P1-2 (CGM).

Les produits utilisés doivent être en mesure d'assurer dans le temps les fonctions pour lesquelles ils sont prévus et doivent faire l'objet d'une démarche qualité validée par un organisme extérieur.

NOTE

Le label SNJF permet de répondre à cette exigence.

4.5.2 Profilés d'étanchéité à base de caoutchouc ou thermoplastique

Les profilés d'étanchéité à base de caoutchouc ou thermoplastique, qu'ils soient extrudés ou moulés doivent être classés et conformes aux spécifications de la norme NF EN 12365 parties 1 à 4.

Ils doivent répondre à la classe G pour les profilés de calfeutrement vitrage.

La norme NF ISO 3302-1 définit les tolérances dimensionnelles des produits extrudés ou moulés en élastomères.

4.5.3 Membranes d'étanchéité

Les membranes d'étanchéité souples à coller, ou autocollantes à froid, sont constituées de bitumes modifiés ou de matériaux de synthèse, renforcés soit par une armature, soit par un support. Chaque produit doit être conforme au prRP Membranes du SFJE.

4.5.4 Matériaux pour barrière d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires

Les bandes d'arases de protection des sous faces des montants et/ou des traverses basses, doivent être réalisées :

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

4.6 Dispositifs de liaison

Les dispositifs de liaison doivent être constitués de matériaux non corrodables ou revêtus d'une protection, selon les matériaux, conforme à la norme NF P 24-351 et en considérant une ambiance I2 minimum.

4.6.1 Attaches

Les attaches doivent être réalisées en acier avec un revêtement anticorrosion, en alliage d'aluminium ou en acier inoxydable.

Les matériaux constitutifs doivent répondre aux normes correspondantes.

4.6.2 Ancrages de la façade sur la structure porteuse béton

Les éléments insérés avant coulage du béton support tels que les rails, inserts ou douilles à incorporer doivent faire l'objet d'un cahier des charges du fabricant, définissant les charges admissibles pour toutes les configurations d'utilisation.

Les chevilles métalliques pour le béton pour des applications à risque doivent disposer d'une Evaluation Technique Européenne (ETE) émise dans les conditions prévues à l'ETAG 001 (EAD 330232-00-601) et appartenir à l'une de ces familles :

- chevilles à expansion par vissage à couple contrôlé – Partie 2 (EAD 330232-00-601) ;
- chevilles à verrouillage de forme – Partie 3 (EAD 330232-00-601) ;
- chevilles à expansion par déformation contrôlée – Partie 4 (EAD 330232-00-601) ;
- cheville à scellement – Partie 5 (EAD 330499-00-601) ;
- chevilles pour applications non structurelles par points de fixations multiples dans le béton – Partie 6 (EAD 330747-00-601).

NOTE 1

Les ETAGs (European Technical Approval Guideline) sont remplacés par les EADs (European Assessment Document)

NOTE 2

Les vis à béton sont couvertes par l'ETAG 001 – partie 3 (EAD 330232-00-601), l'EAD 330011-00-601 (adjustable concrete screws) et l'ETAG 001 – partie 6 (EAD 330747-00-601). L'aptitude à l'emploi de ce type de cheville est spécifiée dans l'ETE correspondante.

Dans le cas de la pose des façades décrites dans le présent document, les fixations suivantes sont considérées comme structurelles pour le choix des chevilles :

- les ancrages des pattes de fixations sur l'ossature principale, quel que soit la configuration de pose ;
- les fixations des éléments de renforts horizontaux ou verticaux éventuellement nécessaire et mises en place par le façadier.

4.6.3 Ancrages de la façade sur la structure porteuse en bois

Les éléments de fixation type vis, broches ou boulons doivent être conformes à la norme NF EN 14592, et avoir reçue une protection contre la corrosion adaptée satisfaisant au minimum aux exigences du tableau 1 du NF DTU 31.1 P1-2 (voir extrait ci-dessous).

Tableau 9 – Exemples de protection contre la corrosion en fonction du choix d'assemblage et de la classe de service

Assemblages	Classe de service ⁽¹⁾	
	2 (intérieur humide)	3 (extérieur)
Boulons, broches pointes, vis et tirefonds avec $\varnothing > 4$ mm	-	Fe/Zn 25c Ou Z350 ⁽²⁾
Plaques métalliques embouties et plaques à clous d'épaisseur ≤ 3 mm	Fe/Zn 12c Ou Z275 ⁽²⁾	Acier inoxydable
Plaques métalliques d'épaisseur entre 3 mm et 5 mm	Fe/Zn 12c Ou Z275 ⁽²⁾	Fe/Zn 25c Ou Z350 ⁽²⁾
Plaques métalliques d'épaisseur > 5 mm	-	Fe/Zn 25c Ou Z350 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Pour des conditions particulièrement corrosives, il convient d'envisager le Fe/Zn40, un revêtement par galvanisation à chaud ou par shérardisation, ou de l'acier inoxydable.

⁽²⁾ Revêtement par galvanisation à chaud conforme à NF EN 10426

4.7 Compatibilité des essences de bois et métaux

Pour la compatibilité entre les éléments bois à fixer ou assembler et les différents éléments métalliques y compris ceux constitutifs de la fixation on se référera au tableau suivant basé sur le tableau 2 de NF DTU 31.1 P1-2.

Tableau 10 – Compatibilité des essences de bois et des métaux

Matériaux	Zinc	aluminium	Acier inoxydable	Acier galvanisé	Acier peint
Sapin Pin	Oui	oui	oui	oui	oui
Mélèze Chêne Douglas	Non	non	Selon qualité de l'inox	oui ¹	oui

Pour les essences tropicales, il a lieu à titre conservatoire de considérer la ligne Mélèze/Chêne/Châtaigner/Douglas

4.8 Equipements et accessoires

Les équipements de façade (si éventuellement prévus) et leurs liaisons avec la façade, doivent être réalisés en matériaux compatibles avec ceux de cette façade.

La protection des métaux utilisés sera conforme aux exigences de la norme NF P 24-351.

4.8.1 Entrées d'air

Les façades rideaux ne sont en général pas prévues pour contribuer aux apports d'air nécessaires à la ventilation des locaux, autrement que par l'ouverture des ouvrants de confort, et par conséquent de les équiper d'entrées d'air.

NOTE

Toute intervention ultérieure de percement afin, par exemple, de disposer des entrées d'air est proscrite.

4.8.2 Brise-soleils et protections solaires

Ils doivent être conformes aux normes qui régissent les matériaux dont ils sont composés.

Les fermetures telles que les volets roulants, les protections solaires, les stores doivent être conformes aux normes françaises applicables dont l'indice de classement appartient à la série P 25. Les trois normes de références étant :

- NF EN 13659, Fermetures d'habitation et stores vénitiens extérieurs ;
- NF EN 13561, Stores extérieurs ;
- NF EN 13120, Stores intérieurs.

Les brise-soleil extérieurs et leur fixation sur les éléments d'ossature doivent être dimensionnés vis-à-vis du poids propre, des charges climatiques et des charges d'exploitation pour les opérations de maintenance. La Fiche Technique SNFA-COPREC-CSTB-CEBTP n° 43 donne des critères pour la définition des charges climatiques.

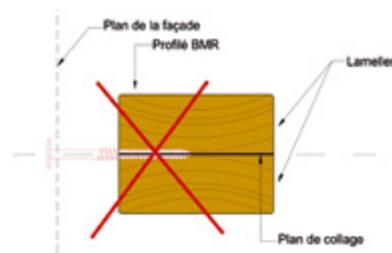


5.1 Ossature secondaire bois

Les profilés bois constituant l'ossature secondaire des façades rideaux mixtes bois aluminium sont fabriqués à partir de Bois Lamellé Collé (BLC) ou Bois Massif Reconstitué conformes aux prescriptions du §4.1.1.

- 
Dans le cas de l'utilisation de profilés de type BMR composés de 2 lamelles orientées perpendiculairement au plan de la façade, il faut veiller à ne pas positionner de vis dont l'axe correspond au plan de collage (voir figure 3). Cela exclut à priori de les utiliser pour les façades de type I et de type IIa, pour lesquelles le serreur est directement fixé dans l'axe de l'ossature bois.

Figure 3 – Recommandation sur utilisation du BMR



5.1.1 Typologie de système de façade

On distingue deux types de systèmes constructifs, les systèmes de type I où la feuillure à verre est en partie formée par l'ossature secondaire bois (voir figure 4 ci-dessous), et les systèmes de type II où la feuillure est rapportée sur la structure secondaire et ne comporte pas de surfaces de bois apparentes (voir figures 5 et 6 ci-dessous).

< SYSTÈME DE TYPE I : OSSATURE SECONDAIRE AVEC FEUILLURE À VERRE EN BOIS

Les façades rideaux de type I se caractérisent par une feuillure à verre en bois profilée directement dans les profilés constituant les montants verticaux et les traverses horizontales. Le maintien du vitrage est assuré par vissage du serreur dans l'ossature bois et le poids des remplissages est repris par l'élément bois formant le fond de feuillure. Le système de calfeutrement du vitrage est nécessairement à double barrière.

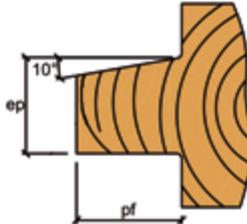
L'utilisation des façades de type I est limitée aux façades verticales et inclinée au maximum de 15° vers l'extérieur.

Compte-tenu des exigences de la norme NF EN 14080 concernant les dimensions maximales des usinages, l'inertie du profilé bois est calculé de manière sécuritaire sans tenir compte de la partie saillante du profilé en considérant

le plus petit rectangle inscrit dans le profilé (hors rainures éventuelles de centrage ou gorge de maintien des profilés d'étanchéité).

Le tableau ci-dessous définit les exigences pour la section minimale du fond de feuillure pour des remplissages dont le poids est inférieur ou égal à 300 daN.

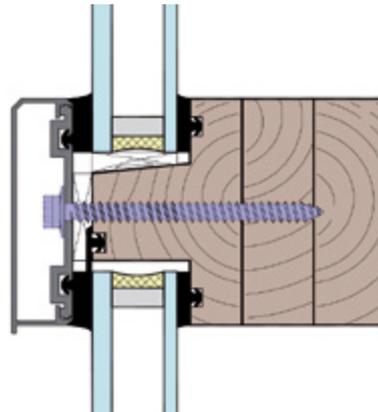
Tableau 11 – côtes minimales pour la section du fond de feuillure

Côtes minimales pour un poids de remplissage $P_{\max} \leq 300$ daN, et pour des profilés classé au minimum GL24h (BLC) ou C24 (BMR)			
	Epaisseur du fond de feuillure e_p	Profondeur de feuillure maximale p_f	Pente α
		30 mm	40 mm
	35 mm	50 mm	

Lorsque les spécifications ci-dessus ne sont pas respectées, il convient de vérifier que le poids maximal de vitrage n'entraîne pas une rupture au niveau du plan du fond de feuillure, par voie expérimentale selon le protocole décrit dans l'annexe A.

Les ouvrages réalisés avec ce système constructif sont limités à une hauteur d'épave c'est-à-dire qu'il ne doit pas y avoir d'éclissage de montant sur chantier.

Figure 4 – Façade de type I



Par conception, ce système constructif comporte des surfaces de bois susceptibles d'être exposées aux eaux de ruissellement et de condensation, qui doivent être protégées efficacement contre les reprises d'humidité provenant de l'extérieur et de l'intérieur. Les dispositions décrites au §5.2.4 permettent de satisfaire à ces exigences.

La continuité du plan d'étanchéité intérieur en contact direct avec le bois doit être assurée pour garantir que l'assemblage entre les montants et les traverses est étanche à l'eau et à l'air, et ainsi éviter que les extrémités des traverses (bois de bout) en particulier pour la partie constituant le fond de feuillure, ne puissent être en contact avec de l'eau liquide.

Celle-ci peut être assurée par exemple, par collage ou, par recouvrement des joints, ou l'utilisation de pièces d'angle moulées ou rapportées.

Pour empêcher l'accumulation de condensation dans le bois de la feuillure à verre issue de la diffusion de la vapeur d'eau de l'intérieur vers la feuillure à verre, il est impératif de ventiler cette dernière correctement en dimensionnant suffisamment les orifices d'égalisation de pression, pour qu'elle puisse migrer vers la feuillure et être évacuée, en respectant les spécifications du §5.2.2.

< SYSTÈME DE TYPE II : OSSATURE SECONDAIRE AVEC FEUILLURE EN VERRE RAPPORTÉE

Les systèmes de type II ne présentent pas de surfaces de bois apparentes dans la feuillure à verre, et regroupent 2 types de solution différenciées par la nature du profilé qui recouvre la face extérieure de l'ossature bois et le mode de fixation du vitrage. L'ossature secondaire doit être protégée des risques d'humidification prolongée et considérée comme étant en zone intérieure.

Dans le cas de l'utilisation de profilés de type BMR composés de lamelles orientées perpendiculairement au plan des vitrages, il ne doit y avoir aucune de vis fixation que ce soit pour la fixation du serreur ou pour celle du profilé métallique qui se situent dans le plan de collage (voir figure 3).

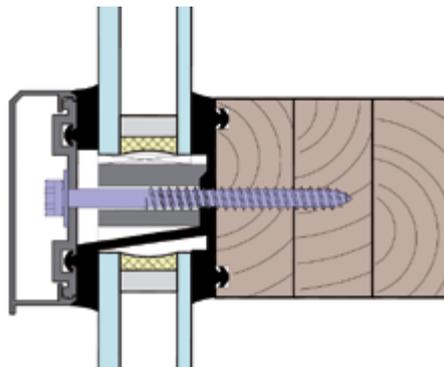
Système de type IIa

La face extérieure du montant en bois participe à la reconstitution de la feuillure à verre mais est entièrement recouverte par un profilé d'étanchéité de vitrage intérieur. Le maintien des vitrages par le serreur est assuré par vissage directement dans l'ossature bois au travers du joint intérieur.

La continuité du plan d'étanchéité intérieur en contact direct avec le bois doit être assurée pour garantir que l'assemblage montants traverses est étanche à l'eau et à l'air.

Celle-ci peut être assurée par exemple, par collage ou, par recouvrement des joints, ou l'utilisation de pièces d'angle moulées ou rapportées.

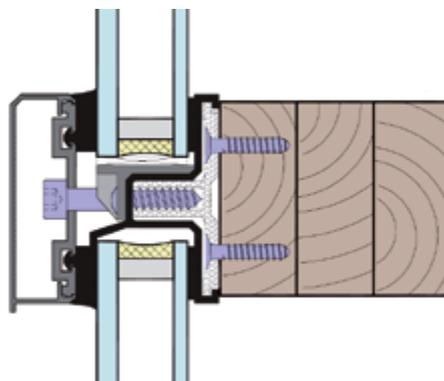
Figure 5 – Façade de Type IIa



Système de type IIb

Dans cette configuration, il s'agit d'un système de feuillure à verre métallique complet assurant à lui tout seul les fonctions d'étanchéité à l'eau et à l'air rapporté sur l'ossature porteuse. Le profilé métallique est vissé sur l'ossature secondaire en bois et la fixation du vitrage par l'intermédiaire du profilé serreur se fait par vissage dans le profilé métallique. Les profilés bois sont en zone intérieure.

Figure 6 – Façade de Type IIb



Dans un cas comme dans l'autre, il convient de s'assurer par simulation numérique que la migration de vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur ne génère pas une accumulation d'eau de condensation à l'interface bois/profilé rapporté (qu'il soit métallique, ou que ce soit un profilé de calfeutrement vitrage).

5.1.2 Maîtrise de la durabilité de l'ossature bois

< GÉNÉRALITÉS

La maîtrise de la durabilité biologique des ouvrages en bois est basée sur le principe suivant :

- identifier la nature des sollicitations et les paramètres influant sur les conditions d'humidité du bois de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage considéré, ce qui revient à déterminer la classe d'emploi des éléments en bois, en fonction des choix de conception ;
- définir une solution d'essence basée sur une durabilité naturelle (essence purgée d'aubier ou conférée (par un traitement de préservation) en adéquation avec la classe d'emploi identifiée et en cohérence avec une longévité d'objectif pour l'ouvrage ou la partie d'ouvrage considérée.

Les classes d'emploi sont définies dans la norme NF EN 335.

La maîtrise de l'affectation des classes d'emploi et l'identification des classes de longévité sont réalisées avec le Fascicule de Documentation FD P 20-651 « Durabilité des éléments et ouvrages en bois ».

Le traitement de préservation insecticide et/ou fongicide lorsqu'il est requis, est nécessairement appliqué :

- après réalisation de toutes les opérations d'usinage ;
- sur toutes les faces des profilés bois ;
- sur éléments séparés pour s'assurer du traitement et de la pénétration de la matière active en bois de bout.

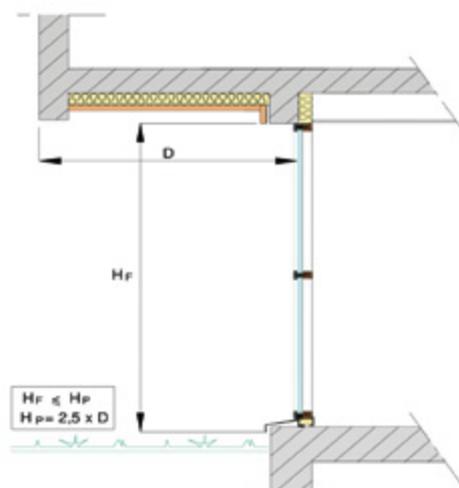
Cependant, à titre exceptionnel, en cas de nécessité de réaliser sur chantier des opérations de tronçonnage ou de perçage, il convient de prévoir d'appliquer un traitement complémentaire par badigeonnage à l'aide d'un produit adapté pour la classe d'emploi requise et compatible avec le traitement initialement appliqué conformément à la norme NF EN 599-1.

< DURABILITÉ VIS-VIS DU RISQUE FONGIQUE

Tous les profilés d'ossature bois de façades rideaux décrites dans le présent ouvrage sont à considérer en :

- classe d'emploi 3.1 pour les façades de type I ;
- classe d'emploi 2 pour les façades de type II, et les façades de type I entièrement protégées c'est-à-dire dont la hauteur est inférieure ou égale à la hauteur de protection H_p (avec $H_p = 2.5 \times D$ et D projection horizontale du débord de toiture ou de l'élément débordant).

Figure 7 – Façade entièrement protégée



NOTE

Les ossatures secondaires des façades rideaux intérieures qu'elles soient de type I ou de type II, sont en situation de classe d'emploi 2.

Les solutions d'essences compatibles sont décrites au §4.1.3

< DURABILITÉ VIS-VIS DES INSECTES À LARVES XYLOPHAGES ET DES TERMITES

Dans le cadre du présent document, aucune protection contre les insectes à larves xylophages et les termites n'est requise dès lors que les ossatures sont visibles et accessibles et que leur remplacement est possible.

Dans le cas contraire, ou si les Documents Particuliers du Marché requièrent une résistance aux insectes à larves xylophages et/ou aux termites, la norme NF EN 350 et le fascicule FD P 20-651 donnent les performances de résistances des essences de bois basées sur la durabilité naturelle et conférée. Il est possible aussi de se reporter au tableau 5 du §4.1.3 du présent document pour les principales essences de bois utilisées pour les ossatures de façades rideaux.

NOTE

Le décret 2006-591 (articles R112-2 à R112-4 du code de la construction et de l'habitation) et l'arrêté du 27 juin 2006 modifié concernant la protection des bâtiments neufs vis-à-vis des insectes à larves xylophages et des termites, ne concerne que les éléments qui participent à la solidité de l'ouvrage, ce qui n'est pas le cas des façades rideaux.

< DURABILITÉ D'ASPECT : PROTECTION CONTRE LE BLEUISSEMENT

Les essences résineuses et certaines essences feuillues lorsqu'elles sont exposées à l'humidité atmosphérique sont également sensibles aux champignons de discoloration (champignon de moisissures et champignon de bleuissement), dont les attaques en surfaces et/ou en profondeur engendrent essentiellement des désordres esthétiques on parle alors de durabilité d'aspect du bois.

Les résineux sont réputés sensibles au champignon de bleuissement.

Par conséquent les éléments d'ossature en bois de résineux lorsqu'ils sont destinés à être revêtus d'une finition transparente, doivent être traités avec un produit anti-bleuissement. Les agents anti-bleuissement peuvent être incorporés soit aux produits de traitement fongicide ou fongicide et insecticide, soit au niveau du système de finition.

5.1.3 Finition

Les ossatures bois doivent être livrées sur chantier après avoir reçu en atelier, un système de finition complet, c'est-à-dire que toutes les couches de finition sont appliquées en atelier sur toutes les surfaces des profilés bois qu'elles soient visibles ou non visibles. Ce système doit être conforme aux prescriptions du §4.1.4.

Afin d'assurer les fonctions de protection hydrofuge et de protection contre les agressions climatiques le système de finition doit avoir :

- une efficacité hydrofuge en bois de fil WPE correspondant au minimum à la classe 2 selon §6.3.2.3 de la norme NF P23-305 ;
- une performance de protection contre les agressions climatiques au moins équivalente au niveau 2, selon le tableau 7 du §4.1.4.

La réalisation d'un usinage adouci de rayon minimal de 2 mm au niveau des arêtes saillantes des profilés bois en particulier celles situées dans la feuillure (Façade de type I) en facilite le recouvrement et permet d'assurer la continuité du film de finition ainsi qu'une épaisseur de film minimale y compris sur ces points singuliers.

5.2 Dispositions d'étanchéité et de drainage

5.2.1 Principe

A priori, tout profilé d'étanchéité à l'eau directement exposée à l'eau de pluie ou de ruissellement, qu'il soit au niveau de la liaison ouvrant – dormant ou du calfeutrement vitrage, est considérée comme susceptible de permettre l'infiltration accidentelle d'eau. Un système de drainage permettant la récupération et l'évacuation est donc obligatoire.

Tout volume d'air à l'intérieur de la façade dans lequel il est susceptible d'y avoir de l'eau liquide soit par infiltration soit par condensation doit être drainé vers l'extérieur. Les dispositions de drainage doivent être adaptées et éprouvées à l'inclinaison de la façade en œuvre.

Le système de drainage doit être conçu et réalisé afin d'éviter toute rétention d'eau, notamment au droit des parties bois de la feuillure à verre, et des coupures thermiques, et afin que l'eau ne puisse stagner sur des composants non prévus à cet effet et risquant d'être dégradés par elle : chant de vitrage et de remplissage, produits réalisés en matériaux corrodables par nature, etc.

Le système de drainage doit être continu (montants, traverses) sans que sa conception ne :

- permette le passage d'eau de drainage ou d'infiltration dans la feuillure inférieure ;
- constitue un plan de capillarité avec le chant supérieur du remplissage inférieur ;
- constitue une entrave au drainage vers l'extérieur.
- Le dispositif de récupération et de drainage peut être :
 - soit en caoutchouc ou thermoplastique pré-extrudé conforme à la norme NF EN 12365 ;
 - soit être en bois avec une protection contre les reprises d'humidité. Les dispositions mentionnées au §5.2.4 permettent d'assurer efficacement cette protection ;

Les dispositions de drainage doivent être adaptées et éprouvées à l'inclinaison de la façade en œuvre.

5.2.2 Drainage à évacuation directe (ou par module)

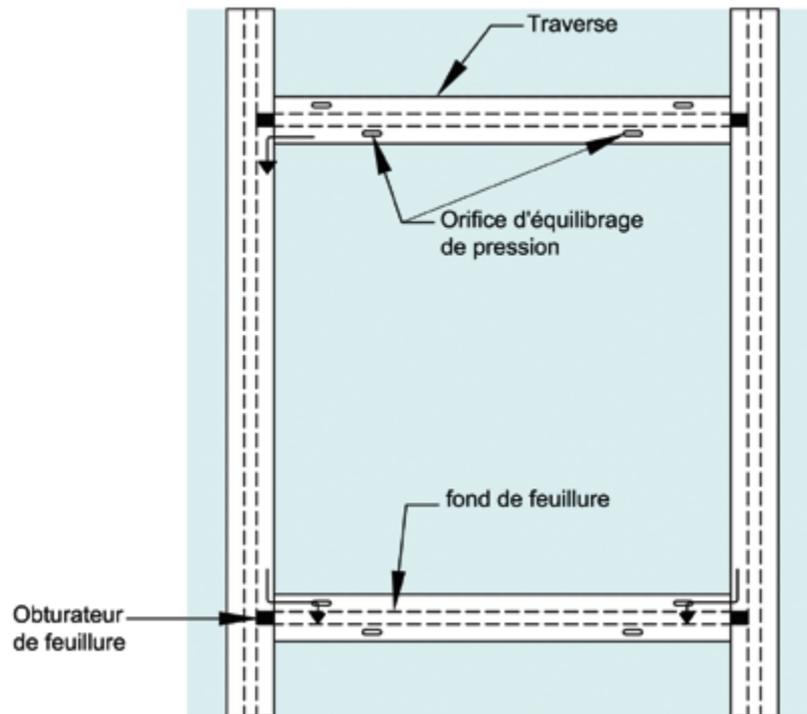
Le drainage à évacuation directe ou drainage par module est réalisé « case par case » en considérant chaque remplissage ou chaque vitrage indépendamment les uns des autres.

Les orifices de drainage et d'équilibrage de la pression, doivent avoir une section minimale de 50 mm², et dont la plus petite dimension est au moins de 5 mm pour les orifices oblongs et un diamètre minimal de 8 mm pour les orifices circulaires et respecter la répartition suivante :

- jusqu'à une longueur de traverse L de 500 mm : un orifice ;
- pour des traverses de longueur L telle que $500 < L \leq 1000$, 2 orifices le plus près possible des montants avec un entraxe maximum de 500 mm entre les 2 (la distance à chaque extrémité de la traverse ne devra pas excéder 250 mm) ;
- pour les traverses de longueur $L > 1000$ mm, un orifice supplémentaire par tranche complémentaire de 500 mm de traverse.

Sur l'ensemble des parcours possibles de l'eau drainée, par exemple dans une lame d'air, il doit y avoir des systèmes permettant d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'eau, par exemple dispositifs de garde à l'eau, garnitures d'étanchéité aux extrémités des traverses.

Figure 8 – Principe de drainage direct



Dans le cas des façades de type I, les extrémités des nez de traverses en bois de bout, sont situées dans la feuillure à verre et ne doivent pas être exposées à l'eau liquide. Elles doivent être spécialement protégées et étanchées.

L'étanchéité de l'assemblage entre les profilés bois au niveau des surfaces formant la joue de feuillure doit être assurée. L'obturation de la feuillure au niveau de liaison montant/traverse doit être réalisée par une pièce d'étanchéité spécifique collée et étanchée avec un mastic compatible avec les vitrages utilisés (scellement VI, intercalaire du vitrage feuilleté, ...).

L'organisation du drainage doit être conçue en tenant compte des dispositifs de mise en communication des lames d'air et feuillures avec l'extérieur et des différences de pression prévisibles entre l'extérieur, les volumes drainés et l'intérieur du bâtiment.

L'évacuation de l'eau directement à l'extérieur d'une feuillure de remplissage ou d'un dormant est préférable. Elle ne doit pas constituer une entrée d'eau directe par simple gravité vers l'intérieur.

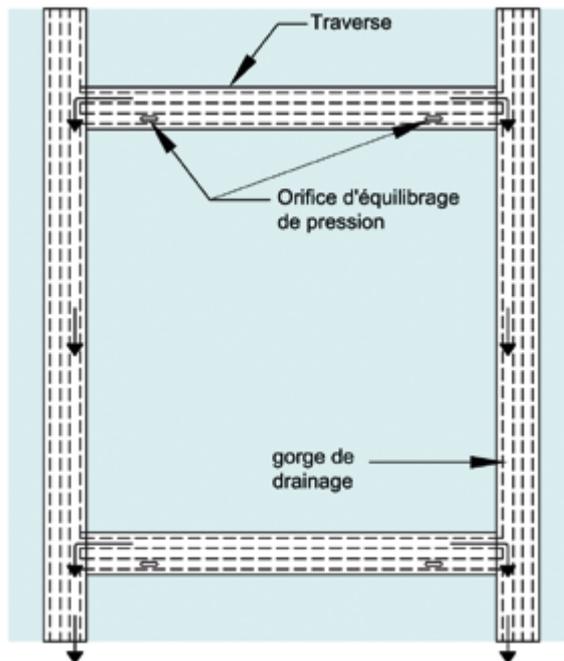
NOTE

Le drainage direct ou par module ne peut être utilisé que dans le cas de façades verticales au sens strict ou inclinées vers l'extérieur de moins 15° et avec des traverses basses horizontales.

5.2.3 Drainage à évacuation indirecte (ou en cascade)

Le drainage à évacuation indirecte ou « en cascade » consiste à collecter les eaux d'infiltration et de condensation par les traverses, qui se déversent ensuite dans les montants par un système de tuilage avec des gorges de drainage de profondeurs différentes. L'évacuation de l'eau est assurée soit directement en pied des montants soit en façade par les traverses basses.

Figure 9 – Principe de drainage indirect



Dans ce cas les dispositions d'équilibrage de pression des feuillures des vitrages isolants ou remplissages doivent être respectés. Cet équilibrage doit se faire par des orifices complémentaires à ceux du drainage et de mêmes sections, (généralement réalisés en parties hautes des montants ou en façade sur les traverses côté extérieur).

Utiliser ce principe de drainage à évacuation indirecte suppose :

- une pénétration du dispositif de drainage de la feuillure de la traverse dans celle du montant ;
- des sections de drainage aux extrémités de chaque traverse et des alvéoles dans les montants d'au moins 100 mm² ;
- des vitrages isolants dont l'indice de pénétration d'humidité est inférieur ou égal à 0,1 déterminé selon la norme NF EN 1279-2.

Ce principe de drainage est utilisable uniquement pour les façades de type II, et le dispositif de drainage généralement constitué par le profilé intégral formant la garniture d'étanchéité intérieure, est soit en EPDM, soit thermoplastique conforme à la norme NF EN 12 365.

Le traitement des jonctions des différents profilés verticaux constituant le montant doit permettre d'assurer la continuité de l'étanchéité, par exemple par un dispositif de tuilage, ou d'éclissage et en décalant les jonctions entre 2 éléments d'au moins 5 cm.

5.2.4 Drainage de la feuillure à verre en bois : exigences spécifiques

La feuillure à verre lorsqu'elle comporte des surfaces en bois apparentes, doit être protégée contre les reprises d'humidité par des dispositions portant sur le drainage, et la finition qui lui est appliquée.

< SOLUTIONS DE DRAINAGE DE LA FEUILLURE BOIS

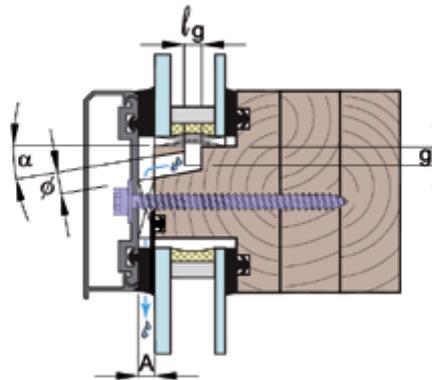
Le fond feuillure des traverses supportant un remplissage, doit permettre la récupération et/ou l'évacuation de l'eau d'infiltration et ainsi empêcher toute rétention d'eau.

2 types de drainage de la feuillure à verre en bois sont possibles :

- drainage dit « classique » : avec une rainure de récupération des eaux de 6 x 6 mm minimum et un drainage par 2 trous de diamètre 8 mm minimum

situés à moins de 100 mm des montants. Un trou supplémentaire de drainage doit être réalisé tous les 50 cm au-delà d'une largeur de vitrage de 1 m ;

Figure 10 – Vue en coupe du drainage classique de la feuillure à verre



Légende

g Garde à eau $g \geq 6 \text{ mm}$

S Épaisseur du scellement

l_g largeur de la gorgue filante de récupération des eaux $S > l_g \geq 6 \text{ mm}$

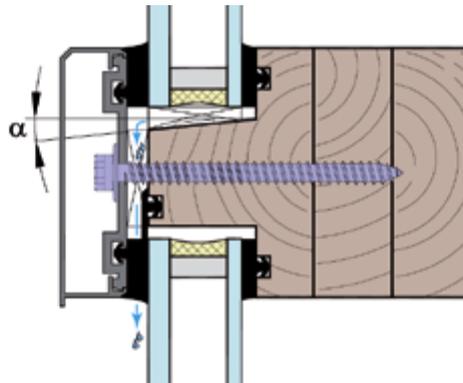
t Orifice de drainage de diamètre minimum 8 mm ou (aire de l'orifice $\geq 50 \text{ mm}^2$)

α pente du drainage $\alpha \geq 10^\circ$

A espace de ventilation et de drainage $A \geq 5 \text{ mm}$

- drainage dit « rapide » : avec feuillure(s) en pente(s) de 10° minimum sur toute la profondeur du fond de feuillure à verre (figure 11) et sur toute la longueur de la de la traverse. Si la pente est réalisée en usinage arrêtée, elle doit être située à moins de 10 mm des montants ;

Figure 11 – Vue de coupe de drainage rapide à mi profondeur de la feuillure à verre



Légende

α pente du drainage $\alpha \geq 10^\circ$

Le fond de feuillure doit permettre un positionnement correct des cales périphériques et par leur intermédiaire une assise stable et homogène du vitrage. S'il n'en est pas ainsi, des cales ou support de cales spécialement adaptés à la forme du fond de feuillure doivent être conçus.

< PROTECTION HYDROFUGE

La feuillure à verre doit recevoir une finition avec une fonction de protection hydrofuge et fonction de protection contre les agressions climatiques conformes aux exigences du paragraphe §5.1.3.

La diffusion de la vapeur d'eau se faisant à travers le profilé bois, vers la feuillure à verre en bois il nécessaire de prévoir des dispositions pour empêcher l'apparition et/ou l'accumulation de condensation dans les parties en bois de la feuillure à verre, la finition appliquée sur la feuillure à verre ne doit pas être plus imperméable que la finition appliquée sur les autres faces du profilé bois. Cette caractéristique doit être maintenue dans le temps, lors des phases d'entretien et/ou de rénovation de la finition.

5.3 Liaison montant/traverse

Quel que soit le type de façade (type I et type IIa et IIb), les liaisons montant/traverse doivent être réalisées au moyen d'une ferrure métallique (ou connecteur métallique) conforme aux spécifications du §4.3.2, fixées sur le montant et la traverse par des organes métalliques de type tige conformes à la norme NF EN 14592 ou bénéficiant d'une évaluation technique européenne.

Ces ferrures ou connecteurs permettent en général de réaliser un assemblage invisible par l'utilisation d'un système de glissière auto-bloquant ou non, logé dans une réservation usinée soit sur le montant soit aux extrémités des traverses, associé à un système de verrouillage de position permettant le blocage de l'assemblage.

Ces éléments de liaison devront justifier d'une résistance aux différentes sollicitations définies aux paragraphes §6.1.2 à §6.1.8 du présent document soit par calcul selon l'eurocode 5 (NF EN 1995) et l'eurocode 3 (NF EN 1993) ou l'eurocode 9 (NF EN 1999) et leurs annexes nationales respectives, soit par voie d'essai selon la norme NF EN 16758, ou bénéficiant d'une évaluation technique européenne.

Si cela est rendu nécessaire la résistance au choc sera évaluée par essai selon la norme NF EN 14019.

5.4 Intégration et Maintien des remplissages

La mise en œuvre des remplissages doit répondre aux principales fonctions suivantes :

- assurer la tenue mécanique des vitrages sous l'effet du vent et la reprise du poids des vitrages ;
- protéger le joint de scellement du vitrage isolant du rayonnement solaire, et de l'humidité.

5.4.1 Prise en feuillure des remplissages

Les caractéristiques dimensionnelles et géométriques des feuillures sont définies dans le NF DTU 39 P1.1 pour les vitrages mis en œuvre sur chantier, et dans les normes XP P20-650-1 et XP P20-650-2 pour les vitrages mis en œuvre en atelier, en fonction de :

- la dimension des vitrages ;
- de la nature du matériau ;
- du type de garniture d'étanchéité entre les vitrages.

Les garnitures d'étanchéités doivent conformes aux prescriptions du paragraphe §4.5.1 et §4.5.2.

Le choix des garnitures d'étanchéité doit s'effectuer en tenant compte de :

- l'exposition et de la nature du vitrage ;
- de la nature du ou des matériaux constituant la feuillure ;
- de la prise en feuillure minimale

Les tableaux du §7 du NF DTU 39 P1-1 permette de vérifier l'aptitude du système d'étanchéité de la feuillure.

5.4.2 Maintien des remplissages

Dans le cadre du présent document, les remplissages sont exclusivement pris en feuillure sur 4 côtés et leur maintien est assuré par un profilé serreur continu et métallique conforme aux exigences de la norme NF P 24 351, équipé de garnitures d'étanchéité.

Un capot esthétique recouvre généralement le serreur et ses fixations, il arrive parfois que pour des raisons esthétiques et architecturales, les vis de fixations soient demandées apparentes, le serreur fait alors fonction de serre-vitre et de capot, on parle alors de capot-serreur ou encore de serreur plat.

Le serreur doit être fixé mécaniquement, soit par vissage dans un canal à visser métallique lui-même fixé sur le profilé bois, soit directement dans le profilé bois ou par l'intermédiaire d'un insert métallique taraudé. La visserie doit être en acier inoxydable de grade 4 (classe A4) conformément à la norme NF EN 1670 et les fixations devront justifier d'une résistance caractéristique à l'arrachement de 200 daN avec un entraxe maximum de 300 mm.

Quel que soit le système constructif, le dispositif de liaison du serreur sur l'ossature doit également se conformer aux règles suivantes :

- ne pas altérer la performance d'étanchéité à l'eau de la façade ;
- assurer une compression des joints de calfeutrement suffisante pour assurer l'étanchéité tout en limitant les efforts de compression sur les remplissages lors du vissage ;
- permettre le démontage et le remontage tout en assurant les mêmes performances.

5.4.3 Dispositif de reprise du poids des remplissages

Le dispositif de reprise du poids des remplissages sert à transmettre les efforts dus au poids des vitrages aux traverses. Suivant le type de système de façade, le dispositif de reprise du poids peut être soit :

- métallique et respecter la norme NF P24-351 ;
- en bois dans le cas des façades de type I ;
- par sa conception ce dispositif ne doit pas occasionner de déplacement vertical différentiel entre les différents composants d'un vitrage isolant supérieur à 0.5 mm sous la charge instantanée maximale préconisée par le concepteur.

Le poids maximal des remplissages est déterminé par voie d'essai, en utilisant le protocole de l'annexe A pour les façades de type I, et la méthode d'essai de la norme NF EN 16758, complété éventuellement par un essai selon la norme NF EN 17146, pour les façades de type II.

Pour chaque système de façade, la conception du support de vitrage doit permettre le calage des remplissages en respectant les règles du NF DTU 39 P1.1 tout en respectant la hauteur utile de feuillure minimale requise.

Le dispositif de reprise du poids des remplissages ne doit pas altérer les performances de la façade, ni interrompre la continuité du système de drainage.

5.4.4 Calage des remplissages

Le positionnement, le dimensionnement, et la mise en œuvre des cales de remplissages des façades rideau doivent respecter les dispositions définies dans le NF DTU 39 P1.1. Les cales doivent être en matériau durable conforme au §4.2.5 du présent document et compatibles avec les produits situés au contact ou à proximité.

< FONCTION ET POSITIONNEMENT DES CALES

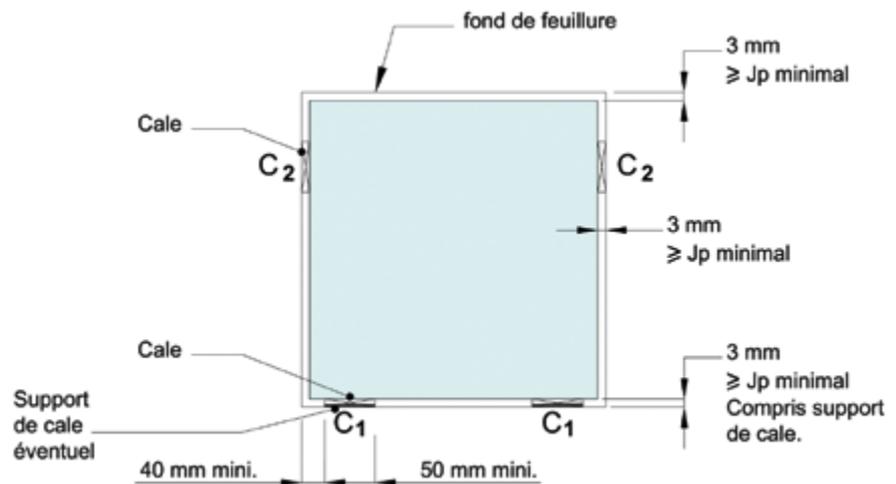
Les façades rideaux ne sont concernées que par le calage des remplissages fixes, et par 2 types de cales :

- les cales d'assise C1 qui transmettent le poids du remplissage, et sont obligatoires ;
- les cales périphériques de sécurité C2 qui permettent d'éviter tout contact entre le châssis et le vitrage. Dans le cas des façades de type I (feuillure à

verre en bois) elles sont obligatoires dès lors qu'une des dimensions du vitrage dépasse 1,50 m.

