

Façades légères à clameaux

Cahier des Prescriptions Techniques

Groupe Spécialisé n° 2.1 : Produits et procédés de façade légère

Groupe Spécialisé n° 6 : Composants de baies et des vitrages



Commission chargée de formuler des Avis Techniques
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

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

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

SOMMAIRE

Le Groupe Spécialisé n° 2.1 de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques considère que les façades légères dont les remplissages sont maintenus par clameaux constituent des ouvrages non traditionnels en dehors des façades-rideaux faisant l'objet de la fiche n°57 SNFA/CEBTP/CSTB/FILLIANCE (intégrant des vitrages isolants maintenus par clameaux verticalement et par serreurs continus horizontalement).

Le Groupe Spécialisé n° 6 de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques considère que les vitrages isolants maintenus par clameaux constituent des procédés non traditionnels en dehors des vitrages faisant l'objet de la fiche n°57 SNFA/CEBTP/CSTB/FILLIANCE (vitrages isolants maintenus par clameaux verticalement et par serreurs continus horizontalement).

Ce document sert de guide à l'établissement des évaluations techniques type Avis Techniques, DTA, ATEx (Appréciation technique d'expérimentation), etc.

1. Préambule.....	5
2. Généralités.....	5
2.1. Objet.....	5
2.2. Définition.....	5
2.3. Domaine d'emploi.....	6
2.4. Terminologie.....	7
2.4.1. Système de scellement des vitrages isolants.....	7
2.4.2. Profilé de réception de clameau ou profilé « U ».....	7
2.4.3. Profil cadre des remplissages opaques.....	7
2.4.4. Calage d'assise.....	7
2.4.5. Dispositif de retenue (aussi appelé dispositif de sécurité).....	8
3. Matériaux.....	8
3.1. Vitrage isolant pour les remplissages vision.....	8
3.1.1. Vitrages monolithiques.....	8
3.1.2. Vitrages feuilletés.....	8
3.2. Cadres rapportés maintenus par clameaux.....	8
3.3. Clameaux.....	9
3.4. Garnitures d'étanchéité.....	9
3.5. Cales d'assise des vitrages.....	10
4. Conditions générales de conception.....	10
4.1. Généralités.....	10
4.1.1. Jeux nominaux.....	10
4.1.2. Prise en compte des tolérances de fabrication des composants et d'implantation de l'ossature.....	12
4.1.3. Les jeux de montage.....	13
4.1.4. Les jeux fonctionnels.....	13
1ère étape : Le système de façade à clameaux doit être défini au minimum par :.....	13
2ème étape : Détermination de la prise en feuillure (Pf) et du jeu périphérique (Jp).....	16
3ème étape : Détermination des déplacements Δx et Δy	17
4.2. Règles relatives à la sécurité.....	20
4.2.1. Stabilité – Dimensionnement.....	20
4.2.2. Sécurité des usagers.....	22

4.2.3.	Sécurité en cas d'incendie.....	24
4.2.4.	Sécurité en cas de séisme.....	24
4.3.	Règles relatives à la durabilité.....	24
4.3.1.	Durabilité des vitrages isolants spécifiques des systèmes de façade à clameau	24
4.3.2.	Durabilité du maintien des remplissages par clameau	27
4.3.3.	Durabilité du système d'étanchéité	27
5.	Conditions générales de fabrication	28
5.1.	Généralités.....	28
5.2.	Fabrication des vitrages isolants.....	28
5.3.	Fabrication des clameaux et pièces métalliques (visserie, supports de cale, pièces de sécurité)	29
5.4.	Fabrication de l'ossature secondaire.....	29
6.	Conditions de mise en œuvre	29
6.1.	Respect des dispositions de conception.....	29
6.2.	Réglage de l'ossature secondaire.....	30
6.3.	Positionnement des vitrages.....	30
6.4.	Mise en œuvre des clameaux.....	30
6.5.	Réalisation de la gamiture d'étanchéité extérieure.....	30
6.6.	Entretien - maintenance.....	30
6.6.1.	Entretien.....	30
6.6.2.	Maintenance.....	31
	Annexe A : procédure d'essai de tenue mécanique des clameaux.....	32
A.1	Clameaux symétriques.....	32
A.2	Clameaux non symétriques.....	32
A.3	Contenu du rapport d'essai	33
A.4	Interprétation des résultats	34
	Annexe B : essais de choc de sécurité.....	35
B.1	Définition des corps d'épreuve.....	35
B.2	Modalités des essais	35
B.3	Critères	35
	Annexe C : fiche de renseignement des vitrages.....	36
C.1	Identification de l'affaire & du chantier.....	36
C.2	Identification des composants	37
C.3	Tolérances du système de façade à clameau	38

1. Préambule

Le Groupe Spécialisé n° 2.1 de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques considère que les façades légères dont les remplissages sont maintenus par clameaux constituent des ouvrages non traditionnels en dehors des façades-rideaux faisant l'objet de la fiche n°57 SNFA/CEBTP/CSTB/FILIANCE (intégrant des vitrages isolants maintenus par clameaux verticalement et par serreurs continus horizontalement).

Ce document sert de guide à l'établissement des évaluations techniques type Avis Techniques, DTA, ATEx (Appréciation technique d'expérimentation), etc.

Nota 1 : compte tenu de la diversité de systèmes existants et à venir, les modes de preuves mentionnées dans ce cahier (méthode de dimensionnement, méthodologies d'essais, interprétation de résultats, etc.) peuvent nécessiter des précisions et des compléments à apporter dans le cadre de l'instruction des évaluations techniques.

Nota 2 : dans la suite du document, les "façades légères utilisant la technique de maintien des remplissages par clameaux" seront dénommées "façades légères à clameaux" par simplicité.

2. Généralités

2.1. Objet

Le présent document a pour objet de définir les conditions générales de conception, de fabrication et de mise en œuvre des façades légères utilisant la technique de maintien des remplissages par clameaux et les justifications associées. Il définit notamment :

- les matériaux,
- les conditions générales de conception, de fabrication et de mise en œuvre,
- les règles de calcul,
- les implications sur la conception de l'ossature,
- les justifications expérimentales.

Le présent document vise les systèmes de façades légères intégrant :

- des clameaux ponctuels ou filants,
- des vitrages isolants avec bord support horizontal décrits dans l'Avis Technique du système façade « à clameaux » du GS 2.1 ou les produits verriers sous Avis Technique ou Document Technique d'Application (DTA) du GS 6 le cas échéant (voir Tableau 1),
- d'autres remplissages (vision ou opaques) maintenus par clameaux (voir § 3.2).

2.2. Définition

Les façades légères « à clameaux » remplissent les fonctions et ont des performances identiques à celles visées par la norme NF DTU 33.1.

Dans le cas des remplissages en vitrage isolant, les clameaux sont disposés dans une cavité au droit du joint de scellement. Les différentes configurations possibles visées dans le cadre de ce document sont détaillées au Tableau 1.

L'Avis Technique ou DTA peut porter soit sur un système de vitrage isolant I.b, II, III ou IV auquel cas il est délivré par le Groupe spécialisé n° 6, soit sur un procédé de façade utilisant des systèmes de vitrage isolant I.b, II, III ou IV auquel cas il est délivré par le Groupe Spécialisé n° 2.1 (voir Tableau 1).

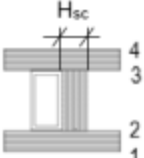
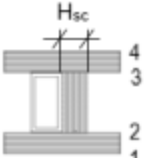
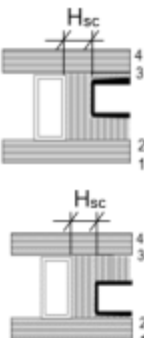
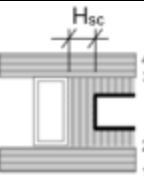
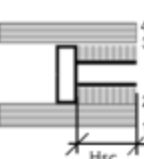
Système	Schéma	Description	Organisation de l'évaluation
I.a		vitrages isolants maintenus par clameaux verticalement et par serreurs continus horizontalement en face 1	Selon la Fiche n°57 SNFA/CEBTP/CSTB/FILIANCE
I.b		vitrages isolants maintenus par clameaux sur plus de 2 côtés autre que les bords verticaux	Cas a : Le demandeur est concepteur de la façade (Pilote GS 2.1) Instruction par le GS 2.1 (ATec 2.1/...) avec consultation du GS 6 en amont du passage en GS 2.1 Cas b : Le demandeur est fabricant de vitrage isolant (Pilote GS 6) Instruction par le GS 6 (ATec 6/...) avec consultation du GS 2.1 en amont du passage en GS 6
II		Vitrages avec profilés en « U » filants ou ponctuels adhésivés sur le verre intérieur ou extérieur	Cas a : Le demandeur est concepteur de la façade (Pilote GS 2.1) Instruction par le GS 2.1 (ATec 2.1/...) avec consultation du GS 6 en amont du passage en GS 2.1 Cas b : Le demandeur est fabricant de vitrage isolant (Pilote GS 6) Instruction par le GS 6 (ATec 6/...) avec consultation du GS 2.1 en amont du passage en GS 6
III		Vitrages avec profilés en « U » filants ou ponctuels flottants dans le silicone de scellement.	Cas a : Le demandeur est concepteur de la façade Instruction par le GS 6 (ATec 6/...) du vitrage isolant Instruction par le GS 2.1 (ATec 2.1/...) du système de façade Cas b : Le demandeur est fabricant du vitrage isolant / de l'espaceur / du profilé (Pilote GS 6) Instruction par le GS 6 (ATec 6/...) avec consultation du GS 2.1 en amont du passage en GS 6.
IV		Vitrages à clameaux avec profilés « U » intégrés/collés à l'espaceur du vitrage isolant	

Tableau 1 – Les différentes typologies de vitrages isolants pouvant intégrer une fixation par clameaux (les faces du vitrage isolant sont numérotées de l'extérieur (1) vers l'intérieur (4))

Nota 3 : les systèmes ci-dessus sont représentatifs des techniques de façade légère connus à la rédaction du Cahier n°3826. D'autres dispositifs de maintien peuvent être envisagés en fonction du positionnement du profil de réception du clameau et des dimensions du mastic de collage du vitrage extérieur.

Nota 4 : la configuration I.b est envisageable dans la mesure où l'absence de stagnation sur le bord supérieur est vérifiée.

Dans le cas des remplissages opaques, les clameaux sont positionnés dans des cavités disponibles des profils cadre de l'élément de remplissage.

2.3. Domaine d'emploi

Parois verticales de bâtiments d'usage courant, façades rideaux, façades semi-rideaux telles que définies dans la norme NF DTU 33.1. Les parois inclinées vers l'extérieur (inclinaison entre 0° et -15° par rapport à la verticale) sont exclues.

Une inclinaison des façades « à clameaux » vers l'intérieur (inclinaison entre 0° et +15° par rapport à la verticale) est possible à condition d'une conception qui évite tout risque de stagnation d'eau sur le bord supérieur des

vitrages feuilletés et sur le joint de scellement du vitrage isolant et que les eaux d'infiltration soient drainées vers l'extérieur conformément aux dispositions définies dans le § 5.5.3 de la norme NF DTU 33.1.

Bien que le document soit établi pour les façades planes, son application pour des vitrages bombés maintenus par clameaux est possible. Il y aura lieu de définir au cas par cas au cours de l'évaluation technique les justifications spécifiques à apporter et les adaptations éventuelles.

2.4. Terminologie

Pour les définitions des composants de façade légère on se reportera au paragraphe 3 de la norme NF DTU 33.1 P1-1 et à la norme NF DTU 39 pour les remplissages vitrés.

La terminologie relative aux vitrages est précisée dans les normes correspondantes citées au § 3.1.

D'autres définitions spécifiques sont :

2.4.1. Système de scellement des vitrages isolants

Ensemble de composants disposés à la périphérie des verres destinés à assurer l'écartement, la liaison mécanique et l'étanchéité à la vapeur d'eau et au gaz. Ce système est généralement composé d'un espaceur tubulaire de vitrage isolant et de deux barrières d'étanchéité.

2.4.2. Profilé de réception de clameau ou profilé « U »

Profilé inséré dans le joint de scellement des vitrages isolants maintenus par des clameaux (voir systèmes II, II ou IV décrits au Tableau 1). Ces profilés peuvent être métalliques (en aluminium alliage AW 6060 ou AW 6063 conformes à la norme NF EN 755-2 ou en acier inoxydable selon la norme NF EN 10088-2) ou en matériau de synthèse (polyamide, ...).

2.4.3. Profil cadre des remplissages opaques

Profilé assemblé en angle sur équerres ou par soudure et constituant le cadre des remplissages opaques. Ces profils peuvent constituer le support de collage VEC ou bien le support d'un profilé adaptateur.

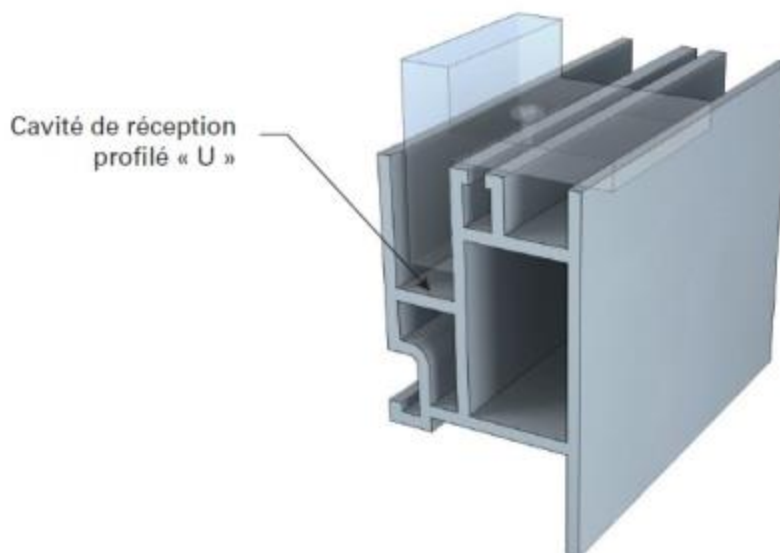


Figure 1 – Exemple de section de profil cadre avec cavité pour l'insertion des clameaux

2.4.4. Calage d'assise

Ensemble des éléments (cale et support de cale) destinés à transmettre le poids des vitrages directement sur la traverse d'ossature ou sur un cadre rapporté.

2.4.5. Dispositif de retenue (aussi appelé dispositif de sécurité)

Dispositif destiné à retenir un remplissage en cas de défaillance de son mastic de scellement ou du mastic de collage VEC.

