

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

groupe spécialisé n° 2 constructions, façades et cloisons
légères

Éléments de remplissage de façades légères faisant l'objet d'un Avis Technique

Conditions générales de mise en œuvre

annule et remplace le cahier 1691 publié dans la livraison 216 de janvier-février 1981

Éléments de remplissage de façades légères faisant l'objet d'un Avis Technique

Conditions générales de mise en œuvre

Sommaire

Chapitre I - Objet	2	5.5	Fixations	8
		5.5.1	Généralités.....	8
Chapitre II - Généralités	2	5.5.2	Fixations par parcloles (pose en feuillure ou par enfourchement).....	8
		5.5.3	Fixations par éléments discontinus.....	8
Chapitre III - Prescriptions concernant les matériaux ...	3	5.6	Calfeutrement - Étanchéité	9
3.1 Éléments de remplissage.....	3	5.6.1	Généralités.....	9
3.2 Autres matériaux.....	3	5.6.2	Systèmes d'étanchéité.....	9
3.2.1 Généralités	3			
3.2.2 Matériaux pour garniture d'étanchéité.....	3			
3.2.3 Cales	4			
			ANNEXE.....	12
Chapitre IV - Préparation des matériaux	4	1	Introduction	12
4.1 Protection et emballage	4	2	Calcul de la rigidité des bâtis	12
4.2 Transport, manutention et stockage	4	2.1	Unités-symboles-définitions.....	12
4.3 Préparation avant pose.....	5	2.1.1	Bâti.....	12
		2.1.2	Éléments de remplissage	12
		2.1.3	Châssis vitrés	14
Chapitre V - Mise en œuvre	5	2.2	Calcul de la charge V résultant de l'action du vent, reprise par l'élément libre de bâti.....	14
5.1 Principes de mise en œuvre	5	2.3	Calcul de la rigidité K_B d'un élément libre de bâti-formules générales	14
5.1.1 Pose en feuillure ou applique Intérieure ou extérieure sur 4 côtés avec fixation :	6	2.4	Calcul de la quantité EI caractérisant l'élément de bâti B.....	14
5.1.2 Pose par enfourchement en partie basse et en feuillure intérieure, ou éventuellement extérieure, sur les 3 autres côtés avec fixation : ...	6			
5.1.3 Pose bord à bord	6			
5.2	Supports	3	Calcul des efforts exercés sur les cales latérales et les fixations	15
5.2.1 Caractéristiques communes aux supports.....	6	3.1	Sollicitation d'origine hygrothermique	15
5.2.2 Conditions de pose	6	3.2	Sollicitation due à l'action du vent.....	15
5.2.3 Géométrie des supports.....	6	3.3	Sollicitation cumulée supportée par la cale centrale	15
5.3	Calage	3.4	Sollicitation supportée par les fixations	15
5.3.1 Calage d'assise en traverse basse	7	3.4.1	Calage par cales discontinues sur les deux faces du panneau	15
5.3.2 Calage périphérique	7	3.4.2	Calage continu sur les deux faces du panneau	15
5.3.3 Calage latéral.....	7			
5.4	Jeux			
5.4.1 Jeux périphériques.....	8			
5.4.2 Jeux latéraux	8			
5.4.3 Jeux inférieurs dans le cas de pose par enfouchement.....	8			

Chapitre I

Objet

Le présent document s'applique aux « Éléments de remplissage » de façades légères (en abrégé EdR),

Il s'agit de produits manufacturés qui par association avec des éléments de menuiseries, permettent la réalisation de façades légères dont ils constituent les parties opaques et isolantes.

Ils sont insérés dans des éléments formant bâti :

Ce bâti est généralement nécessaire à l'obtention des performances de résistance mécanique liées aux sollicitations extérieures et aux exigences de sécurité (coopération EdR/bâti).

Il intègre les efforts encaissés ou générés par l'élément de remplissage et les transmet aux points de liaison avec la structure.

Il est souvent nécessaire, pour assurer la durabilité de certaines parties de l'EdR, telles que les chants, en les protégeant de l'action directe de certains agents agressifs (soleil, pluie...).

On rencontre généralement les éléments de remplissage sous forme de :

- EdR trumeaux,
- EdR trumeaux sur allège,
- EdR allèges,
- EdR bandeaux (acrotères, impostes...),
- EdR pour remplissage splitté.

Le présent document ne vise pas :

- Les EdR mis en œuvre en paroi inclinée.
- Les Éléments de Façade Légère (EdFL).

Chapitre II

Généralités

Les EdR doivent être posés de telle façon que :

- leurs chants soient protégés des intempéries et plus particulièrement de l'humidité,
- leurs mouvements relatifs par rapport au bâti soient :
 - possibles dans le plan du panneau, tout en restant limités aux mouvements différentiels entre bâti et EdR,
 - négligeables dans le plan perpendiculaire au panneau.Ceci afin que les EdR ne risquent pas d'être mis en charge et que les matériaux de jointoiement, introduits entre le bâti et l'élément, n'aient à subir que des mouvements très faibles, compatibles avec la conservation de leur efficacité.
- Leur environnement, en œuvre, ne risque pas d'entraîner des corrosions ou vieillissements anormaux de leurs éléments constitutifs,
- l'EdR ne fasse en aucun cas fonction de bâti pour la façade ; en effet, la conception et la fabrication des EdR ne les rendent pas, a priori, aptes à servir de bâtis (par exemple, pour des fenêtres) et à encaisser les efforts correspondants,
- leur dépose et leur remplacement éventuels soient possibles.
- Le remplacement peut être plus ou moins facile selon les dispositions prévues au projet.
Pour être considéré comme facilement remplaçable, l'EdR doit à tout moment pouvoir être remplacé rapidement, ce qui implique :
 - facilité de dépose et de pose, de l'intérieur ou de l'extérieur,
 - facilité d'approvisionnement,
 - possibilité pour l'utilisateur de rétablir immédiatement, à titre provisoire, la sécurité et le confort essentiels.

Les niveaux de performance et les classements d'aptitude à l'emploi des EdR sont précisés dans leurs Avis Techniques.

Il appartient au Maître d'œuvre, à partir de ces données, de choisir le type d'élément correspondant à l'emploi prévu en se référant au classement « EdR » des éléments de remplissage.

La conception de la mise en œuvre appartient principalement au concepteur et aux entrepreneurs de pose qui devront, entre autres, tenir compte :

- de la situation du bâtiment (exemple : bord de mer), de sa destination (exemple : ERP) de sa hauteur (exemple : IGH),
- du type de façade et en particulier de sa position par rapport aux planchers (exemple : façade-panneau, façade-rideau),
- de la nature et des caractéristiques des éléments de la façade destinés à recevoir les EdR (exemple : nature des menuiseries, section des profilés).

- de la nature ou destination du local dont l'EdR forme une partie de la façade (exemple : locaux à forte hygrométrie).
- du type et de la nature des parties constitutives de l'EdR,
- de ses diverses caractéristiques physiques :
 - forme, dimensions,
 - coefficients de rigidité kr_2 et kr_3 et coefficient de déformabilité hygrométrique H ,
 - classement aux chocs de sécurité et aux chocs de corps durs,
 - réaction au feu des constituants, indice C de la règle $C + D$, masse combustible, résistance au feu éventuelle,
 - sensibilité et étanchéité à l'eau et à la vapeur d'eau,
 - durabilité,
 - etc.

Chapitre III

Prescriptions concernant les matériaux

3.1 Éléments de remplissage

Les éléments de remplissage utilisés doivent obligatoirement faire l'objet du marquage « EdR », attestant leur conformité à l'Avis Technique les concernant. Le coefficient K calculé selon la méthode définie dans le cahier 2101 doit être fourni par le fabricant à chaque livraison.

3.2 Autres matériaux

3.2.1 Généralités

Tous les matériaux ou produits situés au contact ou dans l'environnement immédiat des EdR devront être compatibles entre eux et ne pas risquer de provoquer, avec ou sans l'intervention des agents extérieurs d'agression, une réaction de corrosion ou de vieillissement particulier.