Les cales doivent impérativement être positionnées, comme sur la figure ci-dessous sans ajout d'autres cales, à proximité des angles des vitrages en respectant une distance minimale de 40 mm entre l'angle du remplissage et le bord de la cale le plus proche.

Figure 12 – Position des cales pour un remplissage fixe



< DIMENSION DES CALES

L'épaisseur minimale des cales est au moins égale au jeu périphérique minimal soit 3 mm y compris le support de cales éventuel.

La largeur minimale des cales est au moins égale à l'épaisseur totale du vitrage qu'il soit monolithique, feuilleté ou isolant, augmentée d'un jeu latéral pour la cale d'assise.

La longueur des cales d'assise C1 est déterminée en utilisant la formule suivante, sans être inférieure à 50 mm :

- $L = 10 \times S$ pour des cales en bois ou en matériau de synthèse,

Où

S est la surface du vitrage exprimée en m^2 ,

L = longueur d'une cale exprimée en mm.

Les cales périphériques de sécurité C2, doivent avoir une largeur minimale au moins égale à l'épaisseur du vitrage et une longueur minimale de 50 mm.

< MISE EN ŒUVRE DES CALES

Les cales mises en œuvre doivent respecter les conditions du §5.5.4.1 et du §5.5.4.2. Un plan de principe de positionnement des remplissages précisant la position des cales de vitrage et leurs dimensions, doit être joint au plan d'exécution de chaque ouvrage.

Les cales sont fixées au support de cale par collage, clipsage ou mécaniquement pour assurer leur maintien en place de façon durable et indépendamment du remplissage sous l'effet notamment des mouvements du bâtiment, des vibrations, des dilatations.

En cas de collage, le produit utilisé doit être compatible avec les composants du vitrage (joint de scellement, film pvb, ...) et les autres matériaux avec lequel il peut être en contact.

Lorsque les traverses basses ne sont pas horizontales, il convient de prévoir des cales périphériques pour maintenir le vitrage en place sur le côté adjacent au point bas de la traverse.

5.4.5 Intégration portes et fenêtres extérieures

La pose des fenêtres et portes doit être effectuée conformément aux normes, DTU, Avis Techniques, textes spécifiques et Cahiers des Charges qui les concernent.

Les modes de fixations et de liaisons entre ossature secondaire de façade et dormant (de fenêtres, portes, etc.) ou entre ossature secondaire et cadres vitrés fixes, etc., peuvent être multiples (vissages, serrages, agrafages, vérins, cales, etc.) et peuvent différer des spécifications de la norme relative au mode de fixation des fenêtres sur un gros œuvre (maçonnerie ou béton). Leur efficacité (type, nombre, position, etc.) doit permettre de satisfaire aux performances du remplissage et de la façade, et ne pas nuire aux dispositions de drainage et d'équilibrage de pression.

NOTE

Si le maintien du dormant assuré par un couvre-joint serreur, est généralement suffisante vis-à-vis du vent, il est recommandé de prévoir une fixation mécanique complémentaire du cadre dormant.

Le présent document ne couvre pas la réalisation d'ouvrant dont le dormant est constitué par l'ossature secondaire.

5.5 Cas des capots bois

Les capot bois peuvent être en bois massif ou en carrelé lamellé collé ou lamellé collé abouté et doivent respecter les prescriptions du §4.1.1.

Dans le cas du présent document la profondeur maximale des capots bois est limitée à 50 mm.

La massivité des bois favorisant la rétention d'eau, les sections de bois à partir desquelles les capots sont fabriqués doivent être de moyenne massivité et donc avoir une épaisseur e telle que :

- $28 \text{ mm} < e \leq 75 \text{ mm}$ pour les bois massifs ;
- $28 \text{ mm} < e \leq 210 \text{ mm}$ pour les bois lamellés-collés avec une épaisseur de lamelle $\leq 35 \text{ mm}$.

Dans le cas du présent document, l'utilisation de capots bois est limitée à une hauteur maximale de 7 m par rapport au niveau du sol extérieur environnant pour des raisons de sécurité, et les capots qu'il soient verticaux ou horizontaux ne doivent pas se situer à moins de 20 cm du sol extérieur fini, s'ils ne sont pas entièrement en zone protégée, pour des raisons de salubrité.

5.5.1 Spécifications dimensionnelles

< GÉNÉRALITÉS

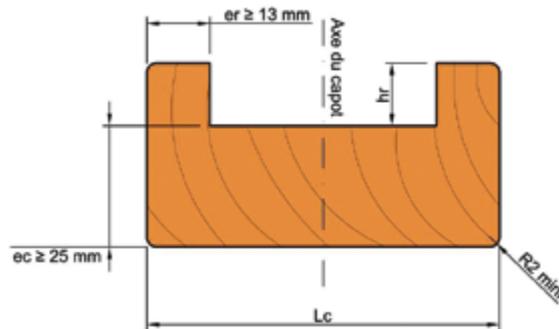
Les dimensions et l'asymétrie d'une pièce influent sur sa stabilité dimensionnelle en service.

Le profilage du capot bois ne doit nuire ni à l'esthétique de la façade, ni à son dispositif de maintien, par un niveau de stabilité en service du bois inapproprié. Afin de limiter les déformations que pourrait générer le tuilage :

- les ailes du capot doivent respecter les exigences de la règle d'élanement suivante :
 - $e \geq \frac{3}{4} h$ ou e est l'épaisseur de l'aile du capot et h sa hauteur ;
 - $e \geq 13 \text{ mm}$.

- l'épaisseur minimale du corps e_c du capot doit :
 - être supérieure à 25 mm ;
 - Et respecter un élancement L_c/e_c maximal de 3.5, avec L_c largeur du capot (face vue).

Figure 13 – Géométrie des capots : Limites dimensionnelles



Les arêtes saillantes des capots bois doivent présenter un usinage adouci de rayon minimal de 2 mm, pour assurer la continuité du film de finition ainsi qu'une épaisseur de film minimale y compris sur ces points singuliers.

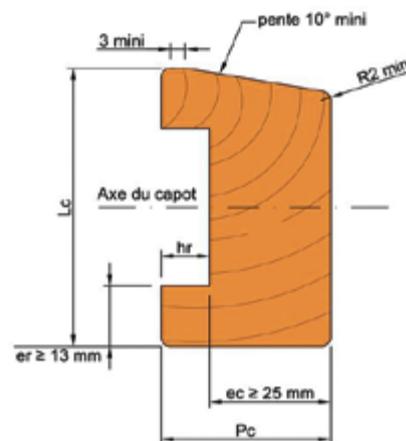
< CAPOTS HORIZONTAUX

Les capots bois des traverses soumis au ruissellement ne doivent pas favoriser la rétention d'eau sur leur surface supérieure et permettre l'écoulement de ces eaux de ruissellement.

Dans le cadre du présent document la profondeur des capots bois des traverses est limitée à 40 mm. Au-delà une étude spécifique est nécessaire pour valider leur géométrie, leur maintien et leur durabilité.

Un angle de 10° vers l'extérieur par rapport au plan horizontal est suffisant pour répondre à cette exigence. Une surface plane de 3 mm maximum est toutefois tolérée.

Figure 14 – Exemple de capot bois horizontal



L'usinage d'une goutte d'eau d'une section minimale 8 x 8 mm en sous face du capot est recommandé pour apporter une protection supplémentaire à la finition et limiter les eaux de ruissellement sur les éléments situés en dessous.

5.5.2 Dispositif de fixation du capot

Le dispositif de liaison du capot bois sur le serreur doit être métallique et conforme à la NF P 24-351, et la visserie utilisée doit être en acier inoxydable de grade 4 (classe A4) conformément à la norme NF EN 1670.

Le dispositif ne doit pas constituer une entrave à l'évacuation des eaux de ruissellement qui pourraient pénétrer entre le serreur et le capot. Si celui-ci est continu des orifices d'évacuation devront être prévus en respectant la règle de drainage des capots bois

Figure 15 – Exemple de drainage des capots avec un dispositif de liaison capot bois-serreur ponctuel

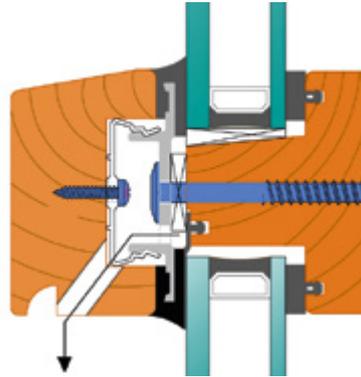
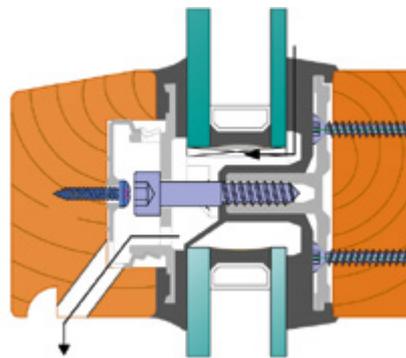


Figure 16 – Exemple de drainage des capots avec un dispositif de liaison capot bois-serreur ponctuel



En cas de fixation du capot sur le serreur par clippage, celle-ci devra être sécurisée par une fixation mécanique dans le profilé serreur, positionnée à l'axe des capots.

NOTE

La fixation du dispositif de liaison du capot bois sur le serreur ne peut être réalisée par collage.

Le dispositif de fixation du capot doit être dimensionné pour reprendre les efforts dû au poids propre du capot.

5.5.3 Disposition d'étanchéité et de drainage

Les solutions de capotage en bois sur les montants et les traverses ne doivent pas favoriser de rétention d'eau, en permettant l'écoulement vers l'extérieur des eaux de pluie et d'infiltration, et en limitant les entrées d'eau de pluie et de ruissellement entre le serreur et le capot bois.

L'étanchéité entre les profilés serreurs et les capots bois des traverses doit être assurée.

Quel que soit le principe de drainage de la façade les capots bois des traverses doivent être drainés pour éviter toute rétention d'eau entre le capot et le serreur et évacuer les eaux d'infiltration accidentelle ou de condensation vers l'extérieur.

Les orifices de drainage doivent avoir une section minimale de 50 mm², soit circulaire d'un diamètre 8 mm minimal soit oblong avec la plus petite

dimension supérieure ou égale à 5 mm et répartis sur la longueur du capot selon la règle suivante :

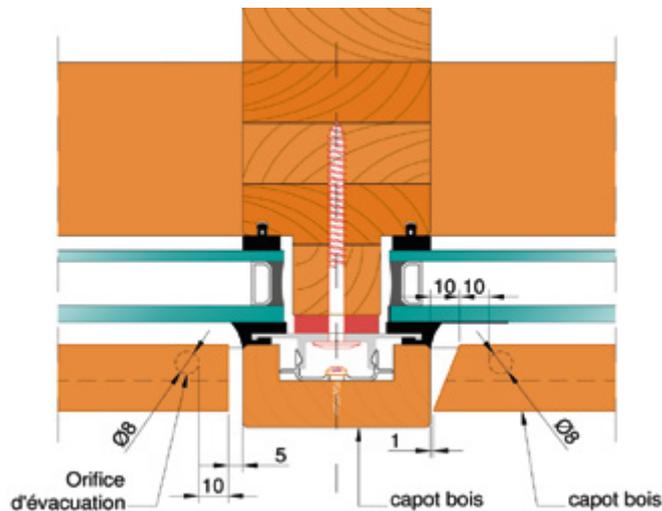
- 2 orifices au moins jusqu'à une longueur de 800 mm de capot centré sur la longueur, et dont la distance au bord n'excède pas de 10 mm ;
- puis un orifice supplémentaire par tranche de 500 mm.

5.5.4 Dispositions de protection des extrémités des capots

Les extrémités des capots bois des montants et des traverses sont en bois de bout c'est-à-dire obtenues par une coupe perpendiculaire aux fibres du bois et constituent des zones sensibles à une humidification par capillarité, qu'il convient compte-tenu de leur exposition à l'humidité de protéger par des dispositions constructives de type « drainantes » :

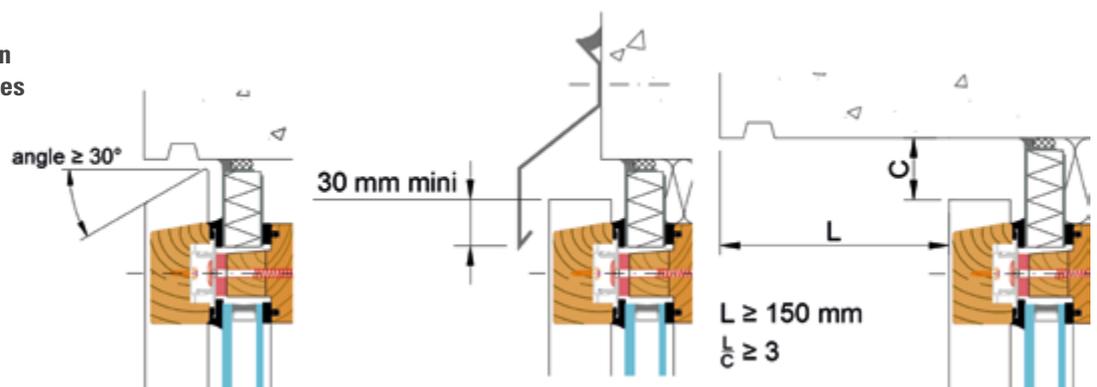
- les capots des montants sont filants verticalement sur la hauteur et les capots des traverses interrompus à chaque montant ;
- aux extrémités des capots bois des traverses, il convient de ménager un jeu minimal de 5 à 10 mm selon les dispositions ci-dessous, pour faciliter l'écoulement des eaux de ruissellement, et éviter tout piégeage d'eau, tout en assurant la continuité du plan d'étanchéité extérieur au niveau des remplissages ;

Figure 17 – Exemple de liaison entre capot vertical et capot horizontale.



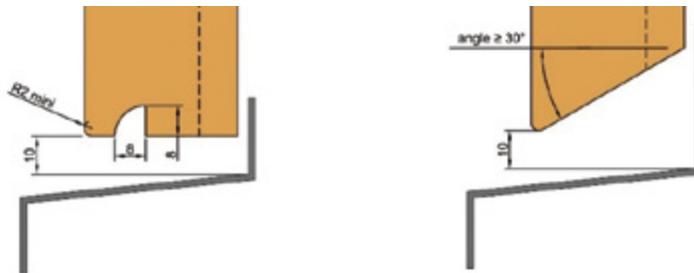
- Les extrémités supérieures des capots verticaux doivent être protégées d'une exposition directe aux eaux de pluie et de ruissellement. L'épaisseur du linteau, un débord de toiture, la couvertine en tête de l'ouvrage de façade, ou un rejet d'eau posée en façade ou un capotage avec un recouvrement vertical minimal, une coupe avec une pente vers l'extérieur peuvent sous certaines conditions détaillées dans les figures ci-dessous assurer normalement cette protection ;

Figure 18 – Exemples de solutions de protection des extrémités supérieures des capots verticaux



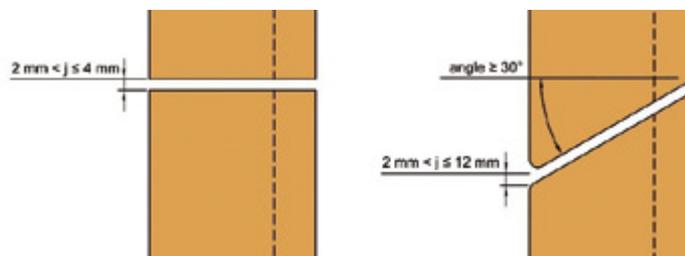
- Les extrémités inférieures des capots verticaux doivent former goutte d'eau. Une pente de 30° vers l'extérieur par rapport à l'horizontale avec une arête présentant un rayon de 2 mm mini ou une goutte d'eau de largeur 12 mm et de hauteur 8 mm, constitue une solution efficace ;
- La distance mesurée verticalement entre l'extrémité inférieure du capot et le point haut de la pente de la bavette ne doit pas être inférieure à 10 mm.

Figure 19 – Exemples de Traitement des extrémités inférieures des capots verticaux



- L'aboutement de 2 capots verticaux doit être réalisé avec un jeu strictement supérieur à 2 mm et coupe jonction inclinée de 30° vers le bas, ou avec jeu compris j tel que $2 < j \leq 4$ mm et une coupe horizontale.

Figure 20 – Traitement des jonctions de capots verticaux



5.5.5 Maitrise de la durabilité des capots bois

< GÉNÉRALITÉS

Voir le paragraphe généralités du §5.1.2.

< DURABILITÉ VIS-VIS DU RISQUE FONGIQUE

Quel que soit le système constructif, les capots bois qu'ils soient en bois massif, ou en carrelot lamellé-collé et/ou abouté (LC / LCA) sont à affecter en classe d'emploi 3.2, sous réserve du respect des règles de conception édictées aux paragraphes §5.5.1 à §5.5.4.

NOTE

Les capots bois des façades rideaux intérieures sont en situation de classe d'emploi 2.

Toutefois, la détermination de la classe d'emploi des capots peut être optimisée en fonction des deux paramètres que sont les conditions climatiques d'humidification et la protection susceptible d'être apportée par la construction définis ci-après.

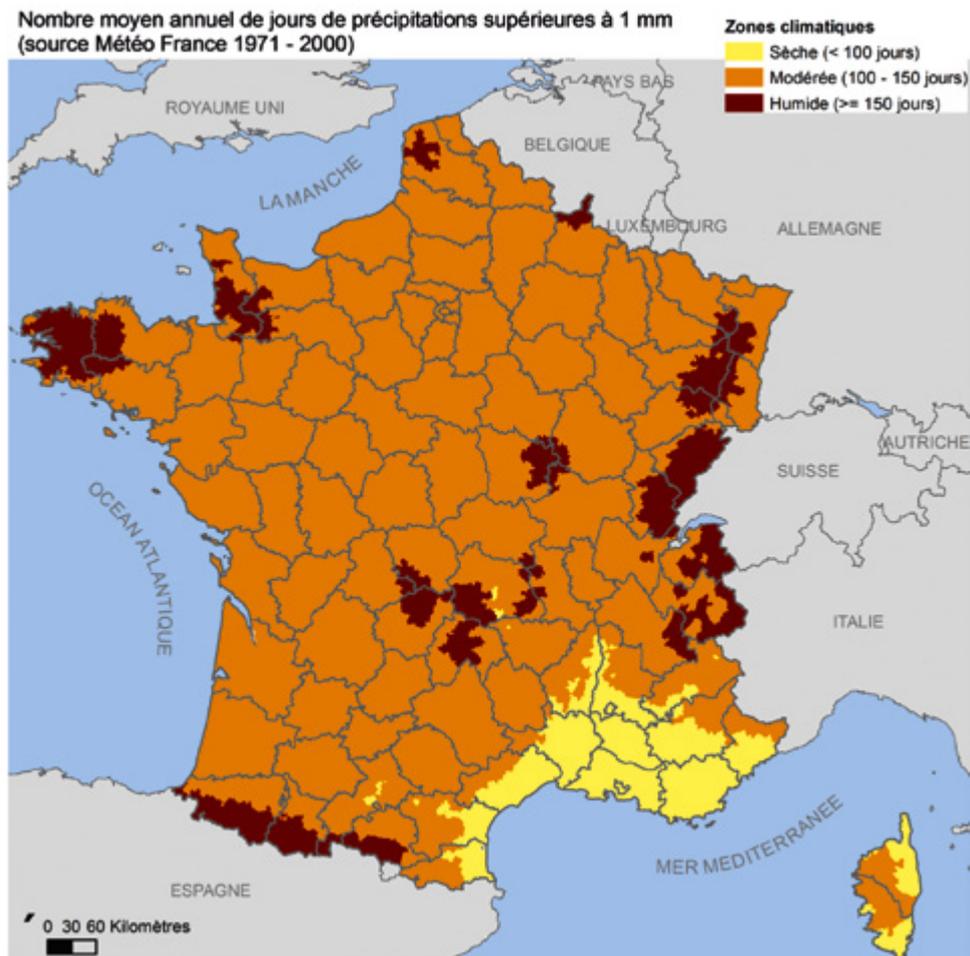
Les conditions climatiques d'humidification en France métropolitaine

Les conditions climatiques d'humidité sont basées sur une proposition simplifiée qui ne tient compte que du facteur jugé le plus impactant, la pluviométrie et caractérisé la moyenne annuelle du nombre de jours de précipitation supérieures à 1 mm, notée N. 3 niveaux de climats ont été définis pour la France métropolitaine :

- SEC : $N < 100$ jours ;
- MODERE : $100 \leq N < 150$ jours ;
- HUMIDE : $N \geq 150$ jours.

L'annexe B du FD P 20651 dresse la liste exhaustive de tous les départements et les cantons de France Métropolitaine et des conditions climatiques d'humidification qui leur sont affectées, cependant la carte ci-dessous permet d'effectuer une appréciation visuelle générale de l'ensemble du territoire métropolitain.

Figure 21 – Répartition géographique des conditions climatiques d'humidification



CONDITIONS LOCALES

Il convient toutefois de noter que des conditions locales spécifiques peuvent modifier cette distinction de climats sec, modéré, humide, par exemple :

- situation en zone côtière ;
- la topographie locale (fond de vallée non ensoleillée,...) ;
- proximité d'une source d'humidité générant des périodes récurrentes de brume ou de brouillard (cours d'eau, plan d'eau, zone forestière,...).

A l'inverse une situation en altitude élevée (au-dessus de 900 mètres) peut avoir une incidence favorable.

C'est au concepteur de l'ouvrage d'apprécier les conditions climatiques d'humidification les plus adaptées et ce, sous son entière responsabilité.

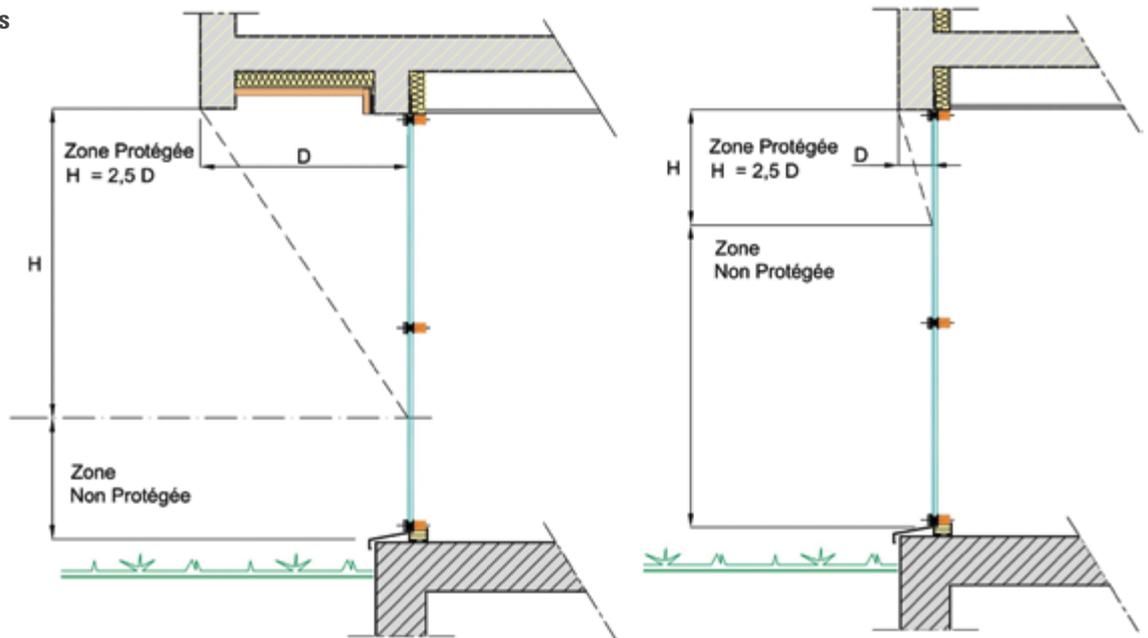
Facteur de protection

Par hypothèse, toutes les façades d'une construction sont considérées pleinement exposées aux vents de pluie dominants. Ce paramètre est destiné à définir une zone supérieure de la façade pour laquelle les éléments bois sont abrités.

La présence d'un débord de toiture ou d'une protection rapportée de largeur D permet de protéger la partie supérieure d'une façade sur une hauteur H , prise depuis le niveau du débord est définie par la relation suivante :

- $H = 2.5 D$ limite zone protégée (voir figure 22).

Figure 22 – Exemples de protection apportées par la construction



Affectation de la classe d'emploi

Sur la base du document général FD P 20-651, de la connaissance des conditions de mises en œuvre des capots bois, et du respect des règles de conception édictées aux paragraphes §5.5.1 à §5.5.4, l'affectation de la classe d'emploi est la suivante :

Tableau 12 – Classe d'emploi des bois en fonction des conditions climatiques et de l'exposition en France métropolitaine des capots bois

Protection apportée par la construction	Conditions climatiques		
	SEC	MODERE	HUMIDE
	Classe d'Emploi		
Eléments en zone non protégée	3.1	3.2 ⁽¹⁾	3.2 ⁽¹⁾
Eléments en zone protégée	2	2	2

⁽¹⁾ Il est possible d'affecter une classe d'emploi 3.1 aux capots verticaux à conditions que le système de finition appliqué sur les capots soit de niveau 4 minimum

NOTE

L'optimisation suivant le critère de protection apportée par la construction pour une même façade implique l'établissement d'un plan de repérage des différents éléments d'ossature et des capots et leur marquage individuel selon le plan établi.

< DURABILITÉ VIS-VIS DES INSECTES À LARVES XYLOPHAGES ET DES TERMITES

Les capots sont des éléments décoratifs, visibles, accessibles et facilement remplaçables. Par conséquent, et hors cadre réglementaire, aucune protection contre les insectes à larves xylophages et les termites n'est requise pour les capots en bois, sauf exigences spécifiques mentionnées dans les Documents Particuliers du Marché.

Dans ce cas les solutions permettant d'atteindre une résistance aux insectes à larves xylophages et/ou aux termites basées sur la durabilité naturelle et/ou conférée, sont mentionnées dans la norme NF EN 350 et dans le fascicule FD P 20-651. Il est possible aussi de se reporter au tableau 6 du §4.1.3 du présent document pour les principales essences de bois utilisées pour les capots.

< DURABILITÉ D'ASPECT : PROTECTION CONTRE LE BLEUISSEMENT

Les essences résineuses et certaines essences feuillues lorsqu'elles sont exposées à l'humidité atmosphérique sont également sensibles aux champignons de discoloration (champignon de moisissures et champignon de bleuissement), dont les attaques en surfaces et/ou en profondeur engendrent essentiellement des désordres esthétiques. On parle alors de durabilité d'aspect du bois.

Par conséquent les éléments en bois sensibles aux champignons de discoloration placés à l'extérieur et destinés à être revêtus d'une finition transparente, doivent être traités avec un produit anti-bleuissement. Les agents anti-bleuissement peuvent être incorporés soit aux produits de traitement fongicide ou fongicide et insecticide, soit au niveau du système de finition.

5.5.6 Finition

Les capots bois doivent être livrés sur chantier après avoir reçu en atelier, un système de finition complet, c'est-à-dire que toutes les couches de finition sont appliquées en atelier après réalisation de toutes les phases d'usinages et de l'application de l'éventuel traitement de préservation, et sur toute les surfaces des profilés bois qu'elles soient visibles ou non visibles. Ce système doit être conforme aux prescriptions du §4.1.4.

! Le recours à la recoupe des capots sur chantier doit être exceptionnel et doit faire l'objet d'un soin particulier. Si un traitement de préservation a été appliqué en atelier, il convient de prévoir d'appliquer un traitement complémentaire par badigeonnage à l'aide d'un produit adapté pour la classe d'emploi requise et compatible avec le traitement initialement appliqué conformément à la norme NF EN 599-1, avant de procéder à l'application de la finition en respectant les préconisations ci-dessus.

Afin d'assurer les fonctions de protection hydrofuge et de protection contre les agressions climatiques le système de finition doit avoir :

- une efficacité hydrofuge en bois de fil WPE correspondant au minimum à la classe 3 selon le §6.3.2.3 de la norme NF P 23 305 ;
- une performance de protection contre les agressions climatiques au moins équivalente au niveau 4 minimum, selon le tableau 7 du §4.1.4.

Le tableau ci-dessous indique pour les niveaux de performance de finition possibles, le délai maximal avant le premier entretien.

Tableau 13 – Niveau de finition et délai de surveillance avant le premier entretien associé selon le type de finition appliquée

Type de système de Finition complète	Niveau de performance	Délai de surveillance pour le premier entretien
Opaque ou transparent	4	2 ans
Opaque ou transparent	5	4 ans
Opaque ou transparent	6	6 ans

Les arêtes saillantes des capots bois doivent présenter un usinage adouci de rayon minimal de 2 mm, pour assurer la continuité du film de finition ainsi qu'une épaisseur de film minimale y compris sur ces points singuliers.

Traitement des extrémités des capots bois :

Un soin particulier doit être apporté à l'application de la finition sur les extrémités en bois de bout des capots bois, par une reprise manuelle en cas d'application en flow coat ou par un robot et l'utilisation d'un système de finition complète avec un minimum de 3 couches, et l'application d'une couche supplémentaire sur les extrémités.

L'utilisation d'un produit spécifique type bouche pore peut apporter une protection supplémentaire notamment en pied de façade.

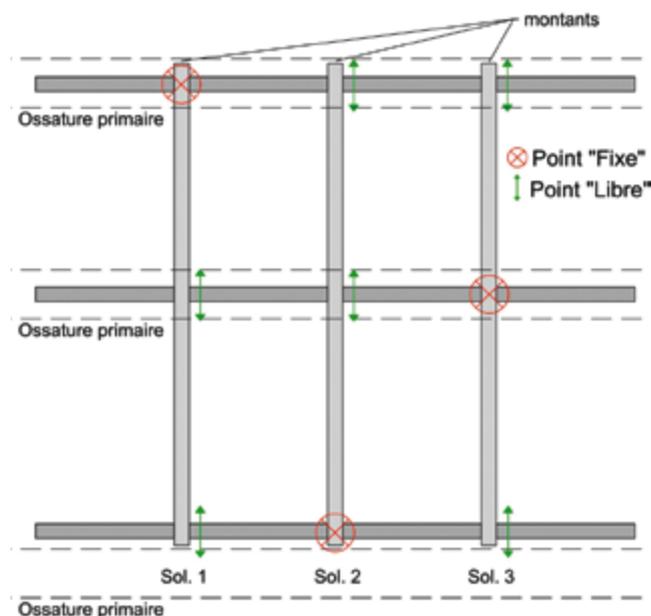
5.6 Interface Façade – Gros-œuvre

5.6.1 Principes de fixation au gros-œuvre (point d'application descente de charges)

La fixation des montants des façades rideaux à l'ossature primaire est réalisée au minimum par deux attaches. Ces liaisons sont de deux types :

- liaison de type articulation (point fixe) qui transmet au gros-œuvre les efforts horizontaux (principalement dus aux effets du vent) et les efforts verticaux (descente de charge). Un montant ne peut avoir qu'une attache fixe ;
- liaison de type appui simple (point libre) qui ne transmet que des efforts horizontaux, une fois que la façade est posée et réglée, et permet d'absorber les déplacements verticaux de la structure primaire.

Figure 23 – Principes de reprise de fixation des montants sur 3 appuis



Les montants des façades sont soit suspendus (solution 1), soit posés (solution 2). Il existe une troisième possibilité solution dans le cas des montants sur 3 appuis qui consiste à transmettre les descentes de charges au niveau de l'appui intermédiaire.

5.6.2 Déplacements maximaux du gros-œuvre

Les dispositifs de liaison de la façade à la structure primaire (attaches, ancrages et fixations) ou les autres éléments de la façade (joints en particulier) doivent être prévus pour prendre en compte les mouvements prévisibles générés ou transmis par la structure du bâtiment et éviter toutes sollicitations dynamiques, permanentes ou momentanées sur les bâtis, menuiseries, remplissages ou calfeutrement.

Sauf spécifications contraires dans les documents particuliers du marché, les déplacements maximaux de l'ossature primaire entre 2 appuis contigus que devront pouvoir reprendre les façades rideaux posées et réglées sont de ± 2 mm.

5.6.3 Réglage tridimensionnel

Les dispositifs de liaison doivent permettre de reprendre les écarts dimensionnels de l'ossature primaire dans ses limites de tolérances géométriques, tout en permettant le respect des tolérances dimensionnelles de la façade.

Les différents éléments constituant les dispositifs de liaison doivent donc permettre un réglage de la façade verticalement, en profondeur (perpendiculairement à la façade), et latéralement (dans le plan de la façade). En pratique les principales solutions utilisées sont le calage (pour les réglages en profondeur et verticalement), les perçages oblongs, ou les perçages de grands diamètres, plus rarement les rails.

Les tolérances dimensionnelles de l'ossature primaire destinée à recevoir des façades sont précisées au paragraphe §8.3.

5.6.4 Verrouillage des fixations et ancrages

Toutes les fixations doivent être freinées pour la durée de vie de l'ouvrage, après réglage, tout en tenant compte du ou des degrés de liberté éventuels. Par frein, il faut entendre tout dispositif empêchant le desserrage autrement que par une action volontaire.

5.6.5 Calfeutremments périphériques

Les calfeutremments réalisés en parties hautes, en parties basses, et au niveau des jonctions latérales, assurent la continuité des performances remplies par la façade décrites dans la norme NF EN 13830. Cette continuité doit être assurée tout en étant soumise aux sollicitations déclarées du bâtiment, en permettant les comportements différentiels prévisibles des éléments et en tenant compte des tolérances de fabrication et de pose de ces différents éléments.

La conception et la réalisation des calfeutremments, en particulier entre gros-œuvre et précadre, bâti ou dormant, doivent respecter les prescriptions ci-après.

Pour les garnitures d'étanchéité réalisées à l'aide de mastics (directement ou avec adjonction de tôleries ou profilés complémentaires) ou à l'aide d'une membrane d'étanchéité, on se reportera aux normes, cahiers des charges ou règles professionnelles.

< CALFEUTREMENT PAR MASTICS

La conception de la mise en œuvre du calfeutrement par mastic est réalisée conformément à la NF DTU 44.1. En particulier, le calfeutrement par mastic extrudé doit respecter les largeurs et profondeur minimales définies dans le NF DTU 44.1 en fonction de la classe de mastic.

NOTE

Le calfeutrement en solin est strictement réservé aux travaux de rénovation, selon le NF DTU 44.1 P1-1.

Les mastics ne doivent pas être revêtus par une peinture, ou un enduit, sauf justifications particulières pour éviter tous risques de pathologie liés à la différence de comportement mécanique et physico-chimique, et de compatibilité chimique pouvant affecté la durabilité du calfeutrement.

< CALFEUTREMENT PAR MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ

La conception et la réalisation de l'étanchéité par membrane doit se conformer au cahier des charges du fabricant. Il est notamment important de tenir compte, de la température et de la préparation des supports, des surfaces d'adhérence minimale, des recouvrements entre les membranes, des projections accidentelles, du primaire éventuel, du façonnage des soufflets qui permettent d'absorber les mouvements différentiels.

Pour les membranes d'étanchéité, les règles communes d'emploi sont les suivantes :

- elles peuvent être utilisées en barrière principale d'étanchéité en présence d'une protection limitant les eaux de ruissellement ;
- leur position en œuvre ne doit en aucun cas favoriser ni retenue, ni stagnation d'eau ;
- la largeur maximale des joints à calfeutrer est celle prescrite par le cahier des charges du produit utilisé ;
- sauf justification particulière, une membrane doit toujours être à l'abri d'une exposition permanente aux UV et fixée mécaniquement.

5.7 Traitement des jonctions

5.7.1 Parties hautes

Les configurations de mise en œuvre les plus courantes en parties hautes des façades rideau mixte bois-aluminium, sont :

- la façade rideau mixte bois-aluminium aboutit en sous-face d'un plancher ;
- la façade rideau mixte bois-aluminium est posée en applique extérieure en interface avec un complexe d'isolation par l'extérieur ;
- la façade rideau mixte bois-aluminium, dans sa partie haute, passe devant le plancher qui comporte un acrotère.

NOTE

Le présent document ne traite pas les façades rideaux mixtes bois-aluminium dont les deux faces sont exposées à l'extérieur, et par conséquent des façades dont la partie supérieure forme elle-même l'acrotère.

Les solutions de raccordement en parties hautes ne doivent pas occasionner des risques de condensation sur les éléments de l'ossature bois (face supérieure de la traverse haute, face supérieure de montant, ...).

< POSE EN APPLIQUE EXTÉRIEURE

Les calfeutrements par mastic sur fond de joint doivent être protégés par un calfeutrement complémentaire réalisé à l'aide d'une membrane d'étanchéité sur toute la longueur de la façade selon les spécifications du cahier des charges de mise en œuvre du fabricant, avec un débordement de 100 mm à chaque extrémité ou avec une retombée de 100 mm.

Dans le cas où le système d'isolation par l'extérieur est ventilé, un dispositif de rejet des eaux de ruissellement doit être prévu. Ce dispositif n'est pas à la charge du menuisier sauf prescriptions dans les Documents Particuliers du Marché.

< POSE EN APPLIQUE DEVANT ACROTÈRE

En partie haute lorsque la façade se situe au niveau de l'acrotère, l'étanchéité à l'eau est assurée par un dispositif constitué par exemple de membranes d'étanchéité, de calfeutrements métalliques, et est protégée par une couverture avec une pente de 10 % minimum généralement dirigée vers la toiture.

Les éléments de couverture d'habillage doivent rester démontables pour vérification et entretien éventuel des dispositifs d'étanchéité.

< FAÇADES AVEC CAPOTS BOIS

Les extrémités supérieures des capots verticaux et les capots horizontaux en traverses hautes doivent être protégées des eaux de ruissellement et respecter les préconisations du §5.5.4.

5.7.2 Partie basse

< LIAISON OSSATURE BOIS – PLANCHER

En partie basse, aucun contact direct avec le sol (dalle, longrine, muret d'allège, ...) n'est toléré, pour les montants, les traverses basses, et les traverses situées au niveau du plancher intermédiaire.

Dans le cas où la platine basse du montant pénètre à l'intérieur du montant (patte à manchon plat ?), une distance minimale de 20 mm est recommandée entre le support et la sous face du montant bois. Une protection complémentaire peut être apportée avec la mise en œuvre en sous face des montantes et/ou des traverses d'un bande d'arase de type bitumineuse ou plastique ou élastomère conforme aux prescriptions du §4.5.4

Afin de pas les exposer à des reprises d'humidités, les montants et la traverse basse situés au niveau du sol fini intérieur ne doivent pas une fois posés être en contact direct avec des produits mis en œuvre en phase humide.

Sauf prescription particulière dans les Documents Particuliers du Marché, il appartient au menuisier/façadier, d'assurer la continuité de la façade jusqu'au sol brut, en particulier du côté intérieur du bâtiment.

< DISPOSITIF D'ÉVACUATION DES EAUX DE RUISSLEMENT ET DE DRAINAGE

Les calfeutrements en pied de façade doivent être continus et protégés des eaux de ruissellement et de drainage par un élément continu et rester accessible pour les opérations d'entretien.

Cette bavette métallique continue doit permettre d'assurer un recouvrement minimum de 15 mm du support et présenter à ces extrémités un relevé d'étanchéité. Une pente de 10 % est recommandée pour la bavette.

Pour les façades de type II utilisant le système de drainage en cascade avec évacuation des eaux de drainage en pied de montants, la bavette de récupération des eaux de drainage doit se situer en arrière du plan de drainage, et évacuer les eaux de ruissellement devant le calfeutrement.

< TRAITEMENT DE L'ÉTANCHÉITÉ

Le raccordement d'une façade en partie basse avec un autre ouvrage (par exemple, dans le cas du relevé d'étanchéité d'une toiture terrasse) doit être exécuté selon les prescriptions du cahier des charges, en conformité avec les normes relatives à cet ouvrage. La mise au point du détail d'étanchéité doit par conséquent faire l'objet d'une synthèse entre les différents lots concernés (lot façade-menuiseries extérieures, lot gros-œuvre et éventuellement lot étanchéité).

NOTE 1

Les NF DTU qui concernent ces ouvrages et notamment ceux des couvertures et étanchéité des toitures précisent ces dispositions constructives (hauteur du relevé et recouvrement minimum).

NOTE 2

Les informations relatives à la conception des pieds de façade sont données dans la fiche technique COPREC/CSTB/SNFA N° 54 en référence aux principales règles de ces DTU, sont applicables au cas des façades mixtes bois-aluminium et reprises ci-dessous.

2 cas de figures sont considérés :

Support sans étanchéité extérieure

En l'absence de revêtement d'étanchéité extérieur, une garde à l'eau est toujours nécessaire pour protéger le calfeutrement en pied du mur rideau. Cette garde à l'eau peut être réalisée soit par un caniveau, soit par un relevé béton de hauteur ≥ 50 mm. Il convient également de s'assurer que les eaux de ruissellement sont écartées de la façade par une pente minimale $\geq 2^\circ$ sur la surface extérieure.