3. Matériaux

3.1. Vitrage isolant pour les remplissages vision

Commentaire 1 : les fabricants de vitrages isolants disposent des rapports des essais de type (TT) selon la norme NF EN 1279-5 pour leur fabrication standard, prérequis validant l'utilisation des composants visés pour les vitrages « à clameau » (espaceur, butyle, scellement, etc.).

Les vitrages isolants (doubles ou triples), sont réalisés à partir des vitrages simples définis ci-dessous (voir § 3.1.1 et § 3.1.2), avec un scellement réalisé par un mastic silicone sous ETA¹. Dans le cas des systèmes II, III et IV (voir Tableau 1) le profilé de réception de clameau ou profilé « U » est intégré dans le mastic de scellement. Le mastic de scellement est conforme aux exigences du Document d'Évaluation Européen 090010-00-0404 (sous marquage CE), à la liste des mastics de scellement silicone (voir fiche CEKAL Pvi 064cl01) et sous label SNJF VI-VEC.

Les chants du composant du vitrage qui reçoit les clameaux doivent être traités en JPI, JPP, et éventuellement JAI ou JAP pour les bords non calés des vitrages, tel que défini dans la norme NF DTU 39 P1-1.

Ces vitrages nécessitent une évaluation spécifique suivant le schéma détaillé au Tableau 1. La fabrication des vitrages isolants doit faire l'objet d'un suivi par un organisme tiers. Les conditions et la fréquence de ce suivi sont à spécifier dans les Avis Techniques ou des DTA.

3.1.1. Vitrages monolithiques

- les glaces conformes à la norme NF EN 572 parties 1, 2 et 9 ;
- les verres à couche conformes à la norme NF EN 1096 ;
- les verres trempés émaillés ou non, conformes à la norme NF EN 12150 et traités Heat Soak (HST) conformément à la norme NF EN 14179 ;

Commentaire 2 : dans le cas de traitement HST des vitrages, les fabricants des vitrages isolants doivent assurer un suivi de la fabrication des vitrages trempés HST par un organisme indépendant comme indiqué dans la fiche n°60 SNFA-FILIANCE-CSTB-CEBTP.

- les verres durcis, émaillés ou non, conformes à la norme NF EN 1863.

3.1.2. Vitrages feuilletés

Peuvent être utilisés les vitrages feuilletés conformes à la norme NF EN ISO 14449. Les éventuelles couches ou émaillages (sérigraphie totale ou partielle), positionnées en contact avec l'intercalaire doivent être justifiées selon le *Cahier du CSTB* 3818.

3.2. Cadres rapportés maintenus par clameaux

Les cadres rapportés maintenus par clameaux peuvent être utilisés dans des zones vision ou bien des zones opaques.

Dans le premier cas, le remplissage vision est constitué d'un vitrage conforme aux prescriptions du paragraphe 2.2.3 du *Cahier CSTB* 3488-V2 « Vitrages extérieurs collés ».

¹ Le référentiel applicable aux mastics de scellement pour une utilisation en façades « à clameaux » est le DEE 090010-00-0404. Le label SNJF VEC VI-VEC permet de répondre à cette exigence.

Dans le deuxième cas, le remplissage opaque utilisé habituellement devant les parties opaques du bâtiment (devant un voile béton des façades semi-rideaux ou au niveau de locaux techniques) peut être réalisé par :

- Des EdR faisant l'objet d'un Avis Technique et conformes au Cahier du CSTB 3075 : « Conditions générales de mise en œuvre – Éléments de remplissage faisant l'objet d'un Avis Technique » et au Cahier du CSTB 3076 : « Conditions générales de fabrication et caractéristiques des éléments de remplissage faisant l'objet d'un Avis Technique ».
- Des remplissages opaques avec des vitrages collés VEC sur un cadre métallique formé par des profilés avec une cavité permettant d'accueillir le clameau et le vitrage collé VEC conformes au Cahier CSTB 3488-V2 « Vitrages extérieurs collés », et notamment aux dispositions relatives :
 - Au dimensionnement de la section du mastic de collage VEC.
 - À l'aptitude à l'emploi du support de collage VEC.
 - À la fabrication dans un atelier de collage faisant objet d'un suivi PASS VEC.
 - À la mise en place des dispositifs de retenue dans le cas nécessaire.

3.3. Clameaux

Les clameaux sont des pièces métalliques de fixation des remplissages sur les montants et/ou traverses de l'ossature secondaire et maintenus par des vis. Les clameaux peuvent être filants ou ponctuels, symétriques ou asymétriques. Ils doivent être en alliage d'aluminium conformément à la norme NF EN 755-2, en alliage de zinc conformément à la norme NF EN 12844 ou en acier inoxydable conformément à la norme NF EN 10088-2.

La résistance mécanique des clameaux doit être justifiée par essai décrit dans l'Annexe A du présent document. À l'exception de l'aluminium avec moins 1% de cuivre et de l'acier inoxydable mentionnés dans les deux points ci-dessus, la caractérisation de la matière du clameau par détermination expérimentale de la résistance en traction est nécessaire à l'initial et en suivi de production.

L'essai à l'initial permet de déterminer la valeur caractéristique minimale de résistance à la traction du clameau. Afin d'assurer la constance de performances du clameau, cette valeur sera vérifiée en suivi de production soit par un nouvel essai soit par vérification avec la fiche matière si la valeur caractéristique est déclarée dans celle-ci.

Avant toute modification du clameau évalué lors de l'instruction de l'Avis Technique ou du DTA, le concepteur doit informer le CSTB et transmettre les preuves de l'équivalence de la solution proposée et de la constance de performances du système.

Les clameaux sont fixés sur l'ossature secondaire par des fixations en acier inoxydable de grade 4 conformément à la norme NF EN 1670. Pour d'autres matières de fixations en acier inoxydable, des vérifications complémentaires justifiant la durabilité seront à prendre en compte au cas par cas.

Les clameaux sont insérés dans une cavité prévue à cet effet (dans le nœud de scellement des vitrages isolants selon les configurations indiquées au Tableau 1 ou bien dans les profils cadre des remplissages opaques comme indiqué dans la Figure 1). La fixation des clameaux doit être réalisée par un dispositif permettant d'assurer durablement leur positionnement et d'éviter la mise en compression du mastic de scellement dans le cas des remplissages en vitrage isolant (voir § 4.2.1.2). Le couple de serrage de la fixation des clameaux à respecter par le metteur en œuvre est défini par le concepteur dans l'évaluation technique.

3.4. Garnitures d'étanchéité

L'étanchéité extérieure entre remplissages peut être constituée :

- Soit par un mastic silicone type F 25E appliqué sur un fond de joint et dont la compatibilité avec les intercalaires des vitrages feuilletés et/ou les mastics de scellement des vitrages isolants, avec les verres à couche et les différents accessoires (fond de joint, cales) aura été validée expérimentalement selon l'Annexe A de la norme NF DTU 39 P1-2.
- Ces mastics doivent faire l'objet d'un suivi par un organisme tiers. Le label SNJF permet de répondre à cette exigence.

Commentaire 3 : dans le cas de support non visé par le label SNJF, l'adhérence du mastic sera vérifiée par un essai de convenance tel que défini dans l'Annexe A du Cahier 3488-V2 « Vitrages Extérieurs Collés ».

- Soit par des profilés en silicone extrudé ou en EPDM ou en élastomères thermoplastiques extrudés, comportant sur une ou deux rives longitudinales des lèvres souples formant rainure d'accueil du ou des chants de vitrages.

- Les performances des profils d'étanchéité devront être déclarées selon la norme NF EN 12365-1 et, en particulier, il devra être spécifié la catégorie d'utilisation (par exemple, type statique ou type dynamique), la plage de température de fonctionnement (par exemple, grade 5 = [-40 °C ; + 70 °C]) et la plage de travail (par exemple, grade 3 : > 2 mm à ≤ 4 mm).
- Le matériau des garnitures d'étanchéité devra être compatible avec le matériau de synthèse constituant les intercalaires des vitrages feuilletés et avec les mastics de scellement des vitrages isolants. La compatibilité devra être vérifiée selon la norme NF DTU 39.
- Dans le cas où les garnitures d'étanchéité sont extrudées à partir de mélange à base d'élastomère thermoplastique (TPÉ dont les PVC-P, TPV-, TPZ-, TPO-, etc.), le matériau des garnitures d'étanchéité devra être homologué ou par un organisme tiers.

3.5. Cales d'assise des vitrages

Les cales doivent être en matériau durable de dureté au moins égale à 75 ± 5 Shore A et compatibles avec les matériaux ou produits situés au contact ou à proximité. La compatibilité chimique entre matériaux doit être assurée par la réalisation des essais selon l'Annexe A de la norme NF DTU 39 P1-2.

4. Conditions générales de conception

4.1. Généralités

Les façades à clameaux devront satisfaire aux exigences des normes NF EN 13830 et NF DTU 33.1 qui définissent les spécifications et méthodes de détermination du point de vue de la résistance mécanique, de la résistance aux chocs, de la sécurité et de l'habitabilité.

Les jeux fonctionnels consécutifs au mode de maintien des remplissages par clameaux rendent cette famille de façade légère particulièrement sensible aux déformations de l'ossature secondaire et aux tolérances de fabrication et de mise en œuvre.

En conséquence, la faisabilité d'une façade « à clameaux » passe par la prise en considération dès la conception des tâches incombant à chacun des intervenants, à savoir :

- La Maîtrise d'Œuvre devra veiller en particulier à la compatibilité de la façade « à clameaux » avec la structure (mouvement différentiel, déformation, dilatation thermique, joint de dilatation, etc.) et à l'accessibilité de l'ouvrage lors de la mise en œuvre initiale et des interventions ultérieures (maintenance, réparation, etc.).
- Le concepteur de la façade « à clameaux » devra définir la capacité du système à absorber les déformations de l'ossature porteuse, les flèches de traverses et les tolérances de fabrication et de mise en œuvre.

La conception d'une façade « à clameaux » doit commencer par l'adaptation des caractéristiques de l'ossature et des déformations prévisibles :

- sous charge permanente ;
- sous charge d'exploitation ;
- sous charges climatiques (vent, neige, effet de la température) ;
- sous charges dues au séisme, le cas échéant ;
- tassement différentiel d'appui prévisible ;
- mouvement différé par exemple fluage pour une structure en béton ou en bois.

Cette analyse doit permettre de s'assurer de la compatibilité entre les déformations de l'ossature et celles admises par le système de façade « à clameaux ».

4.1.1. Jeux nominaux

Les jeux nominaux sont définis par la position théorique du clameau dans le système de scellement du vitrage isolant ou bien dans la cavité du cadre dans le cas d'un remplissage opaque. Les définitions de ces jeux sont données en Figure 2.

Pour un système de façade « à clameaux » les vitrages sont supportés en partie basse. Chaque remplissage est généralement maintenu par des clameaux dont le positionnement sur les bords verticaux et horizontaux permet

un jeu vertical et un jeu horizontal. La prise en feuillure du vitrage à clameaux et le jeu vertical/horizontal minimum à vérifier lors de la mise en œuvre sont définis dans le tableau ci-après :

	Demi-périmètre		
	$p \leq 5 \text{ m}$	$5 \text{ m} < p \leq 7 \text{ m}$	$> 7 \text{ m}$
Prise en feuillure (P_{fmin})	6 mm	8 mm	10 mm
Jeu périphérique (J_{pmin})	2 mm	3 mm	4 mm
Hsc (voir § 4.2.1.1)	$\geq 6 \text{ mm}$	$\geq 6 \text{ mm}$	$\geq 6 \text{ mm}$

Tableau 2 – Valeurs minimales P_f et J_p à respecter lors de la mise en œuvre de la façade « à clameaux »

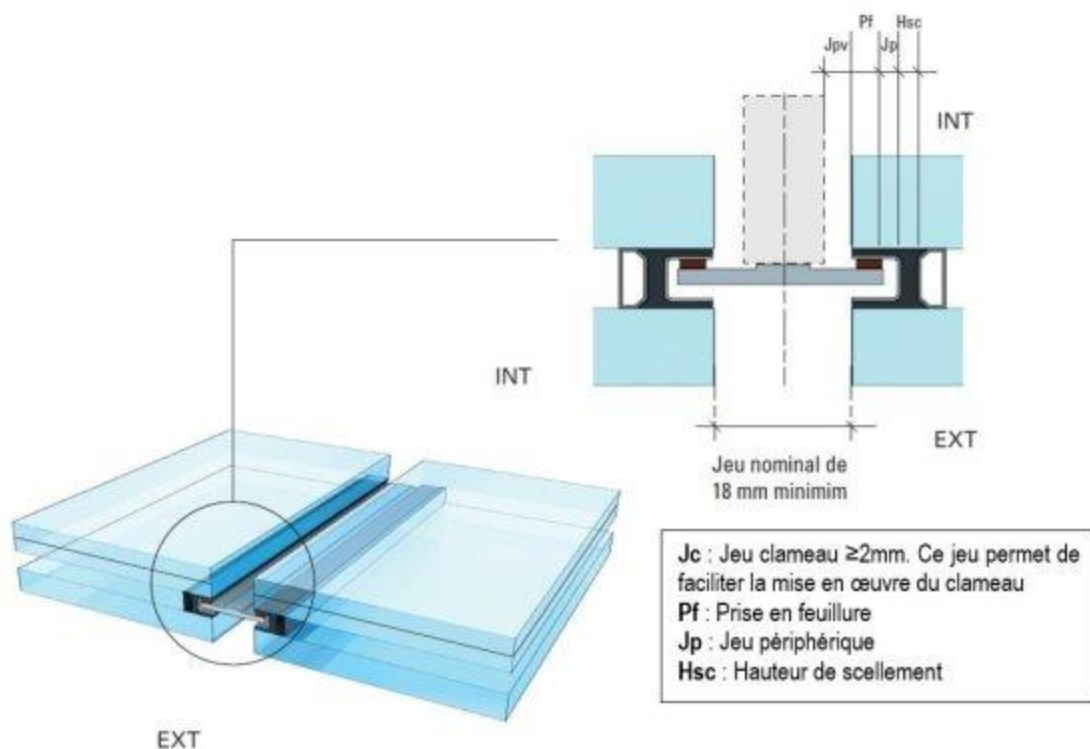


Figure 2.a – Exemple de définition des valeurs minimales pour les vitrages isolants, coupe horizontale