En particulier, les matériaux utilisés en garniture d'étanchéité ne doivent pas être susceptibles de :

- tacher les parements,
- migrer à travers les matériaux en diminuant leurs caractéristiques mécaniques,
- exsuder après migration, et diminuer les caractéristiques de certains collages,
- attaquer par réaction chimique directe ou indirecte l'un ou l'autre des constituants.

3.2.2 Matériaux pour garniture d'étanchéité

On distingue :

- les mastics obturateurs,
- les mastics en bandes préformées,
- les produits cellulaires imprégnés,
- les profilés caoutchouc,
- les fonds de joints.

Ils doivent être conformes :

- soit à la norme les caractérisant comme précisé dans le tableau ci-après,
- soit bénéficier d'un Avis Technique ⁽¹⁾ à caractère favorable visant l'emploi pour EdR ou d'une procédure d'évaluation Technique, et bénéficier, lorsqu'il existe, du label SNJF « Produits de calfeutrement des vitrages ».

1. La dernière mise à jour de la liste des Avis Techniques en cours de validité peut être consultée sur Minitel, base de donnée RUTILE 3617 code CSTB.

Chapitre IV

Préparation des matériaux

Garniture d'étanchéité	Norme
Mastic obturateur élastique	NF P 85-540
Mastic obturateur plastique	NF P 85-541
Mastic en bande préformée	NF P 85-550
Profilés élastomères	NF P 85-301 et NF P 85-304
Fond de joints	NF P 85-560
Produits cellulaires imprégnés	Projet de norme P 85

3.2.3 Cales

3.2.3.1 Généralités

On distingue :

- les cales d'assise, destinées à transmettre le poids de l'EdR au bâti,
- les cales latérales, destinées à transmettre au bâti les sollicitations perpendiculaires au plan de l'EdR,
- les cales périphériques destinées, dans certains cas (cf. 5.3.2.), à éviter les déplacements de l'EdR par rapport au bâti.

Ces cales périphériques ne doivent pas s'opposer aux mouvements différentiels entre EdR et bâti.

3.2.3.2 Choix des cales à employer

Il est principalement déterminé par :

- leur fonction et leur position (cales d'assise, cales périphériques, cales latérales),
- les autres matériaux en contact.

Il faut veiller à éviter les contacts non compatibles ou indésirables :

- contact métal/métal (couples électrolytiques, ponts thermiques, grincements),
- contact verre/métal (risques de rupture du produit verrier),
- les efforts à supporter.

Les cales doivent être imputrescibles, compatibles avec les produits de calfeutrement associés et le matériau du châssis, et ne pas nuire à l'adhérence des produits de calfeutrement.

La nature des cales et leurs dimensions doivent être déterminées de façon à supporter les efforts transmis au support par l'EdR.

Les cales en caoutchouc ou en élastomère de synthèse doivent correspondre à la catégorie C de la norme NF P 85-301 (dureté DIDC 70 ± 5).

4.1 Protection et emballage

Le fabricant doit prévoir pour chaque type d'élément de remplissage les dispositions de protection et d'emballage nécessaires afin que ces éléments ne puissent être détériorés, pour autant que les conditions prévues ci-après (4.2) pour leur transport, stockage et manutention soient respectées.

4.2 Transport, manutention et stockage

Afin d'éviter pendant le transport des efforts anormaux dans les éléments de remplissage, ceux-ci devront être transportés en fonction de leur nature et suivant les prescriptions particulières du fabricant :

- soit horizontalement sur une surface plane et propre,
- soit verticalement,
- soit encore sur palettes cerclées,
- dans des cas particuliers, sur des chevalets spéciaux à faces légèrement inclinées.

Le déchargement et les diverses manutentions doivent être effectués en prenant toutes précautions pour conserver aux EdR leurs qualités initiales et leur éviter toute déformation permanente risquant d'affecter l'aptitude à l'emploi et/ou l'esthétique des éléments.

Quel que soit le mode de transport, toutes précautions devront être prises pour que les EdR soient protégés des intempéries et ne subissent pas de surcharges excessives, de chocs, de glissements avec frottement, susceptibles d'altérer leurs parements, de déformations dues à un nombre ou à une surface insuffisante des appuis. Il y aura lieu en particulier :

- de ne jamais prendre appui sur les angles,
- de ne pas faire glisser ou riper l'élément ni sur les arêtes des tranches, ni sur les parements.

Cette remarque est importante, des détériorations résultant de sa non observation pouvant occasionner ultérieurement de graves désordres, tels que :

- amorces de rupture dans les parois ou les revêtements susceptibles d'entraîner la rupture de ceux-ci en œuvre ou d'être le point de départ d'attaques par corrosion,
- dégradation des chants ou fissures capillaires de ceux-ci favorisant l'entrée d'humidité,
- décollements partiels des parois ou des revêtements pouvant entraîner des cloquages.

Le stockage devra s'effectuer à l'abri des intempéries comme des projections de toutes natures, dans un local clos, couvert et ventilé. Le stockage extérieur sous bâche est fortement déconseillé.

La position des EdR pendant le stockage sera conforme aux prescriptions définies pour le transport au début du présent paragraphe 4.

Les EdR devront être isolés du sol ; des surfaces d'appui suffisantes et réglées de niveau pour leur éviter toute déformation (ceci aussi bien pendant le stockage principal que pour les stockages de répartition aux lieux de pose) leur seront procurées.

Une altération quelquefois définitive des parements peut résulter de condensations et d'humidité emprisonnées entre les panneaux et conduisant à des réactions physico-chimiques entre les matériaux en présence et, éventuellement leurs emballages.

4.3 Préparation avant pose

L'EdR est un produit fini. Toute opération sur chantier telle découpe et perçage est à exclure.

Avant leur mise en œuvre, les EdR devront être vérifiés et préparés ; ces opérations comportent principalement :

- la vérification de l'absence de dégradations dues au transport et au stockage,
- l'enlèvement des emballages ou protections risquant de nuire à leur bonne mise en œuvre (ex : film ou rubans de protection qui resteraient pris dans les feuillures et empêcheraient l'adhérence directe des produits complémentaires d'étanchéité) ou de nuire à leurs qualités d'aspect,
- l'application éventuelle d'un primaire d'adhérence dans le cas où la nature de la paroi et du produit d'étanchéité choisi l'exige.

Chapitre V

Mise en œuvre

5.1 Principes de mise en œuvre

Plusieurs solutions sont retenues dans le présent document, leur choix dépend essentiellement du type et des dimensions des EdR et des prescriptions particulières des Avis Techniques.

D'autres dispositions peuvent également être prévues dans les Avis Techniques d'EdR ou faire l'objet d'un Avis Technique comme élément de façade légère. Elles ne sont, de ce fait, pas généralisables.

La pose des EdR dans les bâtis destinés à les recevoir est généralement effectuée sur chantier. Elle peut également l'être en usine ou en atelier forain. Il incombe alors à l'entreprise de prendre toutes dispositions utiles, compte tenu des contraintes ou mouvements divers dus au transport, au stockage et à la manutention, pour que les présentes recommandations de mise en œuvre continuent à bien être respectées après pose des éléments pré-assemblés (en ce qui concerne en particulier le calage et l'étanchéité).