Support avec relevé d'étanchéité

Le support du relevé d'étanchéité est réalisé soit par un élément de maçonnerie, soit une costière en acier protégé, conformément aux exigences des DTU 43.1 et 43.3.

La hauteur de ce relevé est au minimum de 100 mm dans les cas de protection par dalles sur plots et de 150 mm dans les autres cas.

La tête du relevé d'étanchéité doit comporter une protection par relief maçonné, profil métallique ou membrane compatible.

Les seuils d'entrée permettant d'accéder dans les locaux doivent également comporter des relevés ou des caniveaux.

< CAPOTS BOIS

Les façades rideaux mixtes bois-aluminium équipées de capots bois doivent respecter les prescriptions du §5.5 qui fixe à 20 cm la distance minimale entre les points bas des capots bois et le sol extérieur.

5.7.3 Éléments de liaisons avec équipements intérieurs

Les éléments de liaison entre les produits des différents corps d'état intéressés et concernés (façades, cloisons, plafonds) doivent être étudiés pour absorber sans dégradation les déplacements de la façade, sous l'effet du vent et des variations dimensionnelles par exemple, et les écarts dimensionnels de fabrication et de pose des divers éléments en liaison.

5.8 Conception joint de dilatation

La conception d'un joint de dilatation de la façade dépend notamment de la direction et de l'amplitude des variations déclarées du joint de dilatation de l'ossature primaire.

Si les dilatations et mouvements sont dans un même plan, une conception de joint avec liaison fixe d'un côté et libre de l'autre peut être envisagée.

Le joint de dilatation de la façade rideau correspondant au joint de dilatation de la structure, peut être réalisé au droit de ce joint structurel, et doit respecter ses dimensions.

Les calfeutrements des joints de dilatation des façades doivent assurer la continuité des fonctions assurées par la façade, hors fonction esthétique.

5.9 Faisabilité entretien et maintenance

5.9.1 Entretien

Les composants nécessitant un entretien doivent pouvoir être visités pour toute opération visant à la conservation de leurs fonctions ou de leur aspect.

Il est de la responsabilité du menuisier d'assurer la faisabilité technique de l'entretien et de la maintenance.

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de prévoir les moyens d'accès aux composants nécessitant un entretien.

5.9.2 Réparabilité

La façade doit être conçue de façon à assurer une réparabilité limitée aux éléments suivants :

- les remplissages ;
- les quincailleries ;
- les équipements mobiles.

Le menuisier ne peut être tenu responsable si le fournisseur d'origine n'est plus en mesure de réparer ou refournir à l'identique.

Une méthodologie de remplacement des vitrages et des remplissages est à fournir.

06

DIMENSIONNEMENT ET JUSTIFICATIONS MULTICRITÈRES, ÉVALUATIONS DES PERFORMANCES



6.1 Résistance mécanique et stabilité

6.1.1 Principes généraux de la justification

Lors des phases de conception, de fabrication et de mise en œuvre de façades rideaux mixte bois-aluminium, il convient de s'assurer :

- d'une part, sous sollicitations à l'état limite ultime (ELU), de la résistance mécanique des éléments de la façade légère et que le maintien des remplissages et de tous éléments fixés à la façade reste assuré ;
- et d'autre part, sous sollicitations à l'état limite de service (ELS), de la limitation des déformations des éléments de l'ossature secondaire, de menuiseries, et de remplissages, de sorte que l'efficacité des garnitures et des systèmes d'étanchéité soit assurée, que leur amplitude vis-à-vis des liaisons à d'autres ouvrages (cloisons, plafond, ...) reste dans les limites admissibles spécifiées et que la manœuvre et les performances des parties mobiles ne soient altérées.

L'ensemble des sollicitations mécaniques à prendre en compte pour le dimensionnement des façades rideaux mixte bois aluminium sont :

- les charges permanentes (poids propre des éléments) ;
- les charges de vent ;
- les charges d'exploitation appliquées sur la façade ;
- les effets du séisme ;
- les actions thermiques.

NOTE

Les façades du présent document sont verticales ou au plus inclinées de 15° vers l'intérieur, les charges de neige ne sont donc pas à prendre en compte. Cependant, dans certains cas particuliers, si cela est nécessaire ces charges sont à déterminer selon l'eurocode NF EN 1991-1-3 et son annexe nationale.

Sauf indication particulière du CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières au projet) :

- il n'est pas prévu que les façades rideaux soient exposées à des charges horizontales autres que celles définies ci-dessus. Il n'est pas prévu que les façades soient susceptibles d'être exposées à des chocs accidentels très sévères (véhicules, engins mobiles, etc.). Il est pour cela recommandé de prévoir des dispositifs indépendants limitant les conséquences de tels chocs ;
- les charges dynamiques exceptionnelles ou les poussées autres qu'humaines sur la paroi, devront être précisées par le Maître d'ouvrage ;
- la façade n'a pas à participer à la sécurité des biens et des personnes contre les attaques volontaires. Elle n'est donc pas prévue pour résister ni aux effractions ni aux sollicitations générées par les explosions ou le vandalisme ;
- lorsqu'une façade passe devant un acrotère, elle ne participe en aucun cas à la stabilité de celui-ci. Par contre, la structure qui forme acrotère doit pouvoir reprendre les charges transmises par la façade.

La façade rideau mixte bois-aluminium, par définition, ne contribue pas à la stabilité du bâtiment auquel elle appartient, cependant elle doit être prévue et mise en œuvre en tenant compte des déformations de la structure primaire tant en phase chantier qu'une fois le bâtiment en charge. Les limites de ces déformations sont spécifiées au §6.1.8.

Les éléments bois de l'ossature doivent être vérifiés conformément aux exigences de NF EN 1995-1-1 et aux documents qui s'y rattachent. Pour les vérifications à l'ELS (déformations) et à l'ELU en situation de séisme, les actions ne sont pas pondérées. A l'ELU en situation normale, en revanche, les actions sont pondérées, par un facteur 1,35 (Charges permanentes) et 1,5 (Vent et charges d'exploitation). Les différents cas de charges et les pondérations associées sont précisés au paragraphe 6.1.7 du présent document.

6.1.2 Actions des charges permanentes

Le poids propre du vitrage et des éléments associés est repris par les traverses uniquement puis transmis aux épines verticales par le biais des assemblages traverses/épines. Le poids propre du vitrage et des éléments associés doit être communiqués par le fabricant.

NOTE

Le poids propre des vitrages exprimé en daN/m^2 peut être calculé en utilisant la formule suivante :

$$P_p = 2,5 \times e$$

Avec e égale à la somme des épaisseurs nominales de vitrage exprimées en mm

Les façades visées par le présent document sont strictement verticales ou inclinées au plus de 15° vers l'extérieur ou l'intérieur par rapport à la verticale. Le cas échéant, le poids propre des éléments rapportés en façade doit être pris en compte. La part de flèche liée au fluage doit bien être prise en compte.

Le poids propre doit être calculé suivant la norme NF EN 1991-1-1.

Les critères de déformation sous charges permanentes, selon NF DTU 33.1 §5.1.2 sont les suivants : valeur minimum entre L/500 et 3 mm.

6.1.3 Actions du vent

< PRESSION DE VENT APPLICABLES À L'OSSATURE SECONDAIRE BOIS

Les efforts dus au vent (pression et dépression) sont repris à la fois par les traverses horizontales et par les épines verticales. Ces efforts doivent être déterminés selon NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale.

La méthode de détermination des actions du vent accompagnée d'un exemple figure en annexe B du présent document.

En alternative, les charges de vent peuvent être déterminées à partir des tableaux de pressions enveloppes qui tiennent compte de coefficient simplifiés présentés dans la fiche technique COPREC/CEBTP/CSTB/SNFA n° 45 – Indice C de Juillet 2018 « Tableaux des Pressions de vent W50 applicables aux façades légères et déterminées selon l'Annexe Nationale NF EN 1991-1-4.

Les actions du vent peuvent également être déterminées par des essais en soufflerie dans le cas où les conditions d'exposition, la hauteur et/ou la forme du bâtiment le nécessitent.

La pression prise en compte ne sera pas inférieure à 400 Pa.

Dans le cas particulier des façades intérieures, on pourra utiliser soit la pression applicable aux façades intérieures définies par la NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale sans qu'elle ne puisse être inférieure à 300 Pa, soit une pression égale à 0,75 fois la pression caractéristique sur la façade extérieure pour la hauteur considérée et sans qu'elle puisse être inférieure à 300 Pa résultant de la méthode simplifiée du NF DTU 33.1 P1-1.

< PRESSION DE VENT SUR LES ÉLÉMENTS DE REMPLISSAGES

Le dimensionnement des vitrages simples et isolants et par conséquent la détermination des charges de vent est réalisé en application du NF DTU 39 P4.

La pression de vent applicable à la vérification de résistance au vent des fenêtres et portes intégrées dans la façade rideau est déterminée selon le NF DTU 36.5 P3

6.1.4 Actions des charges d'exploitations sur la façade

Pour les façades assurant la fonction garde-corps, la charge d'exploitation est reprise par les traverses horizontales, lorsqu'elles sont présentes, puis transmises aux épines par le biais des assemblages traverses/épines ou par les épines si les traverses ne sont pas présentes.

Ces charges horizontales sont précisées par le paragraphe 6.4 de NFEN 1991-1-1 et son annexe nationale selon la catégorie de bâtiment. Les catégories sont les suivantes :

Tableau 14 – Définition des catégories de bâtiment (Extrait de la norme NF EN 1991-1-1)

Catégorie	Usage spécifique	Exemples
A	Habitations, résidentiel	Pièce des bâtiments et maisons d'habitation ; chambres et salles des hôpitaux ; chambres d'hôtels et de foyers ; cuisines et sanitaires
B	Bureaux	
C	Lieux de réunion (à l'exception des surfaces des catégories A, B et D ⁽¹⁾)	<p>C1 : Espaces équipés de tables, etc., par exemple : écoles, cafés, restaurants, salles de banquet, salle de lecture, salle de réception.</p> <p>C2 : Espaces équipés de sièges fixes, par exemple : églises, théâtres ou cinémas, salles de conférence, amphithéâtres, salles de réunion, salles d'attente.</p> <p>C3 : Espaces ne présentant pas d'obstacles à la circulation des personnes, par exemple : salles de musée, salles d'exposition, etc., et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares.</p> <p>C4 : Espaces permettant des activités physiques, par exemple : dancings, salles de gymnastique, scènes.</p> <p>C5 : Espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes, par exemple : bâtiments destinés à des événements publics tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare.</p>
D	Commerces	<p>D1 : Commerces de détail courants</p> <p>D2 : Grands magasins</p>
E1	Surfaces susceptibles de recevoir une accumulation de marchandises, y compris aires d'accès	Aires de stockages de livres et autres documents
E2	Usage industriel	

Les charges d'exploitation horizontales sont appliquées à 1 m du sol et sont définies dans le tableau ci-après :

Tableau 15 – Charges horizontales linéaires selon les catégories de bâtiment.

Aires chargées	q_k (kN/m)
Catégorie A	0,6
Catégorie B	0,6
Catégorie C1 à C4	1,0
Catégorie C5	3,0
Catégorie D	1,0
Catégorie E1	0,8
Catégorie E2	0,3

pour les usages autres que ceux relevant de la norme NF EN85-015

Les charges éventuelles liées aux nacelles et dispositifs de nettoyage sont à prendre en compte. Les exigences de EN 1808 devront être respectées.

6.1.5 Effets du séisme

< GÉNÉRALITÉS

Les exigences du présent paragraphe s'appliquent aux façades rideaux des bâtiments neufs pour lesquels l'arrêté du 22 Octobre 2010 et ses modificatifs impose une justification en situation de séisme. Ces bâtiments sont les suivants :

Tableau 16 – Exigences de justification en situation de séisme

Prise en compte de l'aléa sismique				
Zone sismique	Catégorie de l'ouvrage			
	I	II	III	IV
Zone 1	Non	Non	Non	Non
zone 2	Non	Non	Oui ⁽¹⁾	Oui ⁽¹⁾
Zone 3	Non	Oui ⁽²⁾	Oui ⁽²⁾	Oui ⁽²⁾
Zone 4	Non	Oui ⁽²⁾	Oui ⁽²⁾	Oui ⁽²⁾

⁽¹⁾ Sauf les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du §1,1 du PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).

⁽²⁾ Sauf les bâtiments de catégorie II et les établissements scolaire à un seul niveau remplissant les conditions du §1,1 du PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).

Le paragraphe 2.2.2 (6) de la norme EN 1998-1-1 précise qu'il doit être vérifié que, sous l'effet de l'action sismique de calcul, le comportement des éléments non structuraux ne présente pas de risque pour les personnes et n'a pas d'effet défavorable sur la réponse des éléments structuraux. Des précisions quant à la nécessité d'effectuer cette justification notamment, sont apportées dans le paragraphe 1.1.2 du guide : DIMENSIONNEMENT PARASISMIQUE DES ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX DU CADRE BÂTI – Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal ».

Comme le précise le paragraphe 4.3.5.1 de NF EN 1998-1, les éléments non structuraux des bâtiments (par exemple murs rideaux notamment) qui peuvent, en cas de rupture, exposer les personnes à des risques ou affecter la structure principale du bâtiment ou l'exploitation des installations présentant des risques particuliers, doivent être vérifiés, ainsi que leur support, en vue de résister à l'action sismique de calcul.

Les façades rideaux, en tant qu'éléments non structuraux, ainsi que leurs ancrages doivent donc être justifiés en situation de séisme. En effet, en situation sismique, les façades rideaux sont soumises à un effort dû à leur masse.

Comme le précise ce même paragraphe, dans le cas d'éléments non structuraux de grande importance ou particulièrement dangereux, l'analyse sismique doit être fondée sur une modélisation réaliste des structures concernées et sur l'utilisation de spectres de répondre appropriés.

Dans tous les autres cas, une simplification est proposée au paragraphe 4.3.5.2 de EN 1998-1.

Ajouté à cela, les ossatures de ces façades pouvant être ancrées à plusieurs niveaux de l'ouvrage, les efforts induits par les déplacements inter-étages sont également à considérer.

< DÉTERMINATION DE L'ACTION SISMIQUE

Sur la base de la procédure simplifiée au paragraphe 4.3.5.2 d'EN 1998-1-1, l'effort dû à l'action sismique peut être déterminé en appliquant aux éléments non structuraux un effort horizontal F_a au centre de gravité de l'élément et orienté soit dans son plan (F_a''), soit perpendiculairement à son plan (F_a^{\perp}).

Sauf prescriptions des Documents Particulier du Marché, la composante verticale de l'action sismique n'est pas à considérer pour les façades légères.

Ossature secondaire bois

Pour des portées verticales entre appuis inférieures à 6 m seules les liaisons montant/traverse sous sollicitations sismiques sont à justifier en combinant les charges de poids propres et les actions sismique $F_a^{//}$ et F_a^{\perp} (Cf §6.1.7.3).

Détermination de l'effort sismique sur l'assemblage montant-traverse :

- dans le plan de la façade : $F_{a,m-t}^{//} = 0,5 \times (F_{a,ms}^{//} + F_{a,mi}^{//})$,

$$F_{a,m-t}^{//} = 0,5 \times (F_{a,ms}^{//} + F_{a,mi}^{//})$$

où

$F_{a,ms}^{//}$: effort sismique dans le plan de la façade, du au poids du remplissage du module supérieur, appliqué au centre de gravité du remplissage.

$F_{a,mi}^{//}$: effort sismique dans le plan de la façade, du au poids du remplissage du module inférieur, appliqué au centre de gravité du remplissage.

- perpendiculaire au plan de la façade : $F_{a,m-t}^{\perp} = 0,5 \times (F_{a,ms}^{\perp} + F_{a,mi}^{\perp})$

$$F_{a,m-t}^{\perp} = 0,5 \times (F_{a,ms}^{\perp} + F_{a,mi}^{\perp})$$

où

$F_{a,ms}^{\perp}$: effort sismique dans le plan de la façade, du au poids du remplissage du module supérieur, appliqué au centre de gravité du remplissage.

$F_{a,mi}^{\perp}$: effort sismique dans le plan de la façade, du au poids du remplissage du module inférieur, appliqué au centre de gravité du remplissage.

Les façades présentant des portées entre appuis supérieures à 6 m, requièrent une étude spécifique pour répondre aux objectifs de sécurité et de limitation de dommage du guide « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment "à risque normal" ».

Ancrage et attache de la façade à l'ossature primaire

L'effort sismique au niveau de l'ancrage au gros œuvre (cheville et gros œuvre) est à pondérer par un coefficient $K_{alea} = 1,5$ pour tenir compte des aléas de répartition des charges :

$$F_{a,ancrage} = K_{alea} \times F_a$$

Un exemple de détermination des actions sismiques figure en annexe C du présent document.

< VITRAGES

Cas sans exigences

Au sujet des vitrages, conformément à la fiche technique COPREC/CEBTP/CSTB/SNFA n° 49 – Indice C de Juillet 2018, il n'existe aucune exigence de choix des remplissages, et ce quel que soit leur technique de maintien lorsque l'une des conditions suivantes est vérifiée :

- aire d'activité AA1 ou AA3 (P 08-302) en pied de façade : Présence humaine occasionnelle ; Les façades situées à l'aplomb d'une aire de chute à occupation nulle ou quasi nulle (zone non accessible, zone uniquement accessible pour l'entretien, locaux techniques) telles que définies dans le guide ENS y répondent ;
- la hauteur de chute du remplissage est inférieure à 3,5 m (mesuré entre le point haut du remplissage et le sol) ;
- présence d'un réceptacle* : Sont considérés comme ouvrages formant réceptacles pour les chutes de débris, les balcons, loggias, auvents et ou-

* Sauf étude spécifique, la protection par réceptacle tel que défini ne s'applique pas aux remplissages de masse > 100 kg et ne respectant pas les critères sur le maintien (voir paragraphe 6.1.5.2.3 du présent document).

vrages similaires dont les dimensions respectent les critères suivants : le débord du réceptacle doit être supérieur à $H/10$ pour les parties de façades de hauteur inférieure à 28 m, sans être inférieur à 0,5 m, H désignant la hauteur de la partie de façade.

Ce dispositif devra être dimensionné pour résister à une charge accidentelle (ELU) uniformément répartie de 200 daN/m^2 .

De plus, si le remplissage du réceptacle est un vitrage, il devra être en verre feuilleté de sécurité et classé au moins P5A selon la norme NF EN 356.

Choix des vitrages

Lorsqu'aucune des conditions précédentes n'est satisfaite, le composant de vitrage se choisit selon le tableau ci-dessous :

Tableau 17 – Choix du vitrage

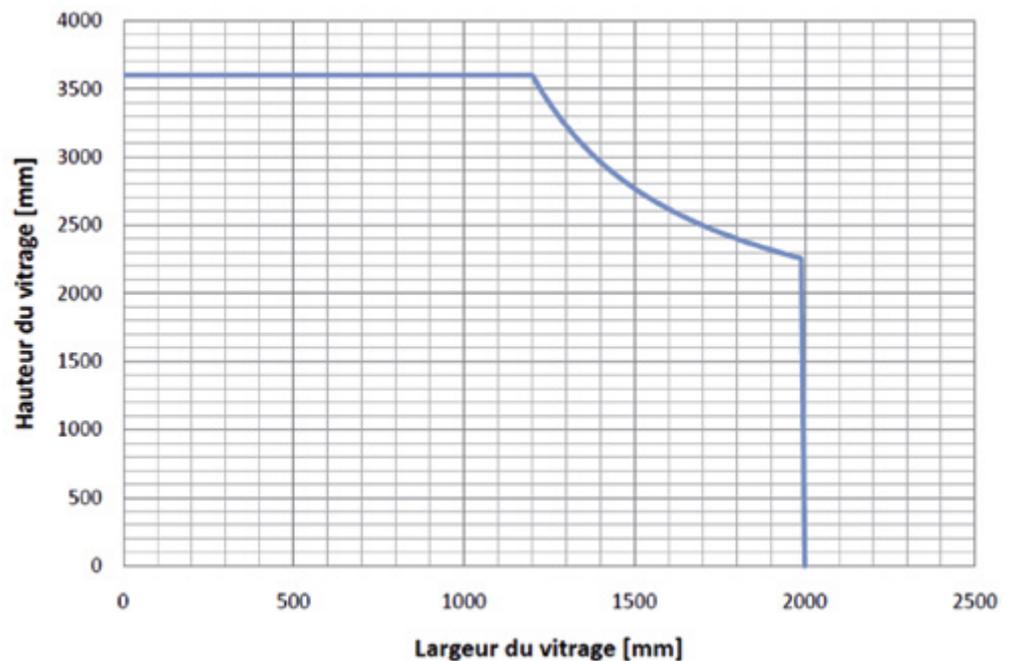
Zone de sismicité	Catégorie d'importance de bâtiment			
	I	II	III	IV
Zone 1	(1)	(1)	(1)	(1)
zone 2	(1)	(1)	(2) ou (3)	(2) ou (3)
Zone 3	(1)	(2) ou (3)	(2) ou (3)	(3)
Zone 4	(1)	(2) ou (3)	(2) ou (3)	(3)

(1) pas de prescription vis-à-vis de l'aléa sismique
 (2) les vitrages « recuits monolithiques » doivent respecter les dimensions maximales de la figure ci-dessous
 (3) Les vitrages doivent être soit feuilletés (2B2) soit trempés (1C3). Dans le cas de vitrages isolants l'utilisation d'un vitrage recuit ou durci est possible si sa chute est protégée par un vitrage feuilleté (2B2).

NOTE

Les vitrages «recuits monolithiques» sont les vitrages autres que ceux définis en (3) et employés en vitrage simple ou composant d'un vitrage isolant.

Figure 24 – Dimensions maximales des vitrages



Maintien des remplissages

Les dispositions de maintien suivantes ne nécessitent pas de justification sous sollicitation sismique :

- les remplissages maintenus en feuillures 4 côtés ;
- les remplissages (cadres rapportés, tôles...) fixés à l'ossature secondaire par vissage ;
- les ouvrants de masse inférieure à 100 kg.

Pour les ouvrants de masse supérieure à 100 kg, si les conditions du §6.1.5.2.1 sont respectées du côté du sens d'ouverture, sauf étude spécifique, la protection des personnes en pied de façade par un réceptacle ne s'applique pas.

< MÉTHODES DE JUSTIFICATION DES LIAISONS MONTANT-TRAVERSE PAR CALCULS OU PAR ESSAIS

La justification des liaisons montants/traverses peut se faire soit par :

- par calcul selon Eurocode 5 (NF EN 1995) et/ou Eurocode 3 (NF EN 1993) ou fiche technique établi par le fabricant du système de fixation ;
- par essais de traction suivant la norme NF EN 16758 (ou méthode similaire) prenant en compte les points d'application des efforts (position des supports et/ou des cales et excentrement des poids des remplissages) avec :
 - détermination de la valeur caractéristique $F_{des,u}$ à l'ELU suivant l'annexe B de la norme NF EN 16758 ;
 - répartition de l'effort sismique ci-dessous.

Figure 25 – Effort sismique dans le plan de la façade sur l'assemblage montant-traverse

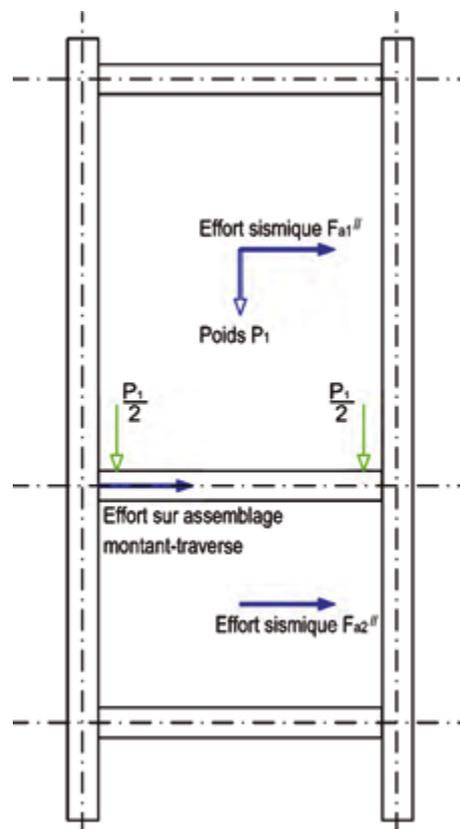
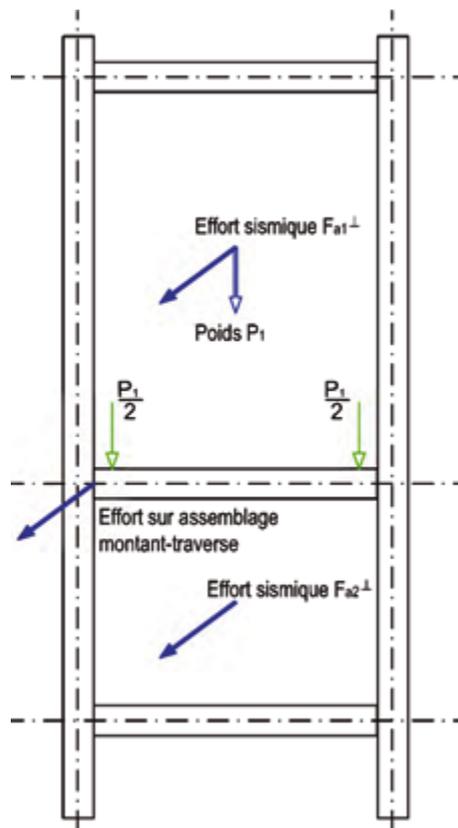


Figure 26 – Effort sismique perpendiculaire à la façade sur l'assemblage montant-traverse



Effort sismique dans le plan de la façade sur l'assemblage montant – traverse

$$T^{//} = 0,5 \times (F_{a1}^{//} + F_{a2}^{//})$$

Où

$F_{a1}^{//}$: effort sismique dans le plan de la façade, dû au poids du remplissage 1 et appliqué au centre de gravité du remplissage,

$F_{a2}^{//}$: effort sismique dans le plan de la façade, dû au poids du remplissage 2 et appliqué au centre de gravité du remplissage

Effort sismique perpendiculaire à la façade sur l'assemblage montant – traverse

$$T^{\perp} = 0,25 \times (F_{a1}^{\perp} + F_{a2}^{\perp})$$

Où

F_{a1}^{\perp} : effort sismique perpendiculaire à la façade, dû au poids du remplissage 1 et appliqué au centre de gravité du remplissage,

F_{a2}^{\perp} : effort sismique perpendiculaire à la façade, dû au poids du remplissage 2 et appliqué au centre de gravité du remplissage

Critères de justification

Il faut vérifier que :

$$T^{//} \leq F_{des,u}^{//} \text{ et } T^{\perp} \leq F_{des,u}^{\perp}$$

Où

$F_{des,u}$: valeur calculée ou valeur caractéristique déterminée par essais suivant l'annexe B de la norme NF EN 16758 dans chaque cas – effort dans le plan ou perpendiculaire au plan,

Et que les combinaisons des charges horizontales (effort sismique $T^{//}$ et T^{\perp}) et verticales (poids $P_1/2$) soient acceptables en utilisant la méthode A et la figure 10 ou la méthode B et la figure 10 du §6 de la norme NF EN 16 758.

6.1.6 Actions des variations de température et d'hygrométrie

Conformément au paragraphe 5.1.8 de NF DTU 33.1, pour apprécier les effets sur les dimensions des variations de température et d'hygrométrie, les températures limites des matériaux à prendre en compte sont -20 °C et $+80\text{ °C}$, sauf conditions climatiques ou justifications particulières.

Les variations dimensionnelles des éléments et les jeux résultants ménagés dans les assemblages sont appréciés par référence à l'expérience et, en cas de besoin, par le calcul.

L'ossature bois, étant située à l'intérieur, aura des variations dimensionnelles sous variations hygrométriques limitées. Les variations dimensionnelles du bois sous l'effet de la température sont négligeables. Le cas échéant, les variations dimensionnelles entre le bois et l'aluminium devront être prises en compte.

6.1.7 Détermination de la concomitance des actions

< GÉNÉRALITÉS

Par convention, les charges permanentes sont symbolisées par la lettre G, les charges d'exploitation par la lettre Q, les charges de vent par la lettre W et l'action sismique accidentelle par le symbole A_d .

Les paragraphes ci-dessous précisent les combinaisons d'action à prendre en compte pour la justification des éléments bois de l'ossature et de leurs ancrages.

Pour les catégories d'ouvrages A à D incluses.

< VÉRIFICATION DE LA RÉSISTANCE EN SITUATION NORMALE (HORS SITUATION SISMIQUE)

- $1,35G$
- $1,35G + 1,5Q$
- $1,35G + 1,5W$
- $1,35G + 1,5Q + 0,6W$
- $1,35G + 1,5W + 0,7Q$

< VÉRIFICATION DE LA RÉSISTANCE EN SITUATION DE SÉISME

- $G + A_d + 0,3Q$ (pour les catégories d'ouvrages A et B)
- $G + A_d + 0,6Q$ (pour les catégories d'ouvrages C et D)

Les catégories de bâtiment sont définies dans le tableau 14 du §6.1.4

< VÉRIFICATION DE LA DÉFORMATION EN SITUATION NORMALE

Déformation horizontale instantanée :

- $0,6W + Q$
- $W + 0,7Q$

NOTE

Pour les façades non strictement verticales, il y a lieu de prendre en compte la participation de G à la déformation hors plan.

Déformation verticale:

- G

Ensuite, pour prendre en compte la part de déformation verticale due au fluage, la déformation verticale due à G seul doit être multipliée par un coefficient de 1,6 en classe de service 1 et 1,8 en classe de service 2.

6.1.8 Critères de dimensionnement et vérification des performances

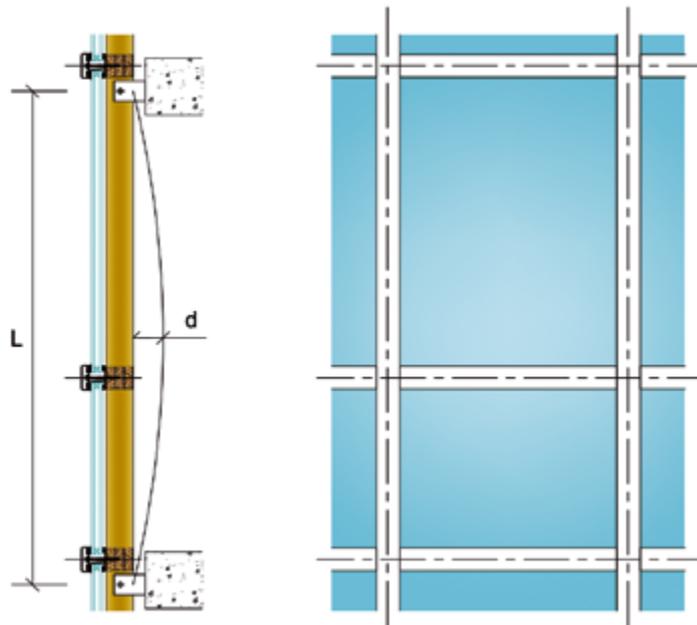
< VÉRIFICATION PAR CALCUL

Critères de déformation en situation normale

Les déformations maximales des ossatures (d) sous l'action des combinaisons les plus défavorables des charges horizontales à l'état limite de service (essentiellement l'action du vent en pression et dépression), et exprimées suivant la portée de l'élément considéré (L) conformément à la norme NF EN 13830 sont les suivantes :

- $d \leq L/200$ si $L \leq 3000$ mm ;
- $d \leq 5$ mm + $L/300$ si 3000 mm $< L < 7500$ mm ;
- $d \leq L/250$ si $L \geq 7500$ mm.

Figure 27 – Définition portée ou distance entre-appui L et flèche d



Critère de résistance mécanique en situation normale

La résistance mécanique des éléments de façade en bois et des dispositifs de liaison est vérifiée par rapport aux exigences de NF EN 1995-1-1 et des documents qui s'y rattachent sous sollicitations à l'ELU.

La résistance mécanique des dispositifs de liaison doit être vérifiée par application des normes en vigueur à savoir respectivement les normes NF EN 1993 et NF EN 1999 pour les éléments en acier et en aluminium.

La contrainte calculée résultant des sollicitations des charges à l'état limite ultime, telle que définies au §6.1.3.1.1, tenant compte des combinaisons et pondérations pour la détermination des charges selon NF EN 1990/A1 et son annexe nationale précisées au §6.1.7, sera inférieure ou égale à la résistance de calcul.

Critères de résistance mécanique en situation de séisme

Pour les liaisons montant/traverses, les efforts calculés résultant des sollicitations sismiques doivent être inférieurs ou égaux à la résistance de calcul.

Pour les attaches sous sollicitations sismiques, les efforts calculés doivent être inférieurs ou égaux à la résistance de calcul.

La fixation au gros œuvre par cheville est effectuée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'une ETE selon l'EAD 330232-00-0601 (anciennement ETAG 001 parties 2 à 5) pour un usage en béton fissuré

(options 1 à 6) et respectant les « recommandations professionnelles sur le chevillage » du CISMA – Édition mai 2014.

Si la force F_{a+} est inférieure à l'action due au vent à l'ELU, seule la vérification sous l'action due au vent à l'ELU est nécessaire.

< VÉRIFICATION PAR ESSAI

Résistance au vent :

La vérification des performances de résistance au vent des ossatures de façades rideaux, peut être réalisée par essais conformément aux normes NF EN 13116 et NF EN 12179.

Conformément au domaine d'application les parties fixes et mobiles peuvent être testées sur une même maquette.

Le protocole d'essai air, eau et vent suivant la norme NF EN 13 830 est joint en Annexe E du présent document.

Ces essais sont à adapter le cas échéant à l'angle d'inclinaison en œuvre de la façade.

Résistance aux effets de séisme :

Pour les façades soumises à l'aléa sismique et dont la portée verticale entre appui est inférieure à 6 m, il est possible de justifier la tenue mécanique des liaisons montants/traverse par essais suivant la norme NF EN 16758 et l'ensemble de la façade par un essai en vraie grandeur selon les modalités du e-Cahier du CSTB 3725.

6.2 Santé, salubrité et environnement

6.2.1 Santé

Les matériaux constitutifs de la façade ne doivent pas être susceptibles d'émettre, dans des conditions normales d'emploi, des gaz nocifs, des radiations ou des poussières nocives. Ils doivent également présenter, indépendamment ou en association (remplissages composés par exemple), une stabilité physico-chimique convenable et durable dans les conditions normales d'emploi et, en particulier, sous l'effet des températures supportées par ces matériaux.

NOTE 1

Certains produits et revêtements de surface, indépendamment de ces critères, peuvent être interdits par le Code de la Santé et du Travail, soit parce qu'ils renferment des substances dangereuses, soit parce que leur mise en œuvre est considérée comme dangereuse.

NOTE 2

En France, le règlement de Produits de Construction le règlement (UE) n° 305/2011 a été transposé en droit français par le Décret n° 2012-1489 du 27 décembre 2012 (JORF du 29 décembre 2012), abroge la directive 89/106/CEE du conseil et définit les conditions harmonisées pour la commercialisation des produits de construction.

Les produits constituant la face intérieure de la façade rideau mixte bois-aluminium, doivent respecter le décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 et l'arrêté du 19 avril 2011 relatifs à l'étiquetage des produits de construction ou des revêtements de mur ou de sol et des peinture et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.

Conformément à la norme NF EN 14080, l'émission de formaldéhyde des BLC et des BMR doit être déclarée.

6.2.2 Salubrité

Les condensations superficielles sur les parements intérieurs, dans les conditions où le local est correctement chauffé et convenablement ventilé ou climatisé doivent être très limitées. Cependant, avant stabilisation du gros œuvre (béton, plâtre, etc.) une plus forte hygrométrie de l'air peut entraîner des condensations plus importantes. L'utilisation d'une ventilation peut permettre de réguler le taux humidité dans les locaux, et protéger l'ossature bois d'une reprise d'humidité durant cette phase de travaux.

L'utilisation de remplissages à faible résistance thermique, doit faire faire l'objet d'une étude spécifique pour vérifier que le risque de condensation est limité.

NOTE

Les remplissages dont la résistance thermique est inférieure à $0,05 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$, tels que le vitrage simple, sont considérés comme à faible résistance thermique.

Sauf spécification particulière, la température superficielle du parement intérieur de la paroi intérieure des remplissages est calculée pour une ambiance intérieure hivernale de 20 °C et 50 % HR.

6.2.3 Environnement

Les procédés de façades légères mixtes bois-aluminium peuvent disposer de fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) ou d'une fiche EPD (Environmental Product Declaration).

6.3 Sécurité d'utilisation

6.3.1 Sécurité aux chutes

< PRINCIPE

La sécurité des personnes doit être assurée, lorsque la façade rideau mixte bois-aluminium est soumise à l'action de chocs exceptionnels dont le risque est raisonnablement prévisible.

Cette sécurité d'utilisation vis-à-vis de la sécurité aux chutes des personnes, ne peut être appréciée que sur la conception de l'ouvrage envisagée.

Lorsque cela est nécessaire l'exigence d'une protection résiduelle au sens de la norme NF P01-012 rappelé ci-dessous est applicable.

NOTE

Rappel du paragraphe §2.4 de la norme NF P01-012 : « Lorsque les matériaux qui constituent le garde-corps sont de nature susceptible d'entraîner un affaiblissement dans le temps de leur résistance, ou d'entraîner la disparition soudaine de la fonction de protection du garde-corps, celui-ci doit être complété par une protection résiduelle au moins équivalente à la protection réalisée par une lisse supérieure, une lisse médiane et une lisse basse (selon décret n° 47-1592 du 23 août 1947 — article 13).

Lorsque les circonstances amènent le dispositif de protection résiduelle à jouer son rôle de sécurité, ce dispositif ne doit être considéré que comme un palliatif pendant le délai nécessaire au rétablissement, même en éléments provisoires, des conditions normales de sécurité. »

< EVALUATION DE LA RÉSISTANCE AUX CHOCS DE SÉCURITÉ

Cette exigence est réputée satisfaite si la façade rideau mixte bois-aluminium résiste convenablement à des chocs conventionnels dits, chocs de sécurité.

La résistance de la façade (éléments d'ossature et remplissages) aux chocs intérieurs ou extérieurs est évaluée par essais réalisés conformément aux normes NF P08-301 et P08-302.

La norme P08-302 définit les sollicitations de chocs auxquelles la façade peut être soumise en fonction de 2 critères :

- la situation de la façade rideau mixte bois-aluminium dans la façade dans l'ouvrage ;
- le type d'activité qui peut se dérouler au voisinage du mur.

< CRITÈRES DE RECEVABILITÉ

Sous l'action de chocs exceptionnels (chocs de corps mou et lourd M50/700 ou M50/900 et D1/10) intérieurs ou extérieurs, l'ouvrage de façade, peut être dégradé, cependant les dommages occasionnés ne doivent pas mettre en cause la sécurité des personnes (n'étant pas à l'origine du choc) se trouvant à l'intérieur ou à l'extérieur, ni celle de la personne qui en est à l'origine.

En d'autres termes, la conception de la façade et le choix des remplissages doit permettre d'éviter la chute de débris contondants ou coupants, et/ou d'éléments qui puissent blesser sévèrement les personnes situées au-dessous du point d'impact, et d'empêcher que la personne à l'origine du choc puisse passer à travers la façade.

Après ce choc, il n'est pas exigé que la sécurité aux chutes des personnes soit encore assurée par cet ouvrage, mais dans ce cas des mesures conservatoires doivent être prise immédiatement.

< REMPLISSAGES RÉPUTÉS SATISFAISANT SANS ESSAI

Vitrages simples

Sont réputés résister aux chocs tels que définis au § *Exigences et justification des performances*, les vitrages feuilletés recuits 33.2, 44.2, 55.2, 66.2, conformes à la norme NF EN ISO 12543-2 avec intercalaire PVB, et classés 1B1 suivant la norme NF EN 12600 lorsqu'ils sont employés en simples vitrages dans des parois verticales dans les conditions rappelées ci-dessous :

- prise en feuillure sur les quatre côtés et garnitures d'étanchéité (obturateur sur fond de joint ou profil EPDM) ;
- hauteur minimale de la prise en feuillure 15 mm ;
- les profilés formant feuillure doivent avoir une rigidité suffisante justifiant une déformation inférieure ou égale au $1/300^{\text{ème}}$ de leur longueur sous 800 Pa, appliqué sur l'élément de remplissage ;
- la traverse intermédiaire lorsqu'elle se situe dans la hauteur de protection, doit être validée sous un essai de choc M50/900J, conformément à la P 08-302 ;
- le produit de calfeutrement compatible avec l'intercalaire PVB ;
- dont la surface est limitée selon la composition ;
- selon le Tableau ci-après :

Tableau 18 – Vitrages feuilletés réputés satisfaisant aux exigences de sécurité aux chutes de personnes sans essai

Composition de base en verre recuit selon NF EN 572-2	33.2	44.2	55.2	66.2
Référence : NF EN ISO 12543-2 (épaisseur nominale hors tolérance en mm)	6,8	8,8	10,8	12,8
Surface maximale en m²	0,50	2,00	4,50	6,00

NOTE

Seules les variantes suivantes aux compositions définies dans le Tableau 18 sont admises sans justification par essai :

- épaisseur nominale supérieure de l'un au moins des composants verriers ;
- un nombre d'intercalaires PVB supérieur ou égal à 2 ;
- nature de l'un des composants verriers en verre durci ou trempé.