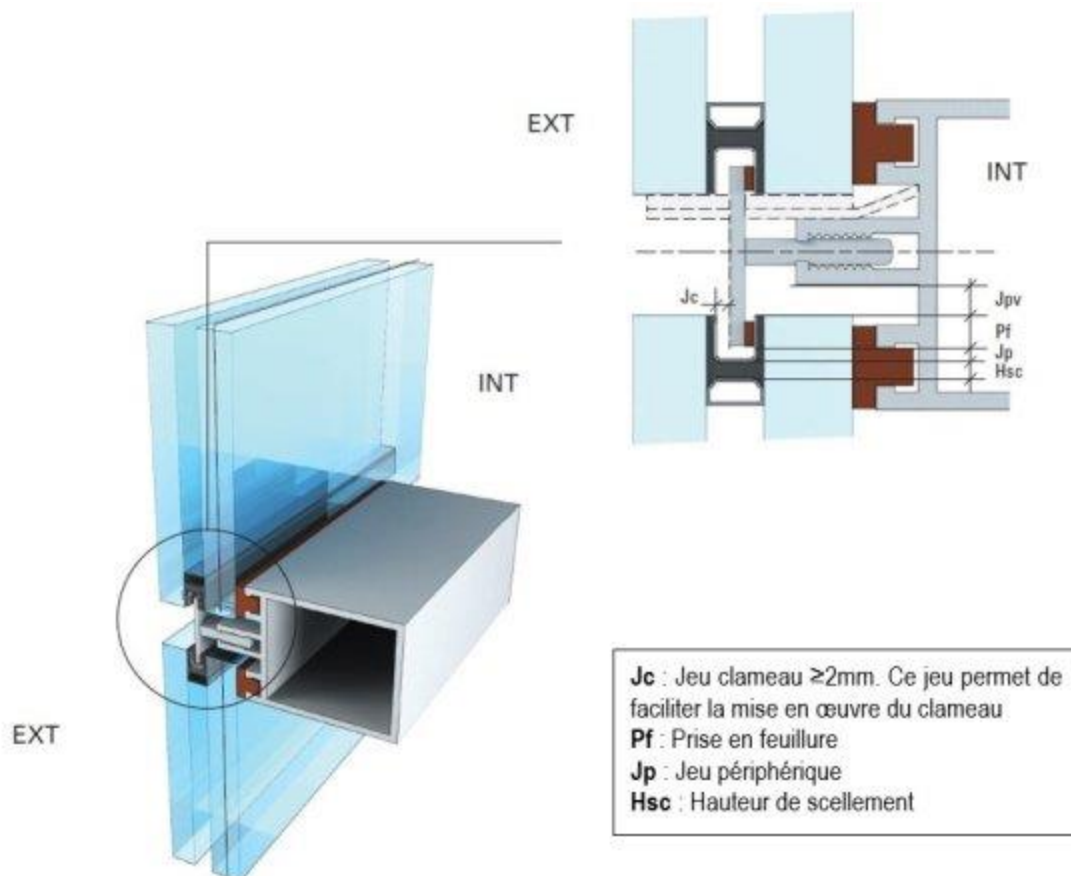


Figure 2.b – Exemple de définition des valeurs minimales pour les vitrages isolants, coupe verticale

4.1.2. Prise en compte des tolérances de fabrication des composants et d'implantation de l'ossature

La liste ci-dessous référence l'ensemble des écarts dimensionnels dus à la fabrication et au positionnement des éléments (vitrages, clameaux et ossature) à considérer. Les valeurs admissibles sont données dans les Avis Techniques.

4.1.2.1. Tolérances de fabrication sur le remplissage

- Tolérance sur les dimensions des remplissages.
- Les tolérances par rapport à la géométrie théorique du remplissage :
 - de dimensions ;
 - d'angles (faux équerrage...);
 - d'épaisseur ;
- Tolérances dans le cas des remplissages intégrant un profilé « U » :
 - de la position du profil de réception dans le joint de scellement ;
 - d'alignement des profils de réception ponctuels assurant la co-planéité des clameaux.

Ces tolérances sont généralement fournies par le fabricant du vitrage isolant, du panneau EdR, etc.

4.1.2.2. Tolérances de fabrication de l'ossature

À défaut de justification particulière des moyens de fabrication examinée et validée dans les cadre des évaluations techniques, une tolérance minimale de +/- 1 mm incluant les usinages et l'assemblage des profilés est à prendre en compte.

4.1.2.3. Tolérances d'implantation de l'ossature

Les tolérances d'implantation de l'ossature comprennent :

- Tolérances d'entraxe de montants et des traverses.
- Tolérances de positionnement par rapport au plan de référence.

Les tolérances de mise en œuvre de l'ossature peuvent être considérées généralement de $\pm 2,5$ mm selon le paragraphe 7.2.2 de la norme NF DTU 33.1 P1-1. Toute autre disposition particulière est à justifier et doit être examinée dans le cadre des évaluations techniques.

4.1.2.4. Tolérances d'implantation des clameaux

Les tolérances de positionnement des clameaux par rapport à leur implantation sur les profils et à leur entraxe sont à prendre en compte.

Le concepteur doit définir la tolérance dans l'entraxe des clameaux avec un maximum de ± 1 mm.

La tolérance de positionnement dans le profil de réception doit être prise en compte dans la détermination de Jp. À défaut d'une justification particulière, une valeur de $\pm 0,5$ mm devra être considérée.

4.1.3. Les jeux de montage

Compte tenu de l'inventaire des tolérances ci-dessus, les jeux de montage doivent être repartis sur les différents composants du système afin de permettre une mise en œuvre correcte. Cela concerne :

- Dans le plan de la façade : l'absorption des tolérances d'implantation de l'ossature par le positionnement du clameau et/ou du jeux périphérique disponible.
- Hors plan de façade : l'absorption des tolérances de fabrication des vitrages par un jeu de prise en feuillure et une compression du joint intérieur d'étanchéité et/ou le réglage en profondeur de la fixation du clameau.

Pour pallier les risques de desserrage des fixations clameaux sous les effets des sollicitations, celles-ci devront être immobilisées en rotation par tous moyens adéquats (par exemple : blocage géométrique, double fixation, ..., etc.) et dont la faisabilité aura été vérifiée.

4.1.4. Les jeux fonctionnels

Les jeux fonctionnels prévus au niveau des clameaux doivent permettre l'absorption des déformations prévisibles de l'ossature secondaire, des flèches de l'ossature primaire intervenant après pose et réglage de la façade et des dilatations thermiques différentielles de l'ossature secondaire.

Une attention particulière doit être portée sur les points singuliers de la conception du système, par exemple la présence des pièces de support de vitrages en feuillure basse, têtes de vis, dispositifs de sécurité, autres. Les jeux disponibles doivent tenir compte de ces éléments prévus aux droits des feuillures de remplissages.

Le concepteur doit définir les déplacements maximaux de l'ossature support que son système façade est en capacité de reprendre en fonction des jeux fonctionnels. Celui-ci se réalise en trois étapes.

1^{ère} étape : Le système de façade à clameaux doit être défini au minimum par :

- Type d'éclissage de l'ossature secondaire :
 - Les montants sont éclissés par une liaison fixe :

Les montants sont fixés à l'ossature primaire sur un seul niveau pour la reprise de poids (reprise des efforts verticaux et horizontaux). Les autres liaisons entre le montant et le plancher se réalisent par des liaisons glissantes (par exemple des trous oblongs ou autres). Ces liaisons doivent être suffisamment dimensionnées pour reprendre les déformations différentielles entre niveaux.

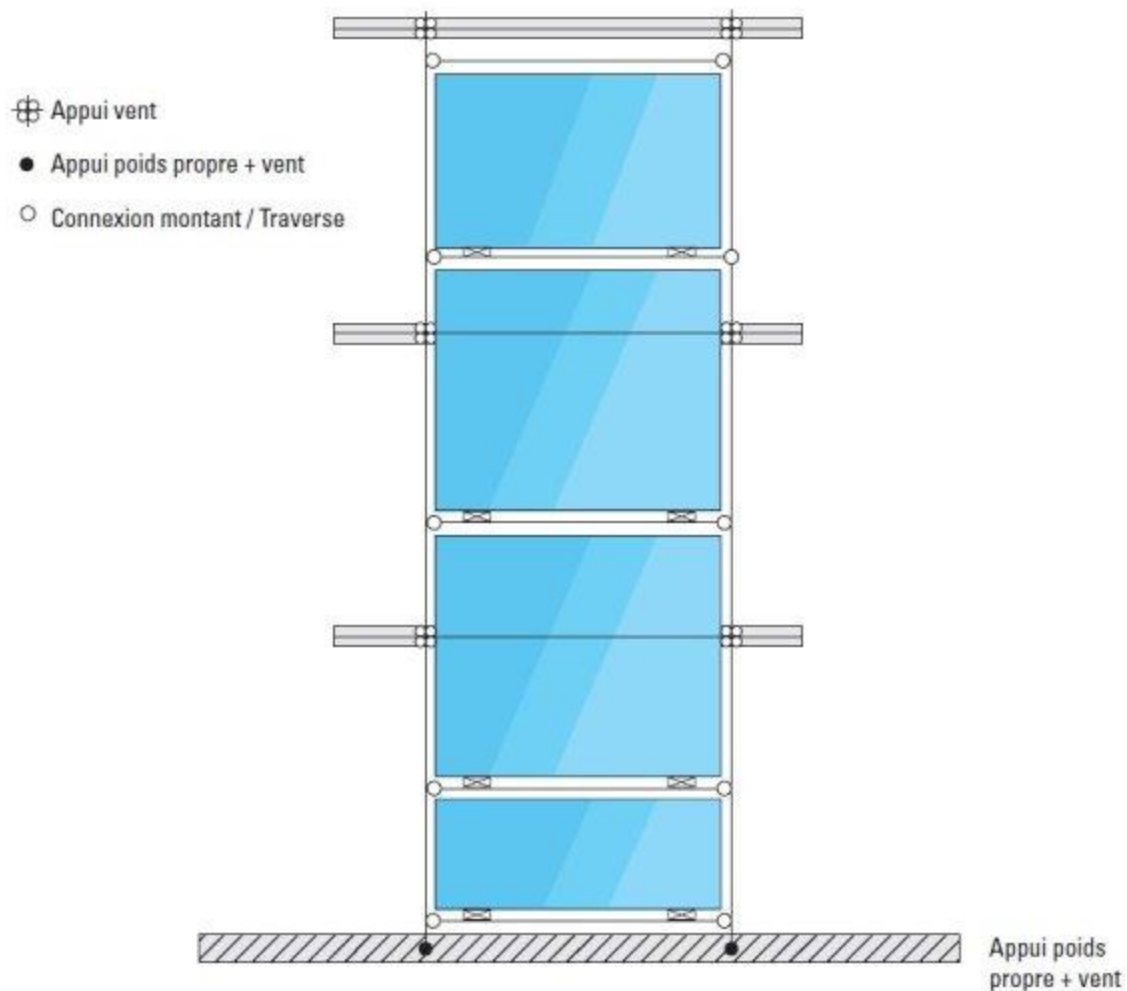


Figure 3 – Configuration de façade à clameau avec des montants éclissés par des liaisons fixes

○ Les montants sont éclissés par une liaison dilatante :
 Ils sont fixés à l'ossature primaire pour une reprise de poids (reprise de efforts verticaux et horizontaux) sur chaque longueur de montant. À l'autre extrémité du montant des reprises dilatantes permettent de reprendre les déformations différentielles entre planchers.

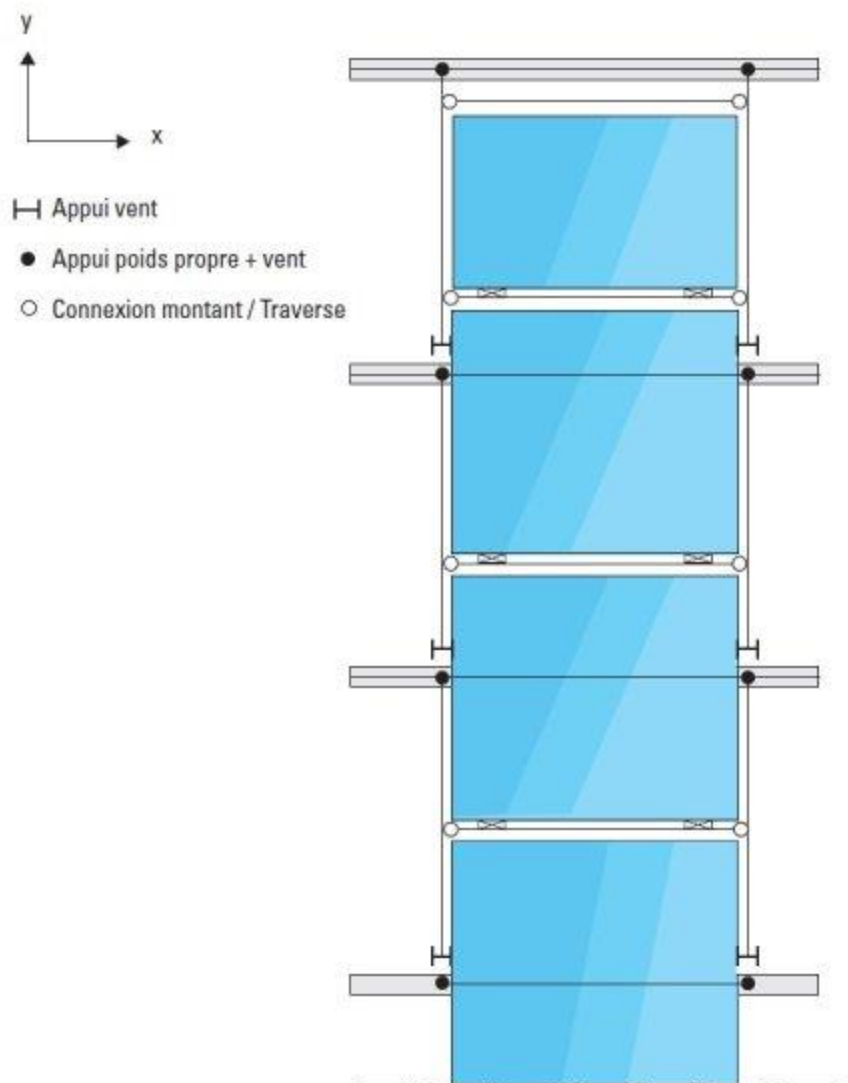


Figure 4 – Configuration de façade à clameau avec des montants éclissés par des liaisons dilatantes

- Type de calage du vitrage. Le calage d'assise (C1) doit assurer la transmission du poids du vitrage à l'ossature secondaire. Le poids du vitrage repose en tout moment sur deux cales situées en traverse basse. Le calage périphérique (C3 et C3S) évite un contact éventuel entre vitrage et les montants ou clameaux lors des déformations de l'ossature primaire.