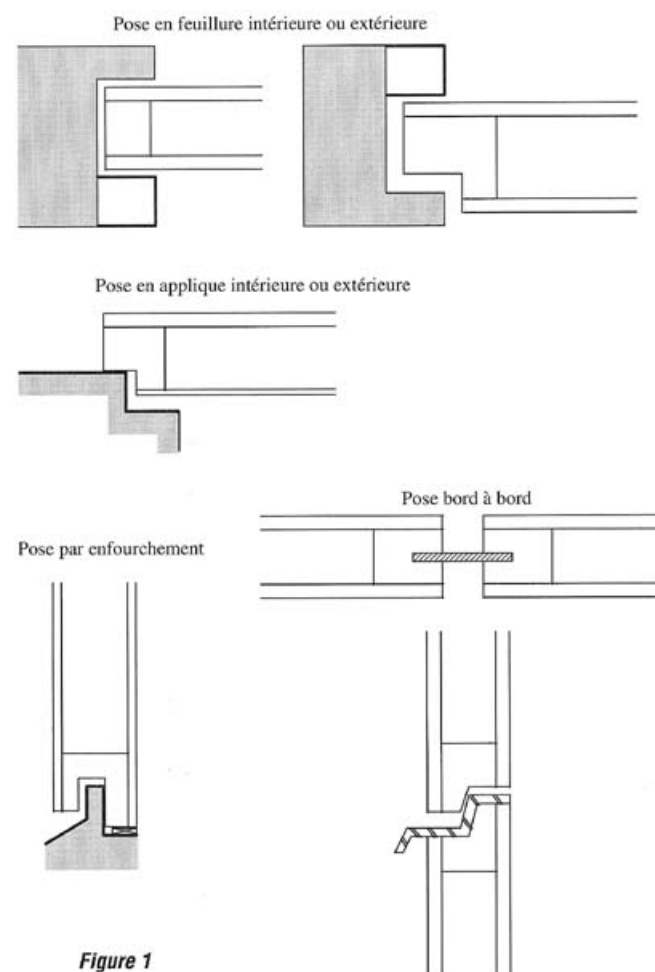


Figure 1

5.1.1 Pose en feuillure ou applique intérieure ou extérieure sur 4 côtés avec fixation

- pose en feuillure intérieure : application de l'intérieur vers l'extérieur, de l'élément de remplissage contre l'élément de bâti, les organes de serrage et de fixation étant soit continus soit discontinus et disposés côté intérieur,
- pose en feuillure extérieure : application de l'extérieur vers l'intérieur, de l'élément de remplissage contre l'élément de bâti, les organes de serrage et de fixation étant continus et disposés côté extérieur.

5.1.2 Pose par enfourchement en partie basse et en feuillure intérieure, ou éventuellement extérieure, sur les 3 autres côtés avec fixation

- par organes de fixation continue,
- par organes de fixation ponctuelle.

On entend par « pose en enfourchement en partie basse » un emboîtement mâle/femelle continu de la partie en rainure de l'EdR sur la traverse basse du bâti comportant une languette.

5.1.3 Pose bord à bord

On entend par « pose bord à bord » la jonction en ligne de deux composants : EdR-EdR ou EdR-autre composant.

Dans le cas de pose « bord à bord » en joint horizontal, des repos doivent être prévus en partie basse afin que les EdR ne se supportent pas.

Toutefois, lorsqu'à un EdR de hauteur d'étage < 3 m est substitué un empilage d'EdR de même composition, ces derniers peuvent être superposés sans jeu ni repos intermédiaires, mais avec dispositif de calfeutrement.

La pose des EdR se fait généralement sur 4 côtés dans un bâti. Cependant, la pose bord à bord est possible entre 2 EdR ou entre un EdR et une menuiserie tant en position horizontale que verticale sous réserve que les éléments de fixation s'opposent au mouvement relatif entre EdR et entre EdR et menuiserie (cf. § 5.623). Des dispositions de fixations de la menuiserie au bâti doivent être prévues afin que les EdR ne les supportent pas.

- les ensembles menuisés en PVC doivent être issus d'un système de menuiserie PVC bénéficiant d'un Avis Technique.

Les supports doivent être dimensionnés pour supporter les efforts transmis par l'EdR.

(L'annexe K de la norme XP P28-004 indique les flèches admissibles sous les effets des sollicitations climatiques et les déformations hygrothermiques H de l'EdR).

Les supports doivent avoir reçu, avant la pose des EdR, tout traitement nécessaire pour assurer, en tant que de besoin, la bonne adhérence de la garniture de joint utilisée. Ils doivent être propres et exempts de toute trace d'humidité. Les orifices ou tubulures de drainage seront vérifiés et nettoyés.

Voir en annexe : « Calcul de la rigidité des bâtis destinés à recevoir des EdR de façades ».

5.2.2 Conditions de pose

La pose des EdR dans leur bâti devra être effectuée par temps sec et par une température supérieure à 5° C si elle comprend la mise en œuvre simultanée de garnitures d'étanchéité autres que des profilés en élastomère vulcanisés ou des profilés plastiques non affectés par le froid.

5.2.3 Géométrie des supports

5.2.3.1 Pose en feuillure

5.2.3.1.1 Forme des feuillures

Le fond de la feuillure doit permettre un positionnement correct des cales d'assise, et par leur intermédiaire une assise stable de l'EdR.

Hormis le cas d'emploi de profilés en élastomère comme garniture d'étanchéité, les faces des feuillures et des parcloches en vis-à-vis de l'EdR doivent être parallèles aux faces de l'EdR et ne pas comporter de saillies ou de creux supérieurs à 1 mm.

Le drainage des feuillures basses est obligatoire et doit être organisé afin d'y éviter toute stagnation d'humidité ; les orifices de drainage doivent être conçus pour ne pas constituer par eux-mêmes entrées d'eau dans la feuillure.

Le drainage des fonds de feuillure a pour objet d'équilibrer la pression entre l'air extérieur et le fond de feuillure, ce qui limite les possibilités de pénétration d'eau et favorise l'évacuation d'infiltrations éventuelles.

Il implique que la partie intérieure du joint entre bâti et EdR soit étanche à l'air.

Les orifices de drainage seront en général au moins au nombre de deux plus un supplémentaire par largeur de 50 cm au-delà de 1 m ; leur plus petite dimension sera au moins de 5 mm si le bâti est métallique ou en PVC et 8 mm si le bâti est en bois, et leur section sera au moins de 50 mm².

5.2.3.1.2 Hauteur de feuillure

La hauteur utile des feuillures doit être telle que compte tenu des tolérances du bâti, et de l'EdR, les jeux minimaux périphériques définis au § 5.4.1 et l'appui minimal défini au § 5.6.2 soient respectés.

Par hauteur utile de feuillure, on entend la hauteur mesurée à partir de la plus grande saillie présentée par le fond de feuillure.

5.2 Supports

On entend ici par supports les bâtis ou autres éléments de la façade légère aptes à jouer le rôle de bâti et recevant l'EdR.

5.2.1 Caractéristiques communes aux supports

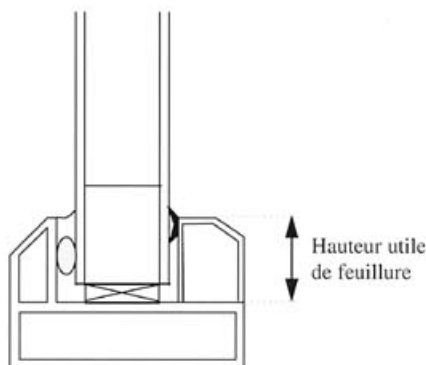
Les supports doivent être conçus conformément aux normes et DTU les concernant.

A savoir :

- la norme NF P 23-305 et le DTU n° 36.1, pour les bâtis en menuiserie bois,
- la norme XP P 28-002 pour les façades légères à ossature métallique,

Les hauteurs indiquées dans le tableau ci-dessous sont compatibles avec les tolérances habituelles des bâtis et des EdR.

Demi périmètre de l'EdR (m)	Hauteur utile (mm)
< 2,5 et plus grand côté < 2	16
2,5 à 5	20
>5 ou plus grand côté >3	25



5.2.3.1.3 Largeur de feuillure

La largeur des feuillures doit être telle que compte tenu des tolérances d'épaisseur des EdR, les jeux latéraux nécessités par le système d'étanchéité soient respectés.

5.2.3.2 Pose en applique

5.2.3.2.1 Forme de l'applique

Hormis le cas d'emploi de profilés en élastomère comme garniture d'étanchéité, les faces d'appui des éléments servant d'applique doivent être parallèles aux faces en vis-à-vis de l'EdR et ne pas comporter de saillies ou de creux supérieurs à 1 mm.

Une garniture d'étanchéité à l'air intérieure ainsi qu'un drainage à chaque niveau devront être prévus (cf. § 5.6.2.1.).