Vitrages isolants

Seuls sont admis sans essai, les vitrages isolants comportant un composant feuilleté situé côté opposé au choc et répondant à lui seul aux conditions du tableau 18 ci-dessus.

Le tableau 19 ci-dessous présente des exemples de compositions de vitrages isolants autorisées pour assurer la sécurité aux chutes des personnes et les justifications éventuelles qu'il est nécessaire d'apporter.

Tableau 19 – Exemple de nature des composants admise en double vitrage pour assurer la sécurité aux chutes des personnes

Vitrage isolant		Vitrage opposé au choc			
		Recuit	Durcie	Trempé	Feuilleté
Vitrage du côté du choc	Recuit	NON	NON	NON	OUI
	Durci	NON	NON	NON	OUI
	Trempé	OUI ⁽¹⁾ Avec justification ⁽²⁾	OUI ⁽¹⁾ Avec justification ⁽²⁾	OUI ⁽¹⁾ Avec justification ⁽³⁾	OUI
	Feuilleté	OUI Avec justification ⁽²⁾	OUI Avec justification ⁽²⁾	OUI	OUI

⁽¹⁾ avec protection résiduelle suivant NF P01-012
⁽²⁾ de la non casse du vitrage côté opposé au choc par essai
⁽³⁾ de la non casse de l'un ou l'autre des composants par essai

Les remplissages

Les éléments de remplissage (EdR) faisant l'objet d'un avis technique, conçus et réalisés conformément aux conditions générales du cahier n° 3076, mis en œuvre selon le cahier CSTB n° 3075, et classés selon le cahier CSTB 2102, sont réputés satisfaisants sans essais.

6.3.2 Hauteur d'allège

Les hauteurs d'allèges assurant la sécurité aux chutes des personnes doivent respecter la NF P 01-012 et, pour les bâtiments d'habitation, l'article R 111.15 du Code de la Construction et de l'Habitation.

La hauteur de cette protection définie pour les ouvrages formant garde-corps doit être conforme aux réglementations selon les types de bâtiment.

Pour la sécurité des travailleurs, la norme applicable est la NF EN ISO 14122-3.

6.3.3 Sécurité aux chocs

Une façade rideau mixte bois-aluminium doit conserver ses performances, et son comportement ne doit pas être une cause de gêne excessive pour les usagers, lorsqu'elle est soumise à des chocs accidentels, non exceptionnels, consécutifs à l'occupation normale.

Cette exigence est réputée satisfaite si les murs extérieurs se comportent convenablement sous l'action de chocs conventionnels dit : chocs de conservation des performances.

Si cela est spécifiquement requis, conformément à la norme EN13830, la résistance aux chocs accidentels d'une façade rideau mixte bois-aluminium

sera évaluée et classée selon la norme NF EN14019. Sauf spécifications particulières, les niveaux E1 et I1 sont réputés suffisants.

Les vitrages utilisés doivent être classés selon la norme NF EN 12600.

6.3.4 Sécurité aux risques électriques

Les parties métalliques (capots, serreurs en aluminium) des façades rideaux mixte bois-aluminium ne doivent pas être utilisées comme conducteur contre la foudre.

Le choix, le dimensionnement et la pose des matériels électriques et du type de canalisation électrique montés sur les façades doit respecter les prescriptions de la norme C15-100, pour garantir la sécurité des occupants.

Les matériels électriques doivent être choisis en tenant compte des conditions de fonctionnement et des conditions d'influences externes conformément au §512 de la norme C15-100.

Le choix des types de canalisations électriques en fonction de leur mise en œuvre doit aussi respecter les spécifications complémentaires décrites au §522 de la norme C15-100. Le passage de canalisations électriques d'étage à étage par la façade est à proscrire.

! **Attention, quel que soit le type de bâtiment, la nature des travaux (neuf ou rénovation), il n'est pas possible de réaliser des rainures dans l'ossature secondaire en bois (montant et traverse) pour y faire transiter des conducteurs ou des câbles.**

NOTE

Dans le cas où cela serait spécifiquement requis, l'équipotentialité de la façade doit être réalisée conformément à l'annexe B de la norme NF EN 13830, et le menuisier devra prévoir des plots de raccordements sur indication du maître d'œuvre afin que l'électricien puisse relier les éléments à la terre.

6.4 Habitabilité

6.4.1 Perméabilité à l'air

La maîtrise de la perméabilité à l'air de la façade rideau contribue au confort thermique et acoustique des occupants, à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur et à la réduction de la consommation énergétique. La façade rideau doit assurer l'étanchéité à l'air entre les ambiances extérieures et intérieures en limitant les échanges de flux d'air, en tenant compte des effets du vent.

< MÉTHODE DE VÉRIFICATION DES PERFORMANCES

Cette performance est évaluée en pression et en dépression sur les parties fixes selon la norme NF EN 12153 et classée conformément à la norme NF EN 12152. Si la maquette comporte des ouvrants ceux-ci sont calfeutrés au niveau des joints ouvrants, conformément à la définition de la figure 3 de la norme NF EN 12152.

Pour toutes les parties fixes de façade, les performances ou classes d'étanchéité à l'air doivent correspondre à au moins 25 % de la pression de vent caractéristique telle que définie au §6.1.3 sans tenir compte des actions locales.

La perméabilité à l'air doit être inférieure ou égale à $1.5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ ou $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ mètre linéaire de joint des parties fixes selon la norme NF EN 12152.

Pour les fenêtres et portes intégrées dans la façade, la perméabilité à l'air est déterminée conformément aux normes NF EN 12207, NF EN 1026 et NF P 20-302 (cette norme n'est à utiliser que pour la détermination des surfaces de fenêtres. La perméabilité des parties ouvrantes peut également être évaluée selon la norme NF EN 12153, par différence entre les mesures effectuées avec et sans les joints d'ouvrant calfeutrés.

Le protocole d'essais air, eau et vent suivant la norme NF EN 13830, est joint en Annexe E.

< EXIGENCES MINIMALES

Pour toutes les parties ouvrantes, un classement A*3 ou une perméabilité de 9 m³/h.m² sous pression et dépression de 100 Pa est requis.

■ NOTE

*Le classement A*3 correspond au classement minimal recommandé pour les fenêtres (hors portes extérieures) dans le NF DTU 36.5 P3 dans le cas des locaux climatisés.*

Pour les portes extérieures intégrées dans les façades, les exigences sont celle du NF DTU 36.5 P3.

6.4.2 Etanchéité à l'eau

La façade rideau et tous ses joints (entre bâtis et remplissage, entre dormant et ouvrant, entre bâti et gros-œuvre, entre bâtis, ...) dans les conditions de sa mise en œuvre doit réaliser l'étanchéité à l'eau entre les ambiances extérieures et intérieures en tenant compte des effets des actions du vent.

< MÉTHODE DE VÉRIFICATION DES PERFORMANCES

Les performances d'étanchéité à l'eau des façades sont évaluées et classées selon les normes NF EN 12155 et NF EN 12154, en tenant compte des parties fixes et des parties ouvrantes.

La façade soumise à l'effet conjugué d'une projection d'eau continue et d'une différence de pression positive entre la face extérieure et la face intérieure progressant par palier doit être étanche.

Les performances sont à considérer

Selon la norme NF EN 12154, l'étanchéité à l'eau est caractérisée par l'absence de pénétration d'eau qui mouillerait de façon continue ou répétée :

- des parties de la face intérieure du corps d'épreuve ;
- tout élément du corps d'épreuve destiné à rester sec et ne faisant pas partie du système de drainage vers l'extérieur.

Le protocole d'essais air, eau et vent suivant la norme NF EN 13830, est joint en Annexe E.

< EXIGENCES MINIMALES

Pour toutes les parties fixes et ouvrantes de la façade, les performances ou classes d'étanchéité à l'eau doivent correspondre à au moins 25 % de la pression de vent caractéristique telle que définie au §6.1.3 sans tenir compte des actions locales, et sans pouvoir être inférieure à 150 Pa.

Pour les portes extérieures intégrées dans les façades, les exigences sont celle du NF DTU 36.5 P3.

< VÉRIFICATION DES PERFORMANCES IN SITU

Dans le cas d'un défaut d'étanchéité à l'eau sur un ouvrage de façade, une méthodologie d'épreuve in situ à l'eau qui permet de localiser le(s) défaut(s) et de vérifier l'efficacité des réparations, est décrite dans la norme NF EN 13051.

6.4.3 Résistance au vent

Voir §6.1.8 des présentes recommandations professionnelles.

6.4.4 Performance acoustique

L'exigence acoustique d'une façade est caractérisée par son indice d'affaiblissement acoustique $R_w(C; C_{tr})$ déterminé selon la norme NF EN 13830. L'indice d'isolement du bruit (R_w) doit être déterminé par un essai conformément à l'EN ISO 10140-2. Les résultats d'essai doivent être déterminés conformément à l'EN ISO 717-1.

Les exigences réglementaires détaillées ci-après sont exprimées en niveau d'isolement acoustique $D_{nT,A,tr}$ ou $D_{nT,A,r}$ à ne pas confondre avec l'indice d'affaiblissement acoustique $R_w(C; C_{tr})$ du produit façade rideau mixte bois-aluminium. Cet isolement acoustique dépend :

- de la performance individuelle des composants $R_w(C, C_{tr,r})$;
- du rapport surfaces opaques/surfaces vitrées ;
- des transmissions latérales (nature liaison façade/plancher, façade/mur de refend) ;
- de la qualité de mise en œuvre (étanchéité à l'air) ;
- du rapport volume du local réception/surface exposée du local réception ;
- de la présence de balcon, terrasse, ...

< BÂTIMENTS D'HABITATION

L'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation et fixe un niveau d'isolement acoustique standardisé pondéré de façade contre les bruits de l'espace extérieur, $D_{nT,A,tr}$ minimum de 30 dB(A). Pour les bâtiments d'habitation situés à proximité d'infrastructures de transports terrestres ou aériens, l'arrêté du 30 mai 1996, modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013 et complété par l'arrêté du 3 septembre 2013, définit les isollements de façades en fonction du classement des infrastructures de transports (transport terrestre) et en fonction des zones d'exposition aux bruits des aéroports.

< ETABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT, DE SANTÉ ET HÔTELS

L'arrêté du 25 avril 2003 relatif à la limitation du bruit dans les établissements d'enseignement, dans les établissements de santé et dans les hôtels :

- fixe un niveau d'isolement acoustique standardisé pondéré de façade contre les bruits de l'espace extérieur, $D_{nT,A,tr}$ minimum de 30 dB(A). Cette valeur est portée à 35 dB(A) pour les chambres d'hôtel vis-à-vis des aires de livraison extérieures ;
- renvoie à l'arrêté du 30 mai et ses modificatifs pour les exigences minimales vis-à-vis de la proximité de transports terrestres ;
- fixe un isolement minimum $D_{nT,A}$ en fonction des zones d'exposition aux bruits des aéroports.

Tableau 20 – récapitulatif des isolements acoustiques minimaux à respecter pour les bâtiments d’habitation, les établissements d’enseignement et de santé et les hôtels dans les zones définies par le plan d’exposition au bruit des aéroports

Type de bâtiment	Règlementation	Zone	Exigences minimales	
			$D_{nT,A,Tr}$	$D_{nT,A}$
Habitation	§8 de l’arrêté du 30 mai 1996, modifié par l’arrêté du 23 juillet 2013 et complété par l’arrêté du 3 septembre 2013	Zone A	45 dB	-
		Zone B	40 dB	-
		Zone C	35 dB	-
		Zone D	32 dB	-
Etablissement de santé, d’enseignement, et hôtels	§7 de l’arrêté du 25 avril 2003	Zone A	-	47 dB
		Zone B	-	40 dB
		Zone C	-	35 dB

< CHOIX DU VITRAGE

Afin d’améliorer la performance acoustique d’un vitrage isolant, il faut privilégier :

- l’utilisation de composants épais ;
- à épaisseur de vitrage équivalente, une composition de vitrage la plus asymétrique possible (optimisation de la différence d’épaisseur des composants) ;
- une composition avec une lame d’air épaisse ;
- l’utilisation d’un feuilleté avec un film PVB acoustique.

NOTE

Il n’existe pas de dispositif de marquage pour identifier un vitrage feuilleté avec un film PVB acoustique, seule une mesure en laboratoire permet de vérifier la performance du vitrage.

6.4.5 Performance thermique et énergétique

Les performances énergétiques d’une façade rideau sont caractérisées par 3 coefficients :

- son coefficient de transmission thermique moyen U_{cw} , calculé suivant la norme NF EN ISO 12931 et les règlesTh-bât ;
- son facteur solaire moyen avec ou sans protection solaire (S_{cw} ou S_{cws}), calculé suivant la norme XP P50-777 et les règlesTh-bât ;
- sa transmission lumineuse moyenne avec ou sans protection solaire (TL_{cw} ou TL_{cws}), calculé suivant la norme XP P50-777 et les règlesTh-bât.

La méthode de calcul pour déterminer ces 3 coefficients est donnée en annexe F.

< ISOLATION THERMIQUE

La RT2012 ne fixe pas d’exigence sur les valeurs de transmission surfacique des parois vitrées, mais impose une valeur maximale de 0.6 W/(m.°K) pour le coefficient de transmission linéique moyen au niveau des liaisons des planchers intermédiaires avec un mur extérieur.

Pour les bâtiments existants, seule la RT existant globale fixe des exigences.

Tableau 21 – Coefficients de transmission surfacique et linéiques pour une façade rideau mixte bois-aluminium

Type de bâtiments	Règlementation	Exigences minimales	
		U en W/(m².°K)	ψ en W/(m.°K)
Neuf	RT 2012	-	≤ 0.6
Existant	RT existant globale	≤ 2.6	-
	RT existant par élément	≤ 1.9	-

< FACTEUR SOLAIRE

Bâtiments neufs

Les façades rideaux mixtes bois-aluminium équipant des locaux destinés au sommeil et de catégorie CE1, doivent être équipées de protections solaires mobiles et le facteur solaire S_{cws} doit être inférieur ou égal aux valeurs définies à l'article 21 de l'arrêté du 20 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux, détaillées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22 – Facteurs solaires maximaux admissibles pour une façade rideau mixte bois-aluminium avec protection solaire déployée pour les locaux de sommeil de catégorie CE1

Zones H1a et H2a	Toutes altitudes	-	-
Zones H1b et H2b	Altitude > 400 m	Altitude ≤ 400 m	-
Zones H1c et H2c	Altitude > 800 m	Altitude ≤ 800 m	-
Zones H2d et H3	-	Altitude > 400 m	Altitude ≤ 400 m
1. Baies exposées BR1 hors locaux à occupation passagère			
Baie verticale nord	0,65	0,45	0,25
Baie verticale autre que nord	0,45	0,25	0,15
2. Baies exposées BR2 ou BR3 hors locaux à occupation passagère			
Baie verticale nord	0,45	0,25	0,25
Baie verticale autre que nord	0,25	0,15	0,15
3. Baies de locaux à occupation passagère			
Baie verticale	0,65	0,65	0,45

NOTE

La RT2012 définit 2 catégories de bâtiments CE1 et CE2 en tenant compte de la présence d'un système de refroidissement, de la zone climatique, de l'altitude et de l'exposition aux bruits des infrastructures environnantes du bâtiment (Cf Annexe III).

En outre, les nouvelles baies des locaux autre qu'à occupation passagère et de catégorie CE1 doivent pouvoir s'ouvrir sur au moins 30 % de leurs surfaces, sauf si les règles d'hygiène ou de sécurité l'interdisent (Cf article 22).

Bâtiments existants

La RT existant fixe les mêmes exigences que la RT2012 en terme de facteur solaire et de ratio d'ouvrants (Cf les articles 46 et 47 de l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants modifié par le décret n° 2011-2054 du 29 décembre 2011 (Cf tableau ci-dessus).

Dans le cadre de la RT existant par élément, les façades rideaux mixtes bois-aluminium des bâtiments non résidentiels sauf celles exposées au Nord ou masquées doivent avoir un facteur solaire S_w inférieur ou égal à 0,35. Cette valeur peut être obtenue soit en utilisant un vitrage de contrôle solaire, soit une protection solaire mobile, soit les deux.

6.4.6 Performance d'aspect

L'appréciation de la qualité d'aspect des éléments : vitrages simple ou isolants, bois, aluminium anodisé, aluminium thermo laqué, utilisés en façade, doit être faite en fonction des critères d'acceptabilité définis par les différentes règles professionnelles ainsi que des contraintes de tolérance et d'aspect définies par les normes applicables et les documents techniques des fournisseurs.

La qualité esthétique du bois lorsqu'il est revêtu d'un système de finition transparent doit être appréciée selon le niveau de finition défini dans les Documents Particuliers du Marché. Les classes d'aspect basées sur les classes de résistance déterminée par la méthode visuelle définie dans la norme NF B52-001-1 font l'objet de critères différents selon les essences de bois.

NOTE

En l'absence de spécifications particulières mentionnées dans les Documents Particuliers du Marché, les profilés d'ossature secondaires doivent être de classe M.E.N.

L'aspect des vitrages isolants doit être évalué en référence à la norme NF EN 1279-1.

NOTE

Tous les vitrages, et en particulier les vitrages réfléchissants, provoquent certaines déformations des images réfléchies ; en cas de trempe, de variations de température et différence de pression barométrique dans les vitrages isolants, ces déformations peuvent être accentuées. Ces déformations ne constituent pas un défaut d'aspect.

L'aspect de l'aluminium anodisé doit répondre à l'ensemble des spécifications de la norme NF EN ISO 7599.

Les écarts de nuance de l'aluminium anodisé devront correspondre au maximum au grade 3 de l'échelle des gris selon la norme NF EN 20105-A02.

La réflectance des produits thermo laqués sera mesurée selon la norme NF EN ISO 2813 sous un angle de 60°.

NOTE

Pour la réflectance des produits thermo laqués, trois catégories sont à la date de publication du présent document, possibles :

- catégorie 1 : 0 — 30 ± 5 unités ;
- catégorie 2 : 30 — 70 ± 7 unités ;
- catégorie 3 : 70 — 100 ± 10 unités.

6.5 Performance de durabilité

Compte tenu des facteurs de dégradation courant pour un usage et un entretien courant, l'ouvrage doit conserver toutes ses qualités découlant des exigences fonctionnelles de sécurité et d'habitabilité, pendant la durée de vie généralement admise selon le type de bâtiment concerné.

Les incompatibilités physico-chimiques des composants d'une façade, susceptibles d'être en contact ou proches les uns des autres, doivent être évitées.

6.5.1 Durabilité des bois et des éléments ou matériaux à base de bois

Pendant la durée de vie de l'ouvrage et pour un usage et un entretien courant, le bâtiment doit être en mesure de conserver toutes ses performances face aux facteurs de dégradation.

Dans le cadre du présent document, les prescriptions en termes de durabilité permettant de satisfaire à ces exigences sont définies aux paragraphes §5.1.2 et §5.5.5, et §4.3.2.

6.5.2 Durabilité des éléments métalliques

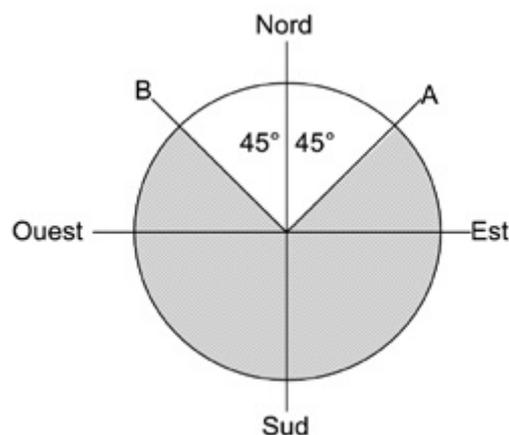
Dans le cadre des présentes recommandations professionnelles, les prescriptions en termes de durabilité des éléments métalliques (organes de fixation ou d'assemblage) vis-à-vis de la corrosion sont définies pour chaque éléments dans les paragraphes de la partie 4 les concernant.

6.5.3 Risque de casse thermique des vitrages

Le risque de casse thermique survient lorsque sous l'effet de l'ensoleillement et du fait d'obstacles (feuillure, stores, ombres portées, parties opaques intérieures, ...), le vitrage s'échauffe avec un gradient de température entre deux parties d'un même vitrage (par exemple entre une partie de vitrage exposée aux rayons du soleil et une zone ombragée), qui peut générer une contrainte en traction dans la partie froide supérieure à la contrainte de rupture du vitrage considéré.

Sont considérés comme soumis à l'ensoleillement, les vitrages verticaux dont la perpendiculaire est orientée dans l'angle correspondant à la zone grisée de la figure 28, sauf s'ils sont totalement et de façon permanente à l'abri du soleil.

Figure 28 – Orientation des vitrages soumis à l'ensoleillement



L'analyse du risque de casse thermique et la vérification du choix de la nature des vitrages doit être faite en référence au NF DTU 39 P3.

Les écarts de température dans un même vitrage dépendent :

- des conditions climatiques du site (flux solaire, écart journalier de température, vent, orientation des façades, saison, altitude, etc.) ;
- des caractéristiques du vitrage (nature des vitrages, nombre de composants, caractéristiques énergétiques, valeur du coefficient U_g , façonnage des arêtes) ; Un vitrage s'échauffe d'autant plus que son absorption énergétique est plus élevée, le risque est donc plus élevé en présence de verre absorbants, de verres à couches (IR et contrôle solaire). Dans ce cas il est préférable d'utiliser des vitrages durcis ou trempés qui résistent à des écarts de températures pouvant atteindre 150 à 215 °C ; Le façonnage des arêtes du vitrage comme le JPI (joint plat industriel) ou le JPP (joint plat poli) améliore légèrement la résistance du verre en limitant les amorces de rupture existantes inhérentes à la découpe du verre ;

NOTE

Le façonnage en arêtes abattues n'apporte aucune amélioration significative de la résistance du verre au regard des contraintes thermiques, il est comparable à une finition brute de coupe.

- de la nature et l'environnement des feuillures (inertie thermique) ; les façades de type I et II sont à considérer comme des feuillures à inertie thermique faible ;
- de l'environnement du vitrage comme la présence d'ombres portées (dues par exemple à un auvent, de brise-soleil, partie de bâtiment, arbre, ...) la nature des ouvrants (la superposition des vantaux d'un coulissant augmente le risque de casse thermique par l'échauffement de l'espace entre les vitrages), de la présence de parois opaques intérieures à proximité immédiate du vitrages ;
- de la présence de stores, de protections solaires, de fermetures ou de la proximité d'un corps de chauffe.

L'écart maximal de température et la contrainte admissibles dépendent du type de vitrage, de son inclinaison et de ses conditions d'appui.

Le tableau ci-après donne pour les principaux types de vitrages recuits et des vitrages ayant subi un traitement thermique en appui sur 4 côtés, verticalement :

- les écarts de maximal de température pour des vitrages mis en œuvre dans des feuillures à faible inertie thermique ;
- la contrainte thermique maximale.

Tableau 23 – Ecart de température maximal en feuillure à faible inertie thermique et contrainte thermique admissible

Type de verre	Ecart maximal de température ^{(1) (2)}		Contrainte thermique admissible ⁽¹⁾
	Avec ombre portée	Sans ombre portée	Avec ombre portée
Verres recuits			
monolithique façonné feuilleté symétrique façonné, avec tous les composants ≥ 4 mm	42	48	24 MPa
monolithique brut de coupe feuilleté symétrique brut de coupe, avec tous les composants ≥ 4 mm, feuilleté, symétrique façonné, avec un des composants ≤ 3 mm, feuilleté non symétrique façonné	35	40	20 MPa
feuilleté non symétrique brut de coupe, feuilleté brut de coupe, avec un des composants ≤ 3 mm, feuilleté symétrique scié, avec tous les composants ≥ 4 mm,	26	30	15 MPa
feuilleté non symétrique scié	25	28	14 MPa
Verres traités thermiquement			
Verre durci ou émaillé trempé	150	-	87 MPa
Verre trempé	215	-	125 MPa
⁽¹⁾ vitrages verticaux et en appui périphérique			
⁽²⁾ vitrage is en œuvre dans une feuillure à faible inertie thermique			

Un échauffement trop important du vitrage peut endommager ses composants (scellement du vitrage isolant, film du composant feuilleté) et donc altérer dans la durée ses performances et sa durabilité. Il peut par conséquent être nécessaire de compléter l'analyse du risque de casse thermique par la vérification :

- de la température maximale atteinte dans le joint de scellement du vitrage isolant, conformément au cahier 3242 du CSTB ;
- et/ou de la température maximale atteinte dans le vitrage feuilleté, conformément au §3.2.2 du NF DTU 39 P3.



7.1 Fabrication ossature secondaire

Les éléments de l'ossature secondaires en bois sont fabriqués par des entreprises spécialisées, ayant mis en place une démarche qualité accompagné d'un contrôle de production en usine (CPU).

NOTE

Les labels menuiseries 21, charpentes 21, ou la certification « NF Fenêtre Bois » permettent d'attester d'un suivi qualité de la production et de la mise en place dans l'atelier d'un CPU.

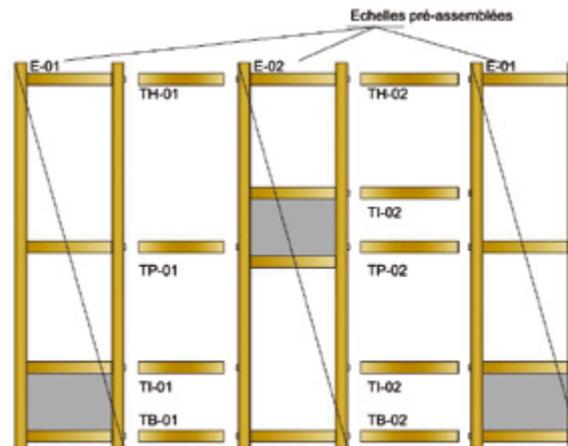
Les principales étapes de la fabrication des montants et des traverses bois sont :

- contrôle à réception des bois BLC ou BMR destinés à fabriquer les éléments de l'ossature (humidité, aspect, classe de résistance, classe de service, dimensions, tolérances...);
- réalisation des usinages et perçages pour la fixation des joints et ou profilés rapportés, recevoir les connecteurs métalliques d'assemblage montant/traverse, les fixations des attaches assurant la liaison avec la structure primaire, ... Durant ces étapes de fabrication l'humidité est contrôlée;
- contrôles dimensionnels (longueur, géométrie de la section des profilés, entraxe des éléments de liaison montant/traverse);
- application du traitement de préservation s'il est nécessaire sur les éléments bois après toutes les phases d'usinage;
- application du système de finition;
- contrôle de l'épaisseur du film de finition;
- montage sur les montants et traverses des profilés rapportés et/ou garnitures d'étanchéités, des éléments d'assemblage montant/traverse, des supports de cale, ... Les montants et traverses sont généralement équipés au maximum en atelier, de telle sorte que sur le chantier, il n'y est plus que l'assemblage de la grille à réaliser;
- contrôle de la mise en œuvre des pièces complémentaires et dans le cas de fabrication d'échelle contrôle visuel de la réalisation et de la continuité de l'étanchéité au niveau des assemblages montant/traverse;
- sur chaque élément est apposé le repère qui lui est affecté en lien avec le plan de repérage identifiant la position des tous les composants (montants, traverses, attaches, remplissages, ...).

7.2 Eléments pré-assemblés

Pour optimiser l'opération de montage sur chantier, il est possible d'assembler en atelier des éléments (montants et des traverses) formant des échelles, et éventuellement de les équiper de panneaux de remplissages opaques (plus rarement des vitrages). La façade est ainsi décomposée en une succession d'échelle et de traverses les reliant.

Figure 29 – Exemple de découpage d'une façade en modules préfabriqués



Ces éléments pré-montés en usine doivent être étudiés et réalisés de manière à résister sans dommage aux sollicitations et contraintes dues :

- à la manutention, moyens de chargement et de déchargement, particulièrement pour les éléments de grande dimension, afin d'éviter les déformations permanentes ;
- au transport et, en particulier, par l'immobilisation des éléments lourds ;
- à la contrainte de mise en œuvre sur site, en particulier du fait des moyens de levage utilisés.

Lorsque ces éléments sont équipés de vitrages ou de remplissages, ces derniers doivent être calés en périphérie afin de satisfaire sans dommage aux sollicitations et contraintes précédentes. Après la mise en œuvre, les cales uniquement destinées au transport doivent être retirées.

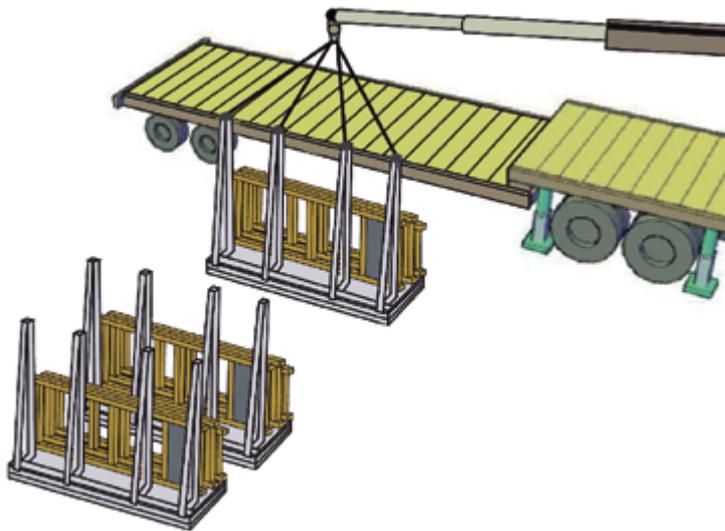
7.3 Approvisionnements

Quel que soit le mode de transport, celui-ci doit permettre de limiter l'exposition des éléments bois aux intempéries.

De plus si les conditions de stockage que ce soit sur le site de production ou sur le chantier ne permettent pas de stocker les éléments bois à l'abri, les approvisionnements planifiés en fonction de la cadence de production et de l'avancement de la pose, peuvent contribuer à limiter la reprise d'humidité des éléments bois.

Le colisage et le transport des éléments pré-montés doivent être prévus pour limiter les sollicitations mécaniques sur les différents composants. Les échelles peuvent être palettisées à plat ou sur chant, sur des racks spécialement fabriqués la première solution (palettisation à plat) étant privilégiée lorsque les échelles sont équipées de remplissage vitrés.

Figure 30 – Exemple de colisage d'échelle sur pupitre



Dans tous les cas, il est nécessaire d'adopter les précautions suivantes :

- afin de limiter les manipulations ultérieures, le colisage est réalisé en tenant compte de l'ordre de pose des échelles ;
- l'empilage des échelles est effectué en interposant des dispositifs de calage appropriés assurant la protection de tous les composants et limiter les risques de dégradation liés à des chocs, au glissement d'éléments les uns par rapport aux autres ou l'application de charges ponctuelles.

7.4 Stockage

Le stockage des éléments bois doit être réalisé de manière à éviter l'exposition aux intempéries, et la reprise d'humidité essentiellement en bois de bout (extrémités), et à les protéger des salissures (béton, rouille, plâtre, enrobé, ...), des projections de soudure, des chocs.

Le stockage sous abri est à privilégier toutefois, une protection sous bâche est envisageable à condition que la protection ne soit pas parfaitement étanche et laisse les profilés bois respirer.

Quelle que soit la nature du sol de l'aire de stockage, il ne doit pas y avoir de contact direct avec le sol.

En règle générale, les éléments bois livrés en kit ou en éléments pré-assemblés sont stockés sur les racks ou les pupitres dans ou sur lesquels ils ont été palettisés pour le transport.

Il convient de veiller à chaque fois que des éléments sont retirés, de remettre en place la protection éventuelle (bâchage ventilé des éléments) et dans le cas des échelles stockées sur des pupitres inclinés de vérifier la stabilité et de re-sangler les éléments restants afin d'éviter tout risque de renversement.

Le stockage et la manutention ne doivent pas entraîner de déformations permanentes pouvant nuire à la résistance des assemblages, ou des ossatures, à la pose et l'aspect de la façade (ossature, remplissage fixe et ouvrants), ni de dégradation risquant d'affecter les performances, la finition des ossatures, la résistance à la corrosion des matériaux, et l'esthétique de la façade.

Il est recommandé de limiter le stockage dans le temps pour éviter l'apparition de déformations anormales des montants rangés à plat ou de prendre des dispositions particulières si un retard conséquent était avéré.

Le stockage des vitrages doit être réalisé conformément au NF DTU 39, sur des agrès en position verticale ou légèrement incliné (angle de 6° par rapport à la verticale), dans un espace aéré, à l'abri du soleil, de la pluie et des chocs.

Les autres produits doivent être stockés dans le respect des prescriptions données par les fabricants.



8.1 Consistance des travaux

8.1.1 Travaux dus par le titulaire du marché

Sauf dispositions contraires dans les documents particuliers du marché, les travaux dus par le titulaire du marché sont les suivants :

- les études, calculs, dessins d'exécution et de détails des ouvrages de façade, ainsi que les justificatifs de performance ;
- la définition et la justification des ancrages (chevilles, rails) conformément à leur cahier des charges et en fonction de la qualité prescrite de la structure primaire du bâtiment (béton, métal, bois, etc.) et des performances des matériels utilisés ;
- dans le cas d'emploi d'éléments à incorporer dans la structure du bâtiment (rails, douilles, etc.) la définition, et la fourniture au gros œuvre de dispositifs d'ancrage ainsi que leurs plans d'implantation ;
- la réception visuelle de l'état et des caractéristiques dimensionnelles des supports dans les zones en vis-à-vis ou directement concernées par les façades rideaux mixte bois-aluminium ;
- le traçage pour l'implantation de la façade, si l'état des supports respecte les conditions requises pour la mise en œuvre conformément au paragraphe §8.3.1 ;
- la fourniture et la pose des chevilles, douilles auto foreuses et autres systèmes d'ancrage non incorporés au gros œuvre ;
- les échafaudages fixes ou mobiles, les moyens de manutention et de levage et les moyens de sécurité spécifiques à la profession, sauf dérogation du marché ;
- la fourniture, le transport à pied d'œuvre, la pose et le réglage des ouvrages ;
- la fourniture et la pose de toutes quincailleries, systèmes de manœuvre; condamnations et la visserie qui sert à la pose et au maintien et, éventuellement, au fonctionnement des composants de la façade (fenêtres, remplissages, vitrages, etc.) ;
- la fourniture et pose des remplissages de la façade ;
- les dispositifs de calfeutrement en nez de plancher ;
- les retouches de protection contre la corrosion sur les parties en acier de la façade ;
- la remise d'une notice qui précise les recommandations d'entretien et de maintenance de la façade ;
- l'enlèvement des déchets provenant des travaux de façade.

8.1.2 Travaux sur prescriptions

Ne sont pas compris dans les travaux, sauf prescriptions formelles, des documents particuliers du marché ou de ses avenants pour travaux supplémentaires :

- le raccordement des menuiseries ou éléments de façade en vue de la mise à la terre ;
- les dispositifs particuliers utiles aux systèmes de nettoyage des façades, dont les liaisons avec les nacelles ;
- le soudage des ancrages sur ossature métallique ;
- la fourniture et la pose des habillages pour abouts de refend, poteaux, cloisons, planchers techniques, plafonds suspendus ;
- les réservations pour la pose des équipements tels les pare-soleil, stores, caillebotis, plinthes ou garde-corps ;
- la fourniture et la pose de ces équipements ;
- la fourniture de maquettes ou prototypes de présentation ;
- une qualité d'aspect ou finition spécifique (type d'aspect non usuel ou qualité d'aspect supérieur aux précisions de l'article 5.5.5 de la NF DTU 33.1 P1-1 (CCT)) ;
- la fourniture d'avance pour remplacement éventuel d'éléments : remplissages, stores, quincaillerie, etc... ;
- la fourniture, le conditionnement et le transport d'éléments de façade destinés à être soumis à des essais spécifiques au chantier, ainsi que le coût de réalisation, tels que :
 - essais en soufflerie atmosphérique turbulente ;
 - essais particuliers pour châssis spéciaux tels châssis d'accès pompiers, de désenfumage, porte de secours, etc... ;
 - essais acoustiques ;
 - essais de performances d'étanchéité à l'air et à l'eau ou de résistance au vent ;
 - essais mécaniques ;
 - essais d'arrosage in situ ;
 - essais de résistance aux chocs ;
- les protections locales ou la mise en place différée d'éléments de façade, en vue de réduire le risque de dégradation en cours de chantier ;
- la fourniture et la pose de tôleries ou dispositifs spécifiques tels que couvertines, acrotères, garde-corps en terrasse, rives basses de terminaison, raccordements en parties latérales et habillages de poteaux ;
- les modifications qui seraient à apporter aux systèmes de fixation et de liaison comme aux éléments de façade dans le cas où les tolérances du gros-œuvre ou de positionnement des éléments de fixation dépasseraient celles prévues à l'article 7 de la NF DTU 33.1 P1-1 (CCT) ;
- le nettoyage final des façades avant réception (face intérieure, extérieure, ou les deux) ;
- la fourniture des informations utiles à la constitution du DOE (Dossier Ouvrage Exécuté) ou DIUO (Dossier d'Intervention Ultime sur l'Ouvrage) doit être précisé (contenu, nombre d'exemplaire, type de support, etc.) ;
- les prescriptions doivent être précisément décrites (quantité, type exact, localisation, etc.).

8.1.3 Travaux non prévus

- Les rectifications du gros-œuvre lorsque celui-ci ne respecte pas les tolérances admissibles prévues à l'article 7 de la NF DTU 33.1 P1-1 (CCT) ;
- la protection des ouvrages de façade ;
- les protections lourdes destinées à permettre l'intervention du titulaire du marché avant la fin des travaux du gros-œuvre ;
- tous les raccords de revêtements (carrelage, peinture, papier, etc.) ;
- les réservations dans la structure primaire nécessaires à la mise en place de la façade (feuillures gros-œuvre, percements charpente, etc.) ;
- la mise en place des dispositifs d'ancrage (rails, douilles, etc.) incorporés dans la structure du bâtiment ;
- les calfeutrements et ragréages propres à la structure du bâtiment tels que trous de banches, ragréages de baies, calfeutrements de planchers ;
- le dégagement et le nettoyage des zones nécessaires au stockage et à la pose des éléments de façade ;
- la ligne de ceinture pour mise à la terre et son raccordement ;
- la fourniture et la pose des costières des toitures terrasses ;
- les frais de stockage et de manutention des éléments de façade, dans le cas où le chantier pour quelle que raison que ce soit ne permet pas leur approvisionnement normal dans le cadre du planning.

8.1.4 Exécution des travaux non prévus

Si le maître d'ouvrage demande des travaux qui ne figurent pas aux paragraphes §8.1.1 et §8.1.2, le titulaire du marché est libre de les accepter ou non. Si le titulaire du marché les accepte, cette acceptation entraîne une rémunération supplémentaire (avenant) et un aménagement du planning si le titulaire du marché le juge nécessaire.

8.2 Coordination des travaux

Le maître d'ouvrage désigne le maître d'œuvre et le contrôleur technique, et indique au titulaire du marché les missions confiées et les pouvoirs délégués, notamment en ce qui concerne la coordination avec les autres entreprises d'aménagement et de second œuvre.

8.2.1 Informations à donner au titulaire du marché

Conformément au paragraphe §5 de la NF DTU 33.1 P1-1 (CCT), les informations suivantes sont à communiquer au menuisier :

- définir les valeurs des tolérances de la structure et des supports ;
- fournir les valeurs des différentes actions particulières qui agissent sur la façade ;
- fournir les charges d'exploitation sur les équipements tels que caillebotis ou pare-soleil servant à l'entretien ou au nettoyage ;
- fournir l'objectif sismique du bâtiment, s'il y a lieu, les amplitudes des déplacements et les accélérations qui correspondent à la structure ;
- fournir les amplitudes des déplacements de la structure ;
- fournir la répartition des ouvrants dits « accès pompiers », s'il y a lieu, avec leurs dimensions d'ouverture et leur mode d'ouverture et de manœuvre ;
- fournir toute information utile sur les sections de désenfumage à inclure dans la façade avec leurs localisations et leurs répartitions ;

- fournir les niveaux des différentes performances des parois en particulier thermiques et acoustiques ;
- fournir la qualité prescrite de la structure aux points d’ancrage de la façade, pour un traitement de ces jonctions ;
- fournir les dispositions précises de jonctions en terminaison de façade en parties hautes, basses et latérales ainsi que les limites de ces prestations ;
- fournir les conditions d’accessibilité aux terrasses, s’il y a lieu, et leurs spécifications de sécurité ;
- fournir toute information utile sur le dispositif éventuel de garde à l’eau sur planchers ;
- fournir le tracé des axes de référence du bâtiment et les traits de niveau à chaque étage en vue de l’implantation de la façade ;
- fournir les informations figurant aux attendus du permis de construire pour ce qui concerne les dispositions spécifiques à la sécurité incendie ;
- fournir une zone de stockage en précisant la surface, la localisation et les charges admissibles.