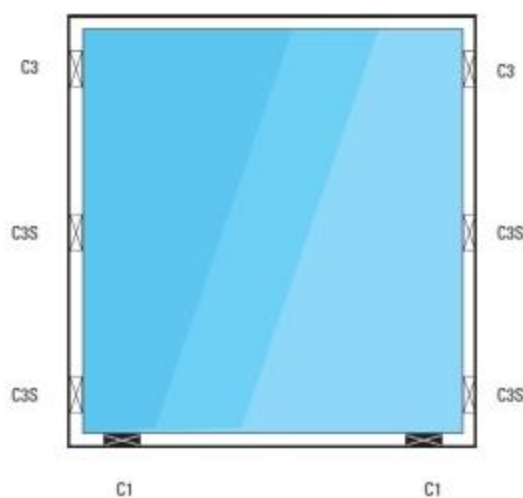


Figure 5 – Calage du vitrage selon la norme NF DTU 39 P1-1

- Les tolérances (cf. § 4.1.2) à prendre en compte :
 - Fabrication du remplissage (cf. § 4.1.2.1) : les tolérances doivent être déclarées par le fabricant.
 - T_{vB+} : tolérance positive sur la largeur du vitrage
 - T_{vB-} : tolérance négative sur la largeur du vitrage
 - T_{vH+} : tolérance positive sur la hauteur du vitrage
 - T_{vH-} : tolérance négative sur la hauteur du vitrage
 - Tolérances de fabrication et de mise en œuvre de l'ossature secondaire : T_{m+} (tolérance positive) et T_{m-} (tolérance négative).
 - Fabrication de l'ossature secondaire (cf. § 4.1.2.2). Tolérances habituelles de ± 1 mm.
 - Mise en œuvre (cf. § 4.1.2.3) : une mise en œuvre dans les règles de l'art permet de considérer une valeur de $\pm 2,5$ mm.

Les valeurs de déplacements maximaux à déclarer pour le système de façade à clameaux sont généralement, et sauf cas particulier :

δ1 : déplacement différentiel maximal entre 2 montants.

δ2 : déplacement différentiel maximal entre 2 niveaux de l'ossature primaire.

F1 : Flèche maximale de la traverse avec un poids de remplissage repart sur 2 cales.

F2 : Flèche maximale de la traverse avec un poids de remplissage en appui sur une seule cale.

2^{ème} étape : Détermination de la prise en feuillure (Pf) et du jeu périphérique (Jp)

Dans le plan de la façade deux cas de figure doivent être analysés :

1. Respect de la prise en feuillure (Pf) du système de façade à clameaux afin d'éviter un risque d'échappement du clameau.
 - a. Au droit du montant, la prise en feuillure (Pf) est déterminée par la prise en feuillure minimale (P_{fmin}), les tolérances cumulées et le déplacement horizontal provoqué par la déformation de l'ossature primaire entre deux montants consécutifs (Δx).

$$Pf = P_{fmin} + (T_{m+}) + (T_{vB-})/2 + \Delta x$$
 - b. Au droit de la traverse, la prise en feuillure (Pf) est déterminée par la prise en feuillure minimale (P_{fmin}), les tolérances cumulées ainsi que le déplacement vertical provoqué par la déformation de la traverse (Δy) (liées à la flexion de traverse et à la déformation de l'ossature).

$$Pf = P_{fmin} + (T_{m+}) + (T_{vH-}) + \Delta y$$
2. Respect du jeu périphérique (Jp) afin d'éviter un point de contact soit de la feuillure du remplissage avec le montant, soit du clameau avec le profil U
 - a. Au droit du montant, le jeu périphérique (Jp) est déterminé par le jeu périphérique minimal (J_{pmin}), les tolérances cumulées de mise en œuvre et de fabrication du vitrage et le déplacement horizontal provoqué par la déformation de l'ossature primaire entre deux montants consécutifs (Δx).

$$Jp = J_{pmin} + (T_{m-}) + (T_{vB+})/2 + \Delta x$$

Avec une valeur de J_{pmin} minimale de 1 mm

Également, il est possible de déterminer de la même manière le jeu disponible entre la feuillure du remplissage et le montant, J_{pv}

$$Jpv = J_{pvmin} + (T_{m-}) + (T_{vB+})/2 + \Delta x$$

Avec une valeur de J_{pvmin} minimale de 1 mm.
 - b. Au droit de la traverse le jeu périphérique (Jp) est déterminé par le jeu périphérique minimal (J_{pmin}), les tolérances cumulées de mise en œuvre et de fabrication du vitrage et le déplacement vertical provoqué par la déformation de l'ossature primaire et la traverse (Δy).

$$Jp = J_{pmin} + (T_{m-}) + (T_{vH+}) + \Delta y$$

Avec une valeur de J_{pmin} minimale de 1 mm.

Également, il est possible de déterminer de la même manière le jeu disponible entre la feuillure du remplissage et la traverse (Δy).

$$J_{pv} = J_{pv \text{ min}} + (T_{m-}) + (T_{vH+}) + \Delta y$$

Avec une valeur de $J_{pv \text{ min}}$ minimale de 1 mm

3^{ème} étape : Détermination des déplacements Δx et Δy

La détermination des déplacements Δx et Δy se fait en prenant compte la configuration du système façade à clameau déterminée lors de la 1^{ère} étape : éclissage par liaison fixe ou bien liaison dilatante

- Système de façade avec éclissage par liaison fixe

Les montants de la façade reposent ou sont suspendus sur un même plancher, les montants sont éclissés avec une liaison fixe et sont assemblés aux autres planchers par une liaison glissante verticalement (trous oblongs par exemple).

La flèche du niveau sur lequel se réalise la reprise de poids induit un déplacement vertical différentiel entre deux montants $\delta 1$.

1. Pour les systèmes dont les cales périphériques C3 sont positionnés en pied de remplissage, le déplacement Δx sera égal au déplacement en tête du remplissage du fait de sa rotation suite à un déplacement différentiel entre deux montants défini par la relation : $(H / B) * \delta 1$
Le déplacement $\Delta y = 0$ en extrémité de la traverse et $\Delta y = F1$ au milieu de la traverse.

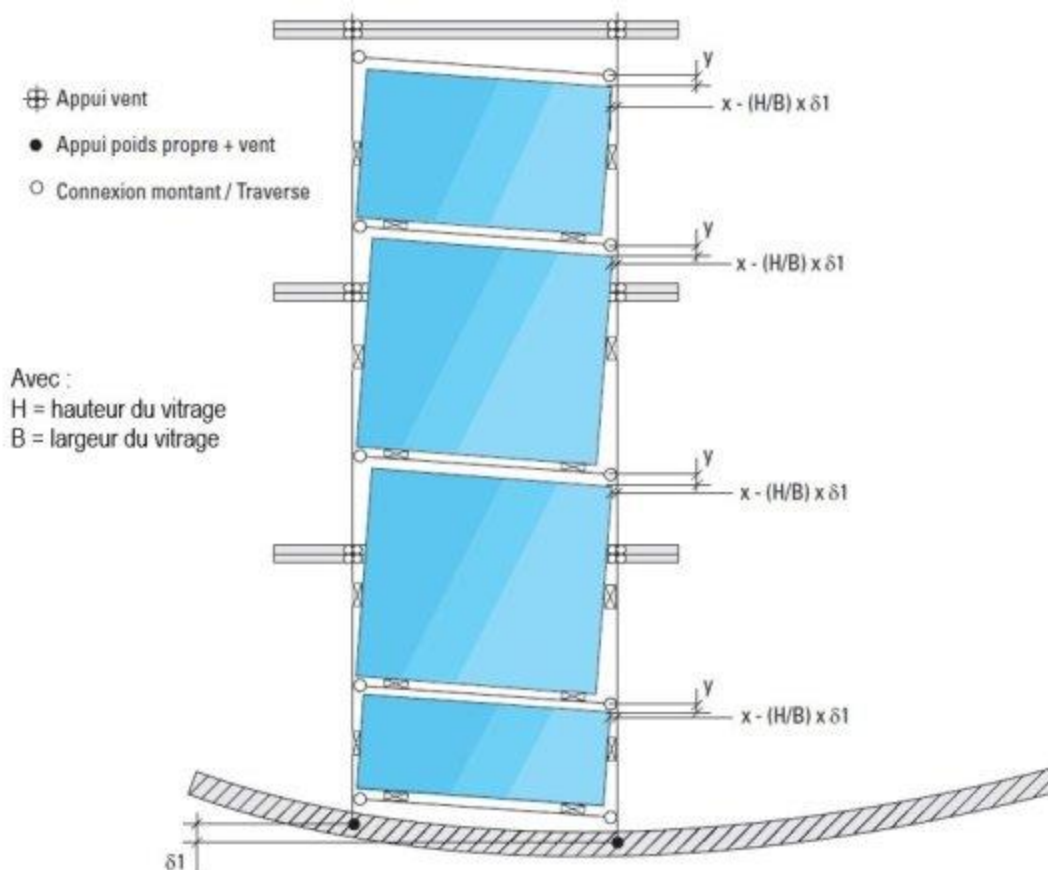


Figure 6 – Déplacement Δx pour un calage périphérique C3 positionné en partie basse du vitrage en partie basse dans un système de façade avec éclissage par liaison fixe

2. Pour les systèmes dont les cales périphériques C3 sont positionnés en tête de remplissage, le déplacement $\Delta x = 0$ et $\Delta y = \delta 1$ en extrémité de traverse et $\Delta y = \delta 1/2 + F2$ au milieu de la traverse. Le poids du vitrage est repris par une seule cale et son support. En conséquence ces éléments ainsi que la connexion montant/traverse devront être dimensionnés tenant compte de ce poids.

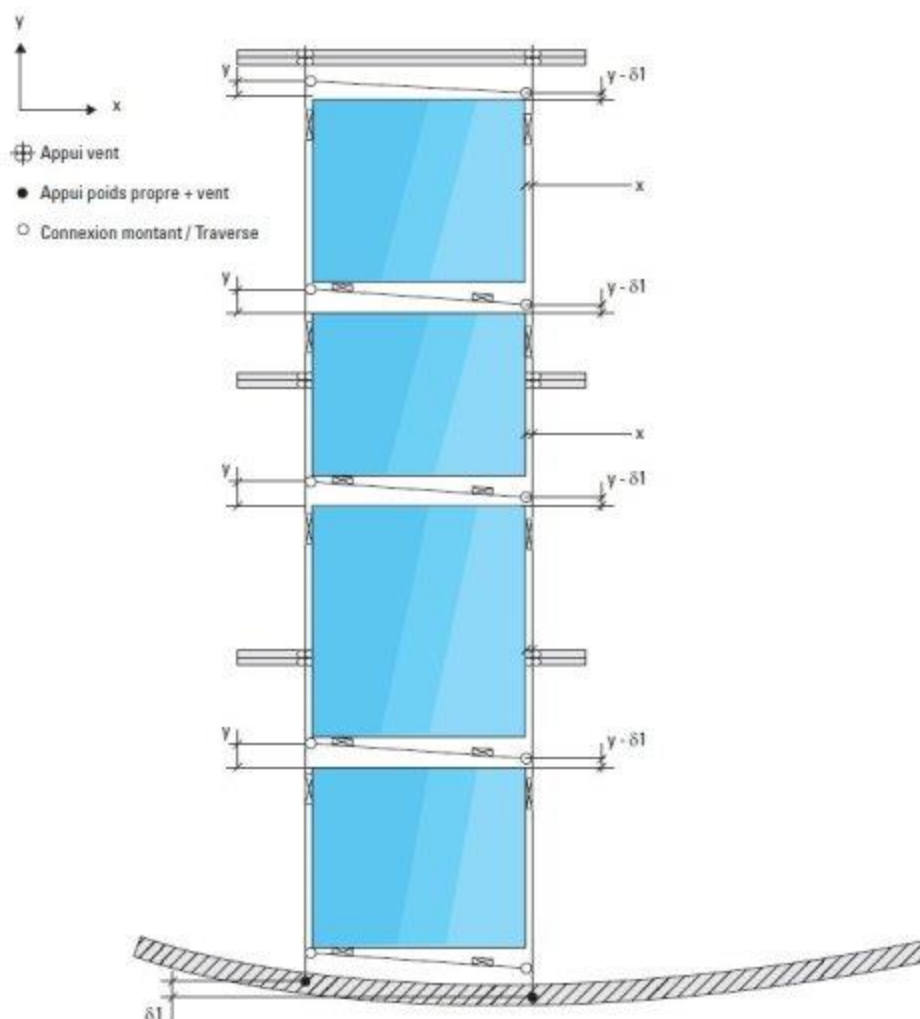


Figure 7– Détermination de Δy pour un calage périphérique C3 positionné en partie haute du vitrage dans un système de façade avec éclissage par liaison fixe ($\Delta x=0$)

- Système de façade avec éclissage par liaison dilatante

Les montants de la façade reposent ou sont suspendus sur un même plancher, les montants sont éclissés avec une liaison fixe et sont assemblés aux autres planchers par une liaison glissante verticalement (trous oblongs par exemple). Ce type de conception de façade n'est pas nécessairement judicieuse pour des systèmes de façade à clameaux.

Pour les façades dont les montants sont éclissés avec des liaisons glissantes, le déplacement différentiel entre 2 niveaux est pris en compte. La continuité entre profilés est assurée par des liaisons montant/plancher à chaque niveau assurant la reprise du poids et le déplacement entre deux niveaux. Par ailleurs, la flèche $\delta 2$ du niveau sur lequel se réalise la reprise de poids induit un déplacement vertical différentiel entre deux montants $\delta 1$. Les déplacements les plus défavorables à prendre en compte sont liés au type de calage du remplissage :

1. Pour les systèmes dont les cales périphériques C3 sont positionnés en pied de remplissage (voir Figure 8), le déplacement Δx sera égal au déplacement en tête du remplissage du fait de sa rotation suite à un

déplacement différentiel entre deux montants et est défini par la relation : $(H / B) * \delta 1$

Il convient également de vérifier l'agrandissement maximum du jeu au niveau des traverses dont le remplissage se trouve entre le niveau déformé et le niveau supérieur :

- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2$, $\Delta y = \delta 2$
- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2 - \delta 1$, $\Delta y = \delta 2 - \delta 1$
- Au milieu de la traverse, $\Delta y = \delta 2 - \delta 1 / 2 - F1$

Et la réduction maximale du jeu au niveau des traverses dont le remplissage se trouve entre le niveau déformé et le niveau inférieur :

- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2$, $\Delta y = -\delta 2$
- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2 - \delta 1$, $\Delta y = -\delta 2 + \delta 1$
- Au milieu de la traverse, $\Delta y = -\delta 2 + \delta 1 / 2 - F1$.