5.2.3.2.2 Largeur d'applique

La largeur utile des faces d'appui des éléments servant d'applique doit être telle que compte tenu des tolérances de positionnement des éléments d'applique et des tolérances de l'EdR, l'appui minimal défini au § 5.6.2 soit respecté.

5.2.3.3 pose en enfourchement

5.2.3.3.1 Géométrie de la pièce d'appui à rejingot

La surface d'appui offerte au repos de l'EdR sur son talon arrière, doit permettre une assise stable de l'EdR par l'intermédiaire éventuel d'un calage, avec une retenue extérieure.

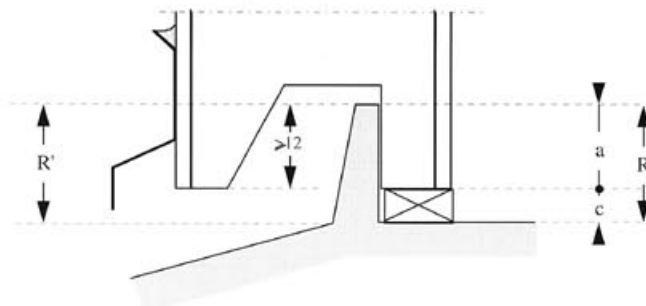
5.2.3.3.2 Hauteurs du relevé de rejingot

La hauteur utile R du relevé de rejingot en face d'appui, doit être telle que compte tenu des tolérances de positionnement du rejingot et des tolérances de l'EdR et du calage inférieur éventuellement nécessaire à l'obtention de l'appui

minimal en traverse haute, l'appui minimal en traverse basse défini au § 5.6.2.2 soit respecté.

La hauteur utile R' du relevé de rejingot en face extérieure doit être au moins égale à 25 mm.

Par hauteur utile R' du relevé, on entend la hauteur mesurée suivant la partie verticale de la face extérieure.



5.3 Calage

5.3.1 Calage d'assise en traverse basse

Les cales d'assise contribuent :

- à répartir le poids de l'EdR sur la traverse basse pour pouvoir le reporter sur les fixations du bâti ou gros œuvre en minimisant la déformation de cette traverse ; (c'est pourquoi si le bâti n'est fixé que latéralement, les cales d'assise doivent être proches des angles - situées à environ 1/20 à 1/10 de la portée),
- à isoler la rive inférieure au panneau de l'humidité pouvant séjourner temporairement dans la feuillure ou la rainure,
- à répartir les écarts dimensionnels entre feuillures haute et basse.

Dans le cas de feuillures, les cales d'assises ne doivent pas obturer les orifices de drainage ni gêner l'écoulement de l'eau vers ceux-ci.

5.3.2 Calage périphérique

Les cales périphériques ne sont à prévoir que dans des cas spéciaux où l'EdR est susceptible de se déplacer dans son bâti.

Par exemple :

- EdR posé dans un bâti mobile,
- EdR monté dans son bâti en atelier,
- EdR posé bord à bord en bande horizontale.

5.3.3 Calage latéral

Le calage latéral est obligatoire dans les cas où le système d'étanchéité prévu n'est pas apte à supporter les efforts transmis par l'EdR au support.

C'est le cas général des mastics.

Les profilés en caoutchouc ou élastomères analogues, les profilés plastiques rigides, les bandes préformées à noyau résistant et les bandes de mousse imprégnées sont généralement conçus pour assurer le calage latéral.

Le calage peut être continu et obtenu par la forme de la feuillure ou de l'applique, ou discontinu par cales.

Dans ce cas, les cales latérales sont disposées par paires de part et d'autre de l'EdR - quatre paires de cales au minimum sont utilisées, placées sur les plus grands côtés à proximité des angles (distance de l'angle inférieure à 20 cm). Des paires de cales supplémentaires régulièrement réparties sont utilisées de façon à ce que la distance entre cales, mesurée sur le périmètre de l'EdR, ne dépasse pas 1 m.

Toutes dispositions doivent être prévues pour éviter le déplacement des cales sous l'action des efforts qu'elles ont à supporter.

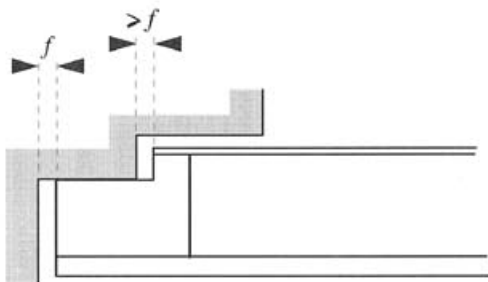
5.4 Jeux

5.4.1 Jeux périphériques

Les jeux minimaux à réserver en fond de feuillure en montants et en traverse haute sont fonction de la dimension de l'EdR. Ils sont donnés dans le tableau ci-après :

H ou L	< 2 m	entre 2 et 3 m	> 3 m
f	3 mm	4 mm	5 mm

Dans le cas de feuillure formant calage continu, le jeu est à prévoir sur toute l'épaisseur de l'EdR.



5.4.2 Jeux latéraux

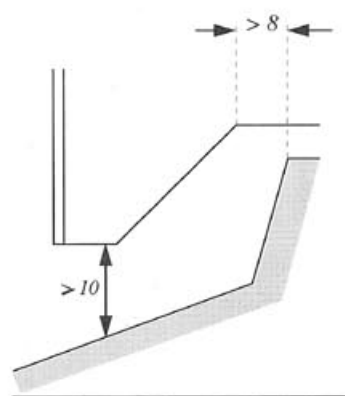
Les jeux latéraux doivent permettre la mise en place de la garniture d'étanchéité en respectant les épaisseurs minimales prévues en 5.6.2.1.5.

5.4.3 Jeux inférieurs dans le cas de pose par enfourchement

Le jeu entre la rive inférieure de l'EdR et la traverse basse formant rejingot doit être au minimum de :

- mesuré verticalement : 10 mm,
- mesuré horizontalement : 8 mm.

Cette prescription est applicable lorsque le joint entre EdR et traverse basse, reste ouvert vers l'extérieur jusqu'au fond de la rainure de l'EdR.



5.5 Fixations

5.5.1 Généralités

Les fixations ont pour but, associées au calage, de solidariser l'EdR à son bâti afin que sous les sollicitations qu'il peut recevoir, les mouvements relatifs perpendiculairement au plan de la façade entre EdR et bâti soient négligeables.

Les fixations doivent être capables d'assurer, de façon permanente, les conditions de sécurité. En particulier dans le cas de pose en feuillure ou en applique extérieure ainsi que dans le cas de pose bord à bord, elles doivent maintenir l'EdR en place lors de l'action des chocs prévus pour vérifier les exigences de sécurité et, en fonction des dispositions réglementaires, en cas d'incendie.

Les fixations doivent être conçues pour transmettre aux bâtis les efforts engendrés par l'EdR (effets du vent, chocs normaux, déformations hygrothermiques... sans induire à la périphérie des EdR des contraintes localisées excessives susceptibles de détériorer l'EdR et les garnitures d'étanchéité.

L'annexe précise la façon de calculer les efforts exercés sur les fixations.

5.5.2 Fixations par parcloses (pose en feuillure ou par enfourchement)

Les fixations des parcloses au bâti doivent être suffisamment rapprochées pour que compte tenu de leur rigidité, les déformations entre points de fixation soient négligeables.

Toutes dispositions doivent être prises pour éviter le basculement des parcloses.

5.5.3 Fixations par éléments discontinus

Ces fixations sont à disposer au droit des cales latérales, telles que définies en 5.3.3.

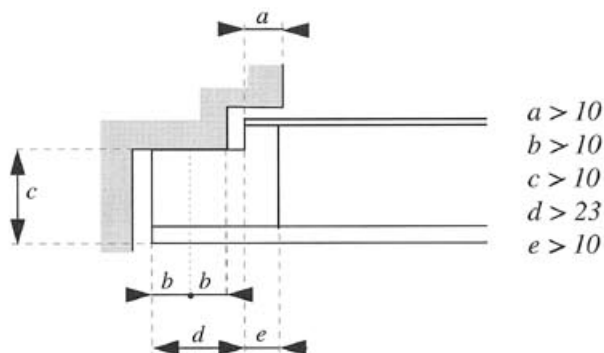
Dans le cas de calage continu, les fixations sont à disposer selon le même principe que celui retenu pour le positionnement des cales latérales (cf. 4.4.3).