8.2.2 Informations à donner par le titulaire du marché

- la date de remise de ces informations est fixée par le maître d’ouvrage à la signature du marché ;
- le titulaire du marché soumet au maître d’œuvre, sous chacun des délais prescrits par le marché ou arrêtés d’un commun accord entre parties, les dessins d’ensemble et de détail nécessaires à l’exécution des façades ;
- le maître d’œuvre retourne au titulaire du marché, après les avoir visés, un exemplaire de ces plans et dessins revêtus de son visa.

8.2.3 Défaut d’informations reçues par le titulaire du marché

Si le titulaire du marché ne dispose pas de certaines des données visées au paragraphe §8.2.1 du présent document, il en avise sans retard le maître d’ouvrage et le maître d’œuvre qui doivent donner suite dans un délai de huit jours.

Le délai d’exécution est prolongé le cas échéant d’autant de jours de retard.

8.2.4 Acceptation par le titulaire du marché

Le titulaire du marché ne peut commencer ses travaux que s’il a accepté, par écrit, l’état des supports sur lesquels il doit intervenir.

Si les conditions requises ne sont pas satisfaites, le titulaire du marché avise le maître d’ouvrage et le maître d’œuvre par écrit des non conformités.

La décision du maître d’ouvrage fera l’objet d’un nouvel ordre de service, la date de début du délai contractuel de pose ne pourra être antérieure à la date de réception de ce nouvel ordre.

8.2.5 Interventions non prévues sur les ouvrages

Si après signature des marchés, des interventions non prévues au marché du titulaire, sont envisagées sur les façades mises en œuvre par lui, il doit en être informé et donner son accord.

8.2.6 Dispositions de coordination avec les autres entreprises et intervenants

- Le menuisier et les entreprises susceptibles de provoquer des dégradations ou salissures par projection, définissent d’un commun accord la nature des protections que ces entreprises devront apporter aux façades ;

- Les dispositions prévues pour l'accès au chantier, l'éclairage, le cheminement, les prises électriques, le stockage ainsi que les mesures collectives prévues pour la sécurité du personnel, doivent être précisées ;
- La mise en conformité éventuelle des supports fera l'objet d'un nouvel ordre de service qui fixera, s'il y a lieu, une nouvelle date de début du délai contractuel ;
- La responsabilité de l'entrepreneur n'est pas engagée si, après la pose, les façades subissent des dégradations (projections diverses, rayures, mauvaise utilisation des ouvrants ou équipements) ;
- L'entrepreneur signale au maître d'ouvrage ou à son mandataire les nettoyages spéciaux, réfections ou remplacements de vitrages ou de garnitures d'étanchéité ou de parclozes qui sont rendus nécessaires par des salissures profondes ou par des dégradations causées par les autres corps d'état travaillant sur le chantier ;
- Les salissures profondes sont celles qui ne peuvent se nettoyer à l'eau additionnée éventuellement d'un détergent approprié. Les autres sont dites légères ;
- Les frais occasionnés à l'entrepreneur pour le remplacement des éléments de façade dégradés ou volés par des tiers sont remboursés, par application des dispositions prévues aux Documents Particuliers du Marché ou à défaut par application des dispositions de la norme NF P03-001.

8.3 Conditions requises pour la mise en œuvre

8.3.1 Etat des supports

La pose des façades ne peut être entreprise que si les conditions suivantes sont toutes satisfaites :

- les travaux de structure (béton, métal, bois, etc.) sont suffisamment avancés et la structure suffisamment stabilisée pour permettre le traçage de la façade et pour qu'il n'y ait pas par la suite, risque de détérioration ou de dérèglement de cette façade ;
- les axes de référence du bâtiment sur chaque façade et les niveaux à chaque étage sont tracés. Ces axes sont tracés à un endroit qui restera visible jusqu'à l'application des revêtements des murs intérieurs ; Ces axes de référence sont à l'usage exclusif du menuisier ;
- les abords du bâtiment sont dégagés et nivelés pour permettre les livraisons par camion au pied du bâtiment ;
- les accès aux niveaux sont exécutés ;
- les supports de la façade et la zone de levage sont dégagés ;
- le montage de la façade ne peut débuter dans les conditions normales que lorsque les supports (gros-œuvre ou structure qui doivent recevoir ou surplomber cette façade) sont entièrement terminés. Dans le cas exceptionnel où la pose de la façade est débutée avant la fin des travaux de gros-œuvre, pour la poursuite de ces travaux, les axes de référence ne pourront se faire qu'à partir de ceux convenus au début de la pose de cette façade. Il est aussi nécessaire, dans ce cas, de prévoir une protection lourde afin de préserver la sécurité des intervenants et de la façade.

8.3.2 Protections collectives de chantier

Les protections collectives de chantier doivent être adaptées au mode de mise en œuvre de la façade et en particulier ne doivent pas utiliser, sauf accord particulier, les ancrages prévus pour la façade.

8.3.3 Tolérances admissibles des supports

Les supports doivent respecter les tolérances admissibles définies au Cahier des Clauses Particulières au projet.

Les supports doivent respecter les tolérances définies à ce sujet par les prescriptions qui les concernent et particulièrement celles de la norme XP P 28-003.

8.3.4 Tolérances de positionnement et de performances des ancrages

Les ancrages doivent être positionnés conformément aux plans remis par le menuisier dans les tolérances définies au §8.3.3.

Les ancrages en œuvre sont réputés avoir les performances définies par leur Cahier des Charges ou ATE sur la base de leur position théorique (par exemple, qualité du béton prescrite, nuance des aciers, dureté du bois, etc.).

8.4 Mode d'exécution des travaux

8.4.1 Mise en œuvre des façades

Quelle que soit le type de façade rideau mixte bois-aluminium, une réception de support du gros-œuvre est nécessaire. Ce relevé de support a pour objet de vérifier la conformité de l'ossature primaire avec les tolérances définies et le cas échéant de refuser le support en l'état si elles ne sont pas respectées, et de définir la position réelle de l'ouvrage en tenant compte des imperfections du support et des tolérances que peuvent absorber les dispositifs d'ancrage de l'ossature secondaire.

Il est donc recommandé que le relevé qu'il soit réalisé par l'entreprise titulaire du lot en charge de la mise en œuvre de la façade ou par un géomètre missionné par l'entreprise, comporte des points de mesure au niveau de la position des attaches sur l'ossature primaire ; cela permet de définir les réglages et calages dans les trois dimensions des points de fixation, nécessaire à leur mise œuvre, et le traçage par rapport au axes de référence du bâtiment.

Les principales étapes du montage de la façade et les contrôles associés à réaliser sont :

- traçage et mise en place des pattes de fixation ;
- contrôle de l'humidité des éléments de l'ossature bois,

L'humidité des profilés bois doit être au plus égal à 16 % au moment de la pose, et afin d'éviter les reprises d'humidité, l'ossature doit être rapidement protégée des agressions climatiques, par la mise en place des remplissages, dans un délai maximum d'un mois.

Au-delà, il est impératif de prendre des dispositions pour protéger l'ossature bois ; l'utilisation de bâche étanche peut constituer une solution satisfaisante.
- fixation des montants ou des éléments pré-assemblés aux attaches, puis réglage et blocage ;
- vérification de la verticalité des montants par rapport à un plan perpendiculaire au plan de la façade et au plan de la façade et des entraxes entre montant avant la mise en œuvre des traverses, et de l'alignement des montants par rapport un plan parallèle au plan de la façade, avant la mise en place des traverses entre les montants. Dans le cas où des échelles ont été pré-assemblées en atelier les contrôles sont identiques et à réaliser avant le montage des traverses entre échelles.

- défaut maximal de verticalité dans le plan perpendiculaire à la façade : ± 1 mm sur une longueur de 3 m (équivalent à une hauteur d'étage) ;
- défaut maximal de verticalité dans le plan de la façade : ± 1 mm sur une longueur de 3 m ;
- assemblage des traverses sur les montants et mise en place des profilés d'étanchéité verticaux et horizontaux ;
- contrôle visuel de la réalisation la continuité de l'étanchéité des profilés de calfeutrements intérieur au droit des jonctions montants-traverses ;
- mise en place des remplissages avec des dispositifs de maintien ponctuel ;
- mise en place des éventuels compléments d'étanchéité au niveau des extrémités des serreurs horizontaux ;
- mise en place des serreurs équipés de leurs garnitures en procédant d'abord par la pose des éléments verticaux, puis horizontaux. Le serrage doit être maîtrisé pour limiter l'écrasement des joints extérieurs et respecter leur plage de travail. Dans le cas des façades de type I et de type IIa et lorsque la densité du bois est supérieure à 500 kg/m^3 , il est nécessaire de prévoir un pré-perçage conformément à la norme NF EN 1995-1-1 ;
- contrôle du serrage des vitrages et de la compression du joint de vitrage extérieur ;
- pose des éléments de liaisons périphériques entre le gros-œuvre et l'ossature secondaire et mise en œuvre des calfeutrements périphériques ;
- contrôle de la réalisation du calfeutrement en particulier dans le cas d'une étanchéité réalisée à l'aide d'une membrane.

Si cela est demandé dans les DPM, un contrôle de l'étanchéité de la façade peut être réalisé par un essai réalisé in situ (Cf §8.4.6).

8.4.2 Tolérances de mise en œuvre de la façade

Les tolérances de pose de la façade ne peuvent être respectées que si la structure et particulièrement les supports respectent les tolérances prévues au §7.1.1. et au §7.1.3.

L'écart entre la position d'exécution constatée et la position théorique définie par les plans doit respecter deux critères :

- la tolérance d'ensemble : Δe ;
- la tolérance locale : Δp , tolérance de bosse, ressaut ou creux localisé.

La tolérance Δe est définie dans le tableau suivant en fonction de D : plus grande valeur entre H et $L/2$, où H est la ligne verticale développée de la partie de façade concernée et $L/2$ sa demi-longueur horizontale développée.

Tableau 24 – Tolérance d'ensemble

D (m)	Δe (cm)
$D \leq 2,6$	0,5
$2,6 < D \leq 10$	$0,027 \cdot D + 0,43$
$10 < D \leq 30$	0,7
$30 < D$	$0,01 \cdot D + 0,4$

La tolérance Δp est définie dans le tableau suivant en fonction de p : distance développée entre deux points quelconques de la façade.

Tableau 25 – Tolérance locale

p (m)	Δp (cm)
$p \leq 2,6$	1
$2,6 < p \leq 10$	$0,054 \cdot p + 0,86$
$10 < p \leq 30$	1,5
$30 < p$	$0,02 \cdot p + 0,8$

8.4.3 Calfeutremements

Les calfeutremements doivent respecter la NF DTU 44.1 pour les mastics ou les cahiers des charges pour les produits hors DTU.

Dans le cas de l'utilisation d'une membrane d'étanchéité, il est important de tenir compte notamment, des conditions climatiques lors de la mise en œuvre et de la préparation des supports, des surfaces minimales d'adhérence, des recouvrements entre les membranes, des projections accidentelles prévisibles, du primaire d'adhérence éventuel, du façonnage des soufflets qui permettent d'absorber les mouvements différentiels prévisibles.

8.4.4 Mouvements différentiels

Les ouvrages doivent être mis en œuvre en respectant les jeux fonctionnels déclarés du projet.

8.4.5 Protection des ouvrages

La façade visée par le présent document est un ouvrage manufacturé mis en place sous son aspect définitif.

D'une manière générale, il n'existe pas de protection efficace des façades pendant la construction.

Certaines dégradations importantes de l'aspect du produit (par exemple certains matériaux tels le ciment, le plâtre, ou par des chocs) qui ne peuvent être réparées, nécessitent parfois le remplacement de ce produit.

Cependant, et sur prescription spéciale du Cahier des Clauses Techniques Particulières, des protections locales (pièces ou panneaux de protection sur zone de passage) des mises en places différées d'éléments de façades peuvent être envisagées localement.

8.4.6 Essai in situ

La norme NF EN 13051 définit les modalités d'essai d'étanchéité à l'eau des façades in situ.

Lorsque cela est spécifié, cet essai peut être réalisé dans le cadre d'essais d'autocontrôle de la pose de la façade mixte bois-aluminium, pour vérifier l'absence de fuite d'eau.

Plus généralement, en cas de défauts d'étanchéités constatés sur la façade, cet essai permet de mettre en évidence le(s) défaut(s) d'étanchéité à l'eau, et d'identifier les causes, puis de vérifier l'efficacité des réparations.

Cet essai ne peut être utilisé à des fins de classement de la façade rideau mixte bois-aluminium.



L'entretien des façades est une nécessité face aux conséquences de l'usage normal, et du vieillissement naturel des ouvrages ou parties 'ouvrages. L'objectif de cette opération est de compenser l'usure normales des éléments.

9.1 Terminologie

9.1.1 Entretien

La notion d'entretien recouvre l'ensemble des actions visant à maintenir les façades en bon état. L'entretien consiste principalement à effectuer un nettoyage périodique des vitrages, des éléments extérieurs métalliques ou en bois, et de l'ossature bois mais aussi, en particulier pour certaines pièces mécaniques des parties ouvrantes, à lubrifier. Pour les éléments bois ou à base de bois le nettoyage peut être compléter par une opération de « rénovation ou d'entretien de la finition ».

L'entretien peut être réalisé par l'utilisateur et s'il n'est pas nécessaire de faire appel à des spécialistes, il est néanmoins possible de confier l'entretien des façades et de leurs composants à une société extérieure.

9.1.2 Maintenance

Lorsque certaines opérations doivent être confiées à des spécialistes, l'entretien devient alors maintenance, et il est souvent conseillé de passer un contrat de maintenance. Dans ce cas, les professionnels en charge de la mission prennent l'engagement de procéder à des examens périodiques de ces équipements ainsi qu'au remplacement préventif éventuel de certaines pièces. Ils peuvent aussi s'engager à intervenir en cas de panne et à veiller au bon fonctionnement des équipements concernés.

9.1.3 Réparation

D'autre part en dépit de la qualité de l'usage, de l'entretien et de la maintenance une panne ou une rupture intempestive est toujours possible. La réparation a un but curatif. Elle consiste à remettre un équipement en état. Elle est affaire de spécialiste. Une réparation peut aller jusqu'au remplacement. Exemple : cas de la rupture d'un vitrage.

NOTE

Les opérations de réparation ne sont pas traitées dans le présent document.

9.2 Prescriptions générales et réglementation

La durabilité des menuiseries et des façades nécessite qu'elles soient normalement entretenues et que leur usage soit conforme à leur destination.

Les travaux d'entretien et de maintenance doivent être exécutés en respectant la réglementation en vigueur ainsi que les règles de l'art en la matière.

NOTE

Il est rappelé en particulier qu'à la date de publication du présent document, que :

- le Code de la Construction et de l'Habitation (articles L 132-1 à L 132-5) prescrit la nécessité de constamment tenir en bon état de propreté les façades des immeubles ;*
- le Code du Travail (article R 235-3-2) stipule dans les règles auxquelles sont tenus de se conformer les maîtres d'ouvrages entreprenant la construction ou l'aménagement de bâtiments, que les bâtiments et leurs équipements doivent être conçus et réalisés de façon telle que les surfaces vitrées en élévation ou en toiture puissent être nettoyées sans danger pour les travailleurs effectuant ce travail et pour ceux présents dans le bâtiment et autour de celui-ci, en choisissant chaque fois que possible, des solutions de protection collective (voir en complément la circulaire DRT n° 95-07 du 14 avril 1995) ;*
- le Code du Travail (article R 235-5) indique que les maîtres d'ouvrage doivent élaborer et transmettre aux utilisateurs un dossier d'entretien avec notamment les dispositions prises pour le nettoyage des surfaces vitrées, pour faciliter l'entretien des façades, notamment les moyens d'arrimage et de stabilité d'échafaudage ou de nacelle et pour faciliter les travaux d'entretien intérieur ;*
- le Code du Travail (article L 235-15) indique que le maître d'ouvrage fait établir et compléter par le coordonnateur un dossier d'intervention ultérieur sur l'ouvrage rassemblant toutes les données de nature à faciliter la prévention des risques professionnels lors d'interventions ultérieures. Ce dossier comporte notamment selon l'article R 238-37, le dossier de maintenance des lieux de travail prévu à l'article R 235-5 ;*
- le décret n° 65-48 du 8 janvier 1965 et ses compléments traite des mesures spéciales de protection et de salubrité que les chefs d'établissement, dans le cadre du Code du Travail, doivent prendre en particulier lors d'opérations d'entretien et de nettoyage.*

9.3 Produits et Méthode d'entretien

9.3.1 Généralités

D'une façon générale, les conditions dans lesquelles sont effectuées les opérations d'entretien et de maintenance ne doivent pas entraîner de dégradation des ouvrages environnants.

En particulier, il faut vérifier auprès du fabricant du produit de nettoyage s'il peut être utilisé sans dommage ou sans inconvénient sur les matériaux avec lesquels il peut être mis en contact ; de même il faut utiliser du matériel, des techniques ou procédés que le fabricant préconise pour le type d'ouvrage et de travaux à effectuer.

L'utilisation de nettoyeur à haute pression, ainsi que l'utilisation de grattoirs métalliques sont à proscrire, sur les surfaces vitrées et sur les surfaces bois.

9.3.2 Fréquence des nettoyages

La périodicité du nettoyage dépend essentiellement de l'environnement extérieur, c'est-à-dire du niveau et du type de pollution, et pour les parties extérieures en bois, de l'exposition de la façade.

Lorsque l'ambiance ne comporte pas d'éléments agressifs comme c'est le cas généralement en zone rurale ou urbaine peu dense, la fréquence des nettoyages est de l'ordre d'une fois par an, pour ce qui concerne les surfaces naturellement lavées par les eaux de pluie.

En ambiance urbaine dense, industrielle ou marine, les surfaces naturellement lavées par les eaux de pluie requièrent en général un nettoyage semestriel.

Le nettoyage des parties non lavées naturellement par les eaux de pluie (façade protégée) doit en règle générale être plus fréquent, cependant si l'ambiance ne comporte pas d'éléments agressifs, une fréquence semestrielle est suffisante.

Il peut s'avérer nécessaire d'augmenter la fréquence de nettoyage dans certaines configurations de la façade mixte bois-aluminium :

- en présence d'ambiance comportant des agents agressifs ;
- une exigence particulière d'aspect (entrée d'immeuble, devanture de magasin, etc.).

Si, à proximité de la construction, des travaux ont provoqué des dépôts de salissures (par exemple : travaux sur la chaussée devant un magasin, démolition ou construction d'un immeuble voisin), il est nécessaire, surtout sur les parties non lavées naturellement par la pluie, de procéder à un nettoyage soigné supplémentaire.

9.4 Prescriptions particulières sur les principaux produits

9.4.1 Vitrages

Les vitrages doivent être nettoyés périodiquement. Le nettoyage se fait à l'eau claire ou avec des détergents légers, ou des agents neutres exempts de matières abrasives, fluorées ou de produits très alcalins et selon les préconisations des fournisseurs. De même, les outils employés ne doivent pas rayer le verre. Aussitôt après lavage, il convient d'essuyer la totalité de la surface des vitrages.

Certains vitrages spéciaux, par exemple certains vitrages à couche ou sérigraphiés, sablés, émaillés, etc. nécessitent un entretien particulier qui doit être précisé à la livraison des menuiseries ou de la façade selon les préconisations des fournisseurs.

9.4.2 Éléments Bois et finition

< NETTOYAGE ET SURVEILLANCE DES CAPOTS BOIS

Le nettoyage et la surveillance des capots en bois extérieur, consistent à :

- déboucher les orifices de drainages des capots ;
- dépoussiérer et nettoyer avec soin le bois avec un chiffon doux de type coton humide, en insistant bien sur les parties planes horizontales ;
- observer l'état de la finition, en insistant plus sur les éléments horizontaux et en particulier les traverses basses, et déterminer si un simple entretien de la finition est suffisant, ou s'il faut envisager une rénovation totale.

Le tableau ci-dessous indique pour les niveaux de performance de finition possibles, le délai de surveillance pour le premier entretien, correspondant au temps estimé à partir duquel il convient de surveiller l'état de la finition et d'entreprendre sa rénovation si nécessaire.

Tableau 26 – Niveau de finition et délai de surveillance avant le premier entretien associé selon le type de finition appliquée

Type de système de Finition complète	Niveau de performance	Délai de surveillance pour le premier entretien
Opaque ou transparent	4	2 ans
Opaque ou transparent	5	4 ans
Opaque ou transparent	6	6 ans

NOTE

A ce jour quelques fabricants de produits de finition proposent des garanties sur des systèmes de finition bois spécifiques pouvant aller jusqu'à 10 ans en partie courante selon les essences, les expositions et les teintes. Dans tous les cas les opérations de nettoyage et de surveillance sont identiques pour tous les systèmes de finition

< ENTRETIEN DE LA FINITION

Sur le bois et les éléments à base de bois, les travaux de peinture doivent être réalisés selon la norme NF DTU 59.1., par une entreprise spécialisée.

Les produits utilisés doivent être conformes à la partie CGM de NF DTU 59.1, ou recommandés par le menuisier.

NOTE

La norme T 30-806 propose un schéma de contrat d'entretien périodique des travaux de peinture des bâtiments.

< ENTRETIEN OSSATURE BOIS (AMBIANCE INTÉRIEURE)

En intérieur, dépoussiérer et nettoyer le bois avec un chiffon doux humide, puis procéder à une inspection de l'état général du bois à la recherche d'éventuels dégâts biologiques et plus particulièrement d'attaque d'insectes à larves lignivore (termites essentiellement), et si nécessaire faire appel à un professionnel.

9.4.3 Aluminium anodisé et thermolaqué

Le nettoyage s'effectue bien souvent à l'occasion du nettoyage des vitrages, et peut s'effectuer à l'éponge au moyen d'eau additionnée d'un agent mouillant ; il doit être complété par un rinçage soigné à l'eau claire et un essuyage avec un chiffon doux et absorbant ou raclette non agressive.

Pour les zones moyennement encrassées, procéder au nettoyage avec des produits de nettoyage contenant un agent mouillant non abrasif à l'éponge ou avec une brosse douce, et terminer par un lavage à l'eau claire et un essuyage. Il est essentiel de prohiber l'usage de produits très agressifs, tels que certains détergents ménagers et lessive et des produits fortement basiques ou acides.

NOTE

La norme NFA 91-451 traite de la qualification des produits d'entretien d'aluminium anodisé.

De plus, il faut proscrire les tampons abrasifs grossiers, tels que paille de fer, papier émeri, etc.

Si l'encrassement est particulièrement important et adhérent, il peut alors être nécessaire de procéder à une opération dite de « rénovation ». Cette opération doit être réalisée par une entreprise spécialisée.

9.4.4 Acier thermolaqué

L'entretien et la maintenance des surfaces en acier thermolaqué traités selon les spécifications de la norme NF P 24-351, s'effectuent dans les mêmes conditions et avec les mêmes fréquences que pour l'aluminium thermolaqué.

9.4.5 Acier inoxydable

Les préconisations sont les mêmes que celles précédemment indiquées pour l'aluminium anodisé. La fréquence des nettoyages pour une surface rugueuse en acier inoxydable doit être augmentée en tenant compte des prescriptions fournies par l'entreprise qui a réalisé l'ouvrage.

En intérieur, le nettoyage doit être adapté à l'usage et aux exigences souhaitées.

Pour les opérations de nettoyage, il est recommandé l'utilisation d'éponges ou à défaut des brosses douces type nylon (sauf sur fini brillant ou miroir). Le brossage doit être effectué dans le sens du polissage. Il faut éviter les tampons métalliques, les brosses et laines métalliques, les brosses dures, les brosses nylons sur les polis brillant ou miroir, les tampons et poudres abrasifs même très fins, les produits chlorés, cirant et javellisant.

L'entretien avec des produits lessiviels courants s'avère inefficace lorsqu'il s'agit d'enlever les traces de doigts. Les produits donnant satisfaction comportent le plus souvent des acides avec fonction dégraissante. Un rinçage soigneux suivi d'un essuyage est toujours nécessaire.

9.4.6 Profilés préextrudés en caoutchouc et/ou thermoplastiques

Les profilés préextrudés en caoutchouc et/ou thermoplastiques utilisés en garniture d'étanchéité des joints résistent généralement aux produits lessiviels employés pour le nettoyage et la maintenance des façades mixtes bois-aluminium. On ne doit utiliser ni solvants organiques (le trichloréthylène, le tétrachlorure de carbone ou l'éther de pétrole), ni abrasifs ou instruments pointus ou tranchants.

Les profilés qui ont été nettoyés doivent être séchés à température ambiante. Lors de l'entretien ou de la maintenance des quincailleries, éviter le contact de ces profilés avec les huiles et graisses. Si les menuiseries doivent être peintes, ces profilés doivent être protégés ; en effet, recouverts de peinture, ils perdraient leur efficacité.

9.4.7 Garnitures d'étanchéité réalisées à l'aide de mastic

Les garnitures d'étanchéités réalisées à l'aide de mastic ne nécessitent aucun nettoyage ou entretien particulier. Il est nécessaire néanmoins de surveiller périodiquement, par un contrôle annuel, leur bonne adhérence afin d'y porter remède en cas de besoin.

Cet examen permet aussi de surveiller si ces garnitures n'ont pas été l'objet d'agressions accidentelles (coup de couteau, coup de bec d'oiseaux, etc).

La mise en peinture d'un mastic d'étanchéité est, à priori, fortement déconseillée. Dans le cas d'une réparation d'une telle garniture, il sera nécessaire de bien vérifier la compatibilité physico-chimique du mastic utilisé avec les produits existants.

9.4.8 Quincailleries

Tant pour l'entretien que pour la maintenance et les réparations éventuelles, il est nécessaire de bien suivre la notice fournie par l'entreprise lors de la réalisation de l'ouvrage et les préconisations des fournisseurs.

Pour les ouvrants, prévoir à minima une visite annuelle pour :

- dégager les gorges de récupérations d'eau et déboucher les perçages de drainages par curage et aspiration ;
- vérifier le réglage des ouvrants ;
- lubrifier éventuellement les pièces soumises à frottement ;
- contrôler les pièces de rotation, de guidage et le fonctionnement des fenêtres et des portes ;
- vérifier le serrage de la visserie notamment au niveau des organes de rotation et de la poignée.

Si une lubrification est nécessaire, utiliser le produit préconisé aux endroits indiqués. Les surplus de graisse (ou d'huile) cachent souvent un mauvais fonctionnement, une usure et donc une détérioration future.

Les fréquences d'entretien devront être adaptées afin de maintenir les ouvrants en bon état, pour des usages intensifs.

Toute pièce détériorée doit être changée et la pièce de remplacement doit être compatible d'un point de vue physico-chimique avec l'ensemble des autres matériaux avec lesquels elle peut être mise en contact.

ANNEXE A

MÉTHODE DE VALIDATION EXPÉRIMENTALE DU DIMENSIONNEMENT DE L'ÉPAISSEUR DU FOND DE LA FEUILLURE



Lorsque les spécifications du §5.1.1 ne sont pas remplies, dans le cas des façades de type I, on détermine, par voie d'essais, la charge maximale à l'état limite de service et à l'état limite ultime que peut reprendre le fond de feuillure des traverses bois.

A.1 Principe

Après conditionnement initial des éprouvettes, on réalise des essais mécaniques, jusqu'à rupture sur des échantillons découpés dans des éléments de traverses avec feuillure en bois pour vitrage, pour la valeur d'excentrement maximale admissible.

Pour ce faire, une série d'essai est préparée avec des profils de traverses conformes à ceux de la gamme de façade rideau dont on vérifie la conformité.

A.2 Appareillage

A.2.1 Matériel de conditionnement

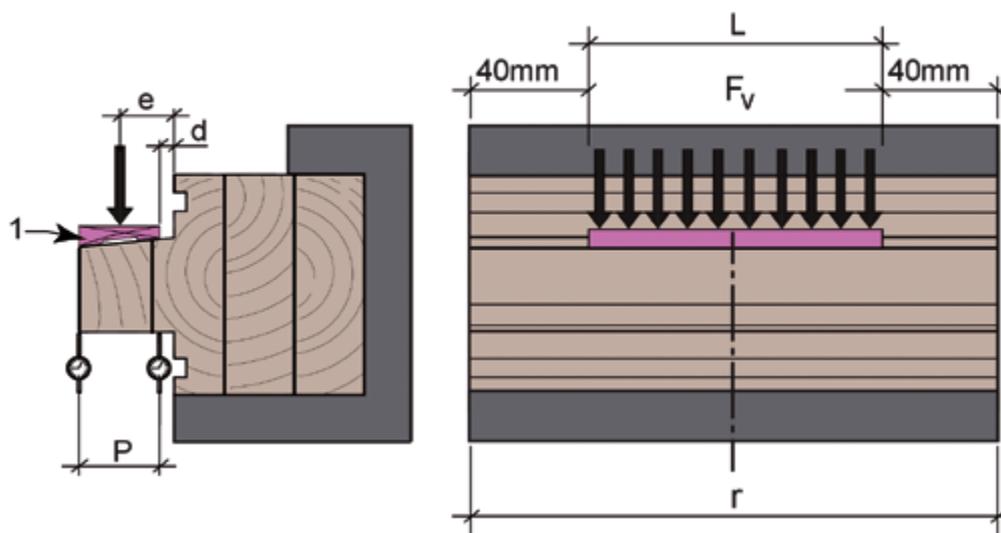
- Chambre de conditionnement :
 - enceinte climatique avec les conditions suivantes : (20 ± 2) °C et (65 ± 5) % d'humidité relative ;
- Local d'essais à l'ambiance standard suivante :
 - une température de (20 ± 3) °C ;
 - une humidité relative de (65 ± 5) % ;
- Machine de traction universelle dont les caractéristiques principales sont les suivantes :
 - mesure des charges avec une précision de ± 1 % ;
 - mesure des déplacements à $\pm 1/100$ mm ;
 - vitesse d'avance réglable, à ± 10 % près, dans la plage de 4 mm/min à 250 mm/min ;
 - capteurs de force couvrant la plage de 1 N à 3 kN environ ;

- Elle dispose des accessoires de connexion aux éprouvettes de diverses natures ;
- Dispositif de liaison de l'éprouvette aux dispositifs de traction de la machine (Figure A.1), il est constitué par :
 - un support avec feuillure ;
 - une barre de pression dont la largeur est au moins égale à la hauteur de feuillure ;
- Le matériau dans lequel sont réalisés ces éléments doit être plus dur que le bois en compression de flanc.

NOTE

En pratique, il peut s'agir d'acier ou d'aluminium.

Figure A1 – Exemple de dispositif de liaison de l'éprouvette et d'application de la charge verticale



d : épaisseur maximale du joint intérieur $\pm 0,5$ mm

e : distance entre le plan du centre de gravité du remplissage et la joue de feuillure

p : épaisseur maximale de remplissage

Légende

1 support de cale ou cale spécifique

- Pied à coulisse
 - Il permet de mesurer les longueurs à $\pm 1/10$ mm.

A.2.2 Éprouvettes et échantillonnage

- Longueur : la longueur de la traverse doit être supérieure ou égale à la longueur du support de cale ou de la cale de vitrage « L » + 2 x 40 mm ;
- section : pièce avec feuillure telle que proposée par le fabricant ;

NOTE

On veillera à ce que les cotes réelles soient conformes avec les plans fournis et compatibles avec les tolérances d'usinage de la fabrication.

- support de cale ou cale : la traverse est équipée de son support de cale ou d'une cale spécifique reconstituant une surface perpendiculaire à la joue de feuillure ;
- nombre : 20 éprouvettes sans finition provenant de 20 pièces différentes représentatives de la matière première usinée.

A.3 Modes opératoires

A.3.1 Conditionnement initial

Exposer les éprouvettes (sans finition) dans le climat standard pendant sept jours au moins.

A.3.2 Essai de rupture

< MONTAGE DE L'ÉPROUVETTE (VOIR FIGURE A1)

On monte l'éprouvette dans le dispositif de liaison avec la machine de traction, la barre de pression étant appliquée sur le support de cale, parallèlement au plan prévu pour le vitrage, de façon à reproduire, à $\pm 1/2$ mm près, l'épaisseur maximale du joint intérieur défini dans la gamme.

L'élément de traverse horizontal doit être bloqué en rotation afin de minimiser l'influence du corps de la traverse.

< PRÉCHARGEMENT

Préalablement à tout chargement, une force verticale de 100 N est appliquée, puis les capteurs de déplacements sont réinitialisés.

On applique la charge sur le fond de feuillure ou le support de cale, de la même manière que la charge verticale permanente s'applique dans la pratique.

< ESSAI DE CHARGE

L'éprouvette est soumise à une charge verticale à la vitesse de 5 mm/min jusqu'à la rupture, la courbe de force en fonction de la déformation étant enregistrée.

On note l'effort maximal $F_{max,i}$ atteint lors de l'opération sur l'éprouvette i .

A.4 Traitement des résultats

Détermination de la valeur nominale de la résistance à la rupture à l'état limite ultime

On détermine la valeur caractéristique de la force de rupture $F_{u5,ELU}$ à un niveau de confiance de $\alpha = 75$ % du lot de $n = 20$ éprouvettes selon le §3.2.2 de la norme NF EN 14358, pour une distribution log-normale sauf si l'analyse statistique montre qu'une distribution normale est plus appropriée.

La résistance de calcul à l'ELU du fond de feuillure sous l'action permanente du poids propre des remplissages, est donnée par la formule suivante :

$$F_{des,u} \geq \gamma_M \times \frac{1,35.F_{u5,ELU}}{K_{mod,p}}$$

où :

$k_{mod,p}$ est le coefficient de modification du bois massif selon la NF EN 1995-1-1 pour une classe de service 2 en charge permanente ;

γ_M est le coefficient de matériau selon la NF EN 1995-1-1 ;

A.4.1 Détermination de la charge maximale à l'état limite de service

La détermination de la charge verticale correspondant à la limite de la déformation élastique à partir de l'analyse des courbes enregistrées lors de l'essai de charge est réalisée selon la méthode décrite dans l'annexe A de la norme NF EN 17146 et reprise ci-dessous. Elle comprend les étapes suivantes :

- nettoyer les courbes enregistrées au niveau des capteurs de déplacement de l'essai CD1 et CD2 avec les irrégularités d'origine ;
- pour chaque éprouvette, générer les courbes résultant des forces appliquées et de la différence de déformation enregistrées au niveau des capteurs de déplacement CD1 et CD2 ;
- avec les courbes obtenues à l'étape précédente pour chaque éprouvette, générer un graphique de référence avec les points correspondants aux forces moyennes F_{ave} des n courbes pour au moins quatre incréments égaux de déformation ;
- la partie linéaire du graphique de référence correspond au nombre maximal de points pour lesquels le coefficient de régression $R \geq 0.98$;
- la force élastique moyenne maximale $F_{ave,ela}$ correspond à la déformation maximale de la partie élastique du graphique de référence.

Si la courbe présente une seconde valeur maximale, seule la première doit être prise en compte.

On détermine la valeur caractéristique de la limite élastique $F_{u5,ELS}$ à un niveau de confiance de $\alpha = 75\%$ du lot de $n = 20$ éprouvettes selon le §3.2.2 de la norme NF EN 14358, pour une distribution log-normale sauf si l'analyse statistique montre qu'une distribution normale est plus appropriée.

Dans le cas d'un vitrage isolant, le déplacement maximal entre 2 composants consécutifs doit être limité à 0,5 mm.

Afin de calculer une déformation en fonction du remplissage utilisé, il convient de procéder aux calculs suivants :

$$c_w = \frac{F_{ave,ela}}{f_{ave,ela}} \quad \text{et} \quad w = \frac{F_v}{c_w}$$

où

c_w est le module d'élasticité (exprimé en N/mm)

$F_{ave,ela}$ est la force élastique moyenne (exprimée en N)

$f_{ave,ela}$ est la moyenne de la déformation du fond de feuillure (exprimé en mm)

w est la déformation du support de vitrage (exprimé en mm)

F_v est la charge du remplissage utilisé (exprimée en N)

La charge maximale pour une déformation de 0,5 mm est égale à :

$$F_{w,max} = 0,5 \times c_w$$

Par conséquent la charge maximale $F_{des,s}$ à l'état limite de service que peut reprendre la traverse ne doit pas être supérieure à $F_{u5,ELS}$ et $F_{w,max}$

$$F_{des,s} \leq F_{u5} \quad \text{et} \quad F_{des,s} \leq F_{w,max}$$

ANNEXE B

DÉTERMINATION DES SOLLICITATIONS (VENT ET SÉISME) À PRENDRE EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES FAÇADES



B.1 Exemple de détermination des charges de vent à prendre en compte pour le dimensionnement des façades

La méthode de détermination des charges de vent est déroulée par l'intermédiaire d'un exemple de calcul. Ainsi, sauf mention contraire dans la suite de cette partie, toutes les applications numériques sont liées aux hypothèses prises dans le cadre de cet exemple.

B.1.1 Procédure de calcul

La procédure de calcul est la suivante :

- détermination de la valeur de base de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4/A.N. figure 4.3] ;
- détermination du coefficient de direction et du coefficient de saison [NF EN 1991-1-4, 4.2] ;
- détermination de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4, 4.2] ;
- détermination du coefficient de rugosité [NF EN 1991-1-4, 4.3.2 + A.N.] ;
- détermination du coefficient d'orographie [NF EN 1991-1-4, 4.3.3 + A.N.] ;
- calcul de la vitesse moyenne du vent [NF EN 1991-1-4, 4.3.1 + A.N.] ;
- calcul de l'intensité de turbulence [NF EN 1991-1-4, 4.4 + A.N.] ;
- calcul de la pression dynamique de pointe [NF EN 1991-1-4, 4.5 + A.N.] ;
- détermination des coefficients de pression extérieure [NF EN 1991-1-4, 7.2.1 à 7.2.8 + A.N.] ;
- détermination des coefficients de pression intérieure [NF EN 1991-1-4, 7.2.9 + A.N.] ;
- calcul des forces exercées par le vent [NF EN 1991-1-4, 5.3 + A.N.].

En alternative, les charges de vent peuvent être déterminées de manière simplifiée au moyen de la méthode proposée par la fiche CSTB/CEBTP/COPREC/SNFA n° 45 – Indice C – Juillet 2018 : Tableaux des pressions de vent W50 applicables aux façades légères et déterminées selon l'annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA (Cf paragraphe §B.14 du présent document).

B.1.2 Hypothèses

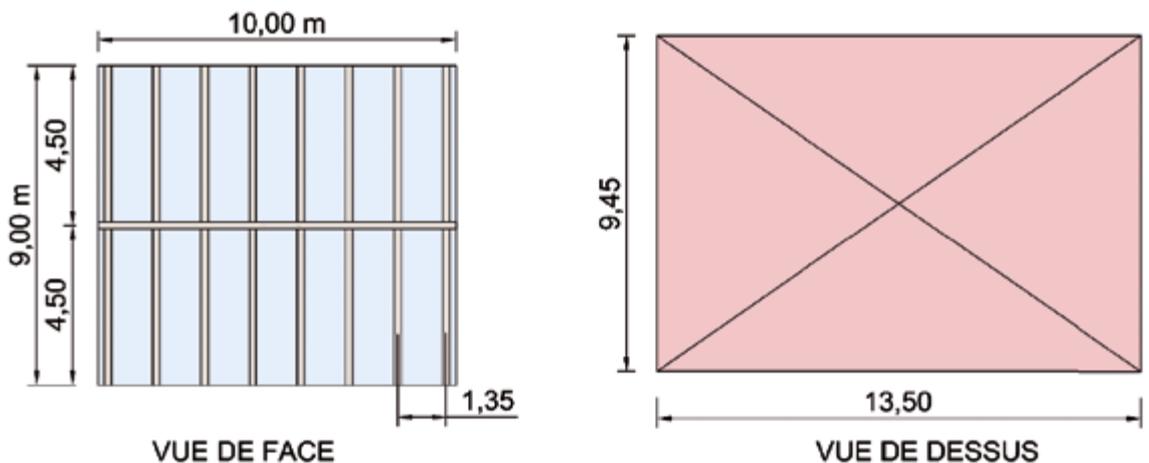
Dans le cadre de cet exemple de calcul de détermination des charges de vent, les hypothèses suivantes sont prises en compte :

- bâtiment de bureaux, trame montants verticales 1,35 m ;
- hauteur du bâtiment : 9m en R + 1, toiture plate ;
- emprise au sol du bâtiment : 13,5 m x 9,45 m ;
- région de vent : 3 ;
- catégorie de terrain : II ;
- orographie complexe.