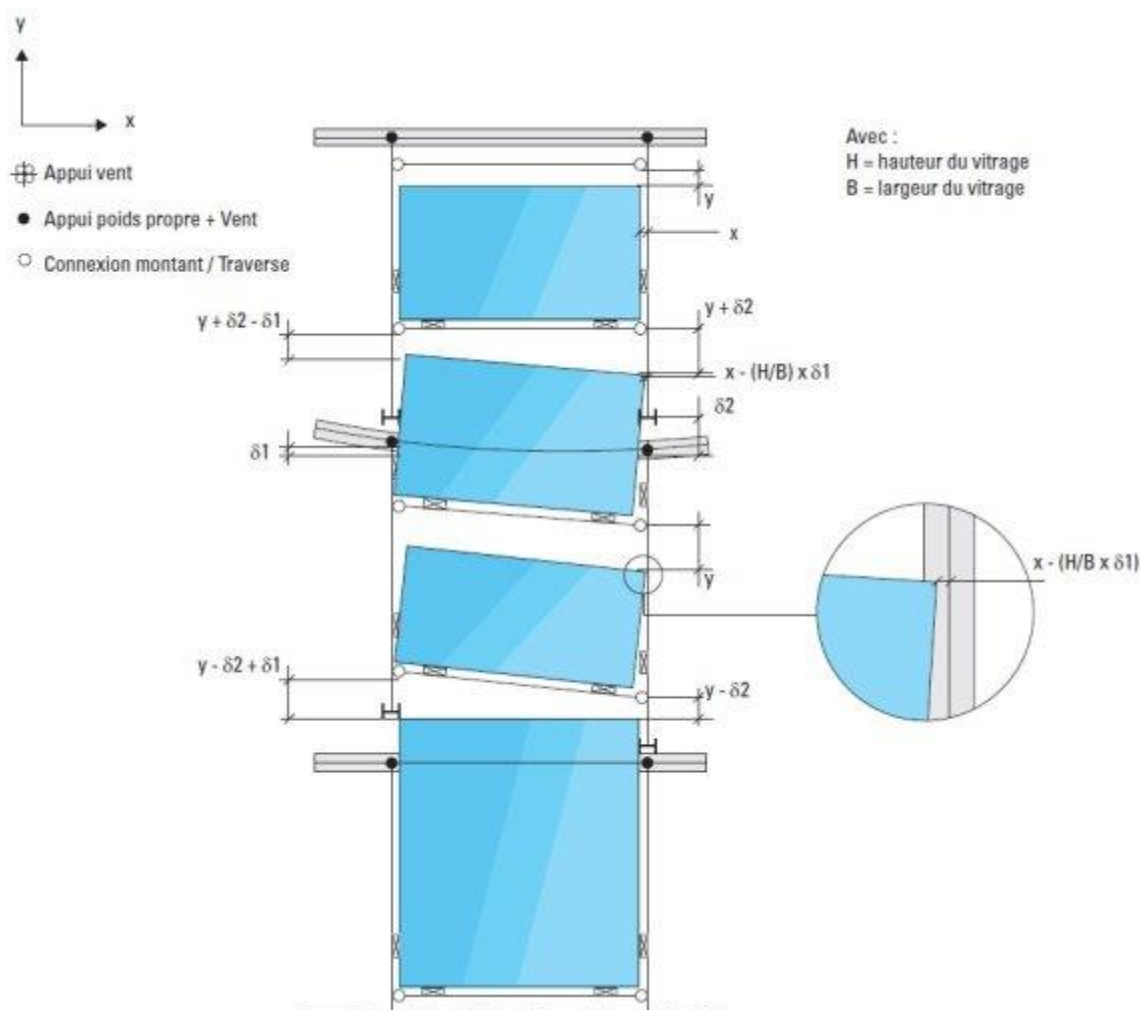


Figure 8 – Détermination de Δx et Δy pour un calage périphérique C3 positionné en partie basse du vitrage et un système d'éclissage des montants par liaison dilatante

2. Pour les façades dont les cales périphériques C3 sont positionnés en tête de remplissage $\Delta x = 0$ (voir Figure 9).

Pour l'agrandissement maximal du jeu au niveau des traverses dont le remplissage se trouve entre le niveau déformé et le niveau supérieur :

- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2$, $\Delta y = \delta 2 - \delta 1$
- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2 - \delta 1$, $\Delta y = \delta 2 - \delta 1$
- Au milieu de la traverse, $\Delta y = \delta 2 - \delta 1 - F1$

Quant à la réduction maximale du jeu au niveau des traverses dont le remplissage se trouve entre le niveau déformé et le niveau inférieur :

- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2$, $\Delta y = -\delta 2$
- Au droit du montant avec un déplacement égal à $\delta 2 - \delta 1$, $\Delta y = -\delta 2 + \delta 1$

- Au milieu de la traverse, $\Delta y = -\delta 2 + \delta 1/2 - F2$

Nota 5 : le poids du vitrage est repris par une seule cale et son support. En conséquence ces éléments ainsi que la connexion montant/traverse devront être dimensionnés tenant compte de ce poids.

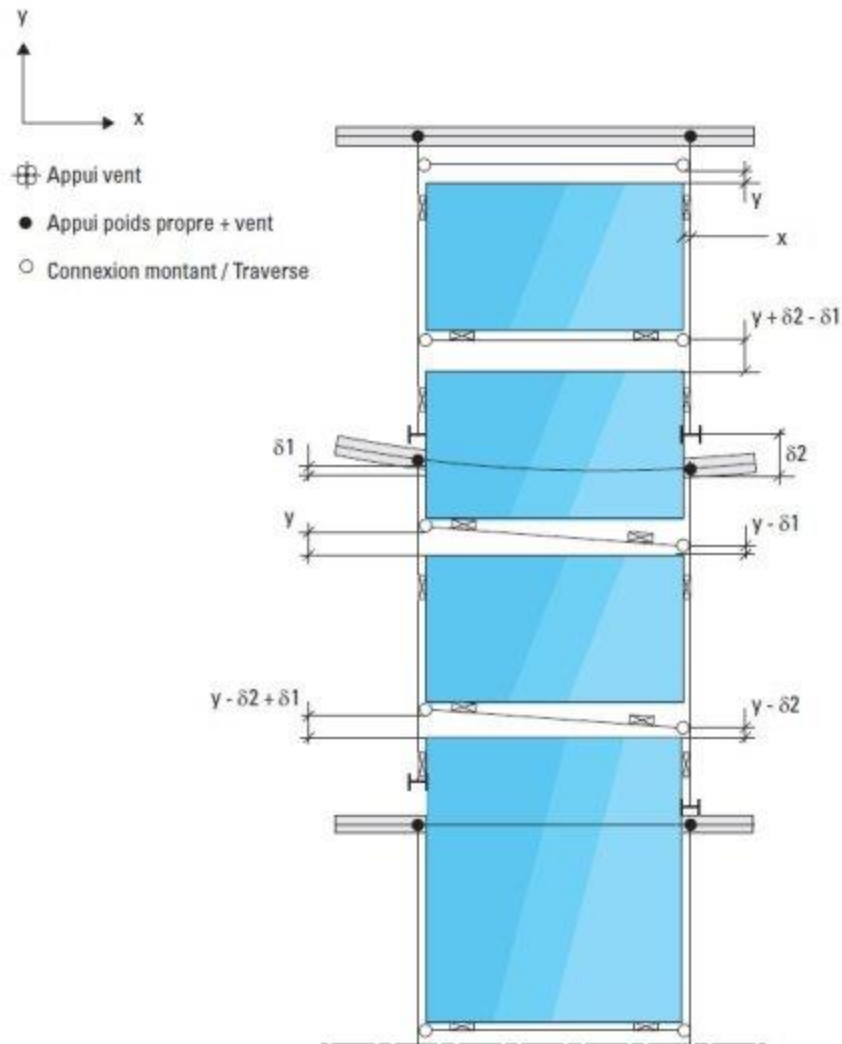


Figure 9 – Détermination de Δy pour un vitrage calé en tête et un système d'éclissage des montants par liaison dilatante

Hors plan de la façade, il est nécessaire de vérifier le positionnement du clameau dans le cas le plus défavorable de cumul de tolérances de fabrication du vitrage (tolérances d'épaisseur du vitrage : T_{vE}) et de mise en œuvre de l'ossature secondaire (l'écart entre le positionnement de deux traverses consécutives).

Le jeu du clameau (J_c) et la compression des joints intérieurs doivent être suffisants pour s'assurer que le clameau rentre correctement dans le profil U et que le vitrage intérieur est correctement maintenu.

4.2. Règles relatives à la sécurité

4.2.1. Stabilité – Dimensionnement

Comme pour toute façade rideau, la façade à clameaux ne doit pas participer à la stabilité des bâtiments laquelle incombe à l'ossature de ces derniers.

La stabilité propre de la façade sous les sollicitations climatiques et sous le poids propre des vitrages peut être convenablement assurée dans le cadre des justifications apportées, conformément aux normes NF DTU 33.1 et NF EN 13830.

4.2.1.1. Vitrages

Lorsque les clameaux ont un entraxe égal ou inférieur à 300 mm, et que le vitrage clamé (en général le composant intérieur) a une épaisseur de 6 mm pour les vitrages monolithiques ou une composition de 44.2 pour les vitrages feuilletés, les vitrages peuvent être considérés sur appuis linéaires continus. Dans ce cas, les épaisseurs de vitrages et les sections de mastic de scellement (dans le cas d'une hauteur mesurée entre le dos de l'espaceur et le fond du profilé de réception) peuvent être calculées avec les méthodes du Cahier du CSTB n°3488_V2 ou bien selon la norme NF EN 16612 complétée par la norme FDI P 78-468.

Si l'entraxe des clameaux est supérieur à 300 mm, les effets des concentrations de contraintes générées sur les vitrages et sur le mastic de scellement doivent être évalués. Dans ce cas, la méthode de calcul est détaillée par le demandeur et fait l'objet d'une vérification initiale par un organisme tiers indépendant.

4.2.1.2. Clameaux

Concernant la pièce à clamer, il convient de différencier les clameaux symétriques (un verre de part et d'autre) et les clameaux non symétriques.

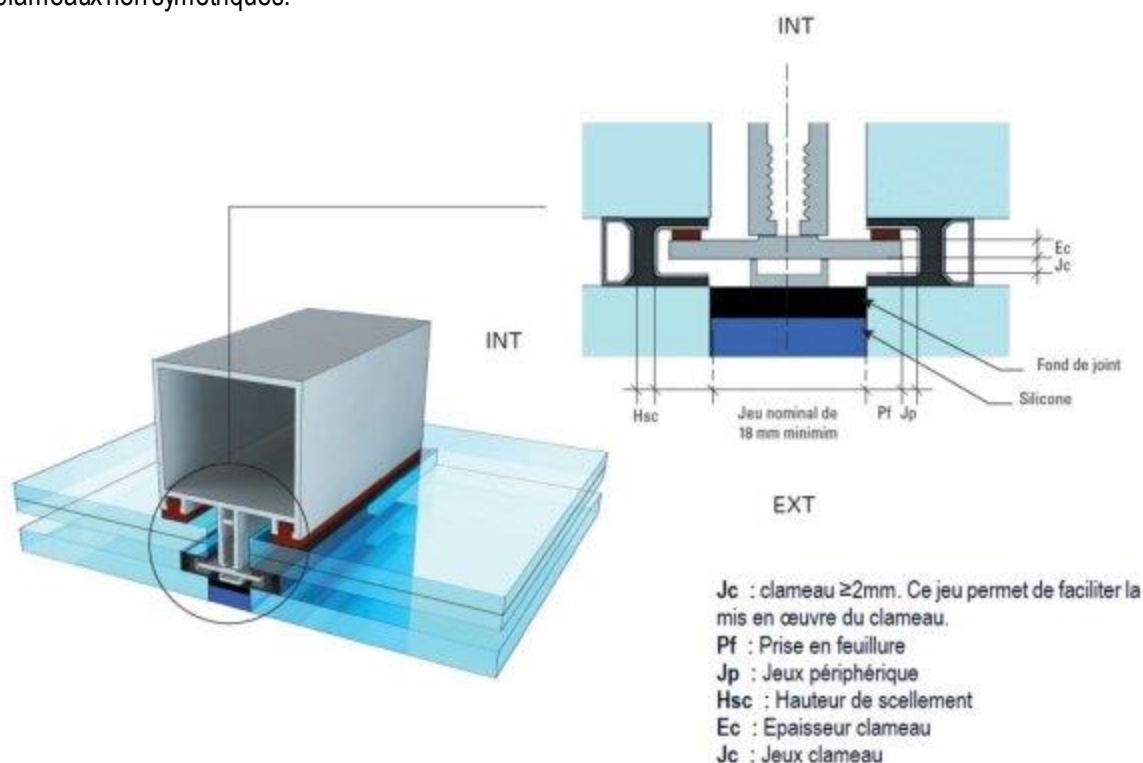


Figure 10 – Exemple de clameau symétrique

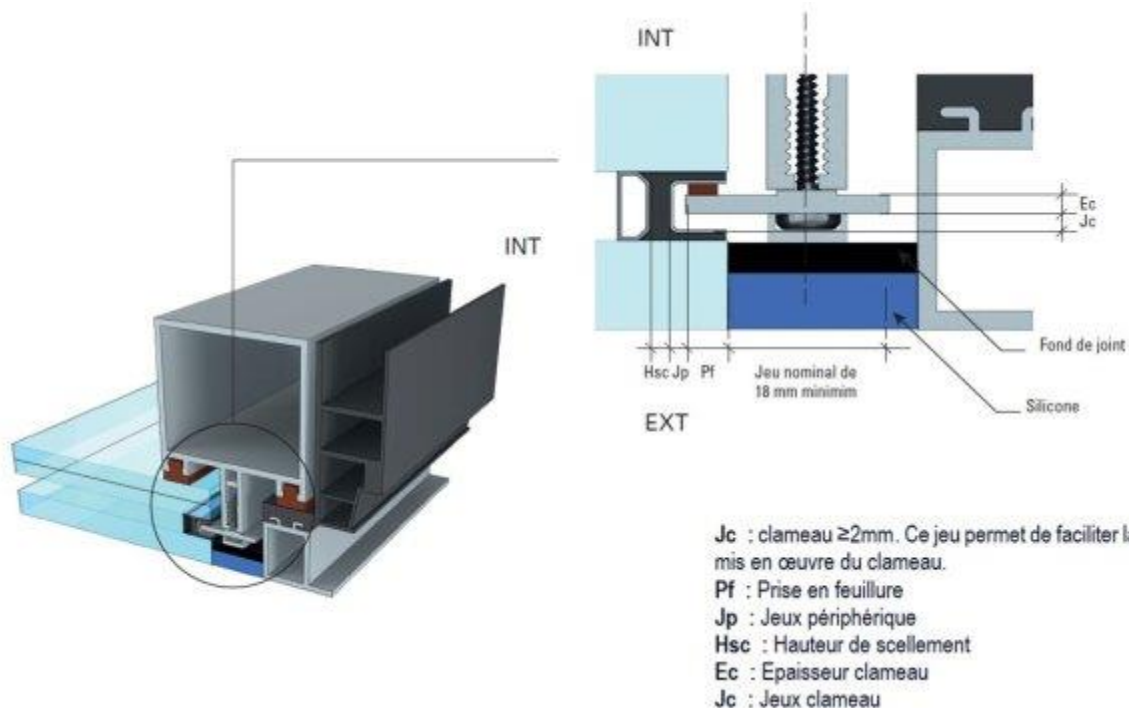


Figure 11 – Exemple de clameau non-symétrique

Le mode de fixation et la tenue mécanique de la vis dans le canal à visser sont à justifier par essai pour chaque type de support et chaque type de vis avec son couple de serrage associé conformément à la norme NF EN 17490. La procédure d'essai est décrite dans l'Annexe A du présent document en fonction du type de clameau.