Les fixations doivent être solidarisées aux bâtis et exercer sur l'EdR un effet de pression.

Les fixations par vissage direct de l'EdR sur son bâti ne sont admises que si les conditions ci-après sont simultanément respectées :

- pose en feuillure ou applique intérieure ou par enfourchement pour la partie basse,

- pose dans un bâti bois, aluminium ou PVC (dans ce dernier cas les fixations devront concerner au moins 2 parois du profilé),
- EdR possédant un cadre bois et dont la longueur du ou des côtés vissés ne dépasse pas 2,40 m,
- géométrie du bâti et du chant de l'EdR respectant les cotes minimales ci-après :



Les trous de passage des vis doivent être percés à un diamètre supérieur d'au moins 2 mm au diamètre de la vis.

Les fixations doivent être régulièrement réparties à partir des angles (à 10 cm environ de part et d'autre des angles) de façon à ce que la distance entre 2 fixations, mesurée sur le périmètre de l'EdR, ne dépasse pas 40 cm.

5.6 Calfeutrement-étanchéité

5.6.1 Généralités

L'étanchéité entre élément de remplissage et le bâti est nécessaire :

- pour interdire les pénétrations d'eau à l'intérieur du bâtiment ou sur des parties d'ouvrages non destinées à être mouillées,
- pour éviter ou limiter les entrées d'eau dans l'épaisseur du joint, l'eau devant alors être recueillie, canalisée et évacuée vers l'extérieur sans pouvoir s'accumuler, même temporairement,
- pour assurer l'étanchéité à l'air requise.

Le choix du système d'étanchéité à retenir est fonction principalement :

- du moment où est mise en place la garniture d'étanchéité (avant ou après pose de l'EdR),
- du mode de fixation de l'EdR : fixation susceptible ou non d'exercer une pression sur l'EdR,
- des mouvements différentiels entre bâti et EdR, fonction de la nature des matériaux constitutifs, de leur facteur d'absorption du rayonnement solaire et de leurs dimensions.

On distingue de ce point de vue :

- les bâtis en bois,
- les bâtis métalliques de teinte claire,
- les bâtis métalliques de teinte foncée,
- les bâtis en profilés PVC,
- les EdR de petites dimensions (longueur inférieure à 2 m) ou de grandes dimensions. ($L \geq 2m$).

Le choix du type de garniture doit être fait en fonction de la classe d'exposition tel que défini dans le DTU 39.

Lorsque les garnitures d'étanchéité sont mises en place après pose de l'EdR, elles doivent l'être dans un délai suffisamment rapproché pour que les préparations de surface, effectuées avant pose (nettoyage, application d'un primaire...) conservent leur efficacité.

Les différentes garnitures d'étanchéité utilisées devront être compatibles entre elles et avec les parois de l'EdR.

5.6.2 Systèmes d'étanchéité

Par systèmes d'étanchéité on entend l'ensemble des garnitures de joint comportant généralement une garniture principale disposée entre le bâti et l'EdR et une garniture secondaire disposée entre EdR et parclose ou couvre-joint ou habillage masquant les fixations.

Les systèmes d'étanchéité par solin de mastic ou par bain complet de mastic sont proscrits.

La garniture principale ou secondaire peut, dans certains cas, être composée de deux produits distincts.

5.6.2.1 Pose en feuillure ou en applique

Les systèmes décrits ci-après sont applicables en feuillure ou en applique intérieure ou extérieure pour les joints verticaux ou horizontaux.

5.6.2.1.1 Système utilisant en garniture principale des bandes de mousses imprégnées

Ce système n'est applicable que si la face de l'EdR au contact est plane.

Les faces du joint (EdR et bâti) avec lesquelles la bande de mousse va être en contact doivent être nettoyées.

La bande de section minimale avant compression 15×10 mm est disposée de telle façon qu'elle affleure le bord de la feuillure après compression.

Les bandes sont découpées de façon à ce que les angles se recouvrent sans tension.

L'EdR est mis en place de façon à répartir les jeux périphériques et à faire en sorte que l'appui en tout point soit au moins de :

- 10 mm si $L < 2$ m
- 13 mm si $L \geq 2$ m

Une fois l'EdR mis en place, l'épaisseur de la bande de mousse comprimée doit être au plus égale à 25 % de son épaisseur initiale.

5.6.2.1.2 Système utilisant en garniture principale des bandes de mastic préformées

Ce système n'est pas admis, les bandes de mastic préformées restant cependant admises en garniture secondaire.

5.6.2.1.3 Systèmes utilisant en garniture principale un mastic obturateur

Les faces de l'EdR et de la feuillure avec lesquelles l'obturateur va être en contact, doivent être nettoyées et revêtues éventuellement du primaire adapté au mastic.

L'obturateur est mis en place sur un fond de joint compatible après calage et fixation de l'EdR.

L'épaisseur des cales latérales doit être égale à l'épaisseur du cordon de mastic.

L'EdR est positionné de façon à répartir les jeux périphériques (cas de la pose en feuillure) et de telle façon qu'en tout point l'appui soit au minimum :

- de 10 mm pour $L < 2$ m
- de 13 mm pour $L \geq 2$ m

La section minimale de l'obturateur continue, au dessus des cales, doit être telle que précisée au § 5.6.2.1.5.

La surface apparente de l'obturateur doit être dressée et lissée en forme de solin.

La garniture principale est complétée par une garniture secondaire qui peut être soit une bande de mousse imprégnée ou de mastic préformé, ou un profilé élastomère ou un mastic obturateur.

Lorsque la garniture secondaire associée est également un mastic obturateur, elle est appliquée dans les mêmes conditions que ci-dessus.

5.6.2.1.4 Système utilisant en garniture principale un profilé élastomère

Ce système n'est applicable que si la face de l'EdR au contact est plane.

Les profilés doivent avoir été spécialement conçus pour le bâti.

Lorsqu'ils n'ont pas été préalablement fixés sur le bâti, ils doivent être posés en évitant tout allongement et de façon à assurer la continuité de l'étanchéité dans les angles.

Les profilés doivent être conçus de façon à assurer le calage latéral et l'étanchéité sur tout le périmètre de l'EdR et en particulier dans les angles, compte tenu d'une variation cumulée de l'épaisseur de l'EdR et des garnitures d'étanchéité de chaque côté de l'EdR.

L'EdR est positionné de façon à répartir les jeux périphériques et à faire en sorte que la surface d'appui minimale en tout point soit au moins de :

- 10 mm si $L < 2$ m
- 13 mm si $L \geq 2$ m

La garniture principale est complétée par une garniture secondaire qui peut être soit une bande de mousse imprégnée ou de mastic préformé, soit un mastic obturateur ou un autre profilé élastomère appliqué dans les mêmes conditions que ci-dessus.

Le jeu latéral en œuvre ne doit pas être inférieur à 2 mm.

Le profilé en œuvre doit déborder de la feuillure et se raccorder à la face de l'EdR en formant solin.

Le maintien du profilé doit être assuré de façon à éviter son déboîtement.

Lorsque le profilé comporte des lèvres en contact avec l'EdR, le nombre de celles-ci doit être au minimum égal à deux.

L'emploi de profilés en forme de U ceinturant l'EdR, implique que ces profilés soient conçus pour assurer le calage d'assise de l'EdR et qu'un drainage du profilé soit prévu en rainure basse afin d'éviter toute stagnation d'humidité entre le profilé et le chant de l'EdR.