NOTE

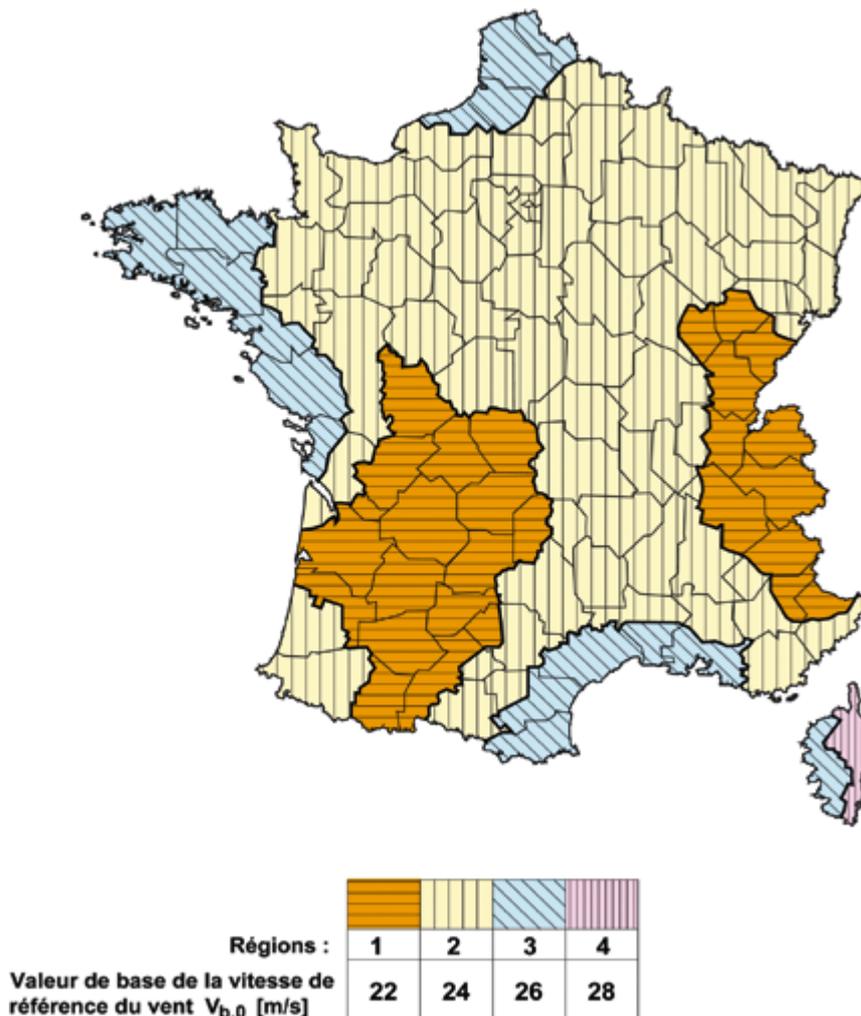
Ces trois derniers paramètres doivent normalement être précisés dans les documents marché.

Figure B1 –
Dimensions
du bâtiment
prises
en compte



B.1.3 Détermination de la valeur de base de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4/A.N. figure 4.3]

Figure B2 – Régions de vent et valeurs de base de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4/A.N. figure 4.3]



Dans le cadre de cet exemple, on a $v_{b,0} = 26$ m/s

B1.4 Détermination du coefficient de direction et du coefficient de saison [NF EN 1991-1-4, 4.2]

Conformément au paragraphe 4.2 de NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale on prend, de manière sécuritaire :

$$C_{dir} = C_{season} = 1$$

NOTE

Cette valeur n'est pas liée aux hypothèses considérées dans le cadre de l'exemple et peut être prise de manière générale.

B1.5 Détermination de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4, 4.2]

Sur la base des hypothèses prises, la vitesse de référence est calculée au moyen de la formule suivante :

$$V_b = C_{season} \cdot C_{season} \cdot V_{b0} = 1 \times 1 \times 26 = 26 \text{ m/s}$$

B1.6 Détermination du coefficient de rugosité [NF EN 1991-1-4, 4.3.2 + A.N.]

Le coefficient de rugosité se calcule comme suit :

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ pour } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \text{ pour } z \leq z_{\min}$$

Avec k_r le facteur de terrain qui vaut :

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

Où :

z_0 : la longueur de rugosité pour la catégorie de terrain considérée ;

$z_{0,II}$: la longueur de rugosité pour la catégorie de terrain II ($z_{0,II} = 0,05$) ;

z_{\min} : la hauteur minimale pour la catégorie de terrain considérée ;

z_{\max} : 200 m ;

Tableau B1 – Catégories de terrain

Catégorie de terrain		z_0 (en m)	z_{\min} (en m)
0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,005	1
II	Rase campagne avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0,05	2
IIIa	Campagnes avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé	0,20	5
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles, bocages denses, vergers	0,5	9
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiment dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêts	1,0	15

NOTE : des précisions sur les catégories de terrain et le coefficient de rugosité sont données dans l'annexe nationale.

Le calcul de $c_r(z)$ au moyen des formules ci-dessus est valable lorsque la rugosité uniforme du terrain s'étend sur une distance au vent suffisamment grande pour stabiliser de manière suffisante le profil de vitesse.

Pour chaque direction du vent, dans un secteur angulaire de 30°, le rayon R du secteur angulaire dans lequel la rugosité du terrain est à qualifier, dépend de la hauteur h (en m) de la construction et est donné par :

$$R = 23 \cdot h^{1,2} \text{ avec } R > 300 \text{ m}$$

Dans le cadre de cet exemple, on a $h = 9$ m, la rugosité doit donc être qualifiée dans un rayon $R = 23 \times 9^{1,2} = 321,23$ m tout autour de la construction.

Dans le cadre de cet exemple, on suppose que cela permet de valider une rugosité correspondant à une catégorie de terrain II. On a alors :

$$z_0 = 0,05 \text{ m ;}$$

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m ;}$$

$$z_{\min} = 2 \text{ m ;}$$

d'où :

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = 0,19$$

et pour $z = h = 9 \text{ m} > z_{\min} = 2 \text{ m}$

$$c_{r(9)} = 0,19 \times \ln\left(\frac{9}{0,05}\right) = 0,987$$

B1.7 Détermination du coefficient d'orographie [NF EN 1991-1-4, 4.3.3 + A.N.]

Il convient de distinguer deux cas :

- L'orographie complexe : orographie constituée d'obstacles de hauteurs et de formes variées. Ce type d'orographie est le plus fréquemment rencontré.
- L'orographie marquée : orographie constituée d'obstacles bien individualisés. Une falaise ou une colline isolée appartient à cette catégorie d'orographie, plus rarement rencontrée.

Dans le cadre de cet exemple, l'hypothèse est faite que la construction est dans une zone d'orographie complexe. Dans le cadre de ce type d'orographie, la méthode de calcul tient compte de l'altitude relative du lieu de construction par rapport au terrain environnant.

La première étape est de déterminer l'altitude moyenne locale du terrain environnant la construction, A_m , au moyen de la formule suivante :

$$A_m = \frac{2 \cdot A_C + A_{N1} + A_{N2} + A_{E1} + A_{E2} + A_{S1} + A_{S2} + A_{O1} + A_{O2}}{10}$$

Où :

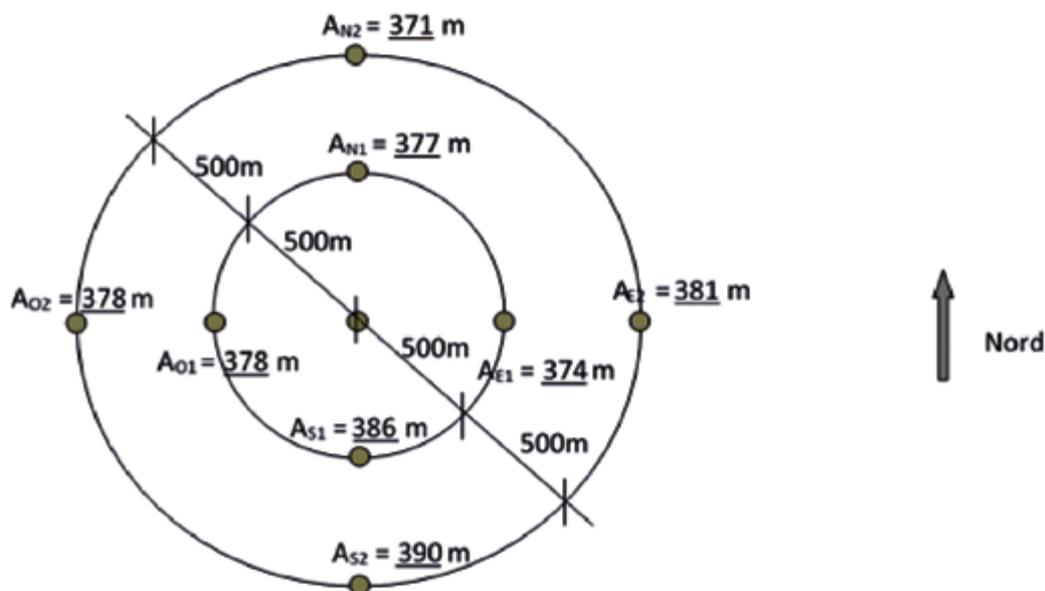
A_C : altitude du lieu de construction ;

$A_{N1}, A_{E1}, A_{S1}, A_{O1}$ est l'altitude aux points situés, dans les quatre directions cardinales (Nord, Est, Sud, Ouest) à une distance de 500m du lieu de construction

$A_{N2}, A_{E2}, A_{S2}, A_{O2}$ est l'altitude aux points situés, dans les quatre directions cardinales (Nord, Est, Sud, Ouest) à une distance de 1000m du lieu de construction

Ces altitudes peuvent être déterminées au moyen d'outils type Géoportail par exemple. Dans notre cas :

Figure B3 – Calcul de l'altitude moyenne A_m



$$\text{D'où } A_m = \frac{2 \cdot A_C + A_{N1} + A_{N2} + A_{E1} + A_{E2} + A_{S1} + A_{S2} + A_{O1} + A_{O2}}{10} = 380,3 \text{ m}$$

L'altitude du site de construction est définie par :

$$\Delta A_c = A_c - A_m$$

Dans notre cas, on a :

$$\Delta A_c = 384 - 380,3 = 3,7 \text{ m}$$

Le coefficient d'orographie en terrain complexe est défini par :

$$c_0(z) = 1 + 0,004 \cdot \Delta A_c \cdot e^{-0,014(z-10)} \text{ pour } z \geq 10 \text{ m}$$

$$c_0(z) = c_0(10) \text{ pour } z > 10 \text{ m}$$

Dans notre cas, pour $z = h = 9 \text{ m} < 10 \text{ m}$ on a :

$$c_0(z) = c_0(10) = 1 + 0,004 \cdot \Delta A_c \cdot e^{-0,014(10-10)} = 1,0148$$

NOTE

La valeur obtenue par calcul est prise en compte dans la suite de l'exemple puisqu'elle est comprise entre 1 et 1,15 ;

Dans le cas où le calcul conduit à $c_0(z) < 1$, on retiendra $c_0(z) = 1$;

Dans les cas où le calcul conduit à $c_0(z) > 1,15$, il convient de déterminer le coefficient d'orographie au moyen d'une étude spécifique par modélisation numérique ou sur maquette en soufflerie.

B1.8 Calcul de la vitesse moyenne du vent [NF EN 1991-1-4, 4.3.1 + A.N.]

La vitesse moyenne du vent se calcule au moyen de la formule suivante :

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

Dans notre cas on a :

$$v_m(9) = c_r(9) \cdot c_0(9) \times 26 = 0,987 \times 1,0148 \times 26 = 26,05 \text{ m/s}$$

B1.9 Calcul de l'intensité de turbulence [NF EN 1991-1-4, 4.4 + A.N.]

L'intensité de turbulence se calcule au moyen de la formule suivante :

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \text{ pour } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \text{ pour } z \leq z_{\min}$$

Dans le cas d'une orographie complexe, on a :

$$k_t = c_0(z) [1 - 2 \cdot 10^{-4} (\log_{10}(z_0) + 3)^6]$$

Soit, dans notre cas :

$$k_t = 1,0148 \times [1 - 2 \cdot 10^{-4} (\log_{10}(0,05) + 3)^6] = 1,01$$

D'où pour $z = h = 9 \text{ m} > z_{\min} = 2 \text{ m}$:

$$I_v(z) = \frac{1,01}{1,0148 \cdot \ln(9/0,05)} = 0,192$$

B1.10 Calcul de la pression dynamique de pointe [NF EN 1991-1-4, 4.5 + A.N.]

La pression dynamique de pointe se calcule au moyen de la formule suivante :

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

Où ρ est la masse volumique de l'air prise égale à 1,225 kg/m³.

Dans le cadre de cet exemple, on a :

$$q_p(z) = [1 + 7 \times 0.192] + \frac{1}{2} \times 1,225 \times 26,05^2 = 975 \text{ N/m}^2$$

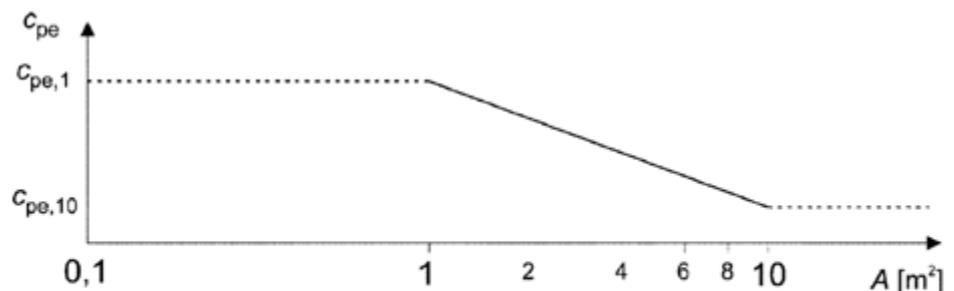
B1.11 Détermination des coefficients de pression extérieure [NF EN 1991-1-4, 7.2.1 à 7.2.8 + A.N.]

< GÉNÉRALITÉS

Les coefficients de pression extérieure C_{pe} applicables aux bâtiments et aux parties de bâtiments dépendent de la dimension de la surface chargée A , qui est la surface de la construction produisant l'action du vent dans la section à calculer. Les coefficients de pression extérieure sont donnés pour des surfaces chargées A de 1 m² et 10 m² dans les tableaux relatifs aux configurations de bâtiment appropriées ; ils sont notés $C_{pe,1}$ pour les coefficients locaux, et $C_{pe,10}$ pour les coefficients globaux, respectivement.

Les valeurs de $C_{pe,1}$ sont destinées au calcul des petits éléments et de leurs fixations, d'aire inférieure ou égale à 1 m² tels que des éléments de façade et de toiture. Les valeurs de $C_{pe,10}$ peuvent être utilisées pour le calcul de la structure portante générale des bâtiments. La procédure de calcul des coefficients de pression extérieure pour les surfaces chargées de plus de 1 m², sur la base des coefficients de pression extérieure $C_{pe,1}$ et $C_{pe,10}$ est donnée par la figure ci-dessous :

Figure B4 – Procédure de calcul des coefficients de pression extérieure pour les surfaces chargées de plus de 1 m²



La figure est fondée sur les éléments suivants :

$$\text{pour } 1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2 \quad C_{pe} = C_{pe,1} - (C_{pe,1} - C_{pe,10}) \log_{10} A$$

Il convient d'utiliser les valeurs $C_{pe,10}$ et $C_{pe,1}$ indiquées dans le tableau B.2 pour les directions orthogonales du vent, à savoir 0°, 90° et 180°. Ces valeurs représentent les valeurs les plus défavorables obtenues dans une gamme de directions de vent $\theta = \pm 45^\circ$, de chaque côté de la direction orthogonale considérée.

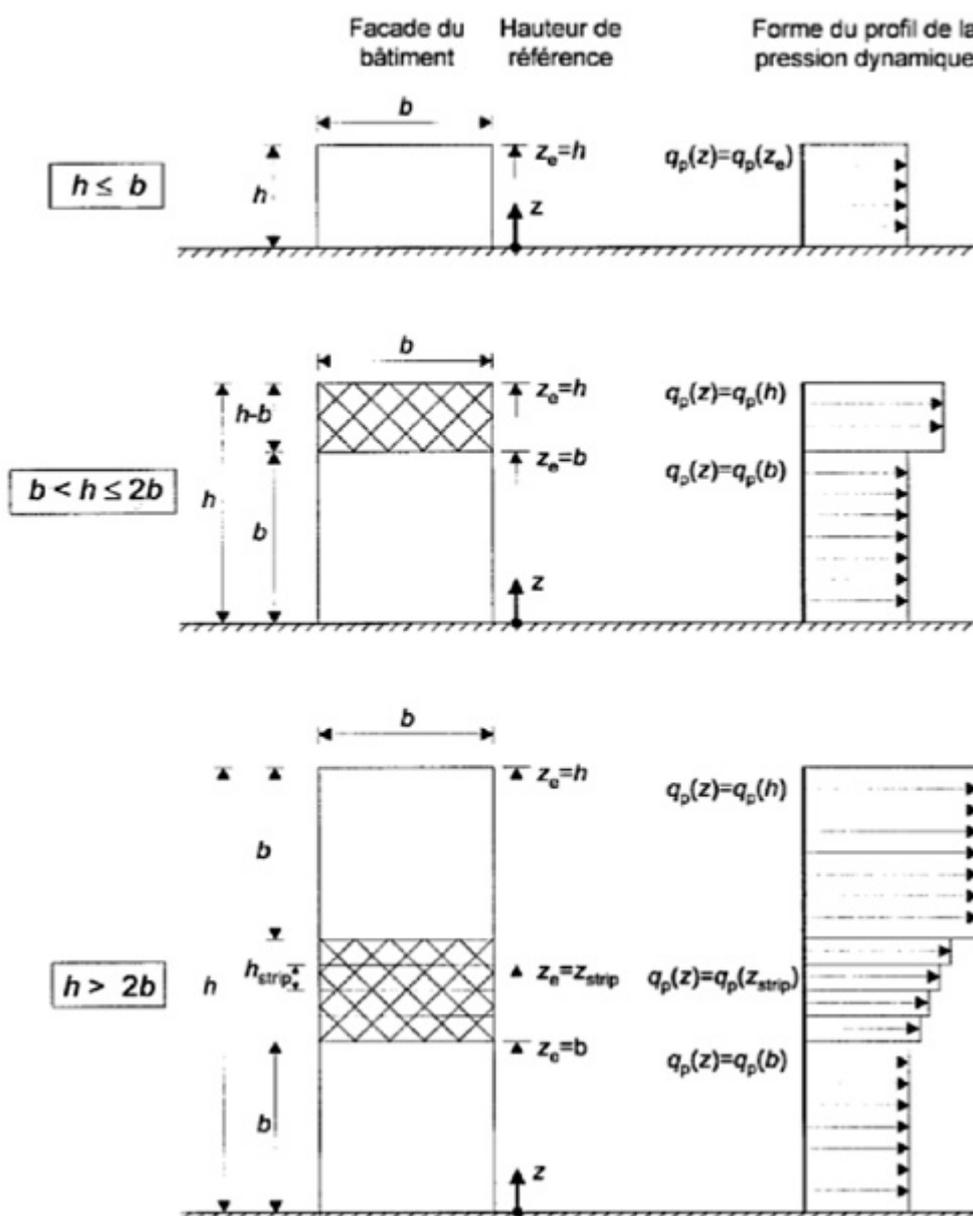
< MURS VERTICAUX DES BÂTIMENTS À PLAN RECTANGULAIRE

Pour la détermination des charges de vent en pression (« mur au vent »), les hauteurs de référence, z_e , pour les murs des bâtiments à plan rectangulaire (zone D, voir Figure B6) dépendent du facteur de forme h/b et sont toujours

les hauteurs supérieures des différentes parties des murs. Elles sont indiquées à la Figure B5 pour les trois cas suivants :

- un bâtiment, dont la hauteur h est inférieure à b , peut être considéré comme un seul élément ;
- un bâtiment, dont la hauteur h est supérieure à b , mais inférieure à $2b$, peut être considéré comme deux éléments, comprenant : une partie inférieure qui s'étend à la verticale à partir du sol sur une hauteur égale à b et une partie supérieure constituée du reste ;
- Un bâtiment, dont la hauteur h est supérieure à $2b$, peut être considéré comme étant constitué de plusieurs éléments, comprenant : une partie inférieure qui s'étend à la verticale à partir du sol sur une hauteur égale à b ; une partie supérieure qui s'étend à la verticale à partir du bord supérieur, sur une hauteur égale à b et une région médiane, comprise entre les parties supérieure et inférieure, qui peut être répartie en bandes horizontales avec une hauteur h_{strip} telle qu'indiquée à la Figure B5.

Figure B5 –
Détermination
des hauteurs
de référence
(charge de vent
en pression)



NOTE Il convient de supposer que la pression dynamique est uniforme sur chaque bande horizontale considérée.

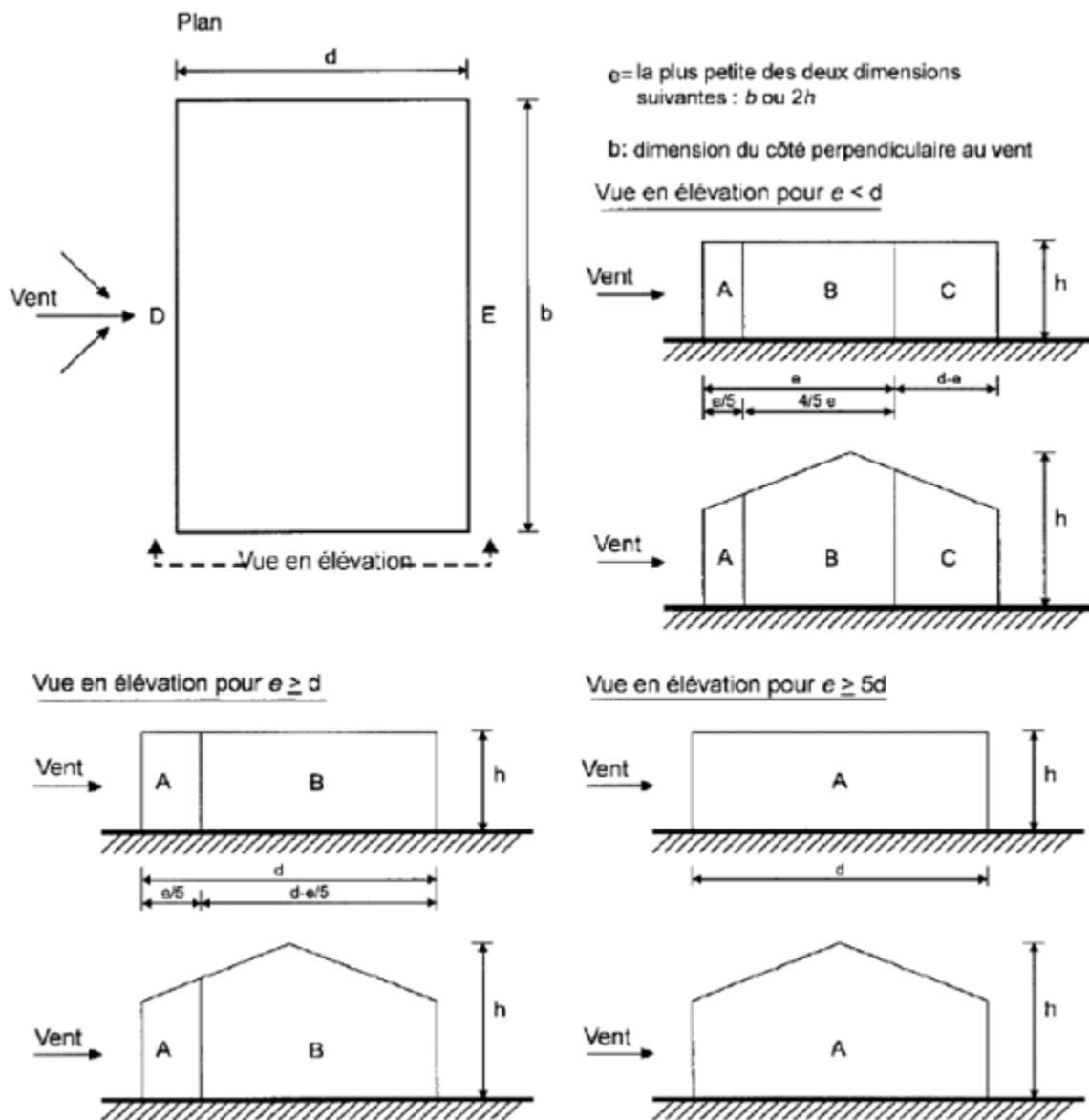
Pour la distribution de la pression dynamique sur le mur sous le vent (charges de vent en dépression) et les murs latéraux (zones A, B, C et E, voir Figure B6), la procédure recommandée consiste à prendre la hauteur du bâtiment comme hauteur de référence.

NOTE

Dans le cadre de l'exemple traité ici, on a $h < b$ et donc $q_p(z) = q_p(z_e)$.

Les coefficients de pression extérieure $c_{pe,10}$ et $c_{pe,1}$ pour les zones A, B, C, D et E sont définis dans le Tableau B2.

Figure B6 – Zones pour les murs verticaux



Les valeurs de $C_{pe,10}$ et $C_{pe,1}$ sont données dans le tableau ci-dessous, selon le rapport h/d . Une interpolation linéaire peut être appliquée pour les valeurs intermédiaires de h/d .

Tableau B2 – Coefficient de pression pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire

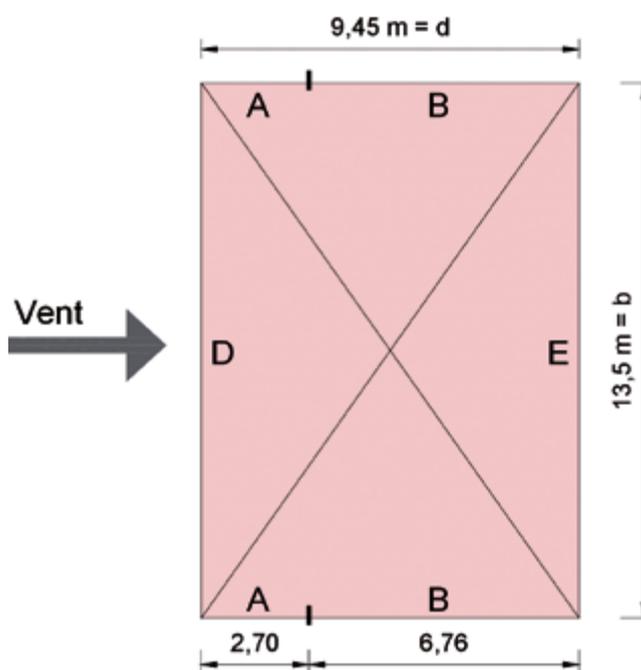
Zone	A		B		C		D		E	
h/d	C _{pe,10}	C _{pe,1}								
5	- 1.2	- 1.4	- 0.8	- 1.1	- 0.5		0.8	+ 1.0	- 0.7	
1	- 1.2	- 1.4	- 0.8	- 1.1	- 0.5		0.8	+ 1.0	- 0.5	
≤ 0.25	- 1.2	- 1.4	- 0.8	- 1.1	- 0.5		0.7	+ 1.0	- 0.3	

NOTE

De manière sécuritaire, le défaut de corrélation entre les pressions aérodynamiques au vent et sous le vent n'est pas pris en compte ici (voir 7.2.2 (3) NF EN 1991-1-4 + AN).

< VENT PERPENDICULAIRE À LA GRANDE DIMENSION EN PLAN

Figure B7 – Vent perpendiculaire à la grande dimension en plan



Dans ce cas, on a :

$$b = 13,5 \text{ m ;}$$

$$d = 9,45 \text{ m ;}$$

$$e = \min (b ; 2 \times h) = 13,5 \text{ m.}$$

$$e \geq d$$

$$h/d = 0,95$$

Sur la base du Tableau B2, on obtient par interpolation linéaire :

Tableau B3 – Coefficient de pression pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire pour h/d = 0,95

Zone	A		B		D		E	
h/d	C _{pe,10}	C _{pe,1}						
0,95	- 1,2	- 1,4	- 0,8	- 1,1	+ 0,8	+ 1,1	- 0,5	

NOTE

De manière sécuritaire ici, le coefficient h/d étant très proche de 1, les valeurs pour h/d = 1 sont prises en compte. En toute rigueur, une interpolation linéaire doit être réalisée.

De manière sécuritaire ici, on considérera la surface de la construction produisant l'action du vent dans la section à calculer comme étant la surface du

vitrage, soit ici 6 m². Il faut donc calculer les coefficients C_{pe} au moyen de la formule du paragraphe B.1.11.1.

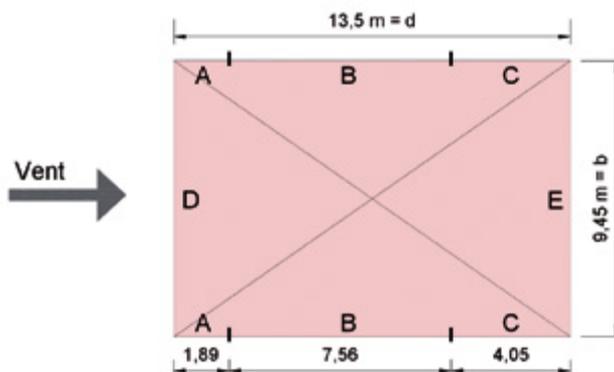
Soit :

Tableau B4 – Coefficients de pression C_{pe} pour une surface de 6 m²

Zone	A	B	D	E
h/d	C_{pe}	C_{pe}	C_{pe}	C_{pe}
0,95	- 1,25	- 0,87	0,87	- 0,5

< VENT PERPENDICULAIRE À LA PETITE DIMENSION EN PLAN

Figure B8 – Vent perpendiculaire à la petite dimension en plan



Dans ce cas, on a :

b = 9,45 m ;

d = 13,5 m ;

e = min (b ; 2 x h) = 9,45 m.

e < d

h/d = 0,66

Sur la base du Tableau B2, on obtient par interpolation linéaire :

Tableau B5 – Coefficients de pression pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire pour h/d = 0,66

Zone	A		B		C		D		E	
	C _{pe,10}	C _{pe,1}								
0,66	- 1,2	- 1,4	- 0,8	- 1,1	- 0,5	+ 0,75	+ 1,05	- 0,41		

Soit pour A = 6 m²

Tableau B6 – Coefficients de pression C_{pe} pour A = 6 m²

Zone	A	B	C	D	E
h/d	C_{pe}	C_{pe}	C_{pe}	C_{pe}	C_{pe}
0,66	- 1,25	- 0,87	- 0,5	+ 0,82	- 0,41

B1.12 Détermination des coefficients de pression intérieure [NF EN 1991-1-4, 7.2.9 + A.N.]

Dans le cadre de cet exemple, on considérera que le bâtiment ne comporte pas de face dominante au sens de NF EN 1991-1-4+AN §7.2.9 (4) et que la valeur de perméabilité des parois n'est pas connue.

On prendra donc : C_{pi} = + 0,2 ou - 0,3

B1.13 Calcul des pressions exercées par le vent [NF EN 1991-1-4, 5.3 + A.N.]

Enfin, la pression nette sur les surfaces se calcule au moyen de la formule suivante :

$$W_{net} = (C_{pe} - C_{pi}) \cdot q_p(z)$$

< VENT PERPENDICULAIRE À LA GRANDE DIMENSION EN PLAN

Tableau B7 – Pression nette Vent perpendiculaire à la grande dimension en plan pour $C_{pi} = + 0,2$

Zone	A	B	D	E
C_{pe}	- 1,25	- 0,87	0,87	- 0,5
C_{pi}	+ 0,2			
$q_p(z)$ (N/m ²)	975			
w_{net} (N/m ²)	- 1414	- 1044	654	- 683

Tableau B8 – Pression nette Vent perpendiculaire à la grande dimension en plan pour $C_{pi} = - 0,3$

Zone	A	B	D	E
C_{pe}	- 1,25	- 0,87	0,87	- 0,5
C_{pi}	- 0,3			
$q_p(z)$ (N/m ²)	975			
w_{net} (N/m ²)	- 927	- 556	1141	- 195

< VENT PERPENDICULAIRE À LA PETITE DIMENSION EN PLAN

Tableau B9 – Pression nette Vent perpendiculaire à la petite dimension en plan pour $C_{pi} = + 0,2$

Zone	A	B	C	D	E
C_{pe}	- 1,25	- 0,87	- 0,5	+ 0,82	- 0,41
C_{pi}	+ 0,2				
$q_p(z)$ (N/m ²)	975				
w_{net} (N/m ²)	- 1414	- 1044	- 683	605	- 595

Tableau B10 – Pression nette Vent perpendiculaire à la petite dimension en plan pour $C_{pi} = - 0,3$

Zone	A	B	C	D	E
C_{pe}	- 1,25	- 0,87	- 0,5	+ 0,82	- 0,41
C_{pi}	- 0,3				
$q_p(z)$ (N/m ²)	975				
w_{net} (N/m ²)	- 927	- 556	- 195	1092	- 108

En valeur absolue, la valeur de cas de charge de vent la plus défavorable pour le dimensionnement des montants dans le cadre du présent exemple est 1414 N/m².

B1.14 Tableaux de pressions suivant la Fiche technique CSTB/CEBTP/COPREC/SNFA n° 45

< GÉNÉRALITÉS

L'objet de cette fiche est de fournir dans les tableaux ci-après les pressions de vent calculées selon l'Annexe Nationale NF EN 1991-1-4 (Eurocode 1), avec une vitesse de référence du vent correspondant à une probabilité annuelle de dépassement égale à 0,02 (événement de période de retour égale à 50 ans soit W50).

Les pressions de vent sont déterminées en fonction des 3 paramètres suivants :

la région de vent déterminée selon [NF EN 1991-1-4/A.N. figure 4.3]

(voir Figure B1 au §B.1.3)

la catégorie de terrain :

On distingue 5 catégories de terrain :

- 0. : Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km ;
- II. : Rase campagne avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur ;
- IIIa. : Campagnes avec des haies, vignobles, bocage, habitat dispersé ;
- IIIb. : Zones urbanisées ou industrielles, bocages denses, vergers ;
- IV. : Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiment dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêts.

NOTE

Concernant le littoral du bassin méditerranéen les vents forts viennent de l'intérieur des terres (région 2 et 3 hors Corse), les façades sont alors considérées comme en catégorie de terrain II, et non 0.

Le choix de la catégorie de terrain à appliquer est à réaliser en prenant en compte la rugosité la plus défavorable sur une distance égale au rayon R autour du bâtiment définie dans le tableau ci-après.

Tableau B11 – Définition du Rayon de la zone de catégorie de terrain.

Hauteur H du Bâtiment	H ≤ 9 m	9 < H ≤ 18 m	18 < H ≤ 28 m	28 < H ≤ 50 m	50 < H ≤ 100 m
Rayon R	R = 320 m	R = 750 m	R = 1 250 m	R = 2 500 m	R = 5 800 m

Hauteur H du bâtiment

C'est la hauteur H du bâtiment au-dessus du sol qui détermine la pression du vent pour tous les éléments de façade de ce bâtiment (et non la hauteur d'implantation de l'élément à dimensionner).

NOTE

Selon la §7.2.2 de l'Eurocode 1991-1-4, il est possible en fonction de la forme du bâtiment (h/b) de différencier les valeurs de pression (faces au vent) en fonction de la hauteur du bâtiment (par tranches) Cependant cette règle ne s'applique pas pour les dépressions (faces latérales et sous le vent). Dans le présent document les valeurs de dépressions étant les valeurs dimensionnantes, la hauteur de référence pour le calcul est donc toujours la hauteur totale du bâtiment (et non la hauteur d'implantation de l'élément à calculer).

< PRESSIONS DE VENT (Pa) DE RÉFÉRENCE SUIVANT L'EUROCODE ET SON ANNEXE NATIONALE

Les pressions de vent du Tableau B12 ci-dessous sont établies avec les hypothèses simplificatrices suivantes :

- W50 (Période de retour : 50 ans) ;
- Coefficient d'orographie $C_o(z) = 1$ (sans dénivellation ni obstacle) ;
- $C_{season} = 1$ (Méconnaissance de la période de réalisation) ;
- Coefficient de direction $C_{dir} = 1$.

Tableau B12 – Pression de vent de référence W50 (Pa) suivant l'Eurocode et son Annexe Nationale en fonction de la région, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Région	Catégorie de terrain	Pression de vent W50 pour une hauteur de bâtiment (Pa)				
		Inf. à 9 m	9 à 18 m	18 à 28 m	28 à 50 m	50 à 100 m
Région 1 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ $q_b = 296,5 \text{ Pa}$	IV	383	417	505	630	793
	IIIb	399	532	623	753	920
	IIIa	524	660	753	883	1 050
	II	676	810	900	1 026	1 185
	0	842	964	1 046	1 158	1 298
Région 2 $v_{b,0} = 24 \text{ m/s}$ $q_b = 352,8 \text{ Pa}$	IV	456	497	601	750	944
	IIIb	475	633	742	896	1 095
	IIIa	624	786	897	1 051	1 250
	II	804	963	1 071	1 221	1 410
	0	1 002 ⁽¹⁾	1 148 ⁽¹⁾	1 245 ⁽¹⁾	1 378 ⁽¹⁾	1 545 ⁽¹⁾
Région 3 $v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$ $q_b = 414,1 \text{ Pa}$	IV	535	583	705	880	1 108
	IIIb	558	743	871	1 051	1 285
	IIIa	732	922	1 052	1 234	1 467
	II	944	1 131	1 257	1 433	1 655
	0	1 177 ⁽¹⁾	1 347 ⁽¹⁾	1 461 ⁽¹⁾	1 617 ⁽¹⁾	1 813 ⁽¹⁾
Région 4 $v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$ $q_b = 480,2 \text{ Pa}$	IV	620	676	818	1 020	1 285
	IIIb	647	861	1 010	1 219	1 491
	IIIa	849	1 070	1 220	1 431	1 701
	II	1 095	1 311	1 458	1 661	1 919
	0	1 364	1 562	1 694	1 875	2 102

⁽¹⁾ Pour le bassin méditerranéen (Hors Corse), la catégorie de terrain 0 n'existe pas et est remplacée par la catégorie de terrain II.

< PRESSIONS DE VENT CARACTÉRISTIQUES (ELS) À CONSIDÉRER POUR LES CALCULS DE PERFORMANCES VIS-À-VIS DES DÉFORMATIONS

Les pressions de vent du Tableau B13 ci-dessous sont établies à partir des pressions du Tableau B4 avec les hypothèses simplificatrices suivantes :

- $C_{pe} = -1,3$ (dépression maximale de rive de bâtiment pour une surface de l'élément considéré de 3 m², convient également aux constructions élancées $h/a > 2$) ;
- $C_{pi} = +0,2$ (valeur par défaut) ;
- $CsCd = 1$ (élément de remplissage) ;

NOTE

L'utilisateur peut utiliser des valeurs de C_{pe} et C_{pi} plus précises définies par zones selon le §7.2 de la NF EN1991-1-4 et son Annexe Nationale.

Tableau B13 – Pressions de vent caractéristiques à l'ELS suivant l'Eurocode et son Annexe Nationale en fonction de la région, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Région	Catégorie de terrain	Pressions sur l'élément de façade à l'ELS (Pa)				
		Inf. à 9 m	9 à 18 m	18 à 28 m	28 à 50 m	50 à 100 m
Région 1	IV	574	626	758	945	1 190
	IIIb	599	797	935	1 129	1 380
	IIIa	786	990	1 130	1 325	1 576
	II	1 014	1 214	1 350	1 538	1 777
	0	1 264	1 446	1 569	1 736	1 947
Région 2	IV	684	745	902	1 124	1 416
	IIIb	713	949	1 113	1 344	1 643
	IIIa	936	1 179	1 345	1 577	1 875
	II	1 206	1 445	1 607	1 831	2 115
	0	1 504 ⁽¹⁾	1 721 ⁽¹⁾	1 867 ⁽¹⁾	2 066 ⁽¹⁾	2 317 ⁽¹⁾
Région 3	IV	802	874	1 058	1 320	1 662
	IIIb	836	1 114	1 306	1 577	1 928
	IIIa	1 098	1 383	1 579	1 851	2 201
	II	1 416	1 696	1 886	2 149	2 483
	0	1 765 ⁽¹⁾	2 020 ⁽¹⁾	2 191 ⁽¹⁾	2 425 ⁽¹⁾	2 719 ⁽¹⁾
Région 4	IV	930	1 014	1 227	1 530	1 928
	IIIb	970	1 292	1 515	1 829	2 236
	IIIa	1 274	1 604	1 831	2 147	2 552
	II	1 642	1 967	2 187	2 492	2 879
	0	2 047	2 343	2 541	2 812	3 153

⁽¹⁾ Pour le bassin méditerranéen (Hors Corse), la catégorie de terrain 0 n'existe pas et est remplacée par la catégorie de terrain II.