Commentaire 4 : la mise en œuvre des clameaux, notamment lors du serrage, ne doit créer ni contrainte localisée dans les produits verriers, ni entrave à l'expression des mouvements différentiels et doit permettre d'assurer la continuité de l'étanchéité.

4.2.2. Sécurité des usagers

4.2.2.1. Dispositifs de retenue

Les dispositions de fabrication et de contrôle interne réunies lors de la fabrication du vitrage isolant (voir § 5.2) permettent de considérer le risque de défaillance du joint de scellement comme faible mais ne permettent pas de l'exclure totalement. En conséquence, il convient de prévoir des dispositifs propres à maintenir le vitrage extérieur du vitrage isolant décollé.

Commentaire 5 : si le dispositif de retenue est fixé sur le Profilé de réception de clameau ou profilé « U », l'emploi d'un vitrage trempé intérieur est proscrit.

Pour les vitrages qui ne participent pas à la sécurité des personnes les pièces de retenue ne sont pas obligatoires dans les cas suivants :

- Pour les façades avec aires d'activités AA2 ou AA4 (NF P 08-302), la mise en place n'est pas obligatoire lorsque la rive basse est située à une hauteur inférieure ou égale à 1,50 m et que sa rive haute est située à une hauteur inférieure ou égale à 3,0 m.

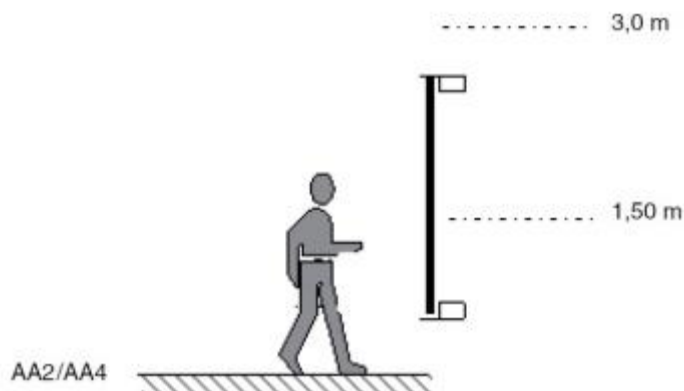


Figure 12.a – Cas dans lequel les pièces de retenue ne sont pas obligatoires

- Pour les façades avec aires d'activités AA1 ou AA3 (NF P 08-302), la mise en place n'est pas obligatoire si la rive haute est située à une hauteur inférieure ou égale à 6 m.

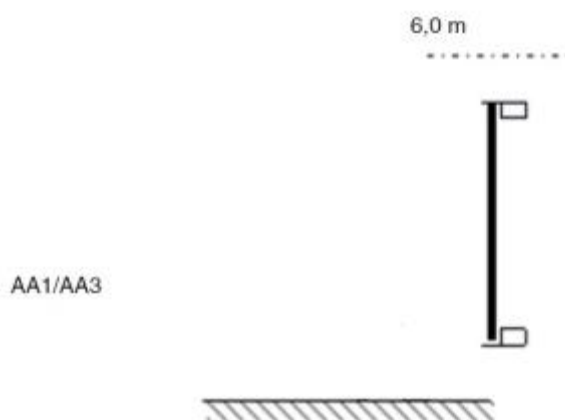


Figure 12.b – Cas dans lequel les pièces de retenue ne sont pas obligatoires

Les dispositifs de retenue sont des pattes disposées sur la face extérieure du vitrage isolant afin de maintenir le composant extérieur en cas de défaillance accidentelle. Ces dispositifs ne doivent créer ni contrainte localisée dans les produits verriers, ni entrave à l'expression des mouvements différentiels et doivent permettre d'assurer la continuité de l'étanchéité.

Les pattes de retenue, doivent prévoir des jeux suffisants entre le vitrage et l'élément métallique afin d'éviter tout contact direct entre ces composants en tenant compte, d'une part, des tolérances dimensionnelles du vitrage, du joint de scellement et, d'autre part, des déformations des vitrages et de la variation d'épaisseur du mastic de scellement sous les effets du vent. Il conviendra de prévoir un jeu nominal minimum de 3 mm ou bien l'interphase d'un élément résilient et souple évitant toute contrainte supplémentaire sur le vitrage.

La hauteur de recouvrement des pattes de retenue sur le verre doit être telle que, compte tenu des tolérances dimensionnelles sur le verre et le cadre, une valeur minimale de 5 mm de recouvrement soit assurée après mise en œuvre.

La résistance des pattes de retenue devra être validée :

- Soit par essai, en vérifiant qu'une application de 20% du vent ELS en dépression réparti sur le nombre de pattes, avec un minimum de 15 kg par patte, ne provoque pas l'échappement du vitrage.
- Soit par calcul, en vérifiant qu'à 20% du vent ELS en dépression réparti sur le nombre de pattes, la limite élastique des pattes de retenue et des fixations n'est pas dépassée.
- Soit par l'essai de choc M50/400 J réalisé avec le vitrage décollé et maintenu uniquement par ses pattes de retenue. Les critères sont l'absence de chute du vitrage (des chutes de morceaux de verre sont admises), et le non-passage du gabarit hexagonal de la NF P01-013.

4.2.2.2. Sécurité aux chutes des personnes

En présence d'un garde-corps répondant aux spécifications des normes NF P 01-012 et NF P 01-013, il n'y a pas d'exigence particulière vis-à-vis de la sécurité aux chutes de personnes dans le vide.

Lorsque les vitrages doivent participer à la sécurité des personnes vis-à-vis du risque de chute, la composition du vitrage doit être conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 39, avec au moins un des composants en verre feuilleté de sécurité répondant aux exigences du FD DTU 39 P5 est positionné :

- Soit côté intérieur, maintenu par les clameaux, les dispositifs de retenue ne participant pas à la sécurité aux chutes des personnes. La résistance au choc de la façade doit être vérifiée expérimentalement selon les modalités d'essai précisées dans l'Annexe B du présent document.
- Soit côté extérieur du vitrage isolant. En complément des essais de choc décrits ci-dessus, un essai de choc M50/400 J est réalisé avec vitrage isolant sans clameaux et maintenu uniquement par les dispositifs de retenue. Si le dispositif de retenue est fixé sur le profilé de réception de clameau ou profilé « U », le mastic de scellement du vitrage isolant est découpé sur sa périphérie entre le vitrage extérieur et le profilé de réception de clameau ou profilé « U ».

Les critères sont l'absence de chute du vitrage (des chutes de morceaux de verre sont admises) et le non-passage du gabarit hexagonal prescrit par la norme NF P 01-013.

4.2.2.3. Risques de blessure

Afin de limiter les risques de blessures, le façonnage des bords du vitrage extérieur est de type JPI, JPP, JAI ou JAP, tel que défini dans la norme NF DTU 39 P1-1.

4.2.3. Sécurité en cas d'incendie

Elle n'est pas mise en cause par l'application du principe de fixation des vitrages par clameaux.

La convenance du point de vue de la sécurité en cas d'incendie d'une façade à clameaux doit être appréciée dans les mêmes conditions que pour une façade légère dans laquelle la fixation des vitrages de même nature est traditionnelle.

Elle doit être examinée, au cas par cas, en fonction des diverses réglementations concernant l'habitation, les établissements recevant du public, les immeubles de grande hauteur, etc.

4.2.4. Sécurité en cas de séisme

La stabilité en cas de séisme est déterminée selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs.

Des essais sismiques (essai d'excitation dans le plan, essai d'excitation perpendiculaire au plan et essai de mise en parallélogramme) sont à réaliser sur une maquette représentative de la façade « à clameaux » selon le principe de l'Annexe 7 du Cahier du CSTB 3725.

Il sera possible de s'affranchir des essais sismiques et d'appliquer les principes de la fiche n°49 SNFA/COPREC/CSTB/CEBTP à condition de respecter un entraxe de clameaux de 300 mm maximal, d'utiliser un remplissage conforme au paragraphe 4 et de justifier la connexion montant/traverse selon le paragraphe 5.

4.3. Règles relatives à la durabilité

4.3.1. Durabilité des vitrages isolants spécifiques des systèmes de façade à clameau

Dans le cas du système I.a (voir Tableau 1), la certification CEKAL « vitrages à clamer – scellement en retrait sur 1 ou 2 bords verticaux » permet de justifier l'aptitude à l'emploi des vitrages isolants.

Les vitrages isolants doivent être conformes à la norme EN 1279 et aux spécifications du Document d'Evaluation Européen 090010-00-0404. C'est-à-dire que le mastic de scellement lorsqu'il joue un rôle structurel doit répondre aux mêmes spécifications que le mastic de collage sur support verre uniquement. En outre, la plage de collage du vitrage isolant doit respecter les prescriptions du paragraphe 3.1 du présent document.

La conformité du mastic de scellement aux exigences du DEE 090010-00-0404 est formellement attestée par le fournisseur, et le mastic de scellement figure dans la liste des "mastics de scellement pour vitrages isolants en Kit-VEC" du label CEKAL.

Pour le reste des systèmes du Tableau 1, il convient de justifier les points ci-dessous (des compléments à cette liste pouvant être nécessaires en fonction du système) :

- La compatibilité des garnitures d'étanchéité avec le produit de scellement des vitrages isolants, les intercalaires des vitrages feuilletés, les cales de vitrage, etc. est à démontrer par la réalisation des essais suivant l'annexe C du cahier 3488 V2.
- La justification initiale par essai (168 cycles avec UV) conformément à l'annexe B du NF DTU 39 P1-2 de la pénétration d'humidité avec $I < 0,1$.
- a. Un suivi par tierce partie de la fabrication des vitrages à clamer avec un essai annuel de pénétration à l'humidité 168 cycles sans UV.

En complément pour les systèmes II, III et IV, il sera nécessaire de vérifier en outre :

- b. La compatibilité du produit de scellement des vitrages isolants avec le profilé recevant les clameaux. L'aptitude du collage VEC est à justifier par essais suivant le DEE 090010-00-0404 du mastic sur les profilés insérés ou collés au vitrage.
- La durabilité du système (barrière d'étanchéité, profilé U, vitrages, etc.) soumis aux sollicitations mécaniques (en particulier provoquées par la pression des clameaux) ou aux sollicitations de l'environnement.
- Afin de justifier cette durabilité, une approche au cas par cas est à réaliser soit par calcul aux éléments finis soit par la réalisation d'essais spécifiques avec une méthodologie adaptée au système. L'effort utilisé doit être représentatif des efforts de vent en dépression reçus par le profilé.

4.3.1.1. Calage d'assise des vitrages

Les cales d'assise décrites au § 3.5 doivent intéresser tous les composants des vitrages, être positionnées selon les règles définies dans la norme NF DTU 39 P1-1 et être dimensionnées selon la formule suivante : $L = 10 S$

L = longueur de la cale en mm,

S = surface du vitrage en m^2 .

Il est admis que le composant extérieur d'un vitrage feuilleté ou d'un vitrage isolant ne soit calé que sur la moitié de son épaisseur à condition que :

- La largeur d'appui effective du vitrage sur la cale soit au moins égale à 3 mm.
- Lorsque le calfeutrement entre vitrage est réalisé par mastic, pour permettre la réalisation d'une étanchéité périphérique au droit de cales d'au moins 3 mm, cela implique une épaisseur minimale de 6 mm pour le composant verrier extérieur.
- La longueur de la cale soit doublée pour tenir compte de la contrainte de compression résultante, sauf justification particulière par calcul selon la méthode du paragraphe 6.3.2 de la norme XP P 20-650-1.

En outre, il conviendra de tenir compte des points ci-dessous :

- Les cales ne doivent pas constituer d'entrave au fonctionnement correct du drainage.
- Les supports de cale d'assise doivent avoir une rigidité suffisante pour que sous le poids du verre, le déplacement relatif des deux composants d'un vitrage isolant soit inférieur à 0,5 mm. Ce déplacement relatif peut être déterminé par essai selon la norme NF EN 17146 ou par calcul.

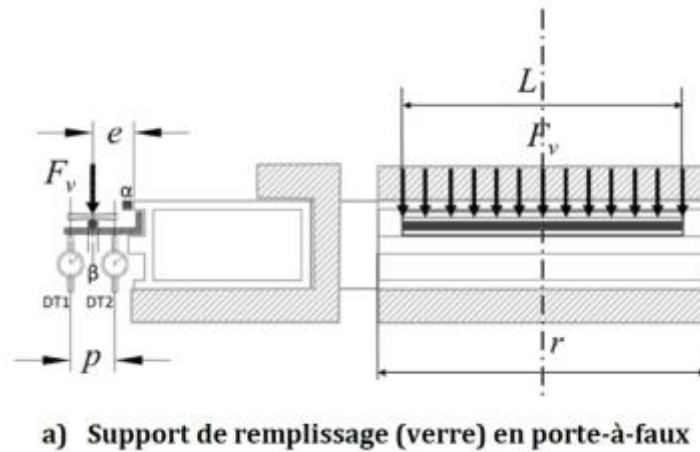


Figure 13 – Dispositif pour mesurer les déplacements d'une cale suite à l'application d'une charge F_v

- Les cales devront être immobilisées par rapport à leur support pour éviter tout déplacement (par effet de reptation par exemple).

Dans les cas des vitrages calés en drapeau, la cale d'assise sur la traverse et son support devront être suffisamment dimensionnés pour reprendre le poids total du vitrage.

Le décalage des composants des vitrages isolants sur le bord de référence positionné sur la rive inférieure doit être inférieur ou égale à 1 mm.