5.6.2.1.5 Sections minimales des garnitures d'étanchéité (en œuvre après compression éventuelle)

Elles doivent être conformes aux spécifications du DTU 39 paragraphe 5.2.3.2 complétées comme ci-après pour les matériaux non visés par ce DTU :

- les bandes de mousse imprégnée, section minimale : 3×12
- les profilés caoutchouc, épaisseur minimale après compression : 2 mm

5.6.2.2 Pose par enfourchement (en partie basse)

Un calfeutrement par un produit du type mousse imprégnée ou cordon de mastic préformé ou profilé élastomère, doit être prévu entre le sommet de l'enfourchement et le fond de la rainure de l'EdR.

Le calage arrière sera dimensionné afin que la garniture d'étanchéité soit suffisamment comprimée (75 % pour les mousses imprégnées, 30 % pour les cordons de mastic préformés, fonction de la géométrie pour les profilés élastomères).

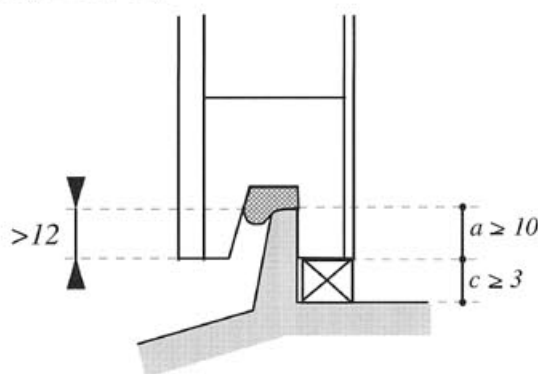
La continuité entre la garniture d'étanchéité extérieure des joints verticaux et le cordon horizontal doit être assurée dans les angles.

Le joint sur la face arrière de l'EdR doit être étanché par un des différents systèmes prévus en 5.6.2.

La partie restant apparente de la rive basse de l'EdR doit être insensible à l'humidité ou rendue telle par un dispositif approprié (larmier).

La hauteur de recouvrement entre la rive basse de l'EdR (larmier éventuel compris) et le sommet de l'enfourchement doit être au minimum de 12 mm.

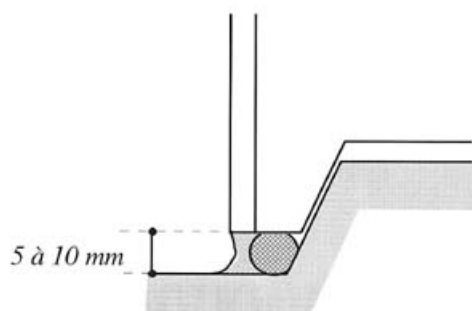
Les jeux définis au paragraphe 5.2.3.3.2 doivent être respectés (joint ouvert).



Dans le cas où il ne serait pas possible de respecter ces jeux, l'étanchéité peut être réalisée par un mastic obturateur sur un fond de joint disposé entre la face inférieure du chant de l'EdR et le dessus de la traverse du bâti.

Cette disposition implique que le chant de l'EdR soit insensible à l'humidité ou rendu tel.

L'espace réservé à la garniture d'étanchéité doit permettre de disposer un cordon de largeur comprise entre 5 et 10 mm et de profondeur 5 mm dans le cas de mastic obturateur du type élastique et 8 mm dans le cas de mastic obturateur du type plastique.



Les joints verticaux bord à bord sont incompatibles avec cette disposition.

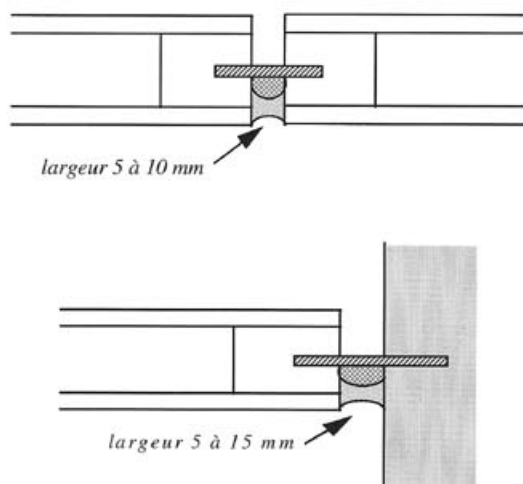
5.6.2.3 Pose bord à bord

5.6.2.3.1 Joints verticaux

L'étanchéité du joint bord à bord entre EdR et un EdR adjacent ou un élément faisant office de bâti peut être obtenue sur chaque face de l'EdR par des éléments formant couvre-joint complétés par une garniture d'étanchéité appliquée dans les conditions définies en 5.6.2.1.

Dans le cas d'un joint EdR/EdR comme dans le cas d'un joint EdR/bâti, des éléments de fixation s'opposant aux mouvements relatifs perpendiculairement au plan de la façade doivent être prévus tant pour les joints horizontaux que pour les joints verticaux.

Ex. de solution :



L'étanchéité peut également être réalisée par un mastic obturateur sur fond de joint disposé entre les chants des éléments (joints bout à bout) dans la mesure où les conditions ci-après sont simultanément respectées :

- chant profilé pour former coupure de capillarité en arrière de la garniture d'étanchéité,
- rive de l'EdR insensible à l'humidité jusqu'à l'arrière de la coupure de capillarité,
- largeur du joint à garnir comprise entre 5 et 10 mm pour les joints EdR/EdR, entre 5 et 15 mm pour les joints entre EdR et les autres éléments.

Ce dernier système ne peut être associé qu'à un joint horizontal inférieur par enfourchement ouvert.

5.6.2.3.2 Joints horizontaux

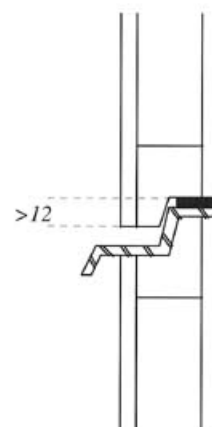
L'étanchéité est obtenue par un système de recouvrement (tuilage) de l'élément inférieur par l'élément supérieur, complété par un calfeutrement sur la face arrière du joint.

Ce recouvrement peut être obtenu par le profil des chants en vis-à-vis ou par des bavettes rapportées.

La hauteur de recouvrement doit être au minimum de 12 mm.

La partie restant apparente de la rive basse de l'élément supérieur doit être insensible à l'humidité ou rendue telle par un dispositif approprié (larmier).

Dans le cas de joints verticaux bord à bord, la rainure formant coupure de capillarité doit déboucher devant la bavette formant recouvrement.



Calcul de la rigidité des bâtis destinés à recevoir des éléments de remplissage de façade légère, et des efforts exercés sur les cales latérales et les fixations

1 Introduction

Les éléments de remplissage sont généralement disposés dans un bâti menuisé composé de profilés assemblés, liés à la structure.

L'élément transmet à la structure, par l'intermédiaire de ces profilés, les efforts résultant de l'action du vent sur la façade et des déformations hygrothermiques momentanées qu'il est susceptible de présenter.

Les éléments du bâti, liés en plusieurs points à un élément de la structure (seuil au plancher, montant de rive le long d'un mur de refend...) ne peuvent pas prendre de déformation importante s'ils sont convenablement fixés à la structure.

Par contre, certaines parties du bâti sont obligatoirement libres, étant liées à la structure simplement à leurs extrémités (montant intermédiaire, traverse entre fenêtre et allège...).

La déformation de ces éléments de bâti doit être limitée pour des raisons diverses, parmi lesquelles les plus importantes sont :

- la sensation d'insécurité produite chez l'occupant par des mouvements visibles importants d'une paroi de construction,
- la fatigue des éléments de bâti et de leur assemblage sous l'action de mouvements alternés de trop grande amplitude,
- le comportement des garnitures d'étanchéité soumises à ces mouvements,
- la manœuvre des parties mobiles adjacentes à ces éléments.

S'il ne paraît pas possible actuellement de justifier une limite précise des déformations, il convient, toutefois, d'en fixer une valeur applicable dans les solutions courantes de façades légères - certains cas particuliers pouvant faire l'objet d'un examen spécial.

La flèche admissible sous les effets cumulés du vent et des déformations hygrothermiques est déterminée dans la norme XP P 28.004 Annexe K en fonction de la constitution du bâti.