< PRESSIONS DE VENT CARACTÉRISTIQUES (ELU) À CONSIDÉRER POUR LES CALCULS DE PERFORMANCES VIS-À-VIS DE LA SÉCURITÉ AU VENT

Les pressions de vent du Tableau B14 ci-dessous sont établies à partir des pressions du Tableau B5 en les multipliant par un coefficient majorateur de 1,5 :

Tableau B14 – Pressions de vent caractéristiques à l'ELU suivant l'Eurocode et son Annexe Nationale en fonction de la région, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Région	Catégorie de terrain	Pressions sur l'élément de façade à l'ELU				
		Inf. à 9 m	9 à 18 m	18 à 28 m	28 à 50 m	50 à 100 m
Région 1	IV	862	939	1 136	1 417	1 785
	IIIb	898	1 196	1 403	1 694	2 071
	IIIa	1 180	1 486	1 695	1 988	2 363
	II	1 520	1 822	2 026	2 308	2 666
	0	1 895	2 170	2 353	2 604	2 920
Région 2	IV	1 025	1 117	1 352	1 687	2 125
	IIIb	1 069	1 424	1 669	2 015	2 464
	IIIa	1 404	1 768	2 018	2 366	2 812
	II	1 809	2 168	2 411	2 746	3 173
	0	2 256 ⁽¹⁾	2 582 ⁽¹⁾	2 800 ⁽¹⁾	3 099 ⁽¹⁾	3 475 ⁽¹⁾
Région 3	IV	1 203	1 311	1 587	1 979	2 493
	IIIb	1 255	1 671	1 959	2 365	2 892
	IIIa	1 648	2 075	2 368	2 776	3 301
	II	2 124	2 544	2 829	3 223	3 724
	0	2 647 ⁽¹⁾	3 030 ⁽¹⁾	3 287 ⁽¹⁾	3 638 ⁽¹⁾	4 079 ⁽¹⁾
Région 4	IV	1 396	1 521	1 841	2 296	2 892
	IIIb	1 455	1 938	2 272	2 743	3 354
	IIIa	1 911	2 406	2 746	3 220	3 828
	II	2 463	2 951	3 281	3 738	4 319
	0	3 070	3 514	3 812	4 219	4 730

⁽¹⁾ Pour le bassin méditerranéen (Hors Corse), la catégorie de terrain 0 n'existe pas et est remplacée par la catégorie de terrain II.

B.2 Détermination des charges dues au séisme à prendre en compte pour le dimensionnement des façades

B.2.1 Généralités

Comme évoqué au § 6.1.5 du présent document, les façades rideaux étant des éléments non-structuraux au sens de NF EN 1998-1, les charges dues au séisme sont à déterminer conformément au paragraphe 4.3.5 de EN 1998-1.

Ajouté à cela, les ossatures de ces façades pouvant être ancrées à plusieurs niveaux de l'ouvrage (sur 3 appuis), les efforts induits par les déplacements inter-étages sont également à considérer.

B.2.2 Détermination de l'effort dû à l'action sismique

Sur la base de la procédure simplifiée donnée au paragraphe 4.3.5.2 d'EN 1998-1-1, l'effort dû à l'action sismique peut être déterminé en appliquant aux éléments non structuraux un effort horizontal F_a calculé comme suit :

$$F_a = (S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a) / q_a$$

Où :

F_a : effort sismique surfacique horizontal en daN/m²

W_a : poids surfacique de la façade rideau en daN/m² ;

S_a : coefficient sismique applicable aux éléments non structuraux ;

γ_a : coefficient d'importance de la façade rideau, pris égal à 1 selon 4.3.5.3 (2) de NF EN 1998-1 ;

q_a : coefficient de comportement de la façade rideau.

Avec S_a , tel que :

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [3(1 + z/H)/(1 + (1 - T_a/T_1)^2) - 0,5]$$

Où :

α : rapport entre l'accélération de calcul au niveau d'un sol de classe A, $a_{gr} \times \gamma_I$, et l'accélération de pesanteur g ;

γ_I : coefficient d'importance du bâtiment ;

S : coefficient de sol ;

T_a : période fondamentale de vibration de l'élément non structural en s ;

T_1 : période fondamentale de vibration du bâtiment dans la direction appropriée en s ;

z : hauteur de la façade rideau au-dessus du niveau d'application de l'action sismique (au-dessus du niveau des fondations ou du sommet d'un soubassement rigide) en m ;

H : hauteur du bâtiment depuis les fondations ou le sommet d'un soubassement rigide en m.

NOTE

Il est proposé ici une adaptation de la procédure de EN 1998-1-1, le poids étant exprimé en daN/m² et non en daN. Il en va de même pour F_a qui est également exprimée en daN/m² ce qui correspond mieux au dimensionnement des ouvrages objet du présent document.

Etant donné que la période fondamentale de vibration de la façade rideau n'est pas connue dans la plupart des cas et que cette façade va généralement jusqu'en haut du bâtiment, on prend de manière sécuritaire $T_a = T_1$ et $z = H$.

Ceci donne :

$$F_a = 0.56 \times a_{gr} \times \gamma_I \times S \times \frac{W_a}{q_a}$$

NOTE

Ce calcul est applicable dans chacune des deux directions principales de l'ouvrage pour déterminer les efforts dans le plan et perpendiculaires au plan de la façade.

< COEFFICIENT DE COMPORTEMENT q_A

Le tableau 4.4 – Valeurs de q_a pour les éléments non structuraux – de EN 1998-1 ne liste pas spécifiquement les ouvrages objet du présent document. Ainsi, il est proposé ici, par analogie avec les éléments structuraux, de se référer au tableau 8.1 de EN 1998-1 qui donne des limites supérieures des valeurs des coefficients de comportement. En outre, ce tableau donne une valeur de $q_a = 2$ pour les structures mixtes composées d'une ossature en bois (résistant aux forces horizontales) et d'un remplissage non porteur.

Cependant, cette valeur de $q_a = 2$ reste une limite haute et EN 1998-1 précise, dans son alinéa 8.3(3) que cette valeur, comme les autres, ne peut être utilisée que sous certaines conditions. Dans le cadre du présent document, il est considéré que si, pour l'effort dans une direction donnée :

Les éléments bois des assemblages concernés sont dimensionnés en sur-résistance avec un coefficient de sur-résistance suffisant et ;

Si le mode de rupture des assemblages fait intervenir au moins une rotule plastique dans les organes métalliques de type tige ;

Alors cette valeur de $q_a = 2$ peut être utilisée dans la direction considérée.

NOTE

Le coefficient de comportement peut ne pas être le même dans les deux directions principales de l'ouvrage.

Le coefficient de comportement peut également être déterminé au moyen d'essais en vraie grandeur.

< ACCÉLÉRATION DE CALCUL AU NIVEAU DU SOL a_{GR}

L'accélération de calcul au niveau du sol a_{gr} dépend de la région de sismicité.

Tableau B15 – Définition de l'accélération de calcul a_{gr}

Zone de sismicité	2	3	4	5
a_{gr} m/s ²	0.7	1.1	1.6	3

< COEFFICIENT D'IMPORTANCE DU BÂTIMENT γ_1

Tableau B16 – Définition du coefficient d'importance

Catégorie d'importance de bâtiment	II	III	IV
Coefficient d'importance γ_1	1	1.2	1.4

< PARAMÈTRE DE SOL S

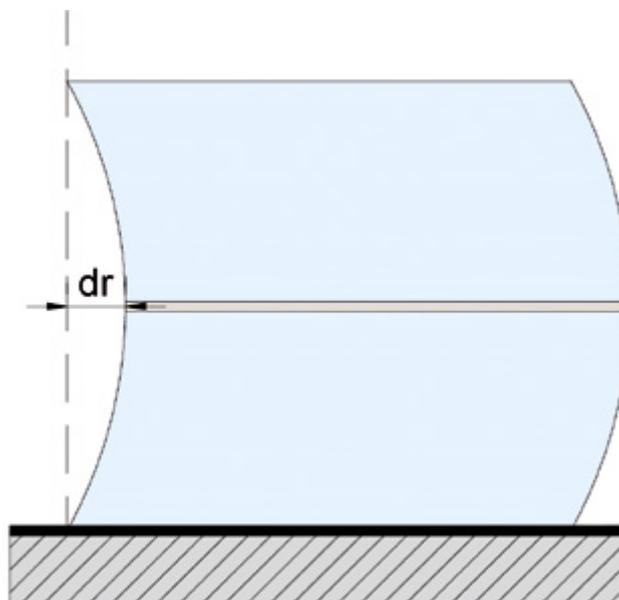
Tableau B17 – Définition du paramètre de sol S zones de sismicité 1 à 4 incluses (France métropolitaine)

Classe de sol	A	B	C	D	E
Paramètre de sol S	1	1.35	1.5	1.6	1.8

B.2.3 Détermination de l'effort dû aux déplacements inter-étages

Pour les façades rideaux visées par le présent document, les montants verticaux filants sur deux niveaux peuvent être assimilés à des poutres en flexion trois points lorsque la déformée globale de l'ouvrage en situation de séisme est du type de celle illustrée ci-dessous :

Figure B9 – Déplacement entre étages



Dans ce cas, la charge ponctuelle $F_{a,dr}$ induite s'exprime de la façon suivante :

$$F_{a,dr} = 0,6 \cdot E \cdot \frac{l}{h^3} \cdot d_r$$

Avec :

$F_{a,dr}$: charge ponctuelle induite en daN ;

d_r : déplacement entre étages en mm ;

E : module d'élasticité du montant bois en N/mm² ;

l : inertie du montant en mm⁴ ;

h : la hauteur entre étages en mm.

Si d_r n'est pas connu, en supposant que l'exigence de limitation des dommages est satisfaite pour les éléments non structuraux fragiles, d_r pourra être pris égal à :

$$d_r = 0,0125 \cdot h$$

Avec :

h : la hauteur entre étages en mm.

Dans ce cas, on a :

$$F_{a,dr} = 7,5 \times 10^{-3} \cdot E \cdot \frac{l}{h^2}$$

NOTE

De la même manière que précédemment, ce calcul est applicable dans chacune des deux directions principales de l'ouvrage pour déterminer les efforts dans le plan et perpendiculaires au plan de la façade. Il y aura lieu de vérifier que les façades rideaux peuvent « absorber » le déplacement inter-étages.

ANNEXE C

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT DES ÉLÉMENTS D'OSSATURE EN SITUATION NORMALE (HORS SÉISME)



C.1 Hypothèses

C.1.1 Généralités

Les hypothèses prises pour établir les tableaux de pré-dimensionnement au vent du présent document ont été définies de manière à cadrer la majorité des cas de figure (mais pas la totalité). Suivant la situation géographique de l'ouvrage considéré notamment, ce pré-dimensionnement peut donc avoir un caractère sécuritaire. En revanche, dans le cas où le cas de figure considéré sort de ces hypothèses, ces tableaux de pré-dimensionnement ne peuvent pas être utilisés.

Les hypothèses sont les suivantes :

- largeur des bois prise égale à 60 mm. Le tableau donne la retombée minimale en mm dans le cadre d'un pré-dimensionnement ;
- montants et traverses en lamellé-collé GL24h selon EN 14080 : 2013 ;
- aucune réduction de section prise en compte pour tenir compte de l'impact de l'assemblage traverse/montant ;
- pour les montants sur trois appuis, même portée de part et d'autre de l'appui intermédiaire ;
- ancrages et assemblages non vérifiés, ils doivent l'être par ailleurs ;
- pour le vent, charges réparties rectangulaires uniquement ;
- impact du poids propre du vitrage non pris en compte pour le pré-dimensionnement au vent des montants ;
- vérifications selon NF EN 1995-1-1 et les documents associés ;
- dimensionnement en classe de service 2 ;
- de manière sécuritaire, coefficient k_n non pris en compte ;
- dimensions données à 12 % d'humidité ;
- les charges d'exploitation liées à la fonction garde-corps éventuelle ne sont pas prises en compte ;
- rotation autour de l'axe parallèle à la longueur des pièces empêché au niveau des appuis ;
- flèche due à l'effort tranchant prise en compte.

Figure C1 – Définition de la portée pour les montants sur deux appuis et trois appuis

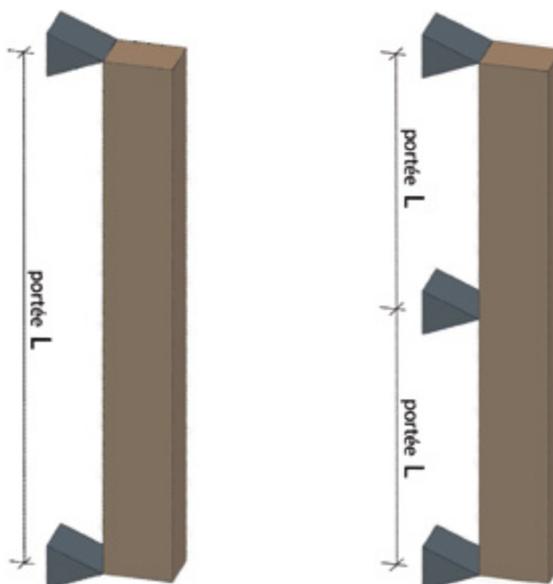
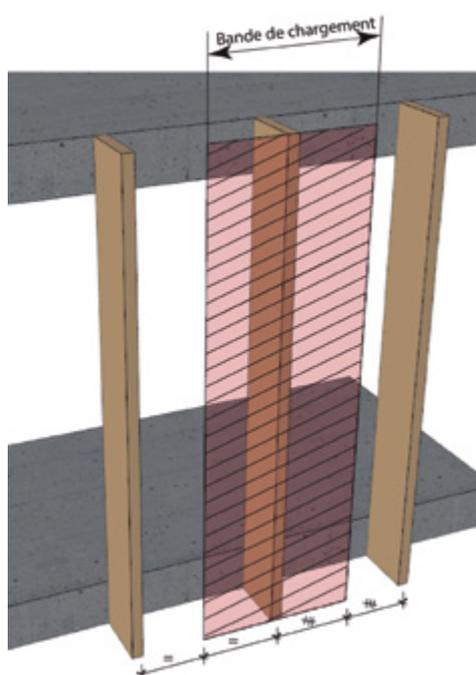


Figure C2 – Définition de la Bande de chargement



C.1.2 Charges de vent

Les hypothèses prises ici pour les charges de vent sont les mêmes que celles prises au paragraphe B.1 du présent document :

- hauteur maxi 9 m ;
- zone de vent 3 ;
- catégorie de terrain II ;
- $C_{dir} = C_{season} = 1$;
- $C_o(z) = 1$;
- $q_p(z) = 945 \text{ N/m}^2$;
- $C_{pe} = -1,3$;
- $C_{pi} = +0,2$ ou $-0,3$;
- pression max en valeur absolue = 1418 N/m^2 ;
- les effets d'entraînement dus au vent ne sont pas pris en compte.

C.1.3 Charges permanentes

Poids du vitrage 35 kg/m², façades strictement verticales

Le poids propre du vitrage est supporté par la traverse uniquement, réparti sur deux points situés chacun à une distance de 100 mm des deux extrémités de la traverse.

C.1.4 Critères de flèche

Critères de déformation des ossatures sous action du vent selon §6.1.8 :

- $d \leq L/200$ si $L \leq 3000$ mm ;
- $d \leq 5$ mm + $L/300$ si 3000 mm $< L < 7500$ mm ;
- $d \leq L/250$ si $L \geq 7500$ mm.

Critères de déformation sous charges permanentes :

- Selon §6.1.2 : valeur minimum entre $L/500$ et 3 mm.

C.2 Tableau pour le pré-dimensionnement des traverses

L'abaque ci-dessous est établi à partir des hypothèses définies en B.1 permet un pré-dimensionnement des sections de traverses requises. Il donne la hauteur minimale de la section en mm pour une largeur de 60 mm.

Hypothèses :

- lamellé-collé GL24h selon EN 14080 :2013 ;
- poids du vitrage 35 kg/m², façades strictement verticales ;
- hauteur maxi 9 m ;
- zone de vent 3 ;
- catégorie de terrain II ;
- $C_{dir} = C_{season} = 1$;
- $C_o(z) = 1$;
- $q_p(z) = 945$ N/m² ;
- $C_{pe} = -1,3$;
- $-C_{pi} = +0,2$ ou $-0,3$;

Tableau C1 – Profondeur minimale H des traverses en situation normale pour une largeur vue de 60 mm

H _{mini} (mm)		Pré-dimensionnement des traverses en situation normale																
		Bande de chargement (m)																
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	
Portée libre traverse (m)	1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
	1,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
	1,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	
	1,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	63	65	66	68
	1,4	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	64	65	67	68	69	71	73
	1,5	60	60	60	60	60	60	61	63	65	67	68	70	71	73	74	76	78
	1,6	60	60	60	60	60	63	65	67	69	71	73	75	76	78	79	81	83
	1,7	60	60	61	64	67	69	71	73	75	77	79	81	83	84	86	88	88
	1,8	60	62	65	68	71	73	76	78	80	82	84	86	87	89	91	94	94
	1,9	61	65	68	72	74	77	80	82	84	86	88	90	92	94	96	101	101
	2	64	68	72	75	78	81	84	86	89	91	93	97	103	109	115	121	121
	2,1	68	72	76	79	82	85	88	91	95	102	110	117	124	131	139	146	146
2,2	71	75	79	83	86	89	97	106	114	123	132	141	150	158	167	176	176	

C.3 Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur deux appuis

L'abaque ci-dessous est établi à partir des hypothèses définies en B.1, et permet un pré-dimensionnement des sections de montants requises. Il donne la hauteur minimale de la section en mm pour une largeur de 60 mm.

Hypothèses :

- lamellé-collé GL24h selon EN 14080 : 2013 ;
- poids du vitrage 35 kg/m², façades strictement verticales ;
- hauteur maxi 9 m ;
- zone de vent 3 ;
- catégorie de terrain II ;
- $C_{dir} = C_{season} = 1$;
- $C_o(z) = 1$;
- $q_p(z) = 945 \text{ N/m}^2$;
- $C_{pe} = -1,3$;
- $C_{pi} = +0,2$ ou $-0,3$;

Tableau C2 – Hauteur minimale des montants sur deux appuis en situation normale pour une largeur vue de 60 mm

Pré-dimensionnement des montants sur deux appuis en situation normale																			
H_{mini} (mm)	Bande de chargement (m)																		
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	
Portée libre montant (m)	1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	63	64
	1,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	63	65	66	67	68	69
	1,4	60	60	60	60	60	60	60	61	62	64	65	67	68	69	71	72	73	74
	1,5	60	60	60	60	60	61	63	65	67	68	70	71	73	74	76	77	78	80
	1,6	60	60	60	60	63	65	67	69	71	73	75	76	78	79	81	82	84	85
	1,7	60	60	61	64	67	69	71	73	75	77	79	81	83	84	86	87	89	90
	1,8	60	62	65	68	71	73	76	78	80	82	84	86	87	89	91	92	94	95
	1,9	61	65	68	72	74	77	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	99	101
	2	64	68	72	75	78	81	84	86	89	91	93	95	97	99	101	103	104	106
	2,1	68	72	76	79	82	85	88	91	93	95	98	100	102	104	106	108	110	111
	2,2	71	75	79	83	86	89	92	95	98	100	102	105	107	109	111	113	115	117
	2,3	74	79	83	87	90	93	96	99	102	105	107	109	112	114	116	118	120	122
	2,4	77	82	86	90	94	97	101	104	106	109	112	114	116	119	121	123	125	127
	2,5	80	85	90	94	98	101	105	108	111	114	116	119	121	124	126	128	130	132
	2,6	84	89	94	98	102	105	109	112	115	118	121	124	126	129	131	133	136	138
	2,7	87	92	97	102	106	109	113	116	120	123	126	128	131	134	136	138	141	143
	2,8	90	96	101	105	110	113	117	121	124	127	130	133	136	138	141	143	146	148
	2,9	93	99	104	109	113	118	121	125	128	132	135	138	141	143	146	149	151	154
	3	96	102	108	113	117	122	126	129	133	136	139	142	145	148	151	154	156	159
	3,1	100	106	112	117	122	126	130	134	138	141	145	148	151	154	157	159	162	165
	3,2	103	110	116	121	126	131	135	139	143	146	150	153	156	159	162	165	168	171
	3,3	107	114	120	125	130	135	139	144	148	151	155	158	162	165	168	171	174	177
3,4	111	118	124	129	135	140	144	148	153	156	160	164	167	170	173	177	179	184	
3,5	114	121	128	134	139	144	149	153	157	161	165	169	172	176	179	182	186	191	
3,6	118	125	132	138	143	149	153	158	162	167	170	174	178	181	185	188	193	199	

Pré-dimensionnement des montants sur deux appuis en situation normale																			
H _{mini} (mm)	Bande de chargement (m)																		
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	
Portée libre montant (m)	3,7	121	129	136	142	148	153	158	163	167	172	176	180	183	187	190	195	201	207
	3,8	125	133	140	146	152	158	163	168	172	177	181	185	189	192	196	203	209	215
	3,9	128	137	144	150	157	162	168	173	177	182	186	190	194	198	204	210	217	223
	4	132	140	148	155	161	167	172	177	182	187	191	196	200	205	212	218	225	232
	4,1	136	144	152	159	165	171	177	182	187	192	196	201	205	212	220	227	234	241
	4,2	139	148	156	163	170	176	182	187	192	197	202	206	212	220	228	236	243	251
	4,3	143	152	160	167	174	180	186	192	197	202	207	212	220	228	236	245	253	261
	4,4	146	156	164	172	178	185	191	197	202	207	212	219	228	237	245	254	263	272
	4,5	150	160	168	176	183	189	196	202	207	212	218	227	236	246	255	264	274	283
	4,6	154	163	172	180	187	194	200	206	212	217	225	235	245	255	265	275	285	295
	4,7	157	167	176	184	192	199	205	211	217	223	234	244	254	265	276	286	297	308
	4,8	161	171	180	188	196	203	210	216	222	231	242	253	264	275	287	298	310	322
	4,9	164	175	184	193	200	208	215	221	227	239	251	263	275	287	299	312	325	338
	5	168	179	188	197	205	212	219	226	235	248	260	273	286	299	312	326	341	357
	5,1	172	183	192	201	209	217	224	231	243	257	270	284	298	312	327	343	360	379
	5,2	175	186	196	205	214	221	229	238	252	266	281	296	311	327	344	363	383	403
	5,3	179	190	200	210	218	226	233	247	261	277	292	309	326	344	364	385	406	428
	5,4	183	194	204	214	222	231	240	255	271	288	305	323	343	364	386	408	431	454
	5,5	186	198	208	218	227	235	248	265	282	300	319	340	362	385	409	433	457	481
	5,6	190	202	213	222	231	240	257	275	294	313	335	359	383	408	433	458	484	510
5,7	193	206	217	227	236	247	266	286	306	329	354	379	405	431	458	485	512	541	
5,8	197	209	221	231	240	256	276	298	321	347	373	400	427	455	484	513	542	572	
5,9	201	213	225	235	245	266	287	311	338	365	393	422	451	481	511	542	573	606	
6	204	217	229	239	253	276	300	327	355	385	414	445	476	507	540	573	606	640	

C.4 Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur trois appuis

L'abaque ci-dessous est établi à partir des hypothèses définies en B.1 permet un pré-dimensionnement des sections de montants sur 3 appuis avec des portées égales. Il donne la hauteur minimale de la section en mm pour une largeur de 60 mm.

Hypothèses :

- lamellé-collé GL24h selon EN 14080 : 2013
- Poids du vitrage 35 kg/m², façades strictement verticales
- Hauteur maxi 9 m ;
- Zone de vent 3 ;
- Catégorie de terrain II ;
- $C_{dir} = C_{season} = 1$;
- $C_o(z) = 1$;
- $q_p(z) = 945 \text{ N/m}^2$;
- $C_{pe} = -1,3$;
- $C_{pi} = +0,2$ ou $-0,3$;

Tableau C3 – Hauteur minimale des montants sur trois appuis en situation normale pour une largeur vue de 60 mm

Pré-dimensionnement des montants sur trois appuis en situation normale																				
H _{mini} (mm)	Bande de chargement (m)																			
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2		
Portée libre montant (m)	1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
	1,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	64	
	1,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	64	66	67	69	
	1,4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	63	65	67	69	71	72	74	
	1,5	60	60	60	60	60	60	60	60	61	63	66	68	70	72	74	76	78	79	
	1,6	60	60	60	60	60	60	60	63	65	68	70	72	75	77	79	81	83	85	
	1,7	60	60	60	60	60	61	64	67	69	72	74	77	79	81	84	86	88	90	
	1,8	60	60	60	60	61	64	67	70	73	76	79	81	84	86	89	91	93	95	
	1,9	60	60	60	61	64	68	71	74	77	80	83	86	88	91	93	96	98	100	
	2	60	60	60	64	68	71	75	78	81	84	87	90	93	96	98	101	103	106	
	2,1	60	60	63	67	71	75	79	82	85	89	92	95	98	100	103	106	108	111	
	2,2	60	61	66	70	75	79	82	86	89	93	96	99	102	105	108	111	114	116	
	2,3	60	64	69	73	78	82	86	90	94	97	100	104	107	110	113	116	119	122	
	2,4	61	66	72	77	81	86	90	94	98	101	105	108	112	115	118	121	124	127	
	2,5	63	69	75	80	85	89	94	98	102	105	109	113	116	120	123	126	129	132	
	2,6	66	72	78	83	88	93	97	102	106	110	113	117	121	124	128	131	134	137	
	2,7	68	75	81	86	91	96	101	105	110	114	118	122	125	129	133	136	139	143	
	2,8	71	77	84	89	95	100	105	109	114	118	122	126	130	134	137	141	144	148	
	2,9	73	80	87	93	98	103	108	113	118	122	127	131	135	139	142	146	150	153	
	3	76	83	90	96	101	107	112	117	122	126	131	135	139	143	147	151	155	158	
	3,1	78	86	93	99	105	110	116	121	126	131	135	140	144	148	152	156	160	164	
	3,2	81	88	95	102	108	114	120	125	130	135	140	144	149	153	157	161	165	170	
	3,3	83	91	98	105	112	118	123	129	134	139	144	149	153	158	162	167	172	177	
	3,4	86	94	101	108	115	121	127	133	138	143	148	153	158	164	169	174	179	184	
3,5	88	97	104	112	118	125	131	137	142	147	153	159	164	170	175	181	186	191		
3,6	91	99	107	115	122	128	134	140	146	152	159	165	171	176	182	188	193	199		
3,7	93	102	110	118	125	132	138	145	151	158	164	171	177	183	189	195	201	207		
3,8	96	105	113	121	128	135	142	150	157	164	170	177	184	190	196	203	209	215		
3,9	98	108	116	124	132	139	147	155	162	170	177	184	190	197	204	210	217	223		
4	101	110	119	127	136	144	152	160	168	176	183	190	197	205	212	218	225	232		
4,1	103	113	122	131	140	149	157	166	174	182	189	197	205	212	220	227	234	241		
4,2	106	116	125	135	145	154	163	171	180	188	196	204	212	220	228	236	243	251		
4,3	108	119	129	139	149	159	168	177	186	195	203	212	220	228	236	245	253	261		
4,4	111	122	133	144	154	164	174	183	192	201	210	219	228	237	245	254	263	272		
4,5	113	125	137	148	159	169	179	189	199	208	218	227	236	246	255	264	274	283		

ANNEXE D

EXEMPLE DE JUSTIFICATION AU SÉISME DES FAÇADES



D.1 Hypothèses

Le principe est de dimensionner l'ossature en premier lieu en situation normale, puis de vérifier le dimensionnement en situation de séisme. Le séisme peut nécessiter une augmentation de section.

De la même manière que pour le vent, les hypothèses prises sont les suivantes :

- montants et traverses en lamellé-collé GL24h selon EN 14080 :2013 ;
- aucune réduction de section prise en compte pour tenir compte de l'impact de l'assemblage traverse/montant ;
- largeur des bois prise égale à 60 mm. Le tableau donne la retombée minimale en mm dans le cadre d'un pré-dimensionnement ;
- ancrages et assemblages non vérifiés, ils doivent l'être par ailleurs ;
- impact du poids propre du vitrage non pris en compte pour le pré-dimensionnement au vent des montants ;
- vérifications selon NF EN 1995-1-1 et EN 1998-1 et les documents associés. Dimensionnement en classe de service 2. De manière sécuritaire, le K_h non pris en compte. Dimensions données à 12 % d'humidité ;
- les charges d'exploitation liées à la fonction garde-corps éventuelle ne sont pas prises en compte ;
- rotation autour de l'axe parallèle à la longueur des pièces empêché au niveau des appuis ;
- pour les montants sur trois appuis, même portée de part et d'autre de l'appui intermédiaire ;
- vérification en contrainte uniquement en situation de séisme ;
- l'impact du déplacement entre étages n'est pas pris en compte pour les montants sur deux appuis (ni pour les traverses).

Pour les montants sur trois appuis, pour chacun des deux cas de chargement (action sismique perpendiculaire au plan de la façade ou action sismique dans le plan de la façade), deux cas de figure sont envisagés :

- $F_{a,dr}$ perpendiculaire au plan de la façade ou ;
- $F_{a,dr}$ dans le plan de la façade.

L'action du séisme dans la direction des traverses est négligée.

Les effets de l'action dus à la combinaison des composantes horizontales de l'action sismique sont calculés en utilisant les deux combinaisons suivantes :

- Ex avec 0,3Ey
- Ey avec 0,3Ex

D.1.1 Généralités

Les hypothèses prises pour établir les tableaux de pré-dimensionnement au séisme du présent document ont été définies de manière à cadrer la majorité des cas de figure (mais pas la totalité). Suivant la situation géographique de l'ouvrage considéré notamment, ce pré-dimensionnement peut donc avoir un caractère sécuritaire. En revanche, dans le cas où le cas de figure considéré sort de ces hypothèses, ces tableaux de pré-dimensionnement ne peuvent pas être utilisés.

D.1.2 Effort sismique

Les hypothèses prises sont les suivantes :

- pas d'accélération verticale ;
- zone 4 ;
- catégorie 3 ;
- sol E ;
- pour les montants sur trois appuis, $d_r = 0,0125 \times$ portée.

D.1.3 Charges permanentes

De la même manière que pour le vent, poids du vitrage 35 kg/m^2 , façades strictement verticales. Poids propre de l'ossature pris en compte.

Le poids propre du vitrage est supporté par la traverse uniquement, réparti sur deux points situés chacun à une distance de 100 mm des deux extrémités de la traverse.

D.2 Tableau pour le pré-dimensionnement des traverses

L'abaque ci-dessous est établi à partir des hypothèses définies en D.1 permet un pré-dimensionnement des sections de traverses requises. Il donne la hauteur minimale de la section en mm pour une largeur de 60 mm.

Hypothèses :

- lamellé-collé GL24h selon EN 14080 : 2013 ;
- poids du vitrage 35 kg/m^2 , façades strictement verticales ;
- pas d'accélération verticale cf EC8 ;
- zone 4 ;
- catégorie 3 ;
- sol E ;
- $q_a = 2$;
- pour les montants sur trois appuis, $d_r = 0.0125 \times$ portée.

Tableau D1 – Profondeur minimale H des traverses en situation de séisme pour une largeur vue de 60 mm

Pré-dimensionnement des traverses en situation de séisme																
H _{mini} (mm)	Bande de chargement (m)															
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
Portée libre montant ou traverse (m)	1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,5	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,6	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,7	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,8	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,5	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,6	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,7	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,8	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	

D.3 Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur deux appuis

L'abaque ci-dessous est établi à partir des hypothèses définies en D.1 permet un pré-dimensionnement des sections de montants requises. Il donne la hauteur minimale de la section en mm pour une largeur de 60 mm.

Hypothèses :

- lamellé-collé GL24h selon EN 14080 : 2013 ;
- poids du vitrage 35 kg/m², façades strictement verticales ;
- pas d'accélération verticale cf EC8 ;
- zone 4 ;
- catégorie 3 ;
- sol E ;
- q_a = 2 ;
- pour les montants sur trois appuis, d_r = 0.0125 x portée.

Tableau D2 – Hauteur minimale des montants sur deux appuis en situation de séisme pour une largeur vue de 60 mm

Pré-dimensionnement des montants sur deux appuis en situation de séisme																				
H _{mini} (mm)	Bande de chargement (m)																			
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2		
Portée libre montant (m)	1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
	1,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	63	64	
	1,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	62	63	65	66	67	68	69	
	1,4	60	60	60	60	60	60	60	61	62	64	65	67	68	69	71	72	73	74	
	1,5	60	60	60	60	60	61	63	65	67	68	70	71	73	74	76	77	78	80	
	1,6	60	60	60	60	63	65	67	69	71	73	75	76	78	79	81	82	84	85	
	1,7	60	60	61	64	67	69	71	73	75	77	79	81	83	84	86	87	89	90	
	1,8	60	62	65	68	71	73	76	78	80	82	84	86	87	89	91	92	94	95	
	1,9	61	65	68	72	74	77	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	99	101	
	2	64	68	72	75	78	81	84	86	89	91	93	95	97	99	101	103	104	106	
	2,1	68	72	76	79	82	85	88	91	93	95	98	100	102	104	106	108	110	111	
	2,2	71	75	79	83	86	89	92	95	98	100	102	105	107	109	111	113	115	117	
	2,3	74	79	83	87	90	93	96	99	102	105	107	109	112	114	116	118	120	122	
	2,4	77	82	86	90	94	97	101	104	106	109	112	114	116	119	121	123	125	127	
	2,5	80	85	90	94	98	101	105	108	111	114	116	119	121	124	126	128	130	132	
	2,6	84	89	94	98	102	105	109	112	115	118	121	124	126	129	131	133	136	138	
	2,7	87	92	97	102	106	109	113	116	120	123	126	128	131	134	136	138	141	143	
	2,8	90	96	101	105	110	113	117	121	124	127	130	133	136	138	141	143	146	148	
	2,9	93	99	104	109	113	118	121	125	128	132	135	138	141	143	146	149	151	154	
	3	96	102	108	113	117	122	126	129	133	136	139	142	145	148	151	154	156	159	
	3,1	100	106	112	117	122	126	130	134	138	141	145	148	151	154	157	159	162	165	
	3,2	103	110	116	121	126	131	135	139	143	146	150	153	156	159	162	165	168	171	
	3,3	107	114	120	125	130	135	139	144	148	151	155	158	162	165	168	171	174	177	
	3,4	111	118	124	129	135	140	144	148	153	156	160	164	167	170	173	177	179	184	
	3,5	114	121	128	134	139	144	149	153	157	161	165	169	172	176	179	182	186	191	
	3,6	118	125	132	138	143	149	153	158	162	167	170	174	178	181	185	188	193	199	
	3,7	121	129	136	142	148	153	158	163	167	172	176	180	183	187	190	195	201	207	
	3,8	125	133	140	146	152	158	163	168	172	177	181	185	189	192	196	203	209	215	
	3,9	128	137	144	150	157	162	168	173	177	182	186	190	194	198	204	210	217	223	
4	132	140	148	155	161	167	172	177	182	187	191	196	200	205	212	218	225	232		
4,1	136	144	152	159	165	171	177	182	187	192	196	201	205	212	220	227	234	241		
4,2	139	148	156	163	170	176	182	187	192	197	202	206	212	220	228	236	243	251		
4,3	143	152	160	167	174	180	186	192	197	202	207	212	220	228	236	245	253	261		
4,4	146	156	164	172	178	185	191	197	202	207	212	219	228	237	245	254	263	272		
4,5	150	160	168	176	183	189	196	202	207	212	218	227	236	246	255	264	274	283		
4,6	154	163	172	180	187	194	200	206	212	217	225	235	245	255	265	275	285	295		
4,7	157	167	176	184	192	199	205	211	217	223	234	244	254	265	276	286	297	308		
4,8	161	171	180	188	196	203	210	216	222	231	242	253	264	275	287	298	310	322		
4,9	164	175	184	193	200	208	215	221	227	239	251	263	275	287	299	312	325	338		
5	168	179	188	197	205	212	219	226	235	248	260	273	286	299	312	326	341	357		
5,1	172	183	192	201	209	217	224	231	243	257	270	284	298	312	327	343	360	379		
5,2	175	186	196	205	214	221	229	238	252	266	281	296	311	327	344	363	383	403		
5,3	179	190	200	210	218	226	233	247	261	277	292	309	326	344	364	385	406	428		
5,4	183	194	204	214	222	231	240	255	271	288	305	323	343	364	386	408	431	454		

Pré-dimensionnement des montants sur deux appuis en situation de séisme																			
H _{mini} (mm)	Bande de chargement (m)																		
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	
Portée libre montant (m)	5,5	186	198	208	218	227	235	248	265	282	300	319	340	362	385	409	433	457	481
	5,6	190	202	213	222	231	240	257	275	294	313	335	359	383	408	433	458	484	510
	5,7	193	206	217	227	236	247	266	286	306	329	354	379	405	431	458	485	512	541
	5,8	197	209	221	231	240	256	276	298	321	347	373	400	427	455	484	513	542	572
	5,9	201	213	225	235	245	266	287	311	338	365	393	422	451	481	511	542	573	606
	6	204	217	229	239	253	276	300	327	355	385	414	445	476	507	540	573	606	640

D.4 Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur trois appuis

L'abaque ci-dessous est établi à partir des hypothèses définies en B.1 permet un pré-dimensionnement des sections de montants sur 3 appuis avec des portées égales. Il donne la hauteur minimale de la section en mm pour une largeur de 60 mm.

Hypothèses :

- lamellé-collé GL24h selon EN 14080 :2013 ;
- poids du vitrage 35 kg/m², façades strictement verticales ;
- pas d'accélération verticale cf EC8 ;
- zone 4 ;
- catégorie 3 ;
- sol E ;
- q_a = 2 ;
- pour les montants sur trois appuis, dr = 0.0125 x portée.

Tableau D3 – Hauteur minimale des montants sur deux appuis en situation de séisme pour une largeur vue de 60 mm

Pré-dimensionnement des montants sur trois appuis en situation de séisme																			
H _{mini} (mm)	Bande de chargement (m)																		
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	
Portée libre montant (m)	1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,5	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,6	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,7	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,8	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	1,9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,5	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	2,6	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61
	2,7	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	62
	2,8	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	63	66
	2,9	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	64	66	69	72
	3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	64	67	70	73
	3,1	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	64	67	71	74	77
	3,2	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61	64	68	71	74	78	81
	3,3	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	64	67	71	75	78	82	85
	3,4	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	63	67	71	75	78	82	86	90
3,5	60	60	60	60	60	60	60	60	60	62	66	70	74	78	82	86	90	94	
3,6	60	60	60	60	60	60	60	60	61	65	69	73	78	82	86	90	95	99	
3,7	60	60	60	60	60	60	60	60	64	68	72	77	81	86	90	95	99	103	
3,8	60	60	60	60	60	60	60	62	66	71	76	80	85	90	94	99	104	108	
3,9	60	60	60	60	60	60	60	64	69	74	79	84	89	94	99	104	108	113	
4	60	60	60	60	60	62	67	72	77	83	88	93	98	103	108	113	118	123	
4,1	60	60	60	60	60	64	70	75	81	86	91	97	102	108	113	118	124	129	
4,2	60	60	60	60	61	67	73	78	84	90	95	101	107	112	118	123	129	135	
4,3	60	60	60	60	64	70	76	82	88	93	99	105	111	117	123	129	135	141	
4,4	60	60	60	60	66	72	79	85	91	97	103	110	116	122	128	134	141	147	
4,5	60	60	60	62	69	75	82	88	95	101	108	114	121	127	134	140	147	153	

ANNEXE E

PROTOCOLE D'ESSAIS AIR, EAU ET VENT SUIVANT LA NORME NF EN 13830



La maquette d'essais est réalisée suivant les prescriptions des normes NF EN 12153, NF EN 12155, NF EN 12179.

La maquette d'essais peut comporter un ou des ouvrants.

Les caractéristiques de perméabilité à l'air, d'étanchéité à l'eau et de résistance au vent de cet ou de ces ouvrants peuvent être quantifiées, mais pas classifiées au sens des normes d'essais des fenêtres.

E.1 Perméabilité à l'air — Classification suivant la norme NF EN 12153

L'essai est réalisé conformément à la norme NF EN 12153.

E.1.1 Le corps d'épreuve est totalement calfeutré (Q_c)

En pression :

- Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{\max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa. P_{\max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur.

NOTE

Sa valeur minimale est 25 % de la charge de vent pour aptitude au service.

- Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

En dépression :

- Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{\max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa. P_{\max} étant la valeur de perméabilité à l'air visée.

C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur.

Sa valeur minimale est 25 % de la charge de vent pour aptitude au service.

- Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.
- On retire le calfeutrement total du corps d'épreuve.

E.1.2 Joints d'ouvrant(s) calfeutré(s) (Q_{fc})

En pression :

- trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa ;
- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

En Dépression :

- trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa ;
- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les perméabilités des panneaux fixes ($Q_f = Q_{fc} - Q_c$) s'expriment en $m^3/h.m^2$ (surface totale de la maquette) et par $m^3/h.m$ de joints fixes (L_f longueur des joints fixes suivant la norme NF EN 12152).