Dans le cas des vitrages isolants à bords décalés, le dispositif de calage des composants verriers ne doit pas entraîner des sollicitations permanentes dans la barrière périphérique du vitrage isolant. L'Avis Technique apprécie la validité de la solution proposée. Si les hauteurs de cales intérieures et extérieures sont différentes, les résistances à la compression doivent être adaptées pour que, sous charge, la variation d'épaisseur soit équivalente.

4.3.1.2. Drainage

Les feuillures d'accueil des vitrages isolants doivent être drainées en respectant les prescriptions de la norme NF DTU 33.1.

Les fonds de joints de garnitures d'étanchéité doivent permettre l'aération du chant des vitrages feuilletés au voisinage de l'intercalaire et du système de scellement des vitrages isolants.

Ces fonds de joint ne doivent pas constituer un plan de capillarité pouvant provoquer des rétentions d'eau prolongées.

4.3.1.3. Limitation du risque de stagnation d'humidité et ventilation des feuillures

Dans le cas des vitrages isolants avec une prise en feuillure par clameau sur le bord supérieur, l'évacuation des infiltrations éventuelles sur les extrémités doit être assurée. Une cavité ou profil U au droit du joint de scellement continu permet de répondre à cette exigence.

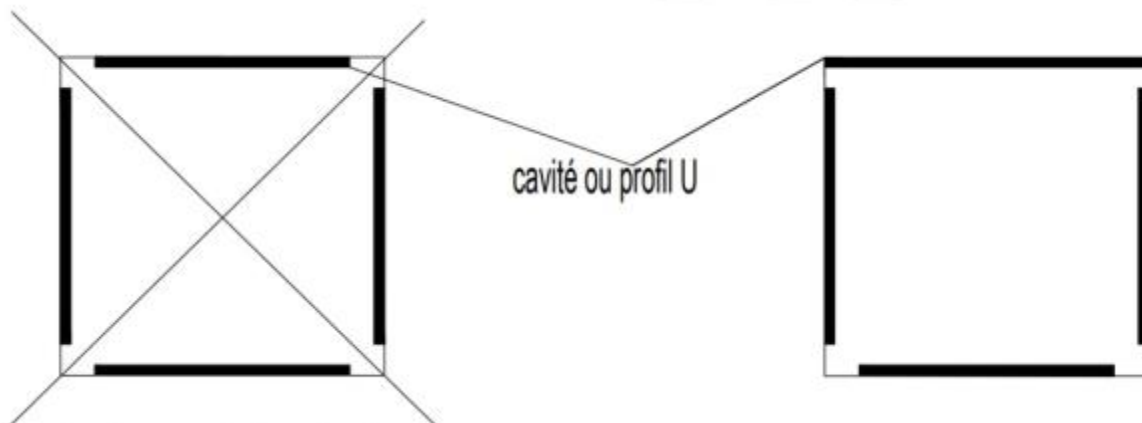


Figure 14 – Positionnement de la cavité/profil U sur le bord supérieur du vitrage isolant non accepté (à gauche) et accepté (à droite)

Il est nécessaire d'assurer un équilibre des pressions de vapeur d'eau du volume d'air contenu dans les feuillures recevant le vitrage isolant. Les dispositions du § 11.3.2 de la norme DTU 39 P1-1 sont d'application.

4.3.1.4. Limitation des efforts sur le système de scellement des vitrages isolants

L'effort admissible dans le joint de scellement par unité de longueur, résultant des effets de vent en dépression à l'état limite de service, est limité à 0,95 daN/cm de longueur de joint.

L'effort maximal admissible par unité de longueur, résultant des effets dus aux variations de pression et température dans la lame de gaz, est limité à 0,95 daN/cm de longueur de joint.

Pour les vitrages ayant fait l'objet d'un essai de pénétration d'humidité selon le DTU 39 P1-2 annexe B (168 cycles) avec un effort dans le joint de scellement de 1,12 daN/cm pendant l'essai, et avec un résultat d'indice de pénétration d'humidité inférieur à 0,1, la limite à considérer est de 1,12 daN/cm.

Dans tous les cas, la méthode de calcul des réactions dans le joint de scellement proposée par le demandeur, est évaluée dans le cadre de l'évaluation technique (AT ec, DTA, etc.).

4.3.2. Durabilité du maintien des remplissages par clameau

Les clameaux sont conçus de manière à transmettre les efforts (matière, épaisseur, géométrie). La conception du clameau devra prendre en compte les points ci-dessous afin d'assurer sa tenue dans le temps :

- La hauteur utile de la feuillure et le jeu périphérique une fois le clameau fixé.
- La prise en feuillure minimale et maximale en tenant compte de la tolérance d'implantation du profilé à feuillure par rapport au bord de référence du vitrage intérieur.
- Le système de blocage du clameau en rotation.
- La conception du clameau devra prendre en compte la possibilité de mettre en compression les garnitures intérieures afin de respecter les critères de perméabilité à l'air sous charges en dépression.

4.3.3. Durabilité du système d'étanchéité

Le système d'étanchéité est formé par deux barrières : une première barrière formée par les garnitures extérieures et une deuxième barrière formée par les garnitures intérieures.

Les garnitures doivent être conformes au § 3.4.

La mise en œuvre des garnitures d'étanchéité extérieures entre remplissages peut être réalisée par :

- Mastic sur fond de joint dont la section est justifiée par calcul en tenant compte des déplacements prévisibles.

Commentaire 6 : la réalisation des sections silicone de largeur importante et faible épaisseur sur chantier nécessite la définition d'une méthodologie spécifique avec la description des précautions et des moyens adaptés (buse spécifiques et adaptées, pistolet automatique, masquage, etc.).

- Joint de garniture extérieur en EPDM, silicone ou autres matières de synthèse.

La barrière d'étanchéité des vitrages maintenus par clameau entraîne des risques d'infiltration en cas de dégradation du joint d'étanchéité extérieur. En conséquence, ce type de configuration nécessite un entretien régulier avec des fréquences définies dans l'annexe B « Entretien et maintenance » de la norme DTU 33.1 P1-1. La mise en œuvre des garnitures d'étanchéité intérieures entre remplissages peut être réalisée par des joints préformés en EDPM.

La compatibilité chimique des garnitures d'étanchéité avec les composants à proximité ou en contact direct doit être vérifiée selon l'Annexe A de la norme NF DTU 39 P1-2.

5. Conditions générales de fabrication

5.1. Généralités

Le façadier doit s'assurer du respect des normes de fabrication ainsi que des autocontrôles de qualité associés aux composants du système de façade fournis par ses fournisseurs.

5.2. Fabrication des vitrages isolants

Le centre de fabrication des vitrages isolants doit prévoir un PAQ spécifique à la fabrication des vitrages isolants pour les façades à clameaux.

Ces centres doivent faire l'objet de la certification CEKAL des vitrages isolants pour la famille des mastics silicone. En outre, les centres de fabrication des vitrages Type II, Type III et Type IV doivent faire l'objet du suivi PASS VEC.

Commentaire 7 : dans le cas d'utilisation des vitrages trempés HST, ceux-ci devront faire l'objet d'un suivi par un organisme tiers indépendant comme précisé dans le § 3.1.

Commentaire 8 : le titulaire du marché est tenu de fournir aux fabricants des vitrages au moment de la commande les configurations des vitrages selon la fiche en Annexe C du présent document avec entre autres les informations du chantier (localisation, exposition, pressions, etc.), les composants du vitrage et les essais nécessaires.

Les modalités, critères et fréquences des contrôles doivent être conformes à ceux prévus dans le cadre de la norme NF EN 1279-6 pour ce qui concerne les contrôles habituels. Des contrôles approfondis sur les produits finis doivent être prévus et détaillés par le fabricant du vitrage en fonction des caractéristiques spécifiques de ceux-ci.

D'une manière générale, les contrôles pendant la fabrication doivent comprendre au minimum les étapes spécifiques ci-dessous :

a. Réception des matériaux, notamment :

- certificat de conformité des matières,
- aspect visuel des surfaces et conditionnement,

Si le vitrage isolant comporte un profil U, le fabricant devra assurer l'obtention des résultats des essais de convenance au préalable de la fabrication. Les essais de convenance doivent assurer une rupture 100% cohésive du silicone pour chaque lot de profil prévu au projet.

b. Fabrication

La fabrication comporte les étapes de préparation des vitrages simples (découpe, façonnage, émarginage en cas de couche ou sérigraphie, nettoyage et séchage), réalisation des doubles vitrages (positionnement du cadre espaceur entre les deux vitrages et remplissage avec gaz argon), mise en place des profils U si nécessaire et enduction du mastic de scellement.

Le fabricant des vitrages doit assurer un contrôle unitaire de chaque vitrage portant au minimum sur l'aspect visuel et fonctionnel (gorges du profilé nettes de silicone, verre extérieur moins 1 mm en partie haute du VI, adhésion sur le verre sans bulles dans le cas de profilés adhésivés, etc.).

Si les vitrages comportent un profil U en contact du joint de scellement, les autocontrôles de fabrication doivent être complétés avec les dispositions du § 3.4.2 du Cahier CST B 3488-V2.

c. Produits finis

Les contrôles sur les produits finis doivent comporter au minimum :

- Contrôles des tolérances dimensionnels de chaque vitrage fabriqué (hauteur, largeur, épaisseur)
- Vérification de la position correcte des profilés U et de leur maintien sur le verre intérieur/extérieur.
- Contrôle de la surface de contact entre butyle et verre (largeur de contact et aspect).
- Aspect et hauteur du mastic de scellement.
- Aspect global du vitrage : propreté, absence de salissures, rayures, etc.
- Présence de pattes de sécurité en cas nécessaire.

d. Essais périodiques d'autocontrôle à déclarer par le fabricant. Ces essais sont au minimum :

- Exposition en étuve haute humidité et mesure des températures des points de rosée (ou mesure d'indice I) : périodiquement, tous les 300 volumes ou tous les mois au minimum, un échantillon de vitrage isolant est fabriqué afin de procéder aux essais (état initial, et après 56 jours en étuve haute humidité).
- Essais de traction à rupture sur éprouvettes en H pour chaque interface mastic/verre, mastic/profilé, mastic/espaceur, à neuf et après vieillissement selon le protocole du DEE 090035-00-0404 § 3.4.2.1.

Commentaire 9 : la fabrication des vitrages isolants fait l'objet d'un suivi par le CSTB à raison de deux visites par an.

Commentaire 10 : le fabricant du vitrage isolant devra transmettre au façadier les variations dimensionnelles des vitrages (tolérances maximale et minimale).

5.3. Fabrication des clameaux et pièces métalliques (visserie, supports de cale, pièces de sécurité)

Les clameaux ainsi que les pièces métalliques doivent respecter les dispositions de la norme NF P 24-351. Les fournisseurs doivent transmettre aux concepteurs des systèmes de façades à clameaux, les fiches d'analyse matériau et les attestations de traitements de surface éventuelles.

La visserie devra respecter les prescriptions du paragraphe 4.1.2 de la norme NF DTU 33.1 P1-2.

5.4. Fabrication de l'ossature secondaire

La fabrication des montants et des traverses devra respecter les tolérances sur dimensions de la norme NF EN 755-9.

En outre, la fabrication des profilés (voir § 4.1.2.2) et des assemblages devra respecter les tolérances requises par la conception du système.

6. Conditions de mise en œuvre

Les conditions générales de mise en œuvre des façades à clameaux respectent les prescriptions de la norme NF DTU 33.1.

Les prescriptions de mise en œuvre particulières définies ci-après sont applicables et peuvent être complétées ou précisées dans les Avis Technique.

6.1. Respect des dispositions de conception

La particularité des systèmes façade à clameaux est liée à une mise en œuvre précise devant respecter les prescriptions générales de conception indiquées au § 4 notamment en ce qui concerne le respect des jeux de montage, des jeux fonctionnels, de la prise en feuillure du vitrage et des tolérances de fabrication.

L'entreprise titulaire du lot façades devra transmettre au poseur l'ensemble des dispositions ci-dessus et vérifier leur mise en application sur le chantier.

6.2. Réglage de l'ossature secondaire

Il appartient à l'entreprise de mise en œuvre de respecter les exigences de réglage définies par le système destiné à recevoir les vitrages à clameaux en prenant en compte les points suivants :

- Les entraxes d'implantation des montants et des traverses.
- Le positionnement par rapport au plan de référence.
- Tolérances dues aux déformations différées inhérentes aux ouvrages en béton (retrait, fluage sous poids propre).

6.3. Positionnement des vitrages

Lors du montage, on s'assurera du respect des jeux fonctionnels prévus dans le système et de la largeur des joints.

La largeur du joint entre deux vitrages ne doit pas être inférieure à 18 mm.

6.4. Mise en œuvre des clameaux

- Une fois les vitrages mis en place, les clameaux sont positionnés sur les montants et/ou les traverses respectant l'entraxe minimum préconisé par le concepteur du système et conformément aux indications du plan de calepinage du façadier.
- Les clameaux sont insérés dans la feuillure des vitrages isolants ou des remplissages dans la cavité prévue à cet effet.
- Il est nécessaire de vérifier que le recouvrement des clameaux sur les vitrages isolants ou le remplissage et le jeu disponible sont respectés.
- Une fois la vérification réalisée, la fixation des clameaux est réalisée au moyen des dispositifs prévus. Le couple de serrage des dispositifs vissés doit respecter la valeur définie par le concepteur du système.

6.5. Réalisation de la garniture d'étanchéité extérieure

Les Avis Techniques doivent définir les dispositions particulières de raccordements des garnitures d'étanchéité dans les angles, au droit des pattes de support des remplissages et des pièces de sécurité.

La mise en œuvre des garnitures d'étanchéité en mastic doit se faire sur des supports secs et propres selon les prescriptions de la norme NF DTU 44.1, éventuellement complétées par celles du fabricant à une température comprise entre 5 °C et 40 °C.

Pour d'autres systèmes (profilés EPDM ou autres) les prescriptions du concepteur sont à respecter.

6.6. Entretien - maintenance

Outre les dispositions prévues dans la norme NF DTU 33.1, il convient de prendre en considération les préconisations ci-après :

6.6.1. Entretien

La compatibilité chimique des produits utilisés pour le nettoyage des façades avec les joints d'étanchéité extérieurs et les mastics de scellement doit être vérifiée conformément au paragraphe 2.2.13.1.6 du DEE 090010-00-0404.

L'ET E des mastics de scellement précise les familles de produits utilisables.

6.6.2. Maintenance

Le façadier, et/ou le concepteur gammiste, est tenu de fournir au maître d'ouvrage, éventuellement par l'intermédiaire de ses clients applicateurs du système, une notice de maintenance (examens à effectuer, leur périodicité, etc.) et d'entretien détaillée (produits d'entretien ou de nettoyage utilisables, identifiés par leur nature chimique).