2 Calcul de la rigidité des bâtis

Le mode de calcul proposé a pour but de déterminer la rigidité d'une partie libre de bâti, pour qu'en œuvre, la flèche prise sous l'action du vent sur la façade ne dépasse pas une valeur imposée et ce en tenant compte :

- de la rigidité propre des éléments de remplissage venant s'assembler sur cette partie de bâti (ce qui est favorable),
- des déformations hygrothermiques présentées par ces éléments de remplissage (ce qui est défavorable).

2.1 Unités-symboles-définitions

Les unités légales sont :

- longueurs : le mètre m
- force : le newton N
- pression : le pascal Pa

Il est donné ci-après la définition des coefficients utilisés ainsi que les symboles et unité correspondants.

2.1.1 Bâti

2.1.1.1 Coefficient de rigidité d'un élément libre de bâti

On appelle coefficient de rigidité d'un élément libre de bâti (montant intermédiaire, traverse entre fenêtre et allège...), noté K_B et exprimé en newtons par mètre, la charge totale en newtons uniformément et linéairement répartie sur l'élément libre en œuvre, qui provoque une flèche de cet élément égale à 0,01 m.

2.1.2 Éléments de remplissage

2.1.2.1 Coefficient de rigidité d'un bord d'un panneau

On appelle coefficient de rigidité du bord d'un panneau, noté K_r et exprimé en newtons par mètre, la charge totale en newtons uniformément et linéairement répartie sur le bord du panneau, qui provoque une flèche du bord égale à 0,01 m.

L'expression du coefficient de rigidité K_r est liée à la mise en œuvre de l'élément de remplissage.

K_r prend l'indice 2 et devient K_{r_2} si le panneau est fixé et bloqué sur les deux bords adjacents au bord d'essai.

K_r prend l'indice 3 et devient K_{r_3} si le panneau est fixé et bloqué sur les trois autres bords, autres que le bord d'essai.

2.1.2.2 Coefficient de déformabilité hygrothermique d'un panneau

Bloqué en œuvre, sur 2 ou 3 côtés, un panneau sandwich soumis à un « gradient hygrothermique » donné, se déforme et les ou le côté libre accuse une flèche de valeur f_{H2} ou f_{H3} .

On appelle coefficient de déformabilité hygrothermique du bord d'un panneau, noté H et exprimé en newtons, la charge totale en newtons, uniformément et linéairement répartie sur le bord d'un panneau, qui provoque sur le bord une flèche égale à la flèche f_H provoquée par les conditions hygrométriques normales.

Le coefficient de déformabilité hygrothermique H est une caractéristique propre du panneau. En effet, compte tenu de la définition du coefficient de rigidité Kr , le coefficient de déformabilité peut s'exprimer par : $H = f_{H2} \times Kr_2 = f_{H3} \times Kr_3$

2.1.2.3 Valeurs à prendre en compte-abaque

Les coefficients de rigidité et de déformabilité hygrothermique caractérisant un élément de remplissage sont donnés par l'Avis Technique le concernant. Toutefois, les coefficients indiqués sont ceux relatifs au grand côté d'un panneau-type de dimensions $2,00 \times 1,00$ m : le coefficient de rigidité est alors noté kr .

Les abaques β et α respectivement donnés en figure 1 et 2 permettent d'en déduire les caractéristiques Kr_2 et Kr_3 d'un panneau de dimensions quelconques, à partir des relations : $Kr_2 = \beta.kr_2$ et $Kr_3 = \alpha.kr_3$

On peut considérer que la valeur du coefficient H est pratiquement constante pour les dimensions habituelles de panneau.

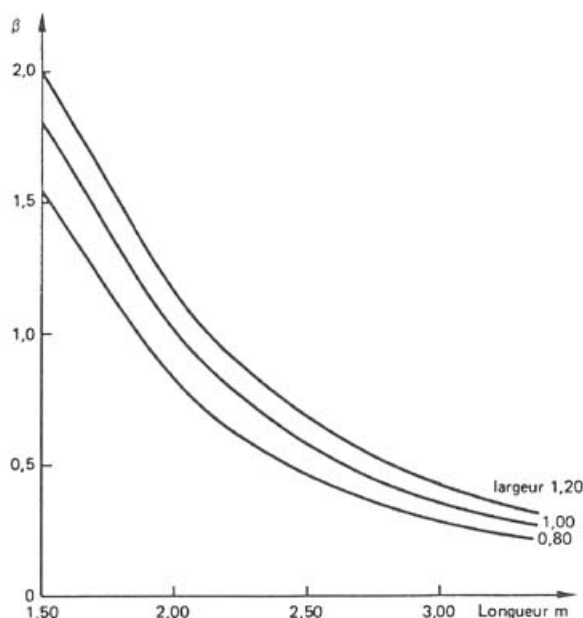


Figure 1 : Abaque

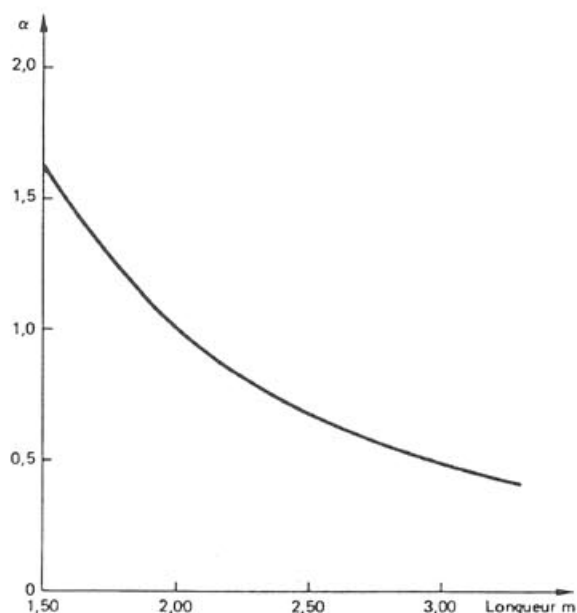


Figure 2 : Abaque α

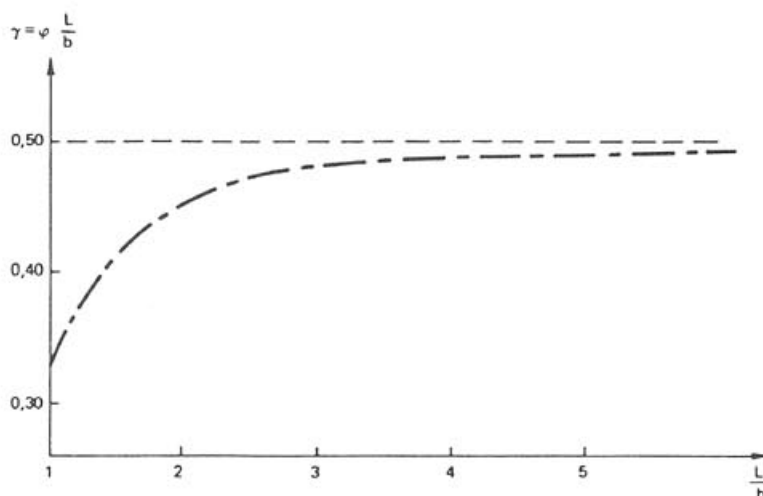


Figure 3 : Abaque γ

2.1.3 Châssis vitrés

2.1.3.1 Valeurs à prendre en compte

Le coefficient H d'un châssis vitré est nul et ce dernier n'est soumis qu'aux actions du vent.

D'autre part, la rigidité à prendre en compte se limite, dans le cas d'un vitrage simple, à celle du dormant, soit :

$$K_d = \frac{k_d}{L^3}$$

où

⇒ k_d correspond à la rigidité d'un élément de dormant de 1 m de long, exprimée en N/m.

⇒ K_d à la rigidité du dormant de longueur L exprimée en N/m.

⇒ L à la longueur du dormant exprimée en m.

La valeur de rigidité unitaire k_d est égale au produit $(384/5)EI = 76 EI$ où la quantité EI à prendre en compte est celle communiquée par le fournisseur, exprimée en N/m².