Dans le cas où la valeur visée n'est pas atteinte, c'est la valeur réellement obtenue qui détermine le classement.

Le critère de perméabilité à l'air est : $1,5 m^3/h.m^2$ ou $0,5 m^3/h.m$.

Les essais, calculs et classifications par unité de surface et par unité de longueur de joint fixe doivent figurés sur le rapport d'essais.

Les résultats doivent être exprimés conformément à la norme NF EN 12152.

Tableau E1 – Définition des classes de la perméabilité à l'air selon la norme NF EN 12152

Classe	A1	A2	A3	A4	AE
Pression d'essai (Pa)	150	300	450	600	600

E.1.3 Joints d'ouvrant(s) non calfeutré(s) (Q_{jc})

En pression :

- cinq ouvertures et fermetures des ouvrants ;
- trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa ;
- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

En dépression :

- cinq ouvertures et fermetures des ouvrants ;
- trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa ;
- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les perméabilités des ouvrants ($Q_j = Q_{jc} - Q_{fc}$) s'expriment en $m^3/h.m$ de joints ouvrants (L_o longueur des joints ouvrants) et $m^3/h.m^2$ de surface d'ouvrant(s).

E.2 Etanchéité à l'eau — Classification suivant la norme NF EN 12155

L'essai est réalisé conformément à la norme NF EN 12155 :

- débit d'eau de $2l/m^2.min$;
- trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur. Sa valeur minimale est 25 % de la charge de vent pour aptitude au service ;

- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Les résultats doivent être exprimés conformément à la norme NF EN 12154.

Tableau E2 – Définition des classes de la perméabilité à l'air selon la norme NF EN 12154

Classe	R4	R5	R6	R7	RExxxx
Pression d'essai (Pa)	150	300	450	600	600

E.3 Déformation au vent, aptitude au service, suivant norme NF EN 12179

En pression :

- cinq ouvertures et fermetures des ouvrants ;
- paliers de mesures à 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de la charge de vent déclarée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur.

En dépression :

- paliers de mesures à 25 %, 50 %, 75 % et 100 % de la charge de vent déclarée. C'est le demandeur de l'essai qui détermine cette valeur.

NOTE 1

La charge de vent déclarée (demandée) doit être au moins le double de la plus grande des valeurs P_{max} à l'air et à l'eau.

NOTE 2

En cas d'utilisation d'un rapport d'essai pour extension, il y a lieu de tenir compte du rapport f/l de l'essai, où f représente la flèche et l la longueur entre appuis.

E.4 Contrôle de la perméabilité à l'air suivant la norme NF EN 12153 pour classification de résistance au vent

La déperdition du deuxième essai ne doit pas être supérieure à celle du premier essai de plus de :

- 0,3 m³/h.m² ;
- 0,1 m³/h.m.

Quand un des deux différentiels est dépassé, le classement de résistance au vent ne peut être validé. Il faut recommencer l'ensemble de la séquence d'essai.

E.4.1 Joints d'ouvrant(s) calfeutré(s) (Q_{fc})

Pression :

- trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa ;
- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Dépression :

- trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa ;

- paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc ;
- les perméabilités des panneaux fixes $Q_f = Q_{fc} - Q_c$ s'expriment :
 - en $m^3/h.m^2$ (surface totale de la maquette) ;
 - et par $m^3/h.m$ de joints fixes (L_f longueur des joints fixes suivant NF EN 12152).

E.4.2 Joints d'ouvrant(s) non calfeutré(s) (Q_{tc})

Pression :

- Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.
- Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa.
- Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Dépression :

- Cinq ouvertures et fermetures des ouvrants
- Trois pulsations en dépression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa.
- Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.
- Les perméabilités des ouvrants $Q_j = Q_{tc} - Q_{fc}$ s'expriment :
 - en $m^3/h.m$ de joints ouvrants (L_o longueur des joints ouvrants)
 - et $m^3/h.m^2$ de surface d'ouvrant(s).

E.5 Contrôle de l'étanchéité à l'eau suivant la norme NF EN 12155 pour classification de résistance au vent

- Débit d'eau de $2l/m^2.min$.
- Trois pulsations en pression d'une valeur de $P_{max} + 10\%$ avec minimum de 500 Pa.
- Paliers de mesure à 50 Pa, 100 Pa, 150 Pa, 200 Pa, 250 Pa, 300 Pa, 450 Pa, 600 Pa, etc.

Si le résultat de cet essai est inférieur à celui précédemment obtenu, le classement de résistance au vent ne peut pas être validé.

Il faut recommencer l'ensemble de la séquence d'essai.

E.6 Résistance au vent sous charge accrue de sécurité suivant norme NF EN 12179

En pression :

- charge égale à 1,5 la charge de vent déclarée ;
- cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

En Dépression :

- charge égale à 1,5 la charge de vent déclarée ;
- cinq ouvertures et fermetures des ouvrants.

ANNEXE F

MÉTHODE DE CALCUL THERMO-OPTIQUE DES FAÇADES RIDEAUX MIXTE BOIS-ALUMINIUM



E.1 Coefficient de transmission thermique U_{cw} des façades rideaux

Dans le cas d'une façade rideau marquée CE le coefficient U_{cw} doit être déterminé en se référant directement à la norme produit harmonisée européenne NF EN 13830+A1.

Dans les autres cas, le coefficient de transmission thermique U_{cw} de la façade rideau peut être calculé selon la méthode suivante :

La norme NF EN ISO 12631 spécifie deux méthodes de calcul du coefficient de transmission surfacique utilisables pour les façade rideau mixte bois-aluminium :

- la méthode de l'évaluation unique ;
- la méthode d'évaluation des composants.

Quelle que soit la méthode choisie pour calculer le coefficient surfacique moyen d'une façade rideau, on procède de la manière suivante :

E.1.1 Division de la façade en modules.

Les frontières des modules doivent être choisies de façon à obtenir des modules répétitifs juxtaposés simples à calculer. Le plus souvent, ces frontières sont confondues avec les axes de symétrie des profilés (montants ou traverses) de l'ossature de la façade. La norme NF EN ISO 12631 donne davantage de précision sur le choix de ces frontières.

E.1.2 Détermination des coefficients surfaciques et linéiques des éléments de chaque module.

Chaque module peut contenir à la fois différents types d'éléments : éléments de remplissage vitrés ou opaques, profilés de menuiserie, espaceurs de vitrages ou de panneaux opaques.

La méthode de calcul de ces éléments est donnée dans la norme NF EN ISO 12631, au paragraphe §7 pour la méthode de l'évaluation unique et au paragraphe §8 pour la méthode d'évaluation par composants.

F.1.3 Détermination du coefficient surfacique moyen U_{cwi} de chaque module

On détermine le coefficient surfacique moyen U_{cwi} de chaque module, conformément à la norme NF EN ISO 12631, et selon la méthode choisie.

F.1.4 Détermination du coefficient surfacique moyen de la façade

Le coefficient surfacique moyen de la façade $U_{cw,tot}$ se calcule d'après la formule suivante :

$$U_{cw,tot} = \frac{\Sigma(U_{cwi} \cdot A_{cwi})}{\Sigma A_{cwi}}$$

Où

$U_{cw,tot}$ est le coefficient surfacique moyen de la façade rideau, en $W/(m^2.K)$;

U_{cwi} est le coefficient surfacique moyen du module i , en $W/(m^2.K)$;

A_{cwi} est l'aire projetée du module i , en m^2 .

F.1.5 Conductivité thermique des principales essences de bois utilisées

Le tableau ci-dessous a été établi à partir du tableau A.2 de l'annexe A de la norme NF EN ISO 10077-2 qui recense les valeurs des conductivités thermiques des matériaux couramment utilisés.

Tableau F1 – Conductivité thermique des principales essences de bois

Dénomination Française des essences de bois	Code (selon NF EN 13556)	Conductivité thermique utile λ en $W/(m.K)$
Bossé clair Guarea cedrata	GRXX	0,15
Chêne (rouvre et pédonculé) Quercus petraea Quercus robur	QCXE	0,18
Douglas Pseudotsuga menziesii	PSMN	0,13
Doussié Afzelia spp.	AFXX	0,18
Epicéa Picea abies	PCAB	0,11
Mélèze Larix decidua	LADC / LAXX	0,13
Moabi Baillonella toxisperma	BLTX	0,18
Pin maritime Pinus pinaster	PNPN	0,13
Pin sylvestre Pinus sylvestris	PNSY	0,13
Sapin blanc Abies alba	ABAL	0,11
Sipo Entandrophragma utile	ENUT	0,16

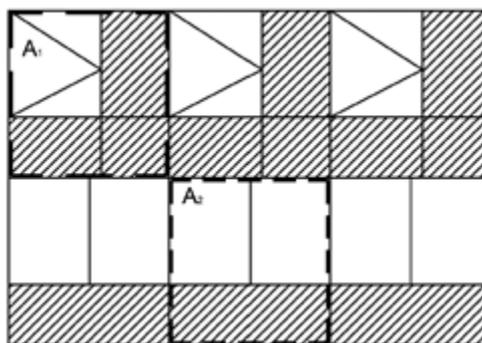
E.2 Facteurs solaires S_{cw} des façades rideaux sans protection mobile

La méthode de calcul indiquée dans ce paragraphe reprend les principes décrits dans la norme XP P50-777.

E.2.1 Division de la façade en modules

Les frontières des modules doivent être choisies de façon à obtenir des modules répétitifs juxtaposés simples à calculer. Le plus souvent, ces frontières sont confondues avec les axes de symétrie des profilés (montants ou traverses) de l'ossature de la façade rideau. La norme NF EN ISO 12631 donne davantage de précision sur le choix de ces frontières.

Figure F1 – Découpage de la façade en modules



$$A_{moy} = 3A_1 + 3A_2$$

E.2.2 Détermination des facteurs solaires des différents éléments

Les facteurs solaires du vitrage, du cadre, et des remplissages opaques sans protection mobile sont calculés selon le paragraphe §11.2 de la norme XP P50-777.

< FACTEUR SOLAIRE DU VITRAGE DU MODULE i

Le facteur solaire du vitrage S_g (ou g selon la norme EN 410) sans protection solaire est décomposé en seulement 2 composantes (la composante de ventilation liée à la présence d'une lame d'air ventilée vers l'intérieur S_{g3} étant nulle) :

- $S_{g1,i}$ composante de transmission directe du vitrage ;
- $S_{g2,i}$ composante de réémission thermique vers l'intérieur du vitrage, (ou τ_e selon la norme EN 410) ;

Conformément à la norme XP P50-777, le facteur solaire et ses composantes sont calculés selon la norme NF EN ISO 52022-3.

< FACTEUR SOLAIRE DES ÉLÉMENTS OPAQUES DU MODULE i

Les facteurs solaires du cadre (montant et/ou traverse) et du panneau de remplissage sont donnés par les formules suivantes :

$$S_{fi} = \alpha_{fi} \frac{U_{fi}}{25}$$

Et

$$S_{pi} = \alpha_{pi} \frac{U_{pi}}{25}$$

Où

$U_{f,i}$ est le coefficient surfacique de la menuiserie, exprimé en $W/(m^2 \cdot ^\circ K)$;

$U_{p,i}$ est le coefficient surfacique utile en partie centrale du panneau opaque, exprimé en $W/(m^2 \cdot ^\circ K)$;

α est le coefficient d'absorption énergétique

Tableau F2 – Valeur du coefficient d'absorption énergétique selon l'annexe D de la norme XP P50-777

Catégorie	Couleurs	Valeur de α par défaut
Clair	Blanc, jaune, orange, rouge clair	0,4
Moyen	Rouge sombre, vert clair, bleu clair, gris clair	0,6
Sombre	Brun, vert sombre, bleu vif, gris moyen	0,8
Noir	Noir, brun sombre, bleu sombre, gris sombre	1,0

E2.3 Détermination des composantes du facteur de transmission solaire moyen $S_{cw,i}$ de chaque module i

Le coefficient de transmission solaire est calculé selon la norme XP P50-777 et donné par la formule suivante :

$$S_{cw,i} = \frac{A_{f,i} S_{f,i} + A_{g,i} S_{g,i} + A_{p,i} S_{p,i}}{A_{f,i} + A_{g,i} + A_{p,i}}$$

Et ses composantes :

$$S_{cw1,i} = \frac{A_{g,i} S_{g1,i}}{A_{f,i} + A_{g,i} + A_{p,i}}$$

$$S_{cw2,i} = \frac{A_{f,i} S_{f,i} + A_{g,i} S_{g2,i} + A_{p,i} S_{p,i}}{A_{f,i} + A_{g,i} + A_{p,i}}$$

Où

A_g, A_p est la plus petite surface visible du vitrage et du panneau, vue des 2 côtés de la paroi, exprimée en m^2 . On ne tient pas compte des débordements de joints ;

A_f est la plus grande aire projetée du cadre (montant/traverse) prise sans recouvrement, vue des 2 côtés de la paroi, exprimée en m^2 .

NOTE

Les surfaces à renseigner pour le calcul des facteurs solaires de la façade sont les surfaces extérieures.

E2.4 Détermination du facteur solaire moyen de la façade

Le coefficient de transmission solaire moyen et ses composantes (facteur de transmission directe $S_{cw1,tot}$ et de réémission thermique vers l'intérieur $S_{cw2,tot}$) est calculé selon la formule suivante :

$$S_{cw,tot} = \frac{\sum (S_{cw,i} \cdot A_{cw,i})}{\sum A_{cw,i}}$$

Où

$A_{cw,i}$ est l'aire du module i , et $A_{cw,i} = A_{f,i} + A_{g,i} + A_{p,i}$

NOTE

Dans le moteur de calcul Th-BCE, la surface associée au facteur solaire à renseigner est la surface intérieure de la façade rideau mixte bois-aluminium obtenue après déduction des surfaces des épaisseurs de plancher et de refends.

E.3 Facteurs de transmission lumineuse TL_{cw} des façades rideaux

La méthode de calcul indiquée dans ce paragraphe reprend les principes décrits dans la norme XP P50-777.

E.3.1 Division de la façade en modules.

Les frontières des modules doivent être choisies de façon à obtenir des modules répétitifs juxtaposés simples à calculer. Le plus souvent, ces frontières sont confondues avec les axes de symétrie des profilés (montants ou traverses) de l'ossature de la façade rideau. La norme NF EN ISO 12631 donne davantage de précision sur le choix de ces frontières.

Un exemple de découpage est donné au §H.2.1.

E.3.2 Calcul de transmission lumineuse du vitrage

Le facteur de transmission lumineuse du vitrage sans protection mobile, noté TL_g doit être déterminé selon la norme EN 410.

En l'absence de protection mobile le facteur de transmission direct-diffus du vitrage est nul.

E.3.3 Détermination des composantes des facteurs de transmission lumineuse moyen TL_{cwi} de chaque module i

Le coefficient de transmission lumineuse est calculé selon la norme XP P50-777 et donné par la formule suivante :

$$TL_{cwi} = \frac{A_{g,i}}{A_{f,i} + A_{g,i} + A_{p,i}} TL_{g,i}$$

Où

A_g, A_p est la plus petite surface visible du vitrage et du panneau, vue des 2 côtés de la paroi, exprimée en m^2 . On ne tient pas compte des débordements de joints ;

A_f est la plus grande aire projetée du cadre (montant/traverse) prise sans recouvrement, vue des 2 côtés de la paroi, exprimée en m^2 ;

NOTE

Les surfaces à renseigner pour le calcul des transmissions lumineuses des facettes sont les surfaces extérieures.

F3.4 Détermination du facteur transmission lumineuse moyen de la façade

Le coefficient de transmission lumineuse moyen est calculé selon la formule suivante :

$$TL_{cw,tot} = \frac{\sum(TL_{cw,i} \cdot A_{cw,i})}{\sum A_{cw,i}}$$

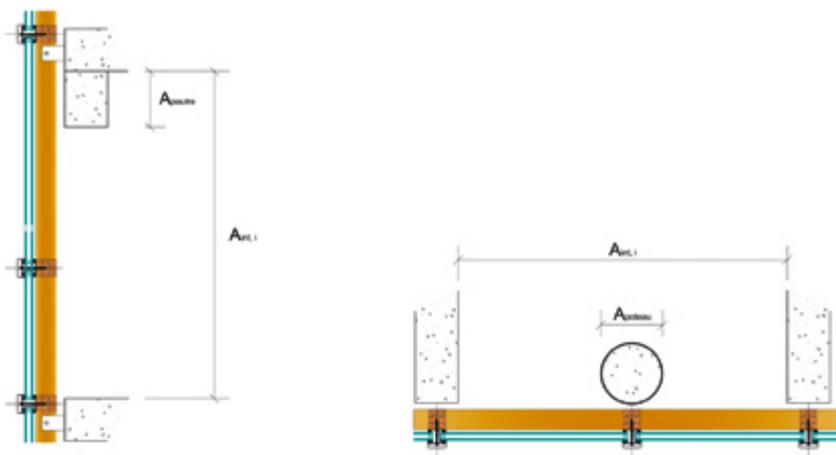
Où

$A_{cw,i}$ est l'aire du module i , et $A_{cw,i} = A_{f,i} + A_{g,i} + A_{p,i}$

NOTE

Dans le cas d'une présence de poteaux structurels ou de poutres à retombée situés à moins d'un mètre de la façade, un correctif F_p doit être introduit :

Figure F2 – Descriptif de la façade rideau



Où

$A_{int,i}$ est la surface intérieure de la facette i , en m^2

$A_{poutre j}$ est la surface de la poutre à retombée j , en m^2

$A_{poteau j}$ est la surface projetée sur la façade du poteau j , en m^2

NOTE

Dans le moteur de calcul Th-BCE, la surface associée au facteur de transmission lumineuses à renseigner est la surface intérieure de la façade rideau mixte bois-aluminium obtenue après déduction des surfaces des épaisseurs de plancher et de refends. Dans le cas de la présence de poteaux de structure ou de retombée de poutre situés à moins d'un mètre de la façade la surface intérieure devra prendre en compte les surfaces correspondantes.

TABLE DES MATIÈRES

01 •	DOMAINE D'APPLICATION	4
02 •	DÉFINITIONS	7
03 •	RÉFÉRENCES NORMATIVES ET RÉGLEMENTAIRES	11
3.1	DTU et normes relatives au présent Document.	11
3.2	Références normatives des règles de calculs.	15
3.3	Réglementation thermique	17
3.4	Réglementation acoustique	17
3.5	Réglementation incendie.	17
3.6	Autres textes règlementaires	18
04 •	CHOIX DES MATÉRIAUX ET PRODUITS	19
4.1	Élément en bois ou à base de bois.	19
4.1.1	Ossature secondaire bois	19
4.1.2	Capots esthétiques en bois.	21
4.1.3	Durabilité des éléments en bois ou à base de bois	23
4.1.4	Produits de finition pour éléments en bois.	26
4.2	Couvre-joint serreur, capots, tôleries	27
4.2.1	Profilés et tôleries en aluminium	27
4.2.2	Profilés et tôleries en Acier inoxydable	27
4.2.3	Profilés et tôleries en Acier	27
4.2.4	Traitement de surface des profilés et tôleries métalliques	28
4.3	Produits complémentaires et accessoires des ossatures secondaires	28
4.3.1	Produits pour dispositifs de rupture thermique.	28
4.3.2	Éléments d'assemblage (montant-traverse)	28
4.3.3	Visserie et chevilles	28
4.3.4	Colles	29
4.3.5	Cales	29
4.3.6	Pièces complémentaires en bois.	30
4.4	Remplissages.	30
4.4.1	Remplissages verriers	30
4.4.2	Remplissages opaques	30
4.5	Produits de calfeutrement.	32
4.5.1	Mastics	32
4.5.2	Profilés d'étanchéité à base de caoutchouc ou thermoplastique	32
4.5.3	Membranes d'étanchéité	33
4.5.4	Matériaux pour barrière d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires.	33
4.6	Dispositifs de liaison.	33
4.6.1	Attaches	33
4.6.2	Ancrages de la façade sur la structure porteuse béton	33
4.6.3	Ancrages de la façade sur la structure porteuse en bois	34
4.7	Compatibilité des essences de bois et métaux	34

4.8	Equipements et accessoires	35
4.8.1	Entrées d'air	35
4.8.2	Brise-soleils et protections solaires	35
05 •	CONCEPTION	36
5.1	Ossature secondaire bois	36
5.1.1	Typologie de système de façade	36
5.1.2	Maîtrise de la durabilité de l'ossature bois	39
5.1.3	Finition	40
5.2	Dispositions d'étanchéité et de drainage	41
5.2.1	Principe	41
5.2.2	Drainage à évacuation directe (ou par module)	41
5.2.3	Drainage à évacuation indirecte (ou en cascade)	42
5.2.4	Drainage de la feuillure à verre en bois : exigences spécifiques	43
5.3	Liaison montant/traverse	45
5.4	Intégration et Maintien des remplissages	45
5.4.1	Prise en feuillure des remplissages	45
5.4.2	Maintien des remplissages	45
5.4.3	Dispositif de reprise du poids des remplissages	46
5.4.4	Calage des remplissages	46
5.4.5	Intégration portes et fenêtres extérieures	48
5.5	Cas des capots bois	48
5.5.1	Spécifications dimensionnelles	48
5.5.2	Dispositif de fixation du capot	49
5.5.3	Disposition d'étanchéité et de drainage	50
5.5.4	Dispositions de protection des extrémités des capots	51
5.5.5	Maîtrise de la durabilité des capots bois	52
5.5.6	Finition	55
5.6	Interface Façade – Gros-œuvre	56
5.6.1	Principes de fixation au gros-œuvre (point d'application descente de charges)	56
5.6.2	Déplacements maximaux du gros-œuvre	57
5.6.3	Réglage tridimensionnel	57
5.6.4	Verrouillage des fixations et ancrages	57
5.6.5	Calfeutrements périphériques	57
5.7	Traitement des jonctions	58
5.7.1	Parties hautes	58
5.7.2	Partie basse	59
5.7.3	Éléments de liaisons avec équipements intérieurs	60
5.8	Conception joint de dilatation	61
5.9	Faisabilité entretien et maintenance	61
5.9.1	Entretien	61
5.9.2	Réparabilité	61
06 •	DIMENSIONNEMENT ET JUSTIFICATIONS MULTICRITÈRES, ÉVALUATIONS DES PERFORMANCES	62
6.1	Résistance mécanique et stabilité	62
6.1.1	Principes généraux de la justification	62
6.1.2	Actions des charges permanentes	63

6.1.3	Actions du vent	64
6.1.4	Actions des charges d'exploitations sur la façade	64
6.1.5	Effets du séisme	66
6.1.6	Actions des variations de température et d'hygrométrie	71
6.1.7	Détermination de la concomitance des actions	71
6.1.8	Critères de dimensionnement et vérification des performances	72
6.2	Santé, salubrité et environnement	73
6.2.1	Santé	73
6.2.2	Salubrité	74
6.2.3	Environnement	74
6.3	Sécurité d'utilisation	74
6.3.1	Sécurité aux chutes	74
6.3.2	Hauteur d'allège	76
6.3.3	Sécurité aux chocs	76
6.3.4	Sécurité aux risques électriques	77
6.4	Habitabilité	77
6.4.1	Perméabilité à l'air	77
6.4.2	Étanchéité à l'eau	78
6.4.3	Résistance au vent	79
6.4.4	Performance acoustique	79
6.4.5	Performance thermique et énergétique	80
6.4.6	Performance d'aspect	81
6.5	Performance de durabilité	82
6.5.1	Durabilité des bois et des éléments ou matériaux à base de bois	82
6.5.2	Durabilité des éléments métalliques	83
6.5.3	Risque de casse thermique des vitrages	83
07 •	FABRICATION, APPROVISIONNEMENT STOCKAGE	85
7.1	Fabrication ossature secondaire	85
7.2	Éléments pré-assemblés	86
7.3	Approvisionnements	86
7.4	Stockage	87
08 •	MISE EN ŒUVRE	89
8.1	Consistance des travaux	89
8.1.1	Travaux dus par le titulaire du marché	89
8.1.2	Travaux sur prescriptions	90
8.1.3	Travaux non prévus	91
8.1.4	Exécution des travaux non prévus	91
8.2	Coordination des travaux	91
8.2.1	Informations à donner au titulaire du marché	91
8.2.2	Informations à donner par le titulaire du marché	92
8.2.3	Défaut d'informations reçues par le titulaire du marché	92
8.2.4	Acceptation par le titulaire du marché	92
8.2.5	Interventions non prévues sur les ouvrages	92
8.2.6	Dispositions de coordination avec les autres entreprises et intervenants	92
8.3	Conditions requises pour la mise en œuvre	93
8.3.1	État des supports	93

8.3.2	Protections collectives de chantier	93
8.3.3	Tolérances admissibles des supports	94
8.3.4	Tolérances de positionnement et de performances des ancrages	94
8.4	Mode d'exécution des travaux	94
8.4.1	Mise en œuvre des façades	94
8.4.2	Tolérances de mise en œuvre de la façade	95
8.4.3	Calfeutrements	96
8.4.4	Mouvements différentiels	96
8.4.5	Protection des ouvrages	96
8.4.6	Essai in situ	96
09	• ENTRETIEN ET MAINTENANCE	97
9.1	Terminologie	97
9.1.1	Entretien	97
9.1.2	Maintenance	97
9.1.3	Réparation	97
9.2	Prescriptions générales et réglementation	98
9.3	Produits et Méthode d'entretien	98
9.3.1	Généralités	98
9.3.2	Fréquence des nettoyages	98
9.4	Prescriptions particulières sur les principaux produits	99
9.4.1	Vitrages	99
9.4.2	Éléments Bois et finition	99
9.4.3	Aluminium anodisé et thermolaqué	100
9.4.4	Acier thermolaqué	101
9.4.5	Acier inoxydable	101
9.4.6	Profilés préextrudés en caoutchouc et/ou thermoplastiques	101
9.4.7	Garnitures d'étanchéité réalisées à l'aide de mastic	101
9.4.8	Quincailleries	101
	ANNEXE A • MÉTHODE DE VALIDATION EXPÉRIMENTALE DU DIMENSIONNEMENT DE L'ÉPAISSEUR DU FOND DE LA FEUILLURE	103
A.1	Principe	103
A.2	Appareillage	103
A.2.1	Matériel de conditionnement	103
A.2.2	Éprouvettes et échantillonnage	104
A.3	Modes opératoires	105
A.3.1	Conditionnement initial	105
A.3.2	Essai de rupture	105
A.4	Traitement des résultats	105
A.4.1	Détermination de la charge maximale à l'état limite de service	106
	ANNEXE B • DÉTERMINATION DES SOLlicitATIONS (VENT ET SÉISME) À PRENDRE EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT DES FAÇADES	107
B.1	Exemple de détermination des charges de vent à prendre en compte pour le dimensionnement des façades	107
B.1.1	Procédure de calcul	107
B.1.2	Hypothèses	108
B.1.3	Détermination de la valeur de base de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4/A.N. figure 4.3]	109

B1.4	Détermination du coefficient de direction et du coefficient de saison [NF EN 1991-1-4, 4.2]	109
B1.5	Détermination de la vitesse de référence [NF EN 1991-1-4, 4.2]	109
B1.6	Détermination du coefficient de rugosité [NF EN 1991-1-4, 4.3.2 + A.N.]	110
B1.7	Détermination du coefficient d'orographie [NF EN 1991-1-4, 4.3.3 + A.N.]	111
B1.8	Calcul de la vitesse moyenne du vent [NF EN 1991-1-4, 4.3.1 + A.N.]	112
B1.9	Calcul de l'intensité de turbulence [NF EN 1991-1-4, 4.4 + A.N.]	112
B1.10	Calcul de la pression dynamique de pointe [NF EN 1991-1-4, 4.5 + A.N.]	113
B1.11	Détermination des coefficients de pression extérieure [NF EN 1991-1-4, 7.2.1 à 7.2.8 + A.N.]	113
B1.12	Détermination des coefficients de pression intérieure [NF EN 1991-1-4, 7.2.9 + A.N.]	117
B1.13	Calcul des pressions exercées par le vent [NF EN 1991-1-4, 5.3 + A.N.]	118
B1.14	Tableaux de pressions suivant la Fiche technique CSTB/CEBTP/COPREC/SNFA n° 45.	119
B.2	Détermination des charges dues au séisme à prendre en compte pour le dimensionnement des façades	122
B.2.1	Généralités	122
B.2.2	Détermination de l'effort dû à l'action sismique	123
B.2.3	Détermination de l'effort dû aux déplacements inter-étages	125

ANNEXE C • EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT DES ÉLÉMENTS D'OSSATURE EN SITUATION NORMALE (HORS SÉISME) 126

C.1	Hypothèses	126
C.1.1	Généralités	126
C.1.2	Charges de vent	127
C.1.3	Charges permanentes	128
C.1.4	Critères de flèche	128
C.2	Tableau pour le pré-dimensionnement des traverses	128
C.3	Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur deux appuis	129
C.4	Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur trois appuis	130

ANNEXE D • EXEMPLE DE JUSTIFICATION AU SÉISME DES FAÇADES 132

D.1	Hypothèses	132
D.1.1	Généralités	133
D.1.2	Effort sismique	133
D.1.3	Charges permanentes	133
D.2	Tableau pour le pré-dimensionnement des traverses	133
D.3	Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur deux appuis	134
D.4	Tableau pour le pré-dimensionnement des montants sur trois appuis	136

ANNEXE E • PROTOCOLE D'ESSAIS AIR, EAU ET VENT SUIVANT LA NORME NF EN 13830. 138

E.1	Perméabilité à l'air — Classification suivant la norme NF EN 12153.	138
E.1.1	Le corps d'épreuve est totalement calfeutré (Q_{tc})	138
E.1.2	Joints d'ouvrant(s) calfeutré(s) (Q_{tc})	139
E.1.3	Joints d'ouvrant(s) non calfeutré(s) (Q_{tc})	139

E.2	Étanchéité à l'eau — Classification suivant la norme NF EN 12155.	139
E.3	Déformation au vent, aptitude au service, suivant norme NF EN 12179	140
E.4	Contrôle de la perméabilité à l'air suivant la norme NF EN 12153 pour classification de résistance au vent.	140
E.4.1	Joints d'ouvrant(s) calfeutré(s) (Q_{tc})	140
E.4.2	Joints d'ouvrant(s) non calfeutré(s) (Q_{tc})	141
E.5	Contrôle de l'étanchéité à l'eau suivant la norme NF EN 12155 pour classification de résistance au vent.	141
E.6	Résistance au vent sous charge accrue de sécurité suivant norme NF EN 12179	141

ANNEXE F • MÉTHODE DE CALCUL THERMO-OPTIQUE DES FAÇADES RIDEAUX MIXTE BOIS-ALUMINIUM

F.1	Coefficient de transmission thermique U_{cw} des façades rideaux.	142
F.1.1	Division de la façade en modules.	142
F.1.2	Détermination des coefficients surfaciques et linéiques des éléments de chaque module.	142
F.1.3	Détermination du coefficient surfacique moyen U_{cwi} de chaque module.	143
F.1.4	Détermination du coefficient surfacique moyen de la façade	143
F.1.5	Conductivité thermique des principales essences de bois utilisées.	143
F.2	Facteurs solaires S_{cw} des façades rideaux sans protection mobile	144
F.2.1	Division de la façade en modules	144
F.2.2	Détermination des facteurs solaires des différents éléments	144
F.2.3	Détermination des composantes du facteur de transmission solaire moyen S_{cwi} de chaque module i	145
F.2.4	Détermination du facteur solaire moyen de la façade	145
F.3	Facteurs de transmission lumineuse TL_{cw} des façades rideaux.	146
F.3.1	Division de la façade en modules.	146
F.3.2	Calcul de transmission lumineuse du vitrage	146
F.3.3	Détermination des composantes des facteurs de transmission lumineuse moyen TL_{cwi} de chaque module i	146
F.3.4	Détermination du facteur transmission lumineuse moyen de la façade	147

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1	– Exemple des critères de classement visuel et correspondance avec la classe de résistance pour le sapin-épicéa (extrait du tableau 8 de la norme NF B52-001-1)	20
Tableau 2	– Ecart admissible sur les dimensions des BLC	20
Tableau 3	– Ecart admissible sur les dimensions des BMR	21
Tableau 4	– Exigences de rétention en bois de fil pour les éléments bois (en France métropolitaine)	23
Tableau 5	– Caractéristiques des principales essences utilisées pour les ossatures secondaires	24
Tableau 6	– Caractéristiques des principales essences utilisées pour les capots bois	25
Tableau 7	– Durée des cycles de vieillissement	26
Tableau 8	– Spécifications pour les panneaux à base de bois	31
Tableau 9	– Exemples de protection contre la corrosion en fonction du choix d'assemblage et de la classe de service ...	34
Tableau 10	– Compatibilité des essences de bois et des métaux.	34
Tableau 11	– côtes minimales pour la section du fond de feuillure	37

Tableau 12 – Classe d’emploi des bois en fonction des conditions climatiques et de l’exposition en France métropolitaine des capots bois.	54
Tableau 13 – Niveau de finition et délai de surveillance avant le premier entretien associé selon le type de finition appliquée	56
Tableau 14 – Définition des catégories de bâtiment (Extrait de la norme NF EN 1991-1-1)	65
Tableau 15 – Charges horizontales linéaires selon les catégories de bâtiment.	65
Tableau 16 – Exigences de justification en situation de séisme.	66
Tableau 17 – Choix du vitrage	68
Tableau 18 – Vitrages feuilletés réputés satisfaisant aux exigences de sécurité aux chutes de personnes sans essai. . .	75
Tableau 19 – Exemple de nature des composants admise en double vitrage pour assurer la sécurité aux chutes des personnes	76
Tableau 20 – récapitulatif des isolements acoustiques minimaux à respecter pour les bâtiments d’habitation, les établissements d’enseignement et de santé et les hôtels dans les zones définies par le plan d’exposition au bruit des aérodromes.	80
Tableau 21 – Coefficients de transmission surfacique et linéiques pour une façade rideau mixte bois-aluminium	80
Tableau 22 – Facteurs solaires maximaux admissibles pour une façade rideau mixte bois-aluminium avec protection solaire déployée pour les locaux de sommeil de catégorie CE1	81
Tableau 23 – Ecart de température maximal en feuillure à faible inertie thermique et contrainte thermique admissible. . .	84
Tableau 24 – Tolérance d’ensemble.	95
Tableau 25 – Tolérance locale	96
Tableau 26 – Niveau de finition et délai de surveillance avant le premier entretien associé selon le type de finition appliquée	100
Tableau B1 – Catégories de terrain	110
Tableau B2 – Coefficient de pression pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire.	116
Tableau B3 – Coefficient de pression pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire pour $h/d = 0,95$	116
Tableau B4 – Coefficients de pression C_{pe} pour une surface de 6 m^2	117
Tableau B5 – Coefficients de pression pour les murs verticaux des bâtiments à plan rectangulaire pour $h/d = 0,66$	117
Tableau B6 – Coefficients de pression C_{pe} pour $A = 6 \text{ m}^2$	117
Tableau B7 – Pression nette Vent perpendiculaire à la grande dimension en plan pour $C_{pi} = + 0,2$	118
Tableau B8 – Pression nette Vent perpendiculaire à la grande dimension en plan pour $C_{pi} = - 0,3$	118
Tableau B9 – Pression nette Vent perpendiculaire à la petite dimension en plan pour $C_{pi} = + 0,2$	118
Tableau B10 – Pression nette Vent perpendiculaire à la petite dimension en plan pour $C_{pi} = - 0,3$	118
Tableau B11 – Définition du Rayon de la zone de catégorie de terrain.	119
Tableau B12 – Pression de vent de référence $W50$ (Pa) suivant l’Eurocode et son Annexe Nationale en fonction de la région, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.	120
Tableau B13 – Pressions de vent caractéristiques à l’ELS suivant l’Eurocode et son Annexe Nationale en fonction de la région, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.	121
Tableau B14 – Pressions de vent caractéristiques à l’ELU suivant l’Eurocode et son Annexe Nationale en fonction de la région, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.	122
Tableau B15 – Définition de l’accélération de calcul a_{gr}	124
Tableau B16 – Définition du coefficient d’importance	124
Tableau B17 – Définition du paramètre de sol S zones de sismicité 1 à 4 incluses (France métropolitaine)	124
Tableau C1 – Profondeur minimale H des traverses en situation normale pour une largeur vue de 60 mm	128
Tableau C2 – Hauteur minimale des montants sur deux appuis en situation normale pour une largeur vue de 60 mm . . .	129
Tableau C3 – Hauteur minimale des montants sur trois appuis en situation normale pour une largeur vue de 60 mm . . .	131
Tableau D1 – Profondeur minimale H des traverses en situation de séisme pour une largeur vue de 60 mm	134
Tableau D2 – Hauteur minimale des montants sur deux appuis en situation de séisme pour une largeur vue de 60 mm . . .	135

Tableau D3 – Hauteur minimale des montants sur deux appuis en situation de séisme pour une largeur vue de 60 mm . . .	137
Tableau E1 – Définition des classes de la perméabilité à l’air selon la norme NF EN 12152	139
Tableau E2 – Définition des classes de la perméabilité à l’air selon la norme NF EN 12154	140
Tableau F1 – Conductivité thermique des principales essences de bois	143
Tableau F2 – Valeur du coefficient d’absorption énergétique selon l’annexe D de la norme XP P50-777	145

TABLE DES FIGURES

Figure 1 – Principe constructif de type I	4
Figure 2 – Principes constructif de type II	4
Figure 3 – Recommandation sur utilisation du BMR	36
Figure 4 – Façade de type I	37
Figure 5 – Façade de Type IIa	38
Figure 6 – Façade de Type IIb	38
Figure 7 – Façade entièrement protégée	39
Figure 8 – Principe de drainage direct	42
Figure 9 – Principe de drainage indirect	43
Figure 10 – Vue en coupe du drainage classique de la feuillure à verre	44
Figure 11 – Vue de coupe de drainage rapide à mi profondeur de la feuillure à verre	44
Figure 12 – Position des cales pour un remplissage fixe	47
Figure 13 – Géométrie des capots : Limites dimensionnelles	49
Figure 14 – Exemple de capot bois horizontal	49
Figure 15 – Exemple de drainage des capots avec un dispositif de liaison capot bois-serreur ponctuel	50
Figure 16 – Exemple de drainage des capots avec un dispositif de liaison capot bois-serreur ponctuel	50
Figure 17 – Exemple de liaison entre capot vertical et capot horizontale	51
Figure 18 – Exemples de solutions de protection des extrémités supérieures des capots verticaux	51
Figure 19 – Exemples de Traitement des extrémités inférieures des capots verticaux	52
Figure 20 – Traitement des jonctions de capots verticaux	52
Figure 21 – Répartition géographique des conditions climatiques d’humidification	53
Figure 22 – Exemples de protection apportées par la construction	54
Figure 23 – Principes de reprise de fixation des montants sur 3 appuis	56
Figure 24 – Dimensions maximales des vitrages	68
Figure 25 – Effort sismique dans le plan de la façade sur l’assemblage montant-traverse	69
Figure 26 – Effort sismique perpendiculaire à la façade sur l’assemblage montant-traverse	70
Figure 27 – Définition portée ou distance entre-appui L et flèche d	72
Figure 28 – Orientation des vitrages soumis à l’ensoleillement	83
Figure 29 – Exemple de découpage d’une façade en modules préfabriqués	86
Figure 30 – Exemple de colisage d’échelle sur pupitre	87
Figure A1 – Exemple de dispositif de liaison de l’éprouvette et d’application de la charge verticale	104
Figure B1 – Dimensions du bâtiment prises en compte	108
Figure B2 – Régions de vent	109
Figure B3 – Calcul de l’altitude moyenne A_m	111
Figure B4 – Procédure de calcul des coefficients de pression extérieure pour les surfaces chargées de plus de 1 m ²	113

Figure B5 – Détermination des hauteurs de référence (charge de vent en pression)	114
Figure B6 – Zones pour les murs verticaux	115
Figure B7 – Vent perpendiculaire à la grande dimension en plan	116
Figure B8 – Vent perpendiculaire à la petite dimension en plan	117
Figure B9 – Déplacement entre étages	125
Figure C1 – Définition de la portée pour les montants sur deux appuis et trois appuis	127
Figure C2 – Définition de la Bande de chargement	127
Figure F1 – Découpage de la façade en modules	144
Figure F2 – Descriptif de la façade rideau	147



Les productions du programme PACTE sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.

Retrouvez gratuitement la collection sur www.programmepacte.fr

LES PARTENAIRES DU PROGRAMME PACTE

MAÎTRES D'OUVRAGE



ENTREPRISES/ARTISANS



MAÎTRES D'ŒUVRE



CONTRÔLEURS TECHNIQUES



INDUSTRIELS



ASSUREURS



PARTENAIRES PUBLICS



Le Secrétariat Technique du programme PACTE est assuré par l'Agence Qualité Construction.

RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES

**CONCEPTION, FABRICATION
ET MISE EN OEUVRE
DE FAÇADES RIDEAUX
MIXTES BOIS-ALUMINIUM**

MARS 2021