La notice de maintenance doit recommander notamment :

- la fréquence et les moyens de nettoyage des façades,
- de procéder, deux fois au cours de la première année, puis une fois par an, à l'examen visuel des joints de scellement par du personnel qualifié
- de faire porter l'examen sur :
 - une décoloration éventuelle du mastic de scellement,
 - des défauts d'étanchéité à l'eau,
 - la conservation de l'espace prévu entre la face extérieure des produits verriers et les dispositifs de retenue ainsi que l'état de ces derniers,
 - le correct positionnement des cales d'assise,
 - l'embuage, même momentané, de vitrages isolants.

Le façadier doit être avisé de toute anomalie constatée par l'utilisateur.

Le DIUO devra préciser également la méthodologie de remplacement d'un vitrage isolant ou panneau de façade conformes à l'évaluation technique de la façade à clameau en précisant les composants à utiliser (joints d'étanchéité, mastics ou autres) et les dispositions constructives spécifiques (décalage des fixations, remise de pièces de sécurité, etc.).

Annexe A : procédure d'essai de tenue mécanique des clameaux

A.1 Clameaux symétriques

Afin d'évaluer le risque de rupture du clameau et/ou d'arrachement de la vis de fixation, il convient de réaliser des essais de traction mécanique jusqu'à rupture sur une série de 10 échantillons pour ensuite réaliser une analyse statistique des résultats et déterminer la capacité portante du clameau lui-même et de la vis tenant le clameau sur le profilé.

Les échantillons sont constitués d'un clameau symétrique, la vis de fixation et le canal à visser du système façade.

Les échantillons doivent être représentatifs du système (profilés avec traitement, canal à visser, etc.) et des conditions de mises en œuvre (prise en feuillure du clameau minimale, couple de serrage, etc.) avec les tolérances les plus défavorables.

Lors de l'essai, l'effort de traction appliqué (avec une vitesse de 5 mm / min) ainsi que la déformation dans le sens de l'effort sont enregistrés (voir exemple de courbe effort/déformation en Figure 17). Le résultat à obtenir est la valeur caractéristique de la tenue mécanique du clameau ainsi que la vis de fixation selon la formule ci-dessous :

$$F_k = \overline{F_{max}} - k_n s$$

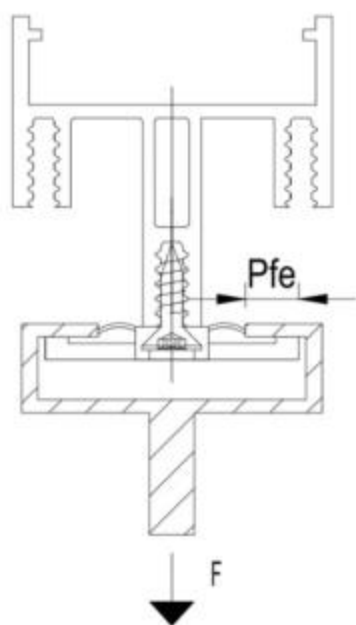
F_k : effort caractéristique de rupture

$\overline{F_{max}}$: effort maximum moyen des résultats de n échantillons

k_n : facteur de fractile caractéristique 5% égale à 1,92 selon le tableau D.1 de la norme NF EN 1990

s : écart type sur n échantillons

n : nombre d'échantillons.



$$P_{fe} = P_f - \text{tolérance de pose} - \text{tolérance de fabrication}$$

Figure 15 – Application de l'effort lors de l'essai de traction

A.2 Clameaux non symétriques

Afin d'évaluer le risque de rupture du clameau et/ou arrachement de la vis de fixation ainsi que le déchaussement du clameau, il convient de réaliser des essais de traction mécanique sur un nombre suffisant d'éprouvettes (il est recommandé 10) pour ensuite réaliser une analyse statistique des résultats et déterminer la capacité portante du clameau lui-même et de la vis tenant le clameau sur le profilé.

La maquette d'essai doit être constituée par le clameau non-symétrique, la vis de fixation et le canal à visser du système façade.

Lors de l'essai deux courbes sont enregistrées :

- i. L'effort à traction appliqué ainsi que la déformation dans le sens de l'effort (voir exemple de courbe effort/déformation ci-dessous Figure 17).
- ii. Le déplacement horizontal (déchaussement) pendant l'application d'un effort à la traction. Un capteur de déformation supplémentaire est mis en place pour mesurer ce déplacement horizontal (voir Figure 16).

Les résultats à obtenir sont :

- i. La valeur caractéristique de la tenue mécanique du clameau + vis de fixation par application de la formule ci-dessous (voir section A.1).
- ii. La valeur caractéristique de l'effort par application de la formule ci-dessous pour un déchaussement maximum donné. La valeur de déchaussement maximum est à définir par le concepteur du système en fonction du jeu disponible du système et ensuite à valider par l'essai.

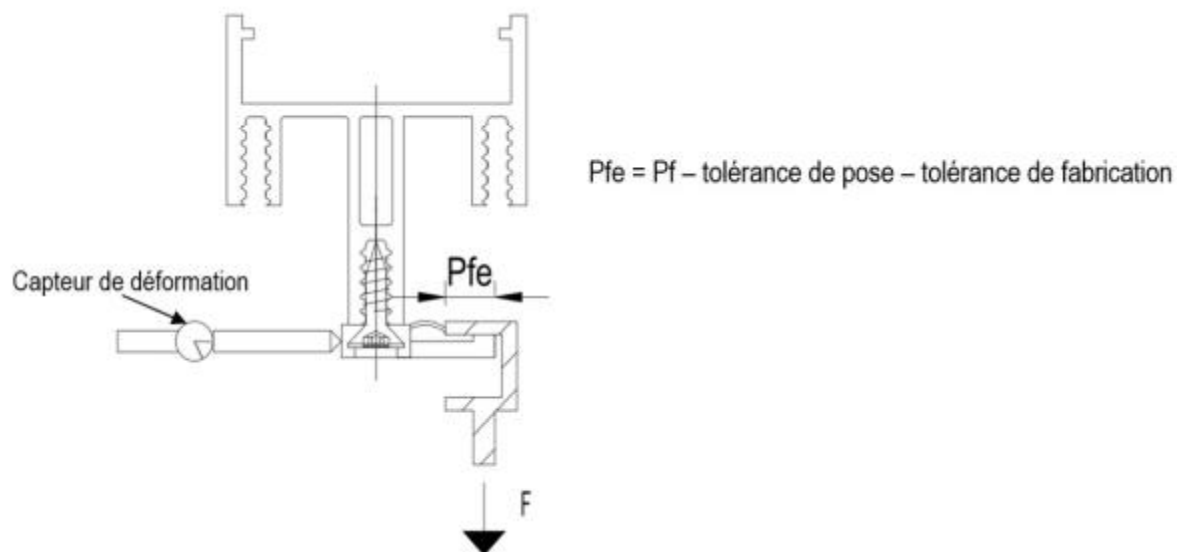


Figure 16 – Exemple d'essai avec capteur de déformation horizontal avec le capteur placé à gauche (dépend de l'encombrement du système et du banc d'essai)

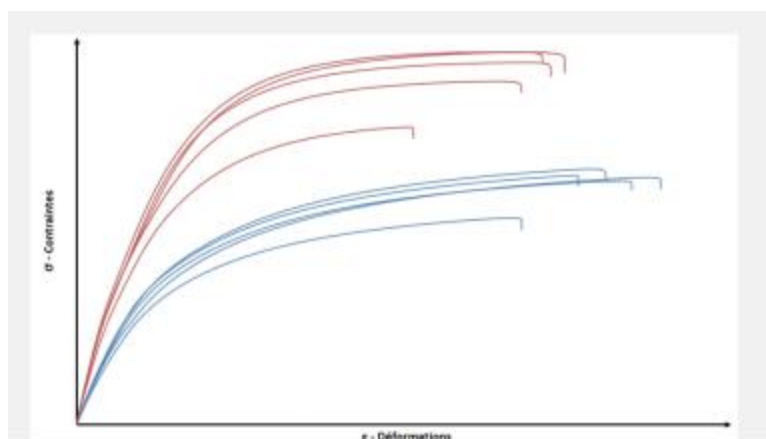


Figure 17 – Exemple de courbe effort/déformation

Nota 6 : lors de la réalisation des essais à traction avec des clameaux filants, il est possible d'appliquer l'effort sur trois fixations et ensuite déterminer les efforts par m/l.

A.3 Contenu du rapport d'essai

Le rapport d'essai doit inclure les informations suivantes :

- Le nom et l'adresse du laboratoire qui réalise l'essai.

- Date de réalisation de l'essai.
- Le commanditaire de l'essai.
- Description des échantillons, avec au moins les informations ci-dessous :
 - Référence, nuance, état métallurgique, pré-traitement et finition du profil (anodisation, laquage,).
 - Description de la vis avec référence, matériau, profondeur totale, pénétration dans le canal et entraxe des vis.
 - Couple de serrage de la vis.
 - Description du clameau (référence, matériau, plan de détail).
- La méthode d'essai et l'appareillage avec la description de la géométrie de la pièce d'application de l'effort et du point d'application de la charge sur le clameau.
 Nota 7 : dans le cas d'un clameau non symétrique le mors doit laisser l'espace suffisant pour la libre déformation du clameau.
- Des plans côtés des éprouvettes.
- Les résultats d'essai obtenus avec le mode de ruine par échantillon, ainsi que les :
 - Courbes d'effort/déformation.
 - Calcul des écarts type.
- Reportage photographique.

A.4 Interprétation des résultats

À la suite des essais, le coefficient gamma M (γ_M) est à déterminer en fonction du mode de rupture le plus défavorable (voir annexe A de la norme NF EN 17490). Les valeurs considérées peuvent être :

- 1,25 si rupture de vis ou clameau, (si alliage de zinc un gamma M est égal à 5)
- 1,33 si défaillance de l'assemblage (extraction ou arrachement de la vis).

La résistance maximale de calcul à l'État Limite Ultime (ÉLU) des clameaux est déterminée par la formule :

$$F_{des} = \frac{F_k}{\gamma_M}$$

Annexe B : essais de choc de sécurité

B.1 Définition des corps d'épreuve

Les corps d'épreuve doivent être définis par le demandeur et représentatifs du système de façade à clameaux.

La prise en feuillure des clameaux doit être vérifiée et enregistrée dans le rapport d'essai.

La prise en feuillure des clameaux testée (Pfe) ne doit pas être supérieure à la valeur Pf déclarée dans l'évaluation technique (Avis Technique, DT A ou autres).

B.2 Modalités des essais

Les essais sont à réaliser selon deux cas de figure :

- a. Pour des entraxes de clameau inférieures ou égales à 300 mm : le vitrage est considéré parclosé (se référer au cas 1 ou 5 dans le tableau B.1 du FD DTU 39 P5 en fonction de la hauteur).
- b. Pour des entraxes supérieures à 300 mm : le vitrage peut être assimilé à un vitrage à bords libres ou maintenu par pastilles (se référer au cas 3 ou 7 de l'annexe B.1 du FD DTU 39 P5).

B.3 Critères

Les critères de résistance sont satisfaits si :

- le vitrage n'est ni traversé, ni emporté (un déchaussement ponctuel des clameaux est possible) ;
- le choc ne produit aucune chute de débris ou d'élément pouvant causer des blessures corporelles aux personnes se trouvant à l'extérieur. Si le vitrage positionné côté extérieur est monolithique recuit, durci ou trempé HST d'épaisseur > 10 mm, son absence de casse doit être constatée ;
- le gabarit hexagonal du § 2.3.3 de la norme NF P 01-013 ne passe pas au niveau des bords libres.

Annexe C : fiche de renseignement des vitrages

C.1 Identification de l'affaire & du chantier

1.1. DESIGNATION DE L'AFFAIRE & INTERVENANTS – SURFACES	
Nom & adresse du client :	
Correspondant :	
Réf. Chantier du client :	
Nom & adresse du chantier :	
Nom & adresse du façadier :	
Nom & adresse du maître d'ouvrage :	
Nom & adresse de l'architecte :	
Nom & adresse du bureau de contrôle :	
1.2. CARACTÉRISTIQUES DU CHANTIER	
Hauteur par rapport au sol :	
Localisation suivant la norme NF EN 1991-1-4 (Eurocode 1) : (rayer les mentions inutiles)	Zone : 1 / 2 / 3 / 4 / 5 site : protégé / normal / exposé altitude m charge de vent aux états limites de service (ELS) :

C.2 Identification des composants

2.1 DESCRIPTION DU SYSTÈME	
Avis technique de système :	Oui (n°) / Non
Envoi des plans + descriptif	Oui / Non
2.2. PROFILS-SUPPORTS DE COLLAGE	
Fournisseur des profils U	
Type de profil (si métallique préciser la finition : anodisée / laquée) :	
N° de lot (si présence de profil U dans le joint scellement du VI) :	
2.3. PRODUITS VERRIERS DES VITRAGES ISOLANTS	
Vitrage intérieur :	Préciser l'épaisseur, le traitement thermique, la présence de couches ou sérigraphie et leur nature
Lame d'air :	Préciser l'épaisseur et le gaz
Butyle :	
Espaceur :	
Vitrage extérieur :	Préciser l'épaisseur, le traitement thermique, la présence de couches ou sérigraphie et leur nature
Traitement des bords : (rayer les mentions inutiles)	JPI / JPP / JAI / JAP
Décalage : (préciser la distance du décalage et sur quels bords du vitrage)	
2.4. DONNÉES PARTICULIÈRES DE VÉRIFICATION DES VITRAGES ISOLANTS (à remplir conformément le Cahier du CSTB 3242)	
Charge de vent de service selon la norme NF EN 1991-1-4 (Eurocode 1) :	
Température extérieure maximale en été :	
Température intérieure maximale en été :	
Température extérieure minimale en hiver :	
Température intérieure minimale en hiver	
Rayonnement solaire maximal :	
Température de fabrication :	
Altitude de fabrication :	
Résistance superficielle intérieure :	
Résistance superficielle extérieure :	
Si présence de store intérieur indiquer :	Distance du store au vitrage : Taux de réflexion énergétique : Taux d'absorption énergétique Largeur des jeux latéraux (store / embrasure)

C.3 Tolérances du système de façade à clameau

Tolérance sur les dimensions des remplissages. Les tolérances par rapport à la géométrie théorique du remplissage :	
• de dimensions :	
• d'angles (faux équerrage...) :	
• d'épaisseur :	
Tolérances dans le cas des remplissages intégrant un profilé « U » :	
• sur la position du profil de réception dans le joint de scellement :	
• alignement des profils de réception ponctuels assurant la co-planéité des clameaux :	

SIÈGE SOCIAL

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

CSTB
le futur en construction

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