2.2 Calcul de la charge V résultant de l'action du vent, reprise par l'élément libre de bâti

La charge V représentant la fraction de la charge due au vent qui intéresse le bord L du panneau venant s'assembler sur l'élément de bâti considéré et qui est reprise par cet élément, peut se calculer selon la formule : $V = v \cdot \gamma \cdot S$

où

- ⇒ V : est la charge due au vent, exprimée en N,
- ⇒ v : est la pression unitaire du vent, exprimée en Pa,
- ⇒ S : est la surface totale du panneau concerné, de dimensions $L \times b$, exprimée en m²,
- ⇒ γ : est un facteur dont la valeur est donnée par

l'abaque $\gamma = \phi\left(\frac{L}{b}\right)$

Tracé en figure 3

Nota 1

La valeur de la pression unitaire du vent à prendre en compte est celle précisée dans le tableau 1 du DTU n° 36.1/37.1 « Choix des fenêtres en fonction de leur exposition ».

Nota 2

L'abaque n'est valable que dans le cas général des panneaux homogènes dans leur plan.

Dans le cas de panneaux hétérogènes, l'Avis Technique précise la valeur expérimentale du facteur ϕ qu'il convient de prendre en compte.

2.3 Calcul de la rigidité K_B d'un élément libre de bâti-formules générales

La flèche prise sous les effets cumulés du vent de pression unitaire v et de la déformabilité hygrothermique en droit du joint entre deux panneaux rectangulaires respectivement caractérisés par :

- des surfaces S' et S'' ,

- des coefficients de rigidité K'_r et K''_r ,

- des coefficients de déformabilité hygrothermique H' et H'' , et assemblés éventuellement par l'intermédiaire d'un élément raidisseur de jonction de rigidité K_B , est égale à :

$$f = \frac{H+H'+\gamma'.S'.v + \gamma''.S''.v}{K_B + K'_r + K''_r}$$

Cette formule générale est fondée sur le cumul des effets tant hygrothermiques que du vent. Dans certains cas particuliers, où il peut être démontré que les déformations hygrothermiques sont en sens contraire, les coefficients H correspondants sont pris en valeur négative.

De la formule générale donnant la flèche se déduit celle donnant la rigidité K_B de l'éventuel élément intermédiaire :

$$K_B = \frac{H+H'+\gamma'.S'.v + \gamma''.S''.v}{f} - (K'_r + K''_r)$$

Lorsque, compte tenu de la valeur imposée à la flèche f , la valeur K_B correspondante se trouve être nulle ou même négative, l'élément intermédiaire devient donc inutile, du point de vue de la rigidité.

Nota

Dans le cas particulier où l'un des composants est un châssis vitré, dont le dormant, côté élément de bâti est caractérisé par le coefficient de rigidité K_d , la formule donnant la rigidité K_B de l'éventuel élément intermédiaire devient :

$$K_B = \frac{H+\gamma'.S'.v + \gamma''.S''.v}{f} - (K'_r + K_d)$$

2.4 Calcul de la quantité EI caractérisant l'élément de bâti B

Dans la mesure où l'élément de bâti B est à réaliser en section constante et à partir d'un matériau homogène, l'on peut déterminer la valeur correspondante d'inertie I que doit offrir

la section, par la formule : $I = \frac{5 \cdot \ell^3 \cdot K_B}{\delta \cdot 384 \cdot E}$

où

- ⇒ I : est le moment d'inertie exprimé en m⁴,
- ⇒ K_B : est la rigidité de l'élément exprimée en N/m,
- ⇒ ℓ : est la longueur de l'élément exprimée en m,
- ⇒ E : est le module d'élasticité du matériau exprimé en N/m²,
- ⇒ δ : est un facteur dont la valeur varie de 1 à 5 selon le degré croissant d'encastrement des extrémités de l'élément de bâti.

La majorité des assemblages se comportant pratiquement en appuis simples, l'on pourra (sauf justifications particulières) prendre conventionnellement la valeur $\delta=1$, l'erreur alors éventuellement entraînée, allant dans le sens de la sécurité.

3 Calcul des efforts exercés sur les cales latérales et les fixations

Normalement, cales et fixations ne sont pas différenciées selon leur position dans la façade et restent en tous les points du bâti, respectivement identiques à la cale et à la fixation la plus sollicitée.

La cale la plus sollicitée est la cale centrale (cas le plus général où trois paires de cales sont réparties le long du grand côté du panneau) située en face convexe lorsque la déformation due au vent s'ajoute à la déformation hygrothermique.

La fixation la plus sollicitée est la fixation la plus proche de la cale la plus sollicitée.

3.1 Sollicitation d'origine hygrothermique

L'effort hygrothermique exercé par le bord du panneau sur l'élément de bâti est maximal et égal à H lorsque l'élément est indéformable (cas d'un profilé de jonction au gros œuvre) et que l'appui du panneau sur l'élément de bâti est continu.

La présence de la cale rendant cet appui discontinu et autorisant donc la tendance au festonnage du bord du panneau, ramène en conséquence la valeur de l'effort hygrothermique de la valeur conventionnelle H (charge uniformément répartie interdisant le festonnage) à la valeur utile H' (charge ponctuelle n'annulant totalement la déformation qu'en partie centrale au droit de la cale).

Le principe de la superposition des états d'équilibre permet de donner à H' la valeur :

$$H' = \frac{5}{8} H = 0.6H$$

3.2 Sollicitation due à l'action du vent

La fraction de l'effort exercé par le vent sur le panneau, qui est reprise par l'élément de bâti auquel le panneau est fixé, reste égale à $V = v \cdot S \cdot \varphi$ que cet élément soit indéformable ou non.

Dans le cas le plus favorable où la déformation hygrothermique s'oppose à un contact franc du panneau sur les cales d'extrémité, la quasi totalité de la réaction d'appui soit V passe par la cale centrale.

3.3 Sollicitation cumulée supportée par la cale centrale

Dans le cas le plus défavorable, la valeur de l'effort cumulé exercé sur la cale centrale peut être évaluée à : $0.6H + V$

Compte tenu d'une certaine répartition de la réaction d'appui, offerte par la garniture de part et d'autre de la cale

centrale, et dont il est tenu compte par l'introduction d'un coefficient minorateur pris égal à 0,8, l'effort C considéré supporté par la cale la plus sollicitée sera pris égal à : $C = 0,8 (0,6 H + V)$ $C = 0,5 H + 0,8 \cdot v \cdot \gamma \cdot S$.

Les cales utilisées doivent pouvoir supporter avec un coefficient de sécurité suffisant la charge ainsi définie.

3.4 Sollicitation supportée par les fixations

Deux cas se présentent :

3.4.1 Calage par cales discontinues sur les deux faces du panneau

Compte tenu d'une répartition de « n » fixations le long de l'élément de bâti (dont le nombre est au moins égal à 3), l'effort F considéré supporté par la fixation la plus sollicitée (la plus proche de la cale la plus sollicitée) sera pris égal à :

$$F = \frac{3C}{n} = \frac{2.4}{n} (0.6.H + v \cdot \gamma \cdot S)$$

3.4.2 Calage continu sur les deux faces du panneau

En cas de calage continu, l'effort cumulé, c'est-à-dire hygrothermique et dû au vent, tel que repris par l'élément de bâti, peut être considéré comme un effort sensiblement réparti de valeur totale : $V + H$.

Compte tenu de la non uniformité effective de l'effort appliqué dont il est tenu compte par l'introduction d'un coefficient majorateur pris égal à 1,2 et d'une répartition de « n » fixations le long de l'élément du bâti, l'effort F considéré supporté par la fixation la plus sollicitée, sera pris égal à :

$$F = \frac{1.2(H + V)}{n} = \frac{1.2}{n} (H + v \cdot \gamma \cdot S)$$

Les fixations utilisées doivent pouvoir supporter avec un coefficient de sécurité suffisant, la charge ainsi définie dans chacun des deux cas.



PARIS - MARNE-LA-VALLÉE - GRENOBLE - NANTES - SOPHIA ANTIPOLIS
CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

4, avenue du Recteur-Poincaré - F-75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr