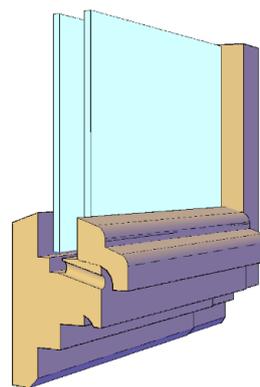


# VITRAGES ISOLANTS DANS LES MENUISERIES EXTERIEURES EN BOIS

## SOLUTIONS DE CALFEUTREMENTS DES VITRAGES ET DE DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE

MARS 2025

(cette version V2 annule et remplace la V1 de décembre 2023)



Réalisé par



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Financé par le



## FINANCEMENT

# CODIFAB

Développement des Industries Françaises  
de l'Ameublement et du Bois

---

## AUTEURS



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Marie-Paule FORNES

Eric LAURENT

Marc SIGRIST

Illustrations : Guillaume MARTIN

---

## COMITE DE PILOTAGE

Nous remercions les membres du Comité de Pilotage qui ont su orienter au mieux la rédaction du présent guide :

Jean-Michel MARTIN

Houria LAHBIL

Ludivine MENEZ

Adrien PARQUIER

CAPEB UNA CMA

CAPEB UNA CMA

UFME

UMB FFB

Photos de couverture : ©FCBA

© FCBA, 2020. Tous droits réservés. En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie - 20 rue des Grands Augustins, 75006 Paris

# PREAMBULE

Le développement de l'utilisation du bois pour les menuiseries sur mesure et/ou hors cote réalisées en petites séries, à conjuguer avec l'amélioration des performances (thermique, acoustique, mécaniques, étanchéité, durabilité, ...) et de la productivité, passe par une caractérisation, fiabilisation et optimisation de la conception de ces menuiseries.

Les types de calfeutrement assurant l'étanchéités bois/vitrage et leur influence sur les systèmes de ventilation et drainages (type « classique » ou « rapide ») font partie de la conception.

La version de 2014 du guide ADANDRA « Etat des lieux sur les calfeutrements bois / vitrage pour les menuiseries extérieurs bois », présentant les différentes solutions de calfeutrements vitrage possibles ainsi que les différentes possibilités de drainages de la feuillure à verre qui leur sont associées, se basait principalement sur les normes expérimentales XP P20-650-1 et XP P20-650-2 concernant la pose des vitrages en atelier pour les menuiseries (partie 1) et les spécificités liées aux menuiserie bois (partie 2).

Ces normes expérimentales ont été révisées et sont publiées début 2024 avec le statut de norme française :

- NF P20-650-1 : Fenêtres, portes-fenêtres, châssis fixes et ensembles menuisés — Pose de vitrage minéral en atelier — Partie 1 : Spécifications communes à tous les matériaux,
- NF P20-650-2 : Fenêtres, portes-fenêtres, châssis fixes et ensembles menuisés — Pose de vitrage minéral en atelier — Partie 2 : Exigences et méthodes d'essais spécifiques au bois.

Cette double révision (en partie alimentée par l'étude CODIFAB « Conceptions drainantes des feuillures à verre pour fenêtres bois » publiée en 2020) intègre :

- Des précisions sur la mise en œuvre des calfeutrements,
- De nouvelles règles descriptives pour les drainages de type « rapide » avec plus de solutions possibles et moins de contraintes,
- Un nouveau type de drainage de la feuillure à verre, le drainage « renforcé ».

D'autre part, la norme NF P20-650-2 révisée permet de simplifier la mise en œuvre du drainage « rapide » et de rendre compatible avec le drainage « renforcé » certains calfeutrements vitrage actuellement limités au drainage « rapide ».

Il paraissait donc nécessaire d'actualiser ce guide afin de présenter les nouvelles solutions possibles introduites par la révision de ces 2 textes.

Note : Les règles de drainage des menuiseries mixtes sont définies dans la norme NF P 23 309.

## Version 2 :

Ajouts de compléments d'informations pour mieux illustrer les règles du drainage renforcé.

# INTRODUCTION

Les menuiseries extérieures en bois doivent répondre aux exigences essentielles suivantes :

- **Mécanique,**
- **Étanchéité,**
- **Esthétique,**
- **Durabilité.**

La fenêtre est un ouvrage durable, ses fonctions doivent donc être assurées sur la durée de vie de l'ouvrage.

Le choix du calfeutrement de vitrage impacte directement ces caractéristiques et il est donc essentiel de maîtriser cet impact en même temps que les critères de production, de coût et d'esthétique.

Une solution de calfeutrement est définie par :

- Le type de maintien du vitrage (rainure, feuillure intérieure ou extérieure, ...),
- La manière dont l'étanchéité est assurée : par adhérence ou par réaction mécanique,
- Le matériau utilisé (silicone, PVC, EPDM, ...),
- Le profil utilisé (profil de réservation pour le mastic, profils des joints souples, dimensions des bandes préformées...),
- Le type de drainage de la feuillure à verre (drainage « classique » ou « rapide », ou « renforcé »).

L'étanchéité est la fonction principale du calfeutrement, elle doit permettre de maintenir un niveau de salubrité suffisant du cadre du vantail et principalement de la traverse basse.

Note : Cette étude n'intègre pas les solutions suivantes, incompatibles avec les exigences de performances actuelles (thermiques, étanchéité à l'air, ...) attendues pour les menuiseries extérieures :

- Les mises en œuvre de vitrages sans calfeutrement,
- Les simples vitrages.

L'étude porte uniquement sur les différentes solutions de calfeutrement courantes, associées à leurs drainages, cependant pour que le calfeutrement puisse remplir sa fonction et conserver ses performances dans le temps :

- Le calage du vitrage, doit se faire conformément à la norme NP-P-20-650-1, afin de ne pas induire de déformation du vantail qui pourrait détériorer le calfeutrement,
- Les assemblages d'angles doivent respecter les exigences de résistances et de rigidité propres à chaque type d'assemblage pour que le calfeutrement du vitrage ne se détériore pas par les déformations de la menuiserie.

Ce guide est constitué de 5 parties :

- Une **première partie** de définitions liées au calfeutrement et au maintien du vitrage,
- Une **deuxième partie** sur les trois types de drainage de la feuillure à verre, le drainage classique, le drainage rapide, et la nouvelle solution de drainage renforcé. Chaque solution de drainage faisant l'objet d'une fiche décrivant le principe, les caractéristiques et des principes de réalisation,
- Une **troisième partie** recensant différentes solutions de calfeutrement entre bois et vitrage avec pour chacune d'elle une fiche de conception :
  - Mastic,
    - Extrusion en feuillure ouverte,
    - Extrusion sur fond de joint,
    - Extrusion en réservation,
  - Bandes préformées,
    - En double barrières
    - En calfeutrement mixte
  - Profils extrudés en caoutchouc ou en élastomères thermoplastique ou PVC souple,
    - Profils Cellulaire adhésif
    - Profils Compact,
      - Maintien par adhérence,
      - Maintien mécanique,
      - A bourrer
      - En forme de « U ».

**Puis pour chaque famille de calfeutrement vitrage / drainage traverse basse, une fiche de synthèse présentant les différents paramètres caractéristiques du point de vue :**

- Des performances : d'étanchéité (initial et après vieillissement), de salubrité de la conception, tenue dans le temps, entretien.... Les évaluations (calculs ou essais) de vérification de la conformité de la conception sont à expliciter,
  - Du process de fabrication (outils et machines, productivité, contrôle qualité),
  - Impact sur les performances générales de la menuiserie,
  - De pertinence/aptitude à l'emploi pour de la petite série de menuiserie fabriquées pour le neuf ou rénovation.
- La **quatrième partie** présente d'une part les différentes combinaisons de calfeutrement vitrage (garniture extérieure/garniture intérieure) et les systèmes de maintien du vitrage et de drainage compatibles et d'autre part un synoptique définissant le type de drainage selon le système de calfeutrement vitrage envisagé.
  - Dans la **cinquième partie**, on retrouve en synthèse un comparatif sur des critères technique et économique des systèmes de maintien du vitrage, de calfeutrement virage et de drainage

**Les modifications et nouveautés seront signalés par le pictogramme :**



# SOMMAIRE

## PREAMBULE

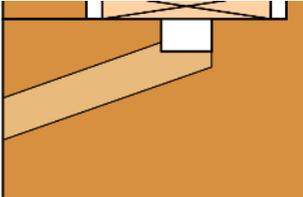
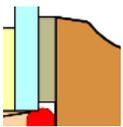
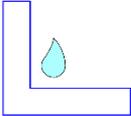
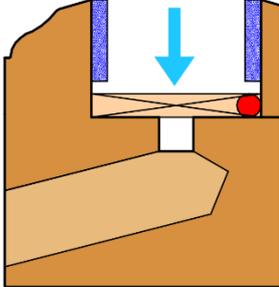
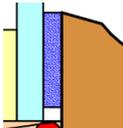
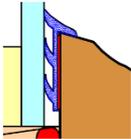
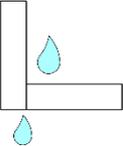
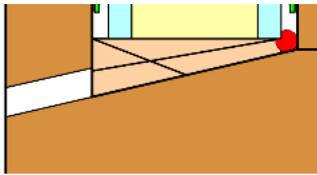
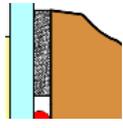
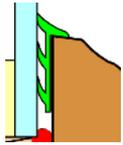
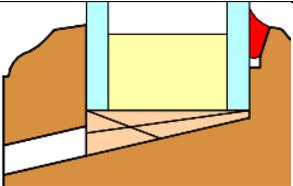
## INTRODUCTION

<b>1. TERMINOLOGIE</b>	<b>7</b>
1.1	LEGENDE ..... 8
1.2	GARNITURE D'ÉTANCHEITE OU PRODUIT DE CALFEUTREMENT ..... 9
1.3	BARRIERE EXTERIEURE, PRINCIPALE ET SECONDAIRE ..... 9
1.4	CALFEUTREMENT « DOUBLE BARRIERE » ..... 9
1.5	CALFEUTREMENT « MONO-BARRIERE » ..... 10
1.6	MAINTIEN DU VITRAGE ..... 10
1.7	CALAGE DU VITRAGE ..... 14
<b>2. CALFEUTREMENT VITRAGE &amp; DRAINAGE ASSOCIÉ</b>	<b>15</b>
2.1	TYPE DE DRAINAGE REQUIS EN FONCTION DU SYSTEME DE CALFEUTREMENT VITRAGE ISOLANT ..... 16
2.2	SYNOPTIQUE DE DETERMINATION DU TYPE DE DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE ..... 17
<b>3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE</b>	<b>18</b>
3.1	GENERALITES..... 19
3.2	LE DRAINAGE « CLASSIQUE »..... 21
3.3	LE DRAINAGE « RENFORCE » ..... 24
3.4	LE DRAINAGE « RAPIDE » ..... 30
3.5	LE DRAINAGE EN CASCADE DES TRAVERSES INTERMEDIAIRES D'OUVRANTS..... 34
3.6	SOLUTION DE DRAINAGE NON TRADITIONNELLE ..... 35
<b>4. CALFEUTREMENT VITRAGE : PRODUITS ET MISE EN ŒUVRE</b>	<b>36</b>
4.1	MASTICS ..... 37
4.2	LES BANDES PREFORMEES ..... 44
4.3	LES PROFILS EXTRUDES ..... 50
4.4	CALFEUTREMENT AVEC BOURRAGE DU FOND DE FEUILLURE ET PETIT-BOIS..... 63
4.5	CONTROLES D'ÉTANCHEITE VITRAGE..... 66
4.6	SOLLICITATIONS MECANIQUES DU CALFEUTREMENT..... 67
<b>5. COMPARATIF DES SYSTÈMES DE MISES EN ŒUVRE DES VITRAGES POUR LES TPE 69</b>	
5.1	SYSTEMES DE MAINTIEN DU VITRAGE ..... 70
5.2	SYSTEMES DE CALFEUTREMENT ..... 71
5.3	SYSTEMES DE DRAINAGE ..... 72

1. TERMINOLOGIE	2. CALFEUTREMENT VITRAGE & DRAINAGE	3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE	4. PRODUIT DE MISE EN ŒUVRE	5. COMPARATIF DES SYSTÈMES
-----------------	--	--	--------------------------------	-------------------------------

# 1. TERMINOLOGIE

1-1 LEGENDE

	Produits de calfeutrement utilisé en barrière extérieure		Drainage de la feuillure à verre	
Etanchéité Par adhérence		Mastic		Drainage classique
		Bande préformée		
Etanchéité par compression		Calfeutrement avec « angles étanche »		Drainage renforcé 
		Mousse avec « angles étanches »		
		Profilé extrudé « angles étanches »		
		Calfeutrement avec « angles non étanche »		Drainage rapide
		Mousse		
		Profilé extrudé		
Etanchéité par adhérence ou par compression	Si Calfeutrement « mono-barrière »			

Note : Les règles de drainage des menuiseries mixtes sont définies dans la norme NF P 23 309.

## 1.2 GARNITURE D'ÉTANCHEITE OU PRODUIT DE CALFEUTREMENT

Système assurant au moins la fonction étanchéité à l'air et à l'eau pour la liaison vitrage châssis sur la face où il se trouve.

## 1.3 BARRIÈRE EXTERIEURE, PRINCIPALE ET SECONDAIRE

La barrière extérieure correspond au calfeutrement disposé entre le vitrage et la menuiserie du côté extérieur. Cette barrière sera donc la plus exposée aux intempéries.

Désormais, c'est le type de calfeutrement utilisé en barrière extérieure qui détermine le drainage qui devra être appliqué.



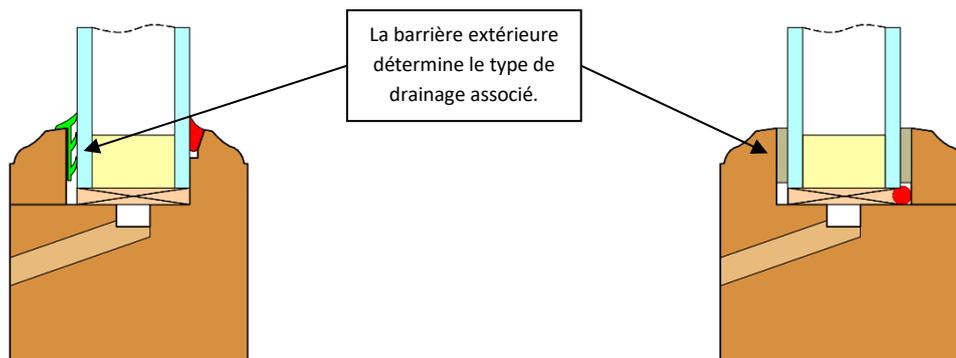
Malgré cette modification, les termes de barrière principale et secondaire restent toutefois utilisés dans les textes des normes :

La barrière principale correspond au calfeutrement disposé entre la joue de feuillure (listel) et le vitrage.

Dans le cas de vitrage mis en œuvre dans des **feuillures en « U »** (montage en rainure), on admet que la barrière principale soit la garniture de la face intérieure.

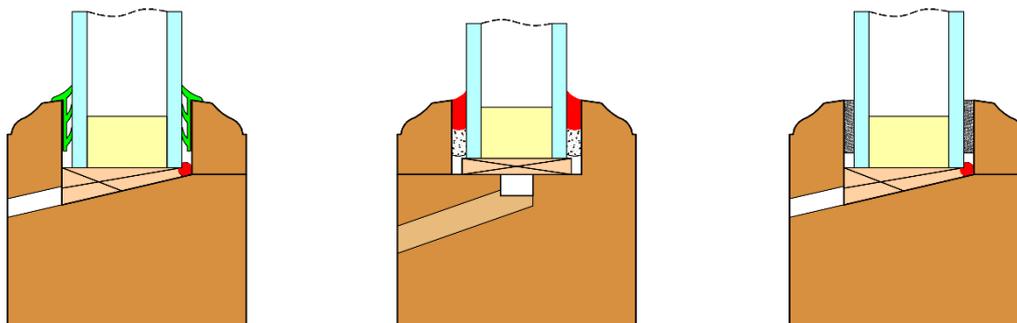
La barrière secondaire est la garniture d'étanchéité disposée entre la parclose et le vitrage.

Ces deux barrières peuvent être différentes (système mixte).



## 1.4 CALFEUTREMENT « DOUBLE BARRIÈRE »

Le calfeutrement double barrière permet toutes les combinaisons de produits de calfeutrement et de maintien du verre. Selon la solution de calfeutrement retenue, le drainage de la feuillure à verre sera soit un drainage classique, soit un drainage renforcé ou rapide. (Voir § 4 "drainage de la feuillure à verre").



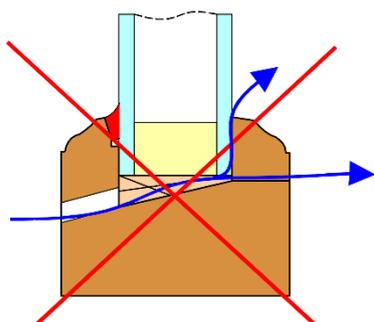
## 1.5 CALFEUTREMENT « MONO-BARRIÈRE »

On considère qu'un système est mono-barrière quand le calfeutrement n'est présent que sur la joue de feuillure.

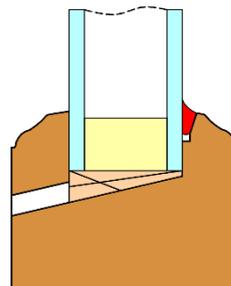
Si au moins un des côtés de la menuiserie présente un système de calfeutrement mono-barrière, la menuiserie est considérée comme ayant un système de calfeutrement mono-barrière.

Le calfeutrement mono-barrière impose la barrière principale côté intérieur (parclose extérieure). Un calfeutrement côté extérieur poserait des problèmes d'étanchéité à l'air par des fuites au niveau des parclose.

Ce mode de calfeutrement est uniquement compatible avec un drainage de type rapide.

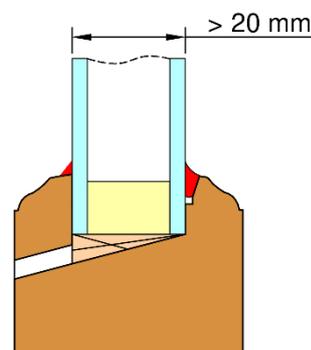
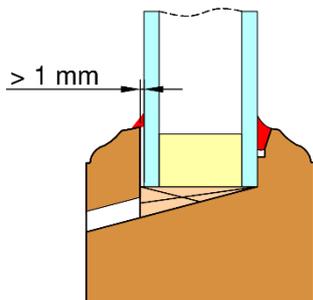


Fuites d'air au jointement des parclose



Feuillure extérieure

Pour les vitrages de plus de 20 mm d'épaisseur ou si le jeu en service entre le verre et la parclose (ou de rainure) excède 1 mm, il est aussi nécessaire de prévoir un calfeutrement secondaire en partie basse, pour éviter la stagnation d'eau par capillarité et la rétention de salissure.



## 1.6 MAINTIEN DU VITRAGE

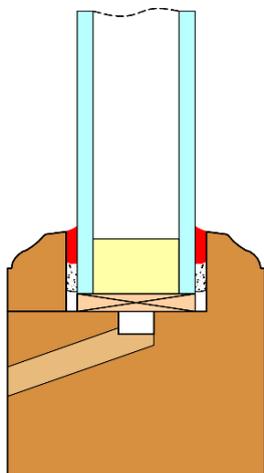
On distingue 3 types de configuration de maintien du vitrage :

- En feuillure et parclose (intérieures ou extérieures),
- En rainure,
- Avec listel rapporté (double parclose).

Le maintien du vitrage en feuillure et parclose est la méthode traditionnelle. C'est la méthode la plus simple et la plus souple de mise en œuvre.

### 1.6.1 Feuilleure et parcloles

- Feuilleure extérieure et parcloles extérieures



#### Avantages :

Cette méthode est conseillée pour une **meilleure étanchéité à l'air**, en évitant les fuites d'air sous la parclose.

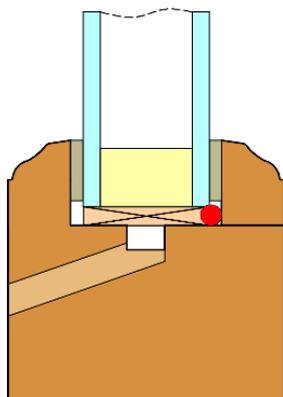
Ce montage permet de vitrer sur chantier des châssis fixes d'accès difficiles (ex : façade d'immeuble).

#### Inconvénients :

Les parcloles subissent par contre les intempéries extérieures et sont plus susceptibles de se déformer.

*NOTE : Certains cahiers des charges exigent un parclosage intérieur, pour limiter les risques de vandalisme par départclosage, mais le risque réel est faible au vu des difficultés rencontrées à départcloser un vitrage fixé conformément aux recommandations et calfeutré par calfeutrement adhérent (silicone ou bande préformée).*

- Feuilleure intérieure et parcloles intérieures



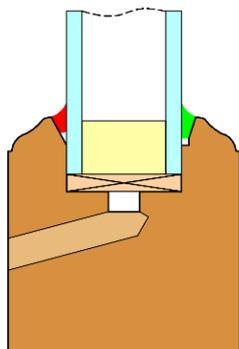
#### Avantages :

Les parcloles sont protégées des intempéries extérieures.

#### Inconvénients :

Cette méthode rend l'étanchéité à l'air plus difficile à obtenir (fuite d'air sous la parclose), il est donc nécessaire de réaliser un cordon de mastic en pied de parclose avec une remontée de 20 cm au moins sur les montants pour ainsi obtenir de bonnes performances d'étanchéité à l'air et limiter les fuites sous parcloles.

### 1.6.2 Vitrage pris en rainure



#### Avantages :

Le montage en rainure est une méthode principalement utilisée dans les productions industrielles. Il permet surtout un **gain de productivité** en limitant les usinages et en supprimant la gestion et le montage des parcloles.

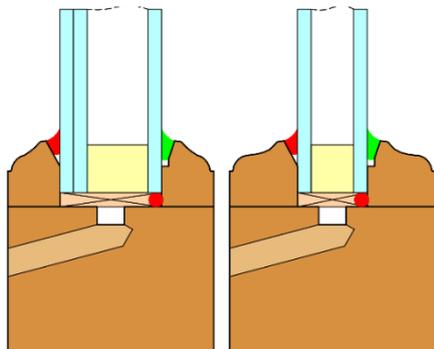
#### Inconvénients :

Ce type de maintien du vitrage rend obligatoire l'utilisation de **l'assemblage mécanique dans les assemblages d'angles** (le vitrage devant pouvoir être remplacé).

La largeur fixe de la rainure ne permet pas autant de flexibilité sur la largeur des vitrages utilisables.

*NOTE : Généralement associé à un profilé extrudé en « U ».*

### 1.6.3 Vitrage avec listel rapporté et parclose



#### Avantages :

En faisant varier les deux épaisseurs de parclose, il permet d'utiliser une **grande variété d'épaisseur de vitrage**.

En supprimant la feuillure à verre, il est possible **d'optimiser le rendement matière**.

#### Inconvénients :

Fabrication et gestion de deux parcloses en atelier.

Montage en atelier à développer (positionnement de la 1<sup>ère</sup> parclose).

**Étanchéité à l'air plus difficile** à obtenir avec les parcloses intérieures.

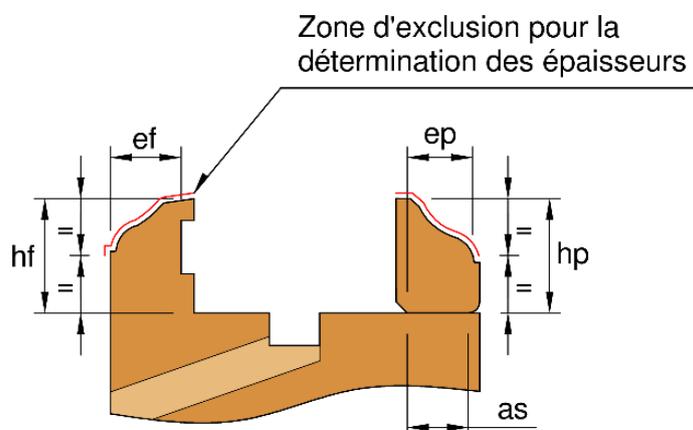
Parcloses extérieures exposées

*NOTE : Le montage en listel rapporté est peu courant.*

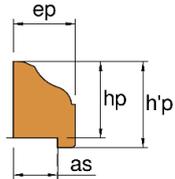
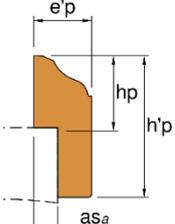
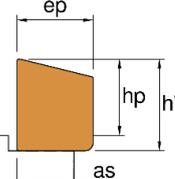
### 1.6.4 Caractéristiques des joues de feuillure et parcloses

L'épaisseur de la joue de feuillure  $e_f$  et de la parclose  $e_p$  sont définies comme la plus petite projection orthogonale de la section comprise entre le fond de feuillure et la demi-hauteur respectivement de la joue de feuillure ou de la parclose.

L'assise de parclose  $a_s$  se définit par la largeur effective de recouvrement continu de la parclose sur le fond de feuillure, c'est-à-dire qu'en présence d'arêtes arrondies, elle est mesurée à partir des points de tangence au plan d'appui avec les arrondis.



Les dimensions minimales de la joue de feuillure (ou listel), de la parclose, et l'assise de la parclose sont déterminées en fonction de la hauteur de la joue de feuillure et de la parclose et définies dans le tableau ci-après.

Dimensions minimales des joues de feuillure (listels) et des parcloses	Hauteur de feuillure $h_f$ et de parclose $h_p$		
	≤ 16 mm	20 mm	25 mm
Épaisseur de feuillure $e_f$ et de parclose $e_p$	$e_f \geq \frac{3}{4} h_f^{(*)}$ et $e_f \geq 13$ mm $e_p \geq \frac{3}{4} h_p^{(*)}$ et $e_p \geq 13$ mm (*) uniquement pour listel extérieur ou parclose extérieure		
Assise de parclose $a_s$	10 mm	12 mm	17 mm
<b>Exigences complémentaires pour les parcloses suivantes :</b>			
<b>à talon</b> 	$(h'_p - h_p) \geq 2$ mm		
<b>Parcloses En applique</b> 	$(h'_p - h_p) \geq 15$ mm $(e'_p - a_{sa}) \geq 12$ mm $a_{sa} \geq 2$ mm		
<b>En feuillure double</b> 	$(h'_p - h_p) \geq 4$ mm		



1.6.5 Dimensionnement des pointes

Deux dimensions doivent être respectées :

- La distance entre pointes ou agrafes doit être comprise entre 150 mm et 200 mm.
- La longueur minimale des pointes ou agrafes est donnée par la formule :

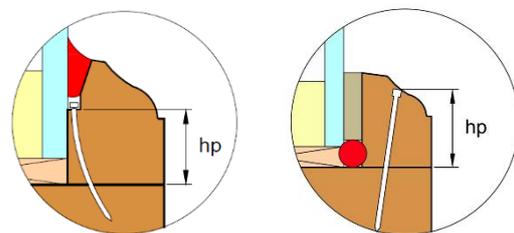
$$l_f \geq \left( 2.5 - \frac{MV}{1000} \right) \times h_p$$

Où :

MV est la masse volumique du bois de la feuillure (kg/m<sup>3</sup>)

h<sub>p</sub> est la hauteur de parclose traversée par la pointe (mm)

l<sub>f</sub> est la longueur totale de la fixation (mm)



Exemple de calculs de longueur de pointes en fonction de la masse volumique et de la hauteur de parclose :

		Longueur de pointe selon MV du bois et hauteur de parclose						
		Hauteur de parclose H <sub>p</sub> (mm) -->	10	12	14	16	20	25
Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Pin sylvestre	550	19,5	23,4	27,3	31,2	39	48,75
	Chêne	700	18	21,6	25,2	28,8	36	45

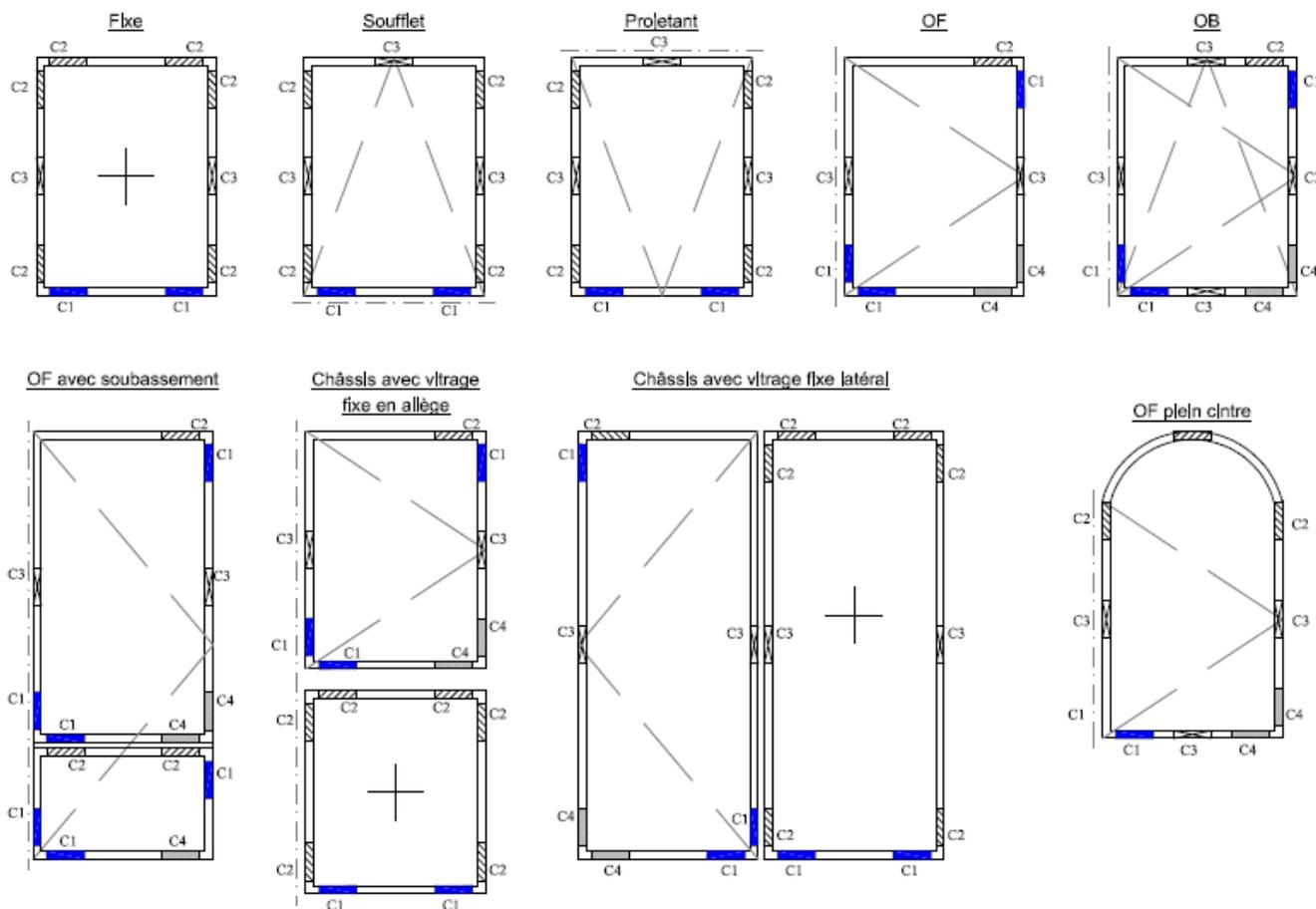
## 1.7 CALAGE DU VITRAGE

Le calage du vitrage assure deux grandes fonctions :

- La mise en jeu périphérique et dans le plan du vitrage,
- La reprise et le transfert des charges du châssis.

Les vitrages doivent être calés conformément à la NF P20-650-1 et les cales ne doivent pas perturber l'évacuation des eaux de drainages dans la feuillure à verre. Si nécessaire, prévoir des cales drainantes ou réaliser une rainure de récupération des eaux périphériques.

Exemples de calage pour des configurations courantes :



-  C1 : Cale d'assise obligatoire, d'épaisseur définie
-  C2 : Cale périphérique obligatoire, d'épaisseur ajustée au jeu
-  C3 : cale périphérique de solidarisation, nombre en fonction de la portée, destinée à assurer une liaison fixe entre le vitrage et le profilé pour éviter les déformations de ces derniers. Elles sont montées ajustées avec une liaison par collage.  
**Ce calage est obligatoire pour les châssis en bois, si la longueur de la rive du vitrage dépasse 1,50 m.**
-  C4 : Cale périphérique de sécurité, optionnelle, destinée à éviter les contacts verre profilé durant les manutentions et les transports, elles sont montées libres

1. TERMINOLOGIE	2. CALFEUTREMENT VITRAGE & DRAINAGE	3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE	4. PRODUIT DE MISE EN ŒUVRE	5. COMPARATIF DES SYSTÈMES
-----------------	--	--	--------------------------------	-------------------------------

## 2. CALFEUTREMENT VITRAGE & DRAINAGE ASSOCIÉ

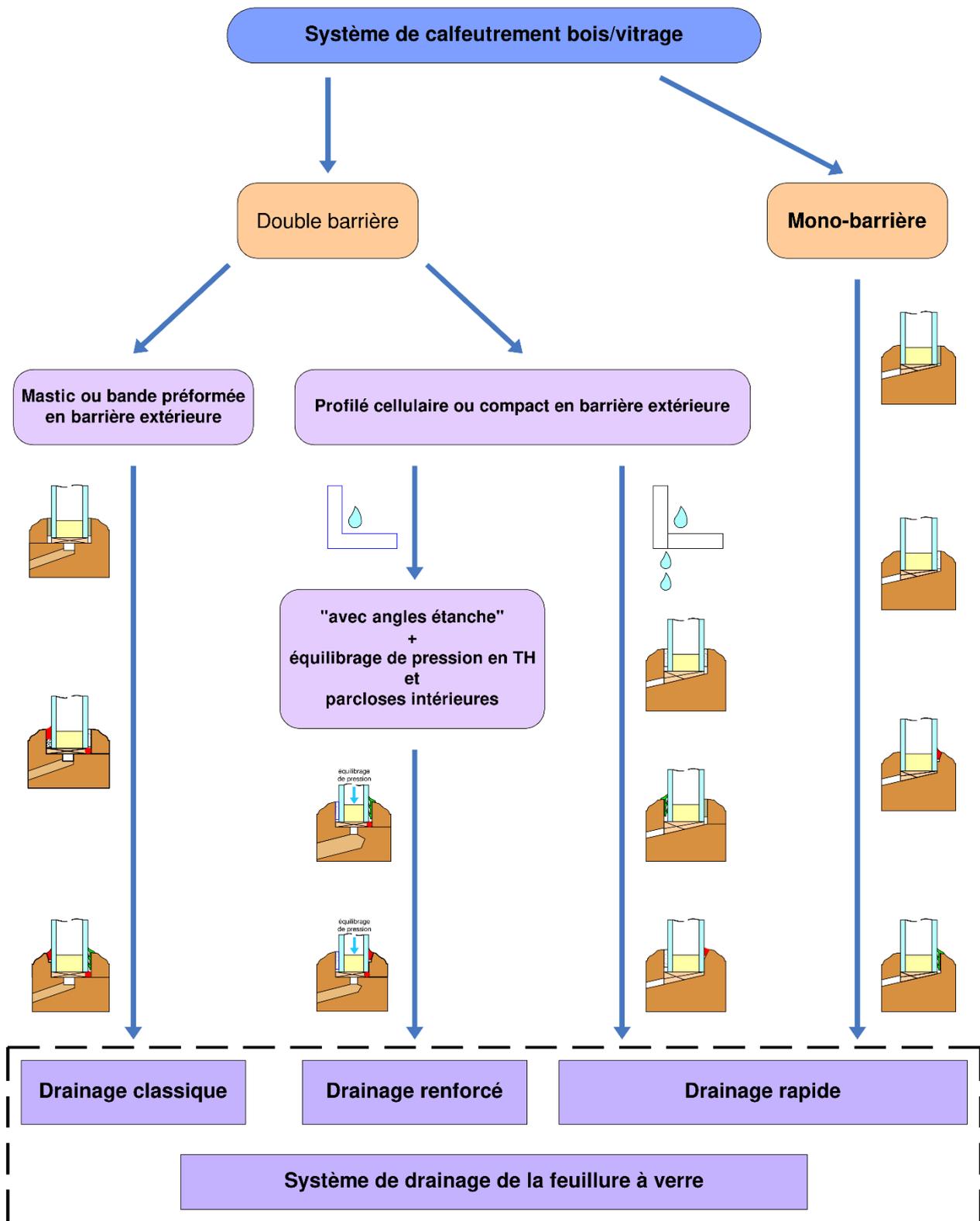
## 2.1 TYPE DE DRAINAGE REQUIS EN FONCTION DU SYSTEME DE CALFEUTREMENT VITRAGE ISOLANT

Les principaux couples de calfeutrement et les modes drainage qui y sont associés sont présentés dans le tableau ci-dessous :



Système	Produits de calfeutrement		Feuillure à verre	Drainage
	Garniture extérieure	Garniture intérieure		
Mono barrière	Absente (sur au moins une des rives du vitrage)	Mastic extrudé ou Bande préformée ou Profilé cellulaire (mousse) ou profilé compact	Parcloses Extérieures	Rapide
		Mastic extrudé ou Profilé compact	En Rainure	
Double barrière	Profilé compact		Parcloses Intérieures, Parcloses Extérieures, ou en Rainure	Rapide
	Profilé cellulaire (mousse)		Parcloses Intérieures ou Parcloses Extérieures	
	Profilé compact ou Profilé cellulaire (mousse)	Mastic extrudé		
	Profilé compact ou Profilé cellulaire (mousse)	Bande préformée	Parcloses Intérieures ou Parcloses Extérieures <i>+ talon côté garniture avec la résistance à la compression la plus faible</i>	
	Profilé compact "avec angles étanches"		Parcloses Intérieures ou en Rainure	Renforcé
	Profilé cellulaire (mousse) "avec angles étanches"		Parcloses Intérieures	
	Profilé compact "avec angles étanches" ou Profilé cellulaire (mousse) "avec angles étanches"	Mastic extrudé		
	Profilé compact "avec angles étanches" ou Profilé cellulaire (mousse) "avec angles étanches"	Bande préformée	Parcloses Intérieures <i>+ talon côté garniture avec la résistance à la compression la plus faible</i>	
	Mastic extrudé		En rainure	Classique
	Mastic extrudé ou Bande préformée		Parcloses Intérieures ou Parcloses Extérieures	
Mastic	Profilé compact ou Profilé cellulaire (mousse)			
Bande préformée	Profilé compact ou Profilé cellulaire (mousse)	Parcloses Intérieures ou Parcloses Extérieures <i>+ talon côté garniture avec la résistance à la compression la plus faible</i>		

### 2.2 SYNOPTIQUE DE DETERMINATION DU TYPE DE DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE



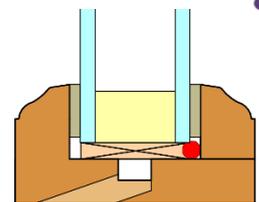
1. TERMINOLOGIE	2. CALFEUTREMENT VITRAGE & DRAINAGE	3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE	4. PRODUIT DE MISE EN ŒUVRE	5. COMPARATIF DES SYSTÈMES
-----------------	--	--	--------------------------------	-------------------------------

## 3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE

## 3.1 GENERALITES

### 3.1.1 Calfeutrement complémentaire en pied de parclose intérieure

En cas de parclose intérieure, il est obligatoire, en traverse basse et en partie basse des montants (sur 200 mm minimum), de mettre en place un calfeutrement complémentaire entre le pied de parclose et le fond de feuillure recevant le vitrage. Ce calfeutrement complémentaire doit être compatible avec les mastics de scellement des intercalaires des vitrages et les films PVB des vitrages feuilletés selon les modalités de l'Annexe A du NF DTU 39 P1-2 :2006.

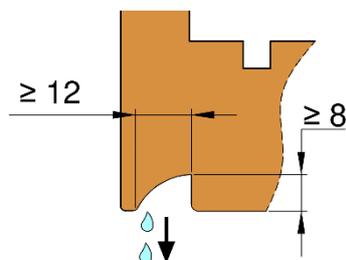


### 3.1.2 Gouttes d'eau en traverse basse d'ouvrant

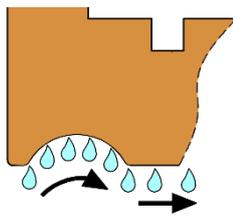
La goutte d'eau est une rainure qui vise à interrompre le cheminement de l'eau vers l'intérieur de la menuiserie et qui l'oblige à former des gouttes d'eau (qui tomberont où vers l'extérieur ou vers une gorge de récupération).

La dimension de la goutte d'eau est importante :

Les dimensions minimales pour assurer une rupture efficace du film d'eau sont une largeur de 12 mm et une hauteur de 8 mm

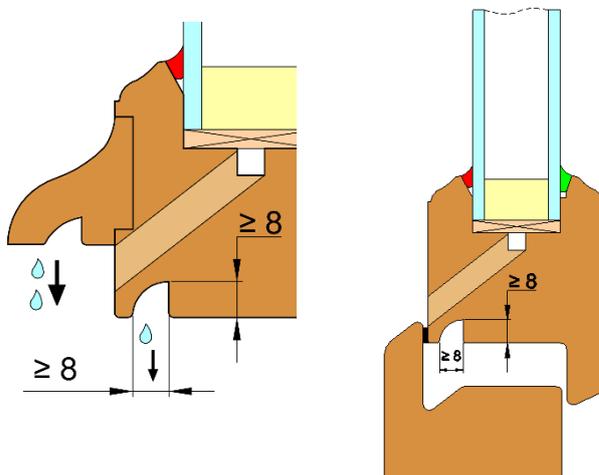


Si la largeur est trop faible, l'effet de capillarité suffit à contourner la goutte



Si la hauteur est trop faible, les gouttes d'eau « sautent » d'un côté vers

**Note :** en présence d'un rejet d'eau ou d'un profilé d'étanchéité en recouvrement extérieur en traverse basse, les dimensions de la goutte d'eau en sous face de traverse basse peuvent être réduites à 8x8 mm minimum.

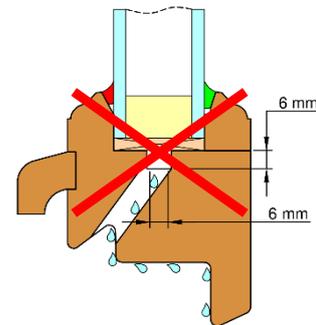


### 3.1.3 Trous de drainage

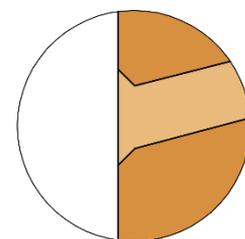
Les trous de drainage permettent de maîtriser l'humidification du bois en permettant à l'eau de s'évacuer vers l'extérieur de la menuiserie mais également en permettant une ventilation du fond de feuillure.

Pour assurer cette fonction, les orifices du système de drainage doivent :

- Déboucher avant une goutte d'eau pour éviter les infiltrations vers l'intérieur de la menuiserie, quelque que soit le système de drainage de la feuillure à verre (classique, rapide ou renforcé).
- Avoir une conception permettant leur entretien. Le fabricant doit fournir un guide d'entretien de la menuiserie dans lequel doit être défini la fréquence d'entretien de ces orifices.

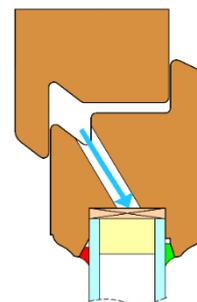


Pour améliorer la tenue de la finition sur les trous de drainage, il est conseillé de chanfreiner ses arrêtes.



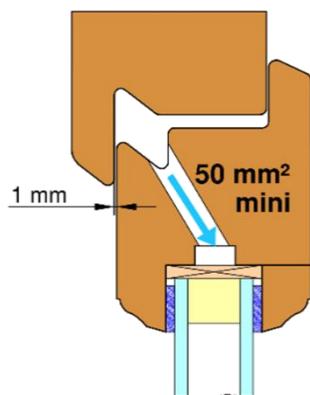
### 3.1.4 Mise à l'air libre de la feuillure à verre et équilibrage de pression en partie haute du châssis

Afin de faciliter le drainage et la ventilation de la feuillure à verre, il est recommandé de réaliser un perçage d'une surface minimale de 50 mm<sup>2</sup> en partie haute de châssis (traverse haute ou partie haute des montants).

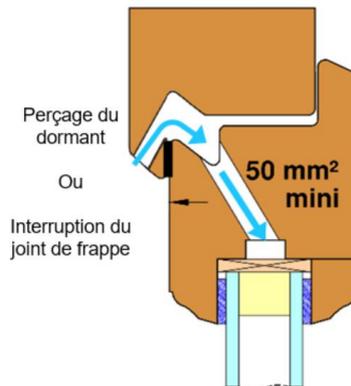


Pour que cette solution reste efficace, il est par contre nécessaire que l'espace entre ouvrant et dormant ne soit pas en dépression par rapport à l'air extérieur et il faut donc qu'il y ait en traverse haute une mise à l'air libre par soit :

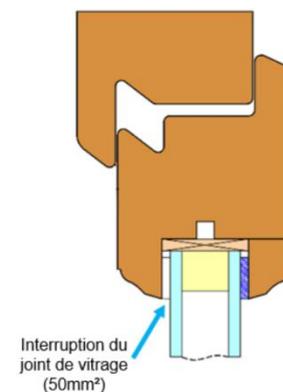
- Le respect d'un jeu minimal de 1 mm entre ouvrant et dormant (Sans joint de frappe en recouvrement extérieur),
- La suppression d'une partie de joint sur la frappe,
- Un perçage vers l'extérieur,
- La suppression d'une partie du calfeutrement.



Sans joint de frappe



Avec joint de frappe



Avec ou sans joint de frappe

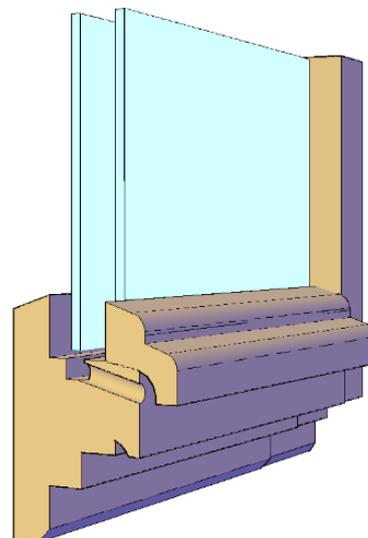
## 3.2 LE DRAINAGE « CLASSIQUE »

### Drainage « Classique »

#### Description

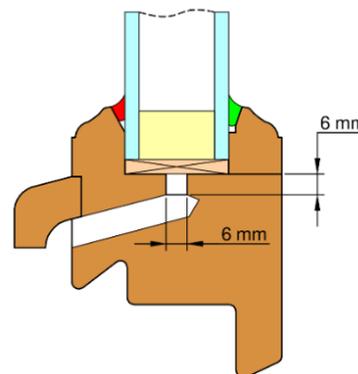
Ce type de drainage a pour objectif d'évacuer vers l'extérieur les eaux d'infiltrations d'un système de calfeutrement performant. On considère néanmoins que dans la durée tout système de calfeutrement peut être amené à perdre de son efficacité dans le temps.

Il s'applique pour les calfeuttements doubles **barrières**, dont le calfeutrement en **barrière extérieure** se fait par **adhérence (mastic ou bande préformée)**.



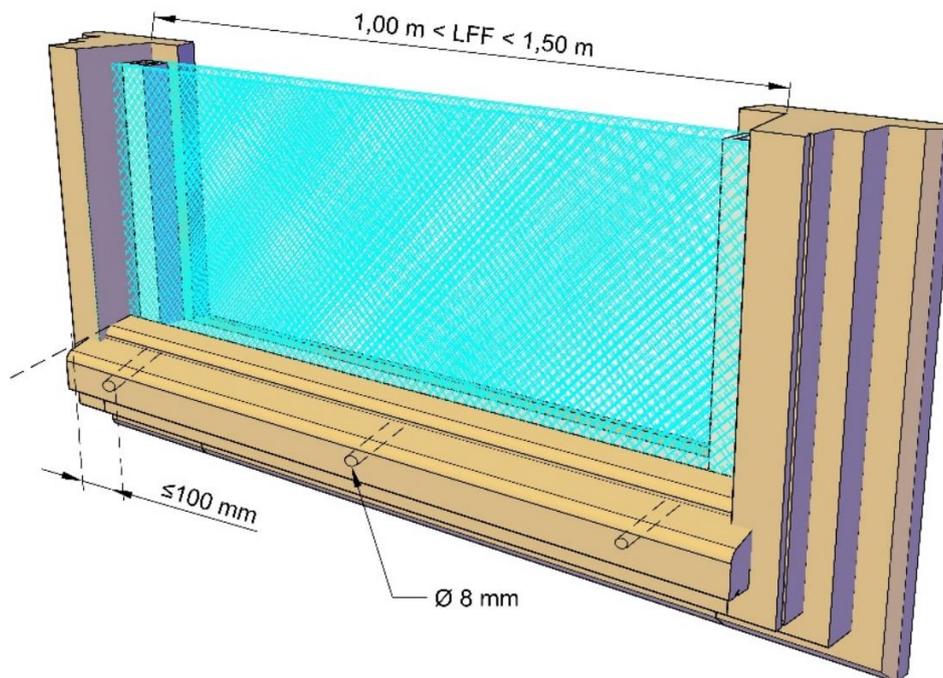
#### Caractéristiques

- Une rainure de récupération des eaux de **6 x 6 mm**, centrée sur l'intercalaire, (celle côté extérieur pour les triples vitrages).

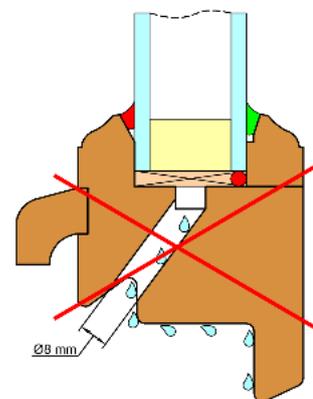


Des perçages d'au moins  $\varnothing 8$  mm (min  $50 \text{ mm}^2$  et 5 mm), à raison de 2 orifices jusqu'à 1 m et de 1 orifice supplémentaire par tranche de 0,5 m supplémentaire.

Pour des traverses de longueur inférieure ou égale à 20 cm, possibilité de ne mettre qu'un seul trou de drainage.



Les perçages de drainages doivent **déboucher avant une goutte d'eau**, pour éviter les infiltrations vers l'intérieur de la menuiserie.



#### Mise en œuvre

Il existe plusieurs solutions courantes pour la réalisation du drainage « classique » :

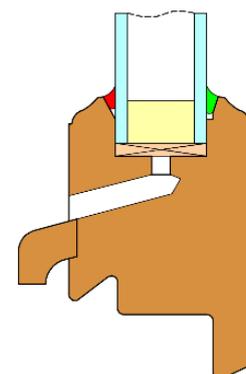
#### Drainage directement vers l'extérieur

#### Drainage apparent au-dessus du rejet d'eau

Les perçages de drainage sont réalisés au-dessus du rejet d'eau.

Les avantages de cette solution sont :

Salubrité : l'eau est efficacement évacuée.

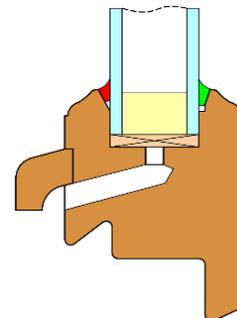


**Drainage masqué sous le rejet d'eau**

Les perçages de drainage sont réalisés sous le rejet d'eau.

Les avantages de cette solution sont :

- L'esthétique : les drainages sont masqués,
- La salubrité : la feuillure à verre est directement ventilée par l'air extérieur.

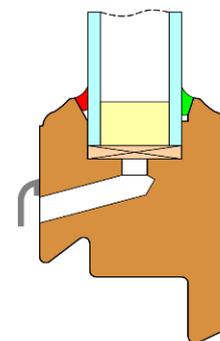
**Drainage avec trou oblong et cache-tempête**

Les perçages de drainage sont réalisés et ensuite masqués sous des « caches-tempêtes » qui ne recouvrent que les perçages.

Les avantages de cette solution sont :

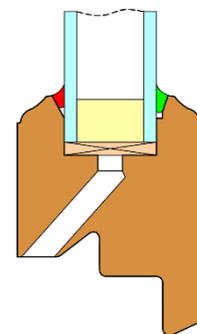
- L'économie réalisée par la suppression du rejet d'eau,
- Salubrité : la feuillure à verre est directement ventilée par l'air extérieur.

Il est par contre difficile de trouver des produits qui ne dénaturent pas l'esthétique de la menuiserie.

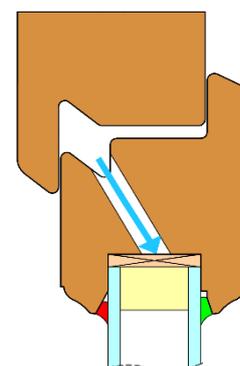
**Drainage entre ouvrant et dormant**

Les perçages de drainage débouchent dans l'espace entre ouvrant et dormant.

L'avantage de cette solution est d'avoir des trous de drainage non-apparents tout en les laissant accessibles pour leur entretien.

**Complément possible : Mise à l'air libre de la feuillure à verre**

Pour faciliter le drainage des eaux d'infiltration dans la feuillure à verre et la ventilation, il est conseillé de percer la traverse haute des ouvrants.



### 3.3 LE DRAINAGE « RENFORCÉ »

#### Drainage « Renforcé »

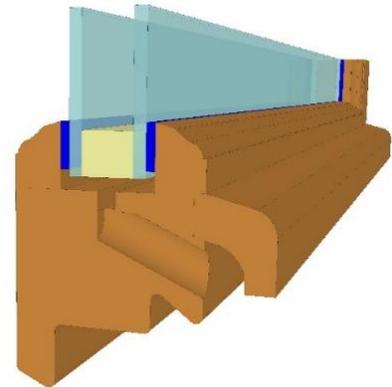


##### Description

Le drainage renforcé reprend certaines caractéristiques du drainage classique avec cependant une ventilation et un drainage de la feuillure à verre renforcés par une surface totale d'orifice de drainage plus importante et un dispositif d'équilibrage de pression.

Il s'applique pour les systèmes de calfeutrements doubles **barrières**, dont l'étanchéité en **barrière extérieure** est assurée mais par réaction mécanique au moyen d'un **profilé dont l'étanchéité de la mise en œuvre dans les angles montant/traverse** a été vérifiée selon le protocole de l'annexe G de la norme NF P 20-650-2.

Le drainage renforcé ne s'applique qu'au feuillure à verre avec une **parclose intérieure**.



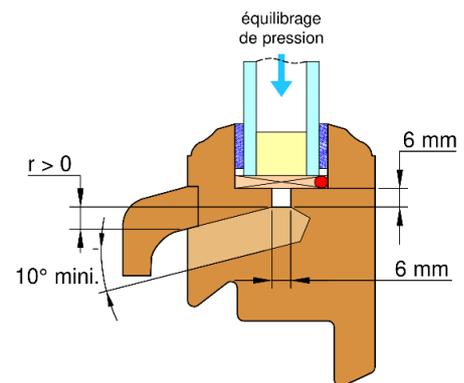
##### Choix du profilé

- Utiliser un profilé qualifié (cf. §4.3 du présent document) et dont la mise en œuvre dans les angles a été validé par essai (cf §4.3.3 du présent guide),
- Le fabricant du profilé doit contrôler annuellement la reprise élastique du profilé de calfeutrement à température haute 70°C conformément à la norme EN 12365-3, elle doit être de grade 2 (> 40% à 50%) ou plus.

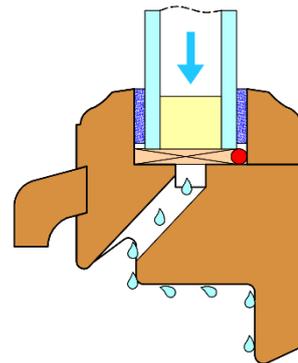
##### Caractéristiques

L'ensemble des caractéristiques suivantes doivent être respectées :

1. Rainure de récupération des eaux **d'au moins 6 x 6 mm** sur toute la largeur du vitrage, centrée sur l'intercalaire (celle côté extérieur pour les triples vitrages).
2. Les orifices de drainage doivent déboucher sous le niveau de la rainure de récupération des eaux (**cote  $r > 0$** ).
3. Leur **penne est de 10° au moins**, ils doivent déboucher sur un **espace dégagé**.
4. **Règle de drainage** :
  - **2 orifices minimum** (la plus petite dimension doit être supérieure à 5 mm),
  - la surface des trous de drainage doit être de **250 mm<sup>2</sup> par mètre linéaire** de largeur fond de feuillure de traverse (LFF).
5. Effectuer un équilibrage des pressions de la feuillure à verre avec la pression extérieure à réaliser **hors traverse basse** (généralement en partie haute du vitrage).



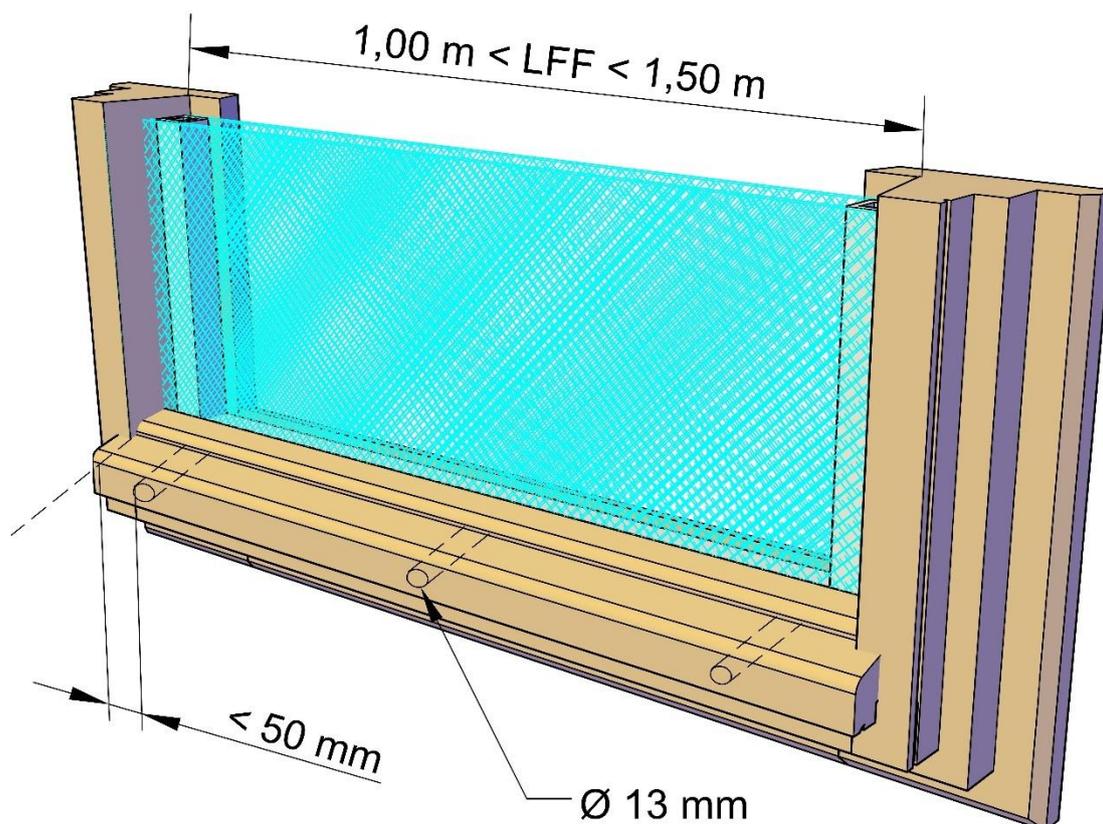
**Note :** Les perçages de drainages doivent **déboucher avant une goutte d'eau**, pour éviter les infiltrations vers l'intérieur de la menuiserie.



Pour respecter la règle de drainage (point 4.), 2 solutions sont proposées ci-dessous. Il est cependant possible de réaliser une conception intermédiaire entre ces 2 solutions.

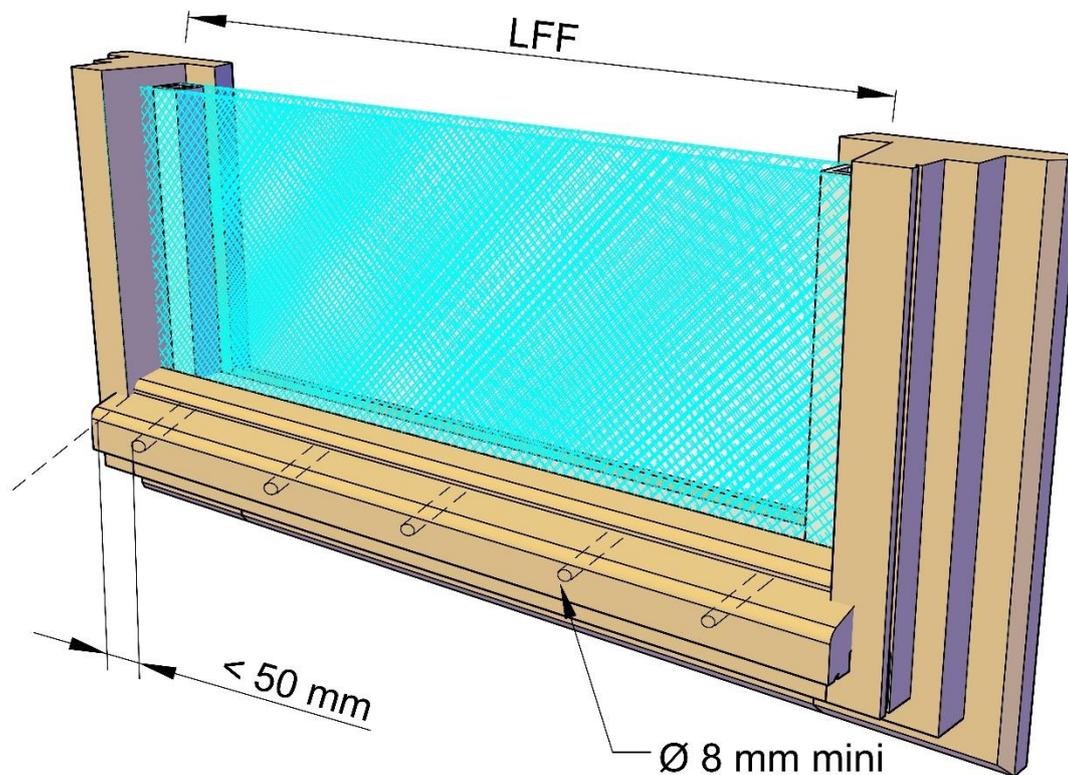
#### Solution 1 :

Des perçages d'au moins  $\text{Ø}13 \text{ mm}$  (min  $125 \text{ mm}^2$  et plus petite dimension  $\geq 5 \text{ mm}$ ), à raison de 2 orifices jusqu'à 1 m et de 1 orifice supplémentaire par tranche de 0,5 m supplémentaire, positionnés à moins de 50 mm des montants, aux extrémités.



**Solution 2 :**

Des perçages circulaires d'au moins  $\text{Ø}8 \text{ mm}$  (ou min  $50 \text{ mm}^2$  et plus petite dimension  $\geq 5 \text{ mm}$ ), à raison de  $250 \text{ mm}^2/\text{ml}$  de largeur fond de feuillure (LFF), positionnés à moins de  $50 \text{ mm}$  des montants, aux extrémités.

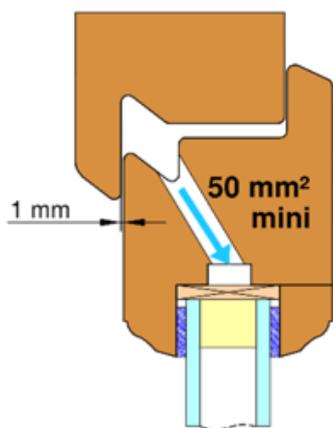


Le tableau suivant illustre la règle de drainage (surface de drainage de  $250 \text{ mm}^2/\text{ml}$ ) en donnant la LFF atteignable en fonction du nombre et du diamètre des perçages :

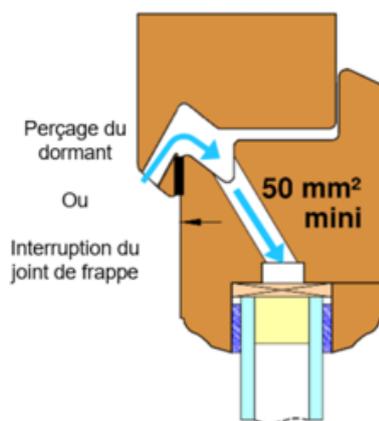
		Largeur Fond de Feuillure (LFF max) suivant qté et diamètre de perçage :								
		Nb perçage -->	1	2	3	4	5	6	7	8
Diamètre perçage	Ø8	S= $50,3 \text{ mm}^2$	201	402	603	804	1006	1207	1408	1609
	Ø10	S= $78,5 \text{ mm}^2$	314	628	942	1256	1570	1884	2198	2512
	Ø11	S= $95 \text{ mm}^2$	380	760	1140	1520	1900	2280	2660	3040

L'équilibrage des pressions de la feuillure à verre avec la pression extérieure à réaliser **hors traverse basse** (généralement en partie haute du vitrage) doit respecter les points suivants :

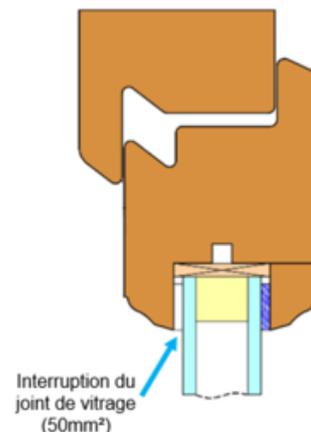
- Il doit avoir une section **d'au moins 50 mm<sup>2</sup>** (sans permettre d'entrée d'eau dans la feuillure susceptible de mouiller le chant du vitrage, il est généralement réalisé via un perçage ou l'interruption en traverse haute du calfeutrement vitrage extérieur, cf. schémas ci-dessous),
- L'air doit circuler **librement sur tout le périmètre du vitrage** (via par exemple une rainure non obstruée de 6x6 mm).



Sans joint de frappe

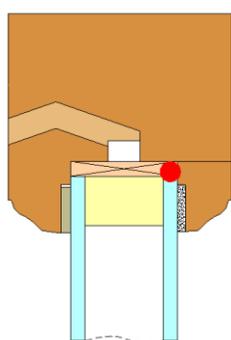


Avec joint de frappe

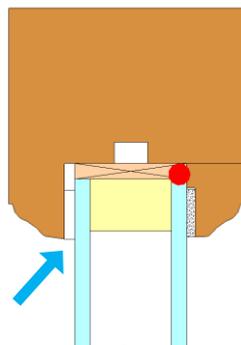
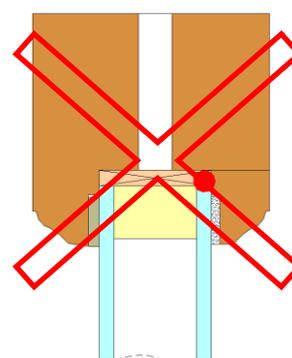


Avec ou sans joint de frappe

- Pour les châssis fixe, la communication doit se faire avec l'air extérieur et ne doit donc pas déboucher sur la maçonnerie. Il est possible d'interrompre le joint de vitrage en partie haute sauf en présence d'un calfeutrement en rainure (le contact bois/vitrage empêche une bonne circulation de l'air).



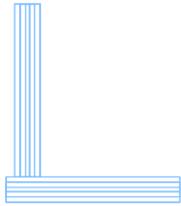
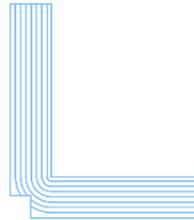
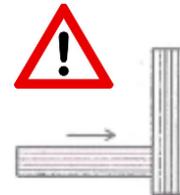
ou

Interruption du joint  
de vitrage (50mm<sup>2</sup>)En présence de  
rainure, grugeage  
nécessaire

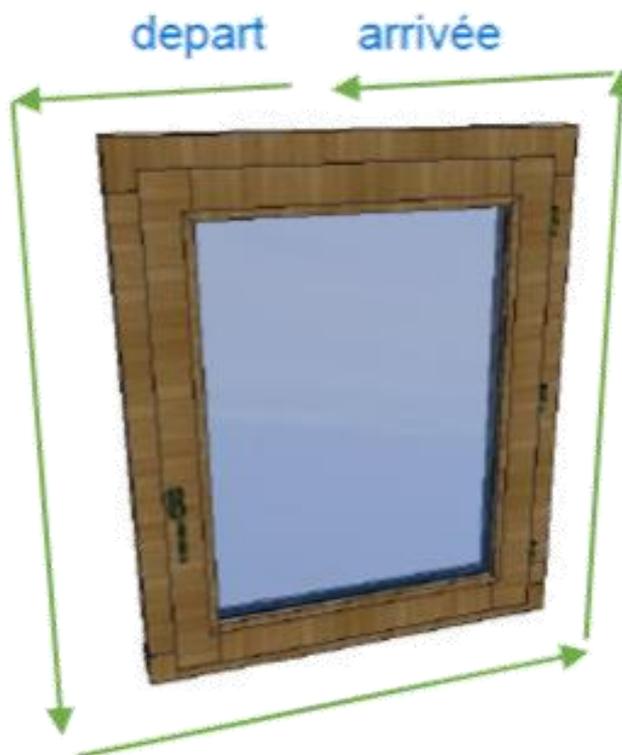
**Mise en œuvre**

La mise en œuvre en atelier des profilés de calfeutrement, en particulier au niveau des angles, **doit être conforme à la solution validée par essai et faire l'objet d'un Contrôle Production Usine.**

Exemples de solution de mise en œuvre dans les angles :

**Traverse filante****Sans découpe****Avec découpe partielle****Non recommandé**

Exemple d'un schéma issu d'une procédure de mise en œuvre en atelier :



Il existe plusieurs solutions courantes pour la réalisation du drainage « renforcé » :

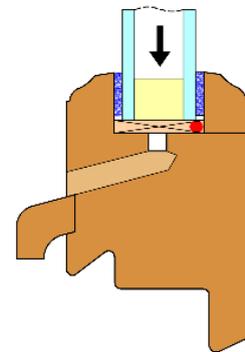
### Drainage directement vers l'extérieur

#### Drainage au-dessus du rejet d'eau

Les perçages de drainage sont réalisés au-dessus du rejet d'eau.

Les avantages de cette solution sont :

- Salubrité : l'eau est efficacement évacuée.

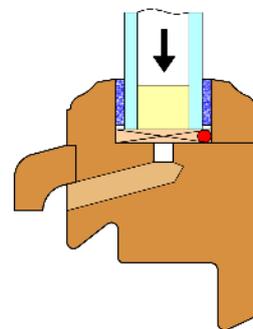


#### Drainage sous le rejet d'eau

Les perçages de drainage sont réalisés sous le rejet d'eau.

Les avantages de cette solution sont :

- L'esthétique : les drainages sont masqués,
- La salubrité : la feuillure à verre est directement ventilée par l'air extérieur.

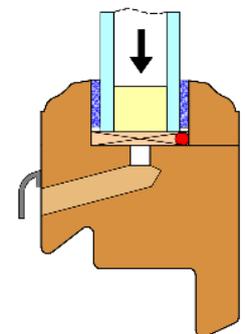


#### Drainage et cache-tempête

Les perçages de drainage sont réalisés et ensuite masqués sous des « caches-tempêtes » qui ne recouvrent que les perçages.

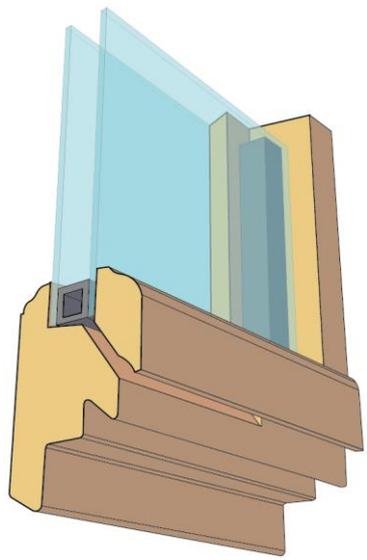
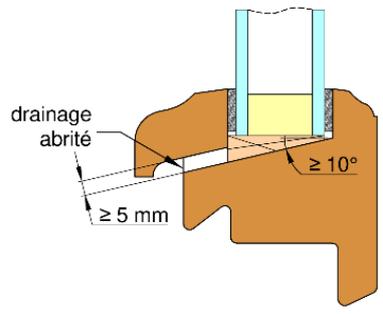
Les avantages de cette solution sont :

- L'économie réalisée par la suppression du rejet d'eau,
- Salubrité : la feuillure à verre est directement ventilée par l'air extérieur.



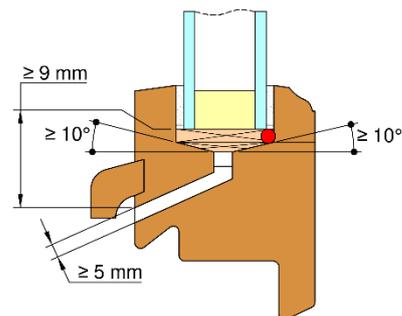
Il est cependant difficile de trouver des produits qui ne dénaturent pas l'esthétique de la menuiserie.

### 3.4 LE DRAINAGE « RAPIDE »

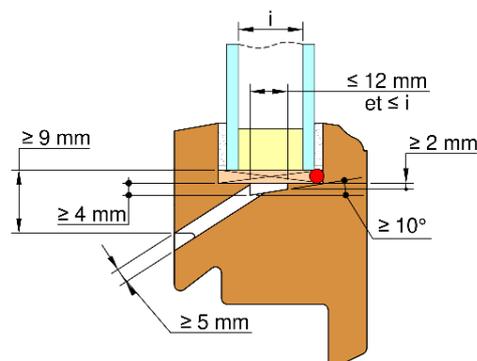
Drainage « Rapide »	
<p><b>Description</b></p> <p>Ce type de drainage s'applique pour dans le cas de calfeutrement simple barrière et de calfeutrement double-barrière lorsque que l'étanchéité est assurée par réaction mécanique en barrière extérieure.</p> <p>Sa conception est prévue pour drainer l'eau et permettre la ventilation de la feuillure à verre.</p>	
<p><b>Caractéristiques</b></p> <p><b>Drainage rapide de référence :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Feuillure extérieure en pente de 10° au moins,</li> <li>- Des fentes de 5 mm d'épaisseur minimum,</li> <li>- Un fond de feuillure abrité (parclose ou rejet d'eau).</li> </ul> <p><b>Drainage rapide équivalent :</b></p> <p>Il existe 3 variantes au drainage rapide de référence portant sur la géométrie du fond de feuillure appelés « drainages rapides équivalents », dispensés de validation expérimentale :</p>	

**Cas N°1 - Fond de feuillure à double pente :**

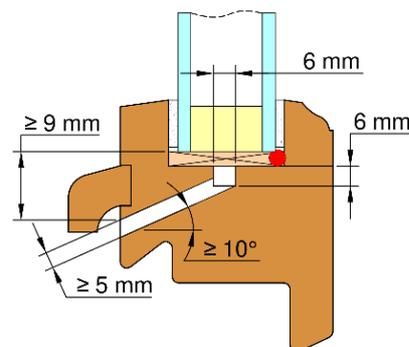
- Fond de feuillure à **double pente de 10° minimum** sur toute la longueur, débouchant ou non sur une gorge de récupération,
- Des fentes de **5 mm d'épaisseur minimum avec une pente de 10° au moins.**
- Protection des orifices de drainage (rejet d'eau ou rainure par exemple)

**Cas N°2 – Gorge de récupération avec pente :**

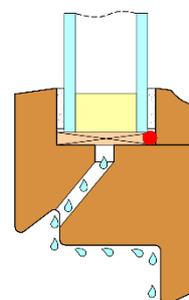
- Rainure de **12 mm de large minimum** centrée sur la lame d'air du vitrage isolant, avec une **hauteur minimale supérieure ou égale à 2 mm** et un fond avec une **pente minimale de 10°** sur toute la longueur,
- Des fentes de **5 mm d'épaisseur minimum avec une pente de 10° au moins,**
- Protection des orifices de drainage (rejet d'eau ou rainure par exemple).

**Cas N°3 : Solution avec gorge de récupération avec rainure :**

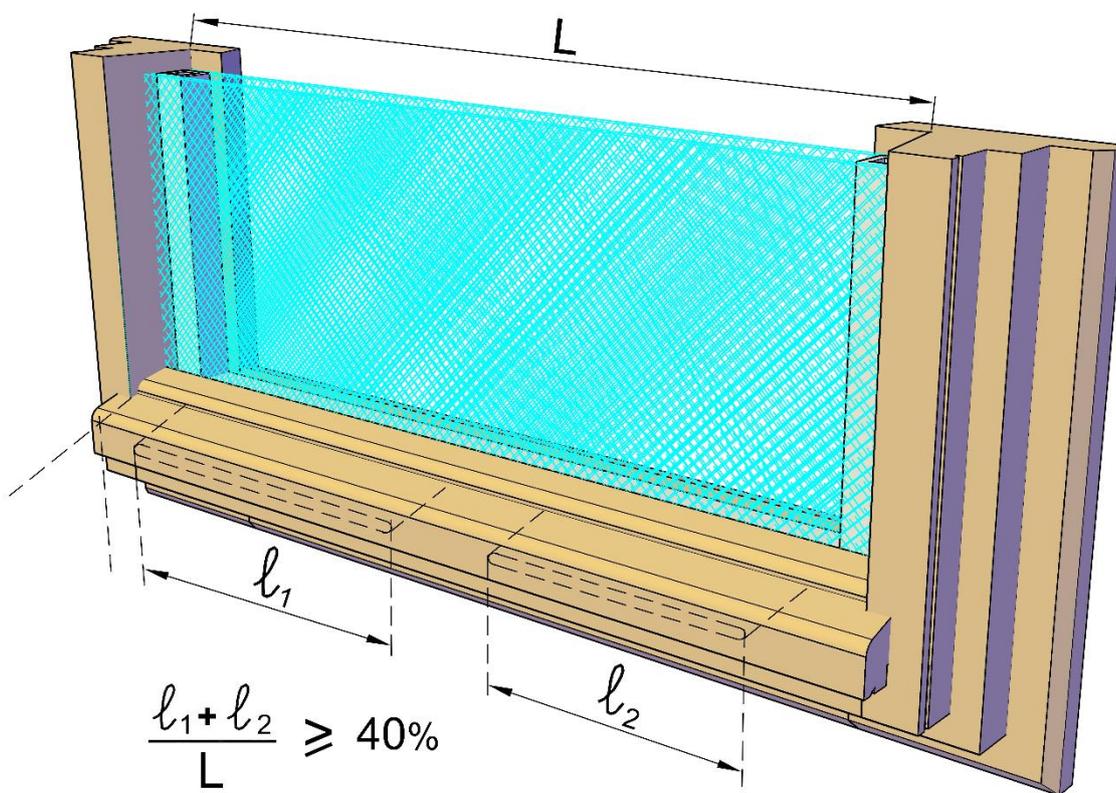
- Rainure de **6 x 6 mm minimum** centrée sur la lame d'air du vitrage isolant,
- Des fentes de **5 mm d'épaisseur minimum avec une pente de 10° au moins,**
- Protection des orifices de drainage (rejet d'eau ou rainure par exemple) de drainage.



**Note :** Les perçages de drainages doivent **déboucher avant une goutte d'eau**, pour éviter les infiltrations vers l'intérieur de la menuiserie.



Quel que soit le drainage rapide, de référence, ou équivalent, la **longueur cumulée des fentes** doit être supérieure ou égale à **40%** de la longueur en fond de feuillure de la traverse basse.



#### Drainage rapide « personnalisé » :

Pour les solutions de drainage ne répondant pas aux exigences du drainage rapide de référence ou des drainages rapides équivalents, une validation expérimentale est possible selon le protocole défini dans l'annexe C de la norme NF P20-650-2 ; protocole qui a été simplifié à l'occasion de la révision de la norme.

#### Mise en œuvre

Il existe plusieurs solutions pour mettre en œuvre un drainage « rapide » :

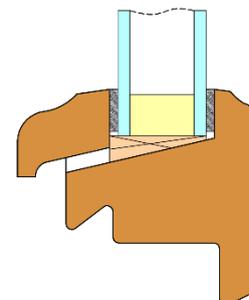
#### Parclose rejet d'eau

La parclose joue également le rôle de rejet d'eau. L'avantage principal de cette solution est esthétique, le drainage étant compatible avec un design traditionnel, avec rejet d'eau.

L'usinage de la parclose est plus complexe, et demande d'étudier le calage de la parclose.

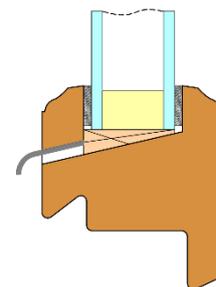
La fente de drainage peut être :

- Usinée dans la parclose,
- Usinée dans la traverse basse,
- Réalisée par un calage entre la parclose et la traverse basse.



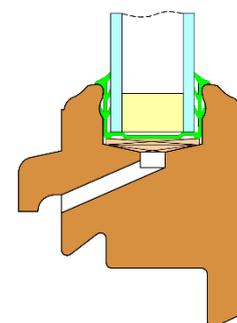
**Parclose et rejet d'eau aluminium**

Le système est identique au précédent système, mais le rejet d'eau est ici assuré par une pièce en aluminium fixé préalablement sous la parclose.

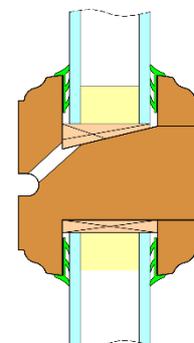
**Fentes de drainage sans parclose**

La fente de drainage est conçue de telle manière qu'elle puisse être intégrée sous le jet d'eau ou dans un profil de réservation spécifique.

C'est la solution de meilleure productivité mais qui impose un montage en rainure du vitrage et donc l'utilisation de l'assemblage mécanique dans les angles.

**Drainage des traverses intermédiaires d'ouvrant**

Il est possible de réaliser un drainage rapide sur une traverse intermédiaire d'ouvrant en réalisant une rainure filante à caractère esthétique pour masquer les orifices des fentes de drainage.



### 3.5 LE DRAINAGE EN CASCADE DES TRAVERSES INTERMÉDIAIRES D'OUVRANTS

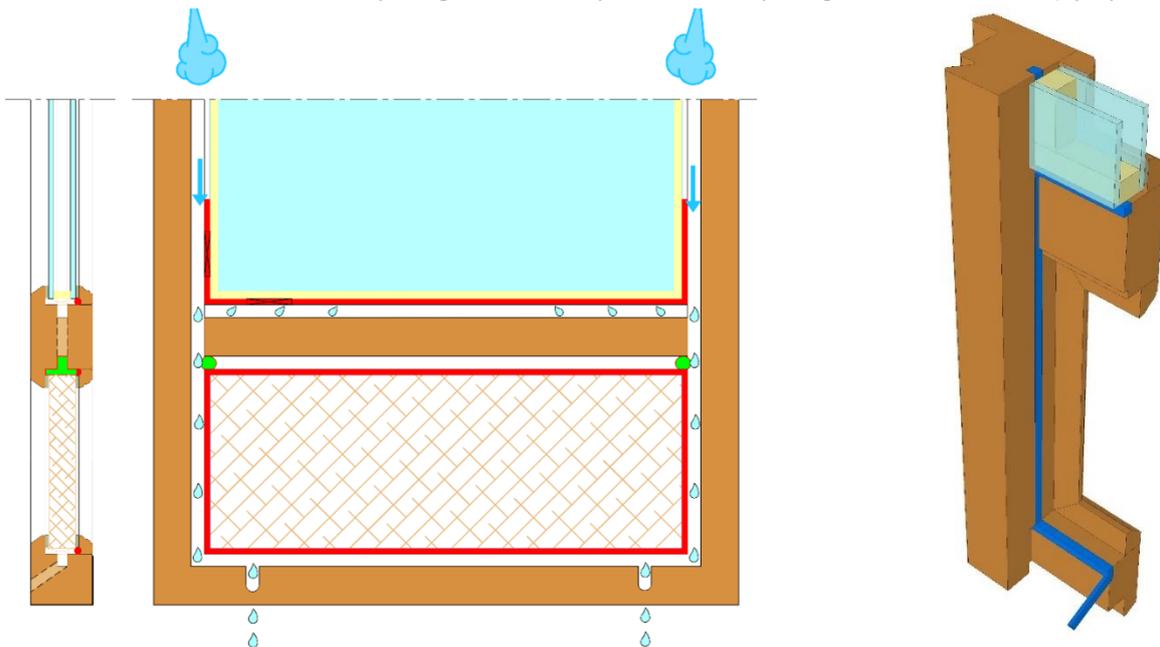
#### Drainage en cascade des traverses intermédiaires d'ouvrants

Description



Les eaux d'infiltration sont évacuées en cascade de la traverse intermédiaire vers les montants latéraux, puis vers la traverse basse du vantail.

Cette solution utilisable sous certaines conditions permet d'éviter la présence des trous de drainage en façade de la traverse intermédiaire. Cela nécessite de protéger le chant supérieur du remplissage du soubassement (opaque ou vitré).



Conditions requises

- Uniquement compatible avec un calfeutrement **double barrière par adhérence** (vitrage et remplissage de soubassement),
- Uniquement avec des **parclose intérieures** (vitrage et remplissage de soubassement),
- **Équilibrage de la pression de la feuillure à verre** :
  - o Réalisé en partie haute du vitrage,
  - o D'une section **minimale de 50 mm<sup>2</sup>** (sans permettre l'entrée d'eau dans la feuillure susceptible de mouiller le chant du vitrage),
  - o Sur tout le périmètre du vitrage (exemple : rainure non obstruée de 6x6 mm).
- Evacuation par des **orifices de 50 mm<sup>2</sup> minimum** (plus petite dimension supérieure à 5 mm) à chacune des extrémités de la traverse intermédiaire. Ils doivent permettre la continuité du passage de l'eau de la rainure périphérique des montants (section 6x6 mm minimum),
- Calfeutrement complémentaire en pied de parclose **périphérique pour le remplissage du soubassement**,
- Aux 2 extrémités hautes du panneau de soubassement, une barrière doit être mise en place pour **protéger le chant supérieur du panneau** de l'écoulement de l'eau de drainage, au moyen d'un cordon de mastic par exemple,
- Une finition est appliquée en atelier sur les chants du panneau de soubassement avec une valeur **d'efficacité hydrofuge WPE de classe 3 minimum**,
- Mise en œuvre limitée à un châssis de **H<sub>max</sub> ≤ 2,5 m et de L<sub>max</sub> ≤ 1 m**.

### 3.6 SOLUTION DE DRAINAGE NON TRADITIONNELLE

#### Drainage par les montants

##### Avantages :

Les trous de drainage sont très peu visibles.

Cette solution permet un gain de productivité car elle ne nécessite aucun usinage supplémentaire que le profilage de base.

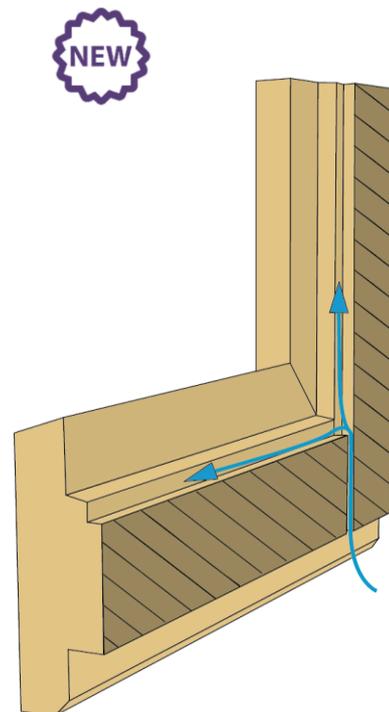
##### Inconvénients :

Il n'existe que deux trous de drainage quelle que soit la dimension du vitrage.

Les trous de drainage étant positionnés aux extrémités, l'évacuation de l'eau au centre de la traverse est plus critique.

Les orifices de drainage sont de la même dimension que la rainure de drainage (min 6 x 6 mm). Leur section est plus faible que les perçages de drainage classique (min  $\varnothing$  8 mm).

NOTE : Cette solution est non conforme à la norme NF P20-650-2.



1. TERMINOLOGIE	2. CALFEUTREMENT VITRAGE & DRAINAGE	3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE	4. PRODUITS ET MISE EN ŒUVRE	5. COMPARATIF DES SYSTÈMES
-----------------	--	--	---------------------------------	-------------------------------

## 4. CALFEUTREMENT VITRAGE : PRODUITS ET MISE EN ŒUVRE

On distingue deux grandes familles de calfeutrement :

- Les calfeutremments qui réalisent leurs étanchéités par adhérence (mastics et bandes préformées principalement) pour lesquelles il est possible d'obtenir la tenue dans le temps des performances d'étanchéités,
- Les calfeutremments qui réalisent leurs étanchéités par compression (mousses ou profilés extrudés principalement) pour lesquelles il est plus difficile de conserver la tenue dans le temps des performances d'étanchéité.

#### Cas des feuillures équipées de triple vitrage :

Les contraintes supplémentaires apportées par le triple vitrage sont le poids et la largeur de la feuillure à verre.

Le poids supplémentaire apporté par le triple vitrage ne doit pas déformer l'ouvrant et solliciter le calfeutrement en dehors de sa plage admissible. Nous considérerons donc que les assemblages respectent les exigences de rigidité propres à chaque type d'assemblage.

Concernant le calfeutrement, seule l'augmentation de la largeur de feuillure à verre a un impact par l'augmentation des effets de la dilatation, principalement due aux variations hygroscopiques dans le bois. Le calcul des sollicitations mécaniques des calfeutremments (voir § « sollicitations mécaniques ») est réalisé pour des triples vitrages et permet de valider les recommandations aussi bien pour les doubles et triples vitrages.

## 4.1 MASTICS

### 4.1.1 Exigences – Qualification

La norme NF P 20-650-1 définit les exigences pour les choix des mastics utilisés pour le calfeutrement entre le vitrage et les profilés bois.

Les mastics doivent être conforme à la norme NF EN 15651-2 et être de type 25 E (mastic élastique) et classés type G – 25 LM ou type G 25 HM selon la norme NF EN 11600, ou conforme à l'annexe A de la NF P 20-650-1, pour les essais de type initiaux.

L'adhésivité cohésion du mastic avec les supports doit être vérifiée selon les procédures de qualification en vigueur, conformément aux normes NF EN ISO 8339, NF EN ISO 10590 et NF P 85-527.

**Nota :** La certification « Label SNJF Vitrage », vaut la preuve du respect des niveaux de performances des caractéristiques requises pour les mastics.

De plus l'adhérence du mastic sur le support bois doit être vérifié par essai de convenance selon l'annexe A.3.3 de la NF P 20-650-1, pour chaque essence et chaque système de finition.

Ces essais sont en général réalisés par le fabricant du mastic, sur des éprouvettes fournies par le menuisier.

Pour les calfeutremments en contact uniquement avec des produits de finition en phase aqueuse, il est prévu 3 séries d'essai de pelage manuel selon NF EN ISO 23658, après un conditionnement initial de 7 jours à la température de (23 +/- 2)°C, pour une humidité de (50 +/- 10) % HR, :

- A l'état initial,
- Après traitement thermique, (4 jours à une température de (70 +/- 2)°C suivi d'une période de stabilisation de 24h une température de (23 +/- 2)°C, pour une humidité de (50 +/- 10) % HR),
- Après immersion, (4 jours immergé dans de l'eau à (23 +/- 2)°C suivi d'une période de stabilisation à une température de (23 +/- 2)°C, pour une humidité de (50 +/- 10) % HR) jusqu'à retour à masse constante ou 24h à une température de (50 +/- 2)°C.

Si le calfeutrement est susceptible d'être en contact avec des produits de finitions utilisant des solvants organiques, il faudra prévoir un essai après immersion dans le white spirit pendant 1 minute.

L'adhérence sur le support bois revêtu de sa finition est conforme, les ruptures sont 100% cohésive dans le collage ou dans le support.

---

*Exemple :* 2 Essences de bois utilisés par le menuisier Chêne et Pin sylvestre, et 2 systèmes de finition complète, un système de finition opaque et un système de finition transparent.  
Le menuisier devra fournir 4 séries d'échantillon : une série d'échantillons en Chêne revêtu du système de finition opaque, et une série d'échantillons en Chêne revêtu du système de finition transparent, une série d'échantillons en Pin sylvestre revêtu du système de finition opaque, et une série d'échantillons en Pin Sylvestre revêtu du système de finition transparent.

---

La compatibilité du mastic avec le système de scellement des vitrages isolants et les films des vitrages feuilletés doit être vérifiée selon l'annexe A de NF DTU 39 P1-2.

#### 4.1.2 Réalisation du calfeutrement par mastic

L'extrusion de mastics entre le verre et le bois peut se faire soit :

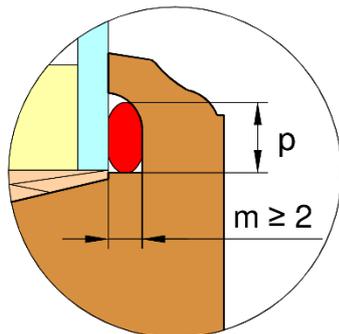
- Par extrusion en feuillure ouverte avant la pose du verre,
- Par extrusion avec fond de joint,
- Par extrusion sans fond de joint.

## Extrusion de mastic en feuillure à l'état ouvert

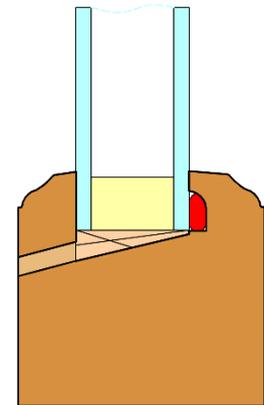
### Description

L'extrusion de mastic en feuillure à l'état ouvert permet d'avoir un calfeutrement non-apparent, ce qui peut être recherché pour des menuiseries de style « ancien ».

Ce calfeutrement est en général un calfeutrement de type mono-barrière et est donc associé à un drainage rapide.



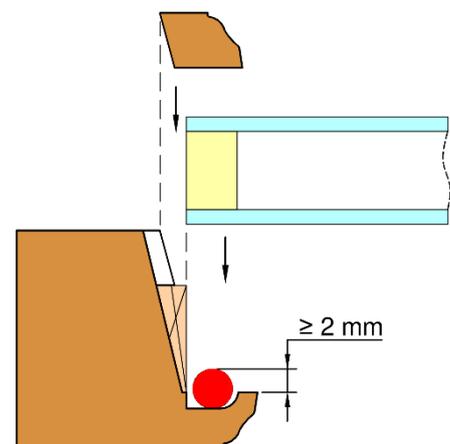
$$m \times p \geq 16\text{mm}^2$$



### Mise en œuvre

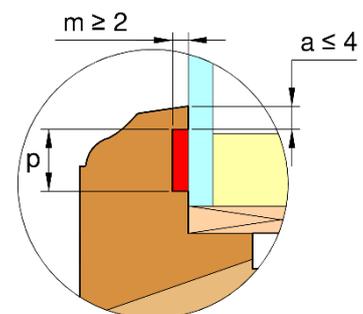
Le produit de calfeutrement est appliqué sur le listel de feuillure, viennent ensuite le vitrage, le calage et les parcloles.

Dans le cas du mastic, le vitrage doit être positionné précisément et ne peut plus être manipulé après écrasement du mastic, sinon il y a un risque de rupture du cordon de mastic.



### Points de vigilance

Mise en œuvre de ce calfeutrement limitée uniquement à la face intérieure du vitrage et pour des menuiseries destinées à être mises en œuvre dans des locaux à faible ou moyenne hygrométrie ( $W/n \leq 7,5 \text{ g/m}^2$ ), sauf si un **dispositif pour empêcher la stagnation d'eau en Traverse basse**, est prévu.



### Autocontrôle

#### Contrôles visuels :

- pas de contrôle visuel possible

#### Autres contrôles :

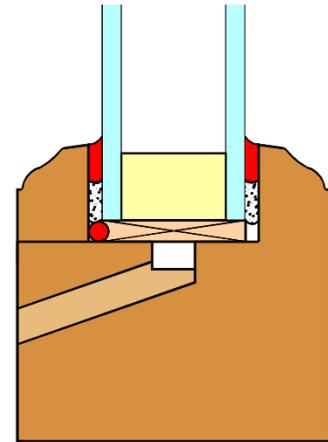
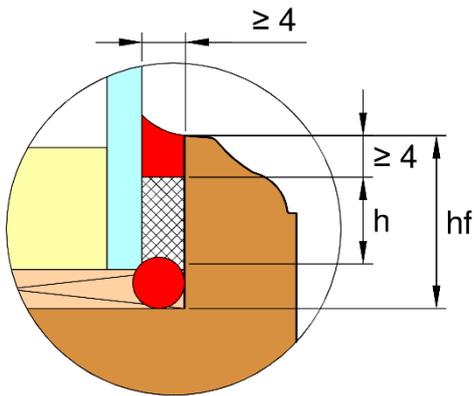
- essai à la soufflette/eau savonneuse  
- essai « aquarium »

## Extrusion de mastic sur fond de joint

### Description

Le fond de joint permet de faire un « arrêt » à l'extrusion du mastic qui adhère alors correctement sur le vitrage et sur le bois. Il garantit également la bonne épaisseur du cordon de mastic.

L'étanchéité est réalisée par adhésion et permet un drainage classique.



Si  $16 < h_f \leq 20$  mm,  $h = 8$  mm

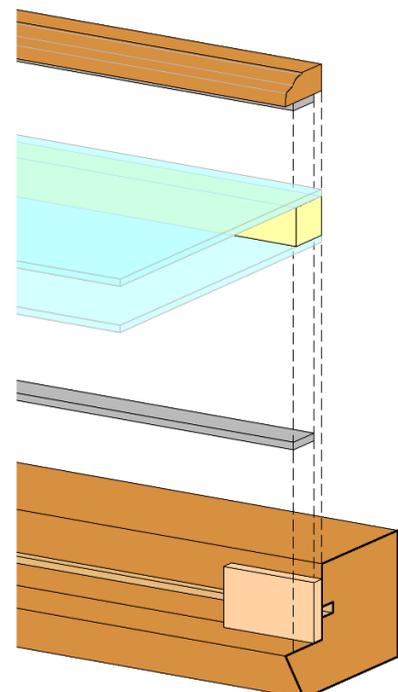
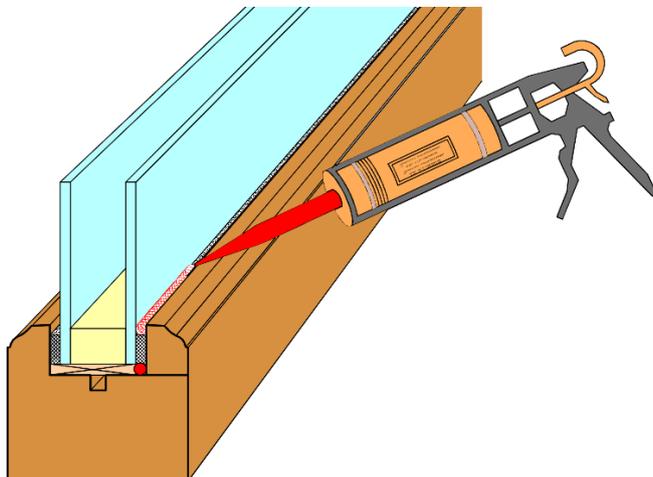
Si  $20 < h_f \leq 25$  mm,  $h = 10$  mm

Le cordon de mastic doit avoir une épaisseur et une prise sur le bois d'au moins 4 mm, et être terminé en solin. La hauteur minimale du fond de joint  $h$  dépend de la hauteur de feuillure  $h_f$ .

### Mise en œuvre

Le fond de joint est appliqué sur la feuillure à verre, le verre est posé puis calé. Dans le cas d'un calfeutrement double barrière un deuxième fond de joint est posé sur le vitrage ou la parclose.

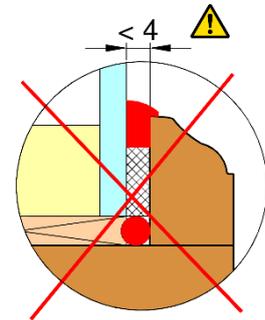
Le mastic est ensuite extrudé manuellement ou par robot.



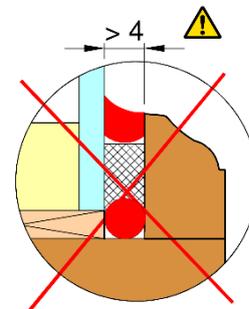
## Points de vigilance

Il est important de maîtriser la distance bois/vitrage pour que le calfeutrement ait l'épaisseur minimale recommandée de 4 mm :

- Fond de joint trop comprimé : le cordon de mastic aura une épaisseur de moins de 4 mm et n'aura plus un pouvoir de compensation suffisant.



- Fond de joint pas assez comprimé, le cordon de mastic sera trop mince et risque de ne pas venir suffisamment en appui sur le bois et donc de ne pas adhérer.



Par ailleurs des différences d'épaisseurs posent problème pour une extrusion automatique (robots).

**Contrôles visuels :**

- Pas de mastic en fond de réservation,
- Présence de mastic dans les angles,
- Continuité du solin de mastic.

**Autres contrôles :**

- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium »,
- Epaisseur du calfeutrement.

**Autocontrôle**

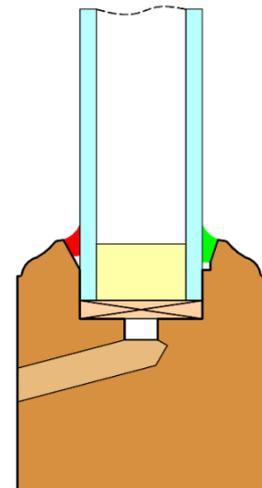
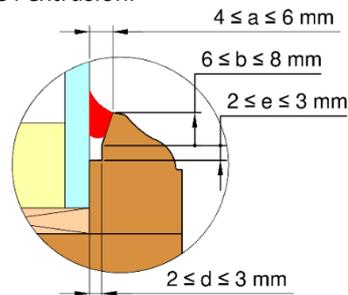
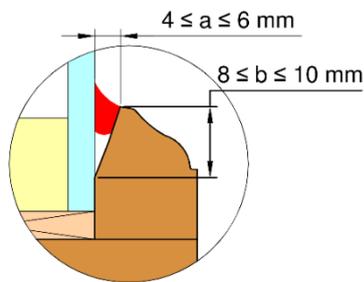
## Extrusion de mastic en réservation (sans fond de joint)

### Description

L'extrusion se fait directement entre le bois et le vitrage. C'est le profil de réservation qui fait l'arrêt du mastic et qui permet de former un « cordon ».

L'étanchéité est réalisée par adhésion et permet un drainage classique.

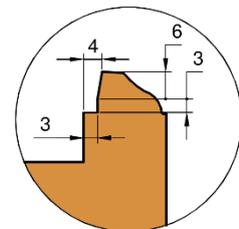
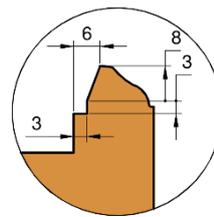
La régularité du profil facilite l'automatisation de l'extrusion.



Le cordon de mastic doit avoir une épaisseur et une prise sur le bois d'au moins 4 mm.

A épaisseur de bois constante cette solution de calfeutrement permet d'utiliser des vitrages plus épais.

### Exemple de géométrie de réservation :



### Mise en œuvre

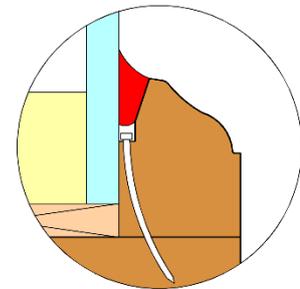
Le calfeutrement se fait sur éléments vitrés (fixations des parclozes, ou cadrage des éléments pour un montage en rainure).

Le mastic est ensuite extrudé manuellement ou par robot.

### Clouage masqué :

L'extrusion de mastic sans fond de joint permet un clouage masqué.

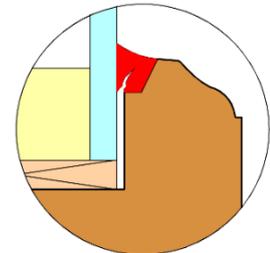
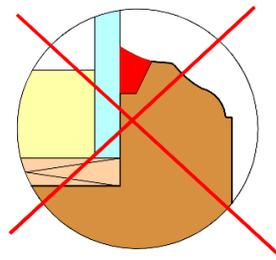
La pointe est insérée dans la réservation de mastic. Elle ne peut se faire qu'avec un cloueur automatique, pour ne pas casser le vitrage.



### Points de vigilance

Il est important de veiller à ce que le mastic ne remplisse pas le fond du profil.

Le cordon de mastic n'aurait alors plus de capacité de compensation et pourrait se déchirer.



### Autocontrôle

#### Contrôles visuels :

- pas de mastic en fond de réservation
- présence de mastic dans les angles
- continuité du solin de mastic

#### Autres contrôles :

- essai à la soufflette/eau savonneuse
- essai «aquarium»
- épaisseur du calfeutrement

### Calfeutrement vitrage par extrusion de Mastic

#### ETANCHEITE

Etanchéité à l'initial	Excellente
Pouvoir de compensation	Satisfaisant
Facteur de risque	- Remplissage incomplet de la feuillure - Mauvais raccord du cordon avec lui même

#### SALUBRITE

Type de drainage	Drainage classique (si calfeutrement double barrière)
Facteur de risque	Trous de drainage de la feuillure à verre bouchés (mousse, insectes, ...)
Impact d'un défaut d'étanchéité	Humidification permanente de la feuillure à verre, le drainage ne permettant pas une ventilation suffisante.

#### ESTHETIQUE

Style et "design"	Esthétique acceptable sur le calfeutrement vitrage (mastics incolores), problématique avec les panneaux de soubassement (différences de teintes), Calfeutrement invisible possible (en feuillure à l'état ouvert).
Tenue de la finition	Certains mastics sont recouvrables avec la finition appliquée sur la menuiserie mais la tenue dans le temps est difficile.

#### DURABILITE

Tenue au vieillissement	Bonne à très bonne
Entretien et nettoyage	Nettoyage des trous de drainage
Réparation	Nettoyage du mastic précédent et extrusion du nouveau mastic. Le déparclosage et la dépose du vitrage sont nécessaires.

#### SPECIFICATION / EVALUATION

Essais produits	Les mastics doivent être conformes à la norme NF EN 15651-2 et, être classés selon NF EN ISO 11600 type G - 25 LM ou G - 25 HM ou conforme à l'annexe A de la NF P20-650-1. <i>Les mastics de classe 25E sous certification « Label SNJF Vitrage » satisfont à ces exigences.</i>
Essais adhérence sur support bois	Pour chaque essence de bois utilisée, l'adhésivité/cohésion doit être vérifiée par un essai de convenance selon l'annexe A.3 de la NF P 20-650-1 avec tous les systèmes de traitement et finition proposés
Essais profils	Si les profils de réservation sont différents des 2 modèles prévus dans la norme (Rainure en « V » simple et rainure avec feuillure), la rainure doit être qualifiée selon l'annexe E de la norme NF P 20-650-2.

#### PROCEDES DE MISE EN ŒUVRE

Gamme usinage	Ne nécessite pas d'outillage et de machines particulières
Mise en œuvre calfeutrement	Mise en œuvre du calfeutrement sur châssis cadré et vitrage calé.
Equipement (machine - outil)	Matériel simple peut être suffisant (pistolet manuel et cartouche) : Risque d'excès de mastic (remplissage d'un profil sans fond de joint) ou d'un manque de mastic (mauvaise tenue dans le temps) Robot de masticage : mise en route et réglages assez délicat mais constance du résultat.
Qualification MO	Menuisier
Productivité	Faible ou moyenne

#### MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Aucun risque direct sur le calfeutrement
Application sur le chantier	Application manuelle possible sur chantier, les critères d'applications devant être respectés.

1. TERMINOLOGIE	2. CALFEUTREMENT VITRAGE & DRAINAGE	3. DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE	4. PRODUITS ET MISE EN ŒUVRE	5. COMPARATIF DES SYSTÈMES
-----------------	--	--	---------------------------------	-------------------------------

## 4.2 LES BANDES PREFORMEES

Les bandes préformées sont des mélanges semi-vulcanisés de Butyl et de Caoutchouc, qui une fois compressées adhèrent sur le bois et le vitrage.

Les bandes préformées doivent être conformes à la NF P 85-550 et à l'annexe B de la NF P 20-650-1 pour les essais de type initiaux.

L'adhésivité cohésion des mastics en bandes préformées avec les supports doit être vérifiée selon les procédures de qualification en vigueur, conformément aux normes NF EN ISO 8339, NF EN ISO 10590 et NF P 85-527.

Pour les mastics en bandes préformées, l'évaluation doit être réalisée conformément aux essais de convenance selon l'annexe B de la NF P 20-650-1, pour chaque essence et chaque système de finition.

Ces essais sont en général réalisés par le fabricant du mastic, sur des éprouvettes fournies par le menuisier.

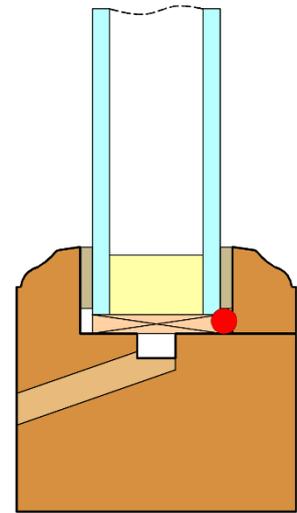
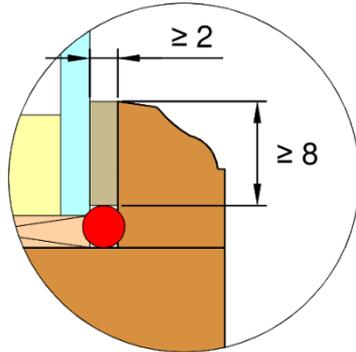
La résistance au coulage des bandes préformées de mastic doit être vérifiée conformément à la norme NF P85-553.

## Double barrière de bandes préformées

### Description

Le calfeutrement est réalisé par deux bandes préformées, qui sont, à la mise en œuvre, comprimées entre le bois et le vitrage. L'étanchéité est réalisée par adhésion et permet un drainage classique.

Après compression, la bande préformée doit avoir une épaisseur minimale de 2 mm et une hauteur de 8 mm



### Mise en œuvre

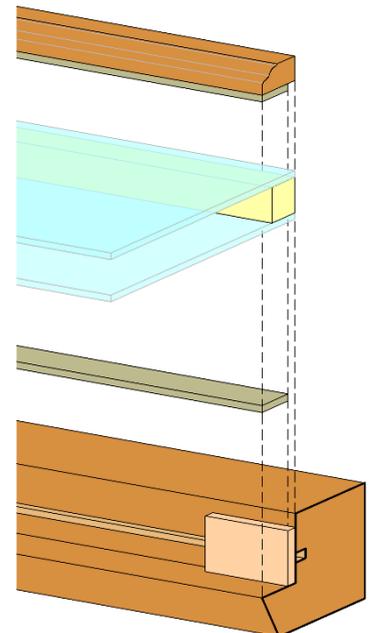
On déroule la bande préformée sur le listel de feuillure, puis viennent ensuite le vitrage, le calage, la deuxième bande préformée et les parcloles.

L'ensemble doit ensuite être comprimé pour que l'écrasement des bandes soit suffisant et qu'elles soient affleurantes sur le haut des parcloles.

L'éventuel reflux de mastic doit être recoupé en forme de solin.

**ATTENTION** : une fois le vitrage en contact avec la bande préformée il est impossible de repositionner le vitrage, il faut donc prévoir un système de positionnement spécifique pour le vitrage.

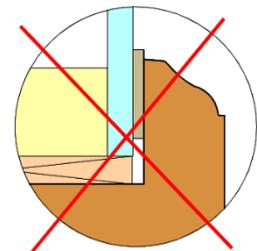
**NB** : Certains produits présentent des stries qui disparaissent une fois le produit comprimé, ce qui permet un contrôle visuel d'une compression suffisante.



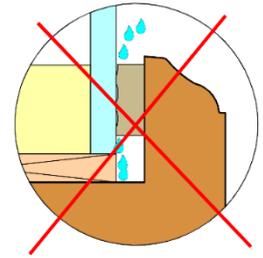
### Points de vigilance

Attention au bon raccordement des bandes dans les angles, se reporter aux préconisations du fabricant.

Ecrasement trop important des bandes : risque de déformer définitivement le produit et de ne plus pouvoir compenser une déformation ultérieure de la feuillure.



Compression trop faible de la bande: mauvaise étanchéité ou pouvoir de compensation des déformations de la feuillure trop faible.

**Autocontrôle****Contrôles visuels :**

- Affleurements des bandes,
- A travers le vitrage : disparition des stries.

**Autres contrôles :**

- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium »,
- Epaisseur du calfeutrement.

## Bandes préformées – Calfeutrement mixte

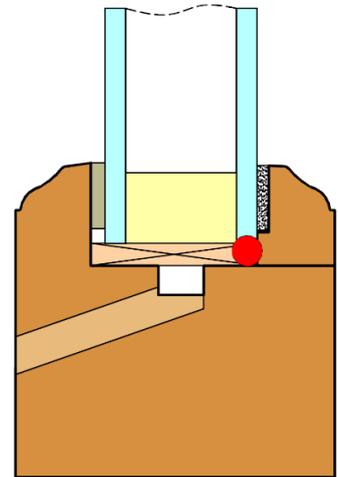
### Description

Le calfeutrement est réalisé par une bande préformée d'un côté et par une « mousse » ou un profilé extrudé de l'autre.

La compression est celle indiquée sur la fiche du fabricant et à minima de 10%.

Après compression, la bande préformée doit conserver une **épaisseur** minimale de **2 mm** et une **hauteur** de prise sur le bois de **8 mm**.

Si la bande préformée est utilisée en garniture extérieure, le drainage peut être du type classique, sinon il faut prévoir un drainage rapide ou un drainage renforcé si le profilé d'étanchéité à sec le permet.



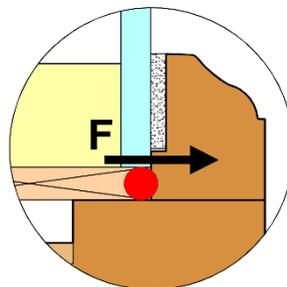
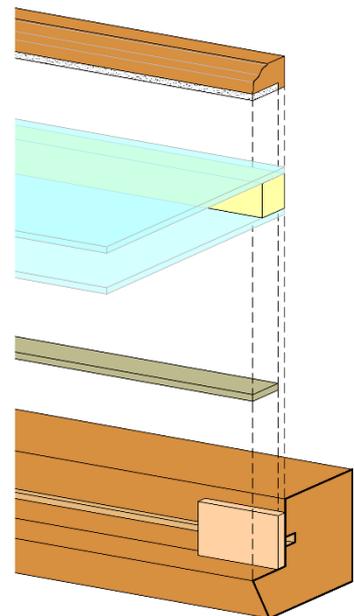
### Mise en œuvre

La bande préformée est déroulée sur le listel de feuillure, le vitrage est posé, avec le calage, puis on comprime la bande. Viennent ensuite le 2<sup>ème</sup> calfeutrement et les parcloses.

L'éventuel reflux de mastic doit être recoupé en forme de solin.

ATTENTION : une fois le vitrage en contact avec la bande préformée il est impossible de repositionner le vitrage, il faut donc prévoir un système de positionnement spécifique pour le vitrage.

Si l'on souhaite comprimer l'ensemble après montage, via la parclose, Il est nécessaire de vérifier que la mousse ou le profilé compact peut supporter la réaction mécanique de la bande préformée, sinon un talon reprend les efforts de compression du côté de la bande. Le talon doit être dimensionné pour respecter la plage de travail du profilé à sec (mousse ou profilé compact).



### **Bande performée sur parclose :**

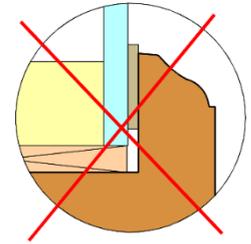
Identique, excepté le calage qui peut être réalisé après la pose du vitrage.

Dans ce cas, et si le profilé à sec présente une réaction à la compression inférieure à celle de la bande préformée, Il est nécessaire d'ajouter un talon sur la joue de feuillure, pour limiter la compression du profilé à sec (mousse ou le profilé compact) à une épaisseur respectant sa plage de travail tout en assurant une compression suffisante de la bande préformée.

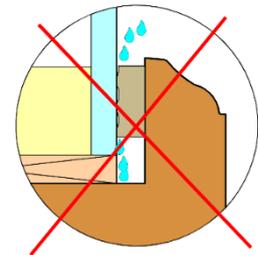
## Points de vigilance

Attention au bon raccordement des bandes dans les angles, se reporter aux préconisations du fabricant.

Ecrasement trop important des bandes : risque de déformer définitivement le produit et de ne plus pouvoir compenser une déformation ultérieure de la feuillure.



Compression trop faible de la bande : mauvaise étanchéité ou pouvoir de compensation des déformations de la feuillure trop faible.



## Autocontrôle

**Contrôles visuels :**

- Affleurements des bandes,
- A travers le vitrage : disparition des stries.

**Autres contrôles :**

- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium »,
- Epaisseur du calfeutrement,
- Distance bois / vitrage.

### Calfeutrement vitrage par Bandes préformées

#### ETANCHEITE

Etanchéité à l'initial	Excellente
Pouvoir de compensation	Moyen
Facteur de risque	Compression insuffisante des bandes Mauvais affleurement des bandes à l'angle remplissage / encadrement Mauvais raccord des bandes dans les angles

#### SALUBRITE

Type de drainage	Drainage classique (si calfeutrement double-barrière et seulement si positionnée en barrière extérieure pour un calfeutrement mixte associée à un profilé à sec)
Facteur de risque	Trous de drainage de la feuillure à verre bouchés (mousse, insectes, ...)
Impact d'un défaut d'étanchéité	Humidification permanente de la feuillure à verre, le drainage ne permettant pas une ventilation suffisante.

#### ESTHETIQUE

Style et "design"	Bandes visibles à la jonction remplissage / encadrement
Tenue de la finition	Non recouvrable

#### DURABILITE

Tenue au vieillissement	Bonne à très bonne
Entretien et nettoyage	Nettoyage des trous de drainage
Réparation	Nettoyage des bandes défectueuses et pose de nouvelles bandes. Le déparclosage et la dépose du vitrage sont nécessaires.

#### SPECIFICATION / EVALUATION

Essais produits	Evaluation de la résistance au coulage selon la NF P 85-553 et conformité à la NF P85-550 Essais de qualification nécessaire selon la XP P 20-650-2 (à l'état initial et après vieillissement)
Essais adhérence sur support bois	Pour chaque essence de bois utilisée, l'adhésivité/cohésion doit être vérifiée par un essai de convenance selon l'annexe B de la NF P 20-650-1 avec tous les systèmes de traitement et finition proposés

#### PROCEDES DE MISE EN ŒUVRE

Gamme usinage	Usinage traditionnel, ne nécessite pas d'outillage et de machines particulières
Mise en œuvre calfeutrement	Mise en œuvre du vitrage en feuillure sur châssis cadré et maintien par parclosé pointée.
Equipement (machine - outil)	Dépose des bandes préformées à la main. Table à vitrer fortement conseillée pour un pressage calibré des bandes préformées. Méthode de positionnement précis nécessaire, le verre n'étant plus repositionnable une fois posé sur la première bande préformée. Montage possible à la main (control visuel de l'écrasement des bandes)
Qualification MO	Menuisier, formation spécifique à ce système de calfeutrement
Productivité	Faible ou moyenne

#### MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Aucun risque direct sur le calfeutrement
Application sur le chantier	Une application manuelle est difficilement réalisable sur chantier, le verre n'étant pas repositionnable après montage sur la première bande et la bonne compression du produit difficile à obtenir.

## 4.3 LES PROFILS EXTRUDÉS

### 4.3.1 Les différents profilés extrudés

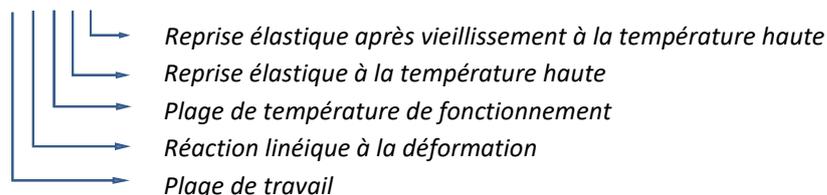
Les profilés extrudés regroupent différentes catégories de produits qu'ils soient sous forme cellulaire (« mousse ») ou compact. Ces profilés assurent l'étanchéité par réaction mécanique. Cela inclut (liste non-exhaustive)

- Les différents matériaux (*PVC souple et rigide, EPDM, TPE, Silicone, ...*),
- Les joints mono-matière ou multi-matière,
- Les différents profils (*A lèvres, A chambre, Tubulaire, ...*),
- Joints à dérouler : tenue sur le bois par adhésif,
- Joints « à bourrer » : tenue mécanique par queue de sapin ou autre,
- Joints profilés en forme de « U ».

### 4.3.2 Exigences – Qualification

Ces produits doivent être conformes aux normes NF EN 12365-1 à 4 ; ils doivent être de type G et être classés selon la norme NF EN 12365-1 :

Exemple de classification : **G 2 7 5 3 2**



Caractéristiques	Normes d'essai	Exigences		
Plage de travail	NF EN 12365-2 - mesure	Grade 2 ( $1 < X \leq 2$ mm) mini pour système à deux garnitures Grade 3 ( $2 < X \leq 4$ mm) mini pour système mono-barrière <i>Note : pour les vitrages avec ép &gt; 60 mm un grade supérieur est requis</i>		
Réaction linéique	NF EN 12365-2 – essai de compression	Grade 7 ( $500 < X \leq 700$ N/m) minimum		
Plage de température de fonctionnement		Grade 2 ( $-10^{\circ}\text{C}$ ; $+55^{\circ}\text{C}$ ) : profilés utilisés côté intérieur Grade 5 ( $-40^{\circ}\text{C}$ ; $+70^{\circ}\text{C}$ ) : profilés utilisés côté extérieur <i>Note : En France métropolitaine, la température basse peut-être limitée à <math>-25^{\circ}\text{C}</math></i>		
Reprise élastique à température haute	NF EN 12365-3 – essai de reprise élastique	Grade 2 ( $40\% < X \leq 50\%$ ) minimum		
Reprise élastique après vieillissement à la température haute	NF EN 12365-4 ou Annexe G de NF P20-650-2	Reprise élastique $\geq 40\%$		
Compatibilité chimique	Annexe G de NF P20-650-2	Durée d'immersion	<b>30 min.</b>	<b>1 min.</b>
		Variation de la réaction linéique $\Delta f$	$\leq 30\%$	$\leq 10\%$
		Variation de la longueur $\Delta L$	$\leq 2\%$	$\leq 1\%$
Tenue des profilés maintenus mécaniquement (joints à bourrer)	Annexe D de NF P20-650-2	Force d'arrachement caractéristique du profilé $F_k \geq 10\text{N}$		
Exigences complémentaires pour les profilés extérieurs :				
Résistance aux UV	Annexe G de NF P20-650-2	Variation de la réaction linéique $\Delta f \geq 40\%$		
Reprise élastique à température basse	Annexe G de NF P20-650-2	Reprise élastique $\geq 60\%$		

## Profils extrudés cellulaires adhésifs ou « Mousses »

### Description

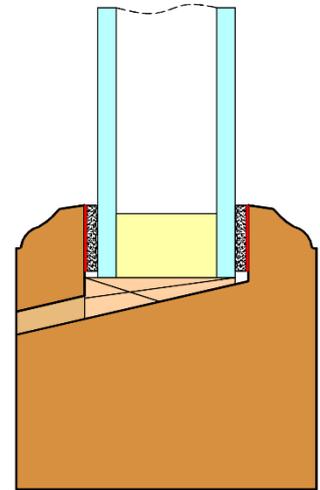
Le calfeutrement est réalisé par deux bandes de mousses, qui sont comprimées entre le bois et le vitrage. Elles réalisent l'étanchéité par réaction mécanique.

Les mousses sont des produits secs très simples de manipulations.

Les mousses sont tenues en place par un adhésif,

Section minimum du profilé après compression : 10 x 2 mm (H x L).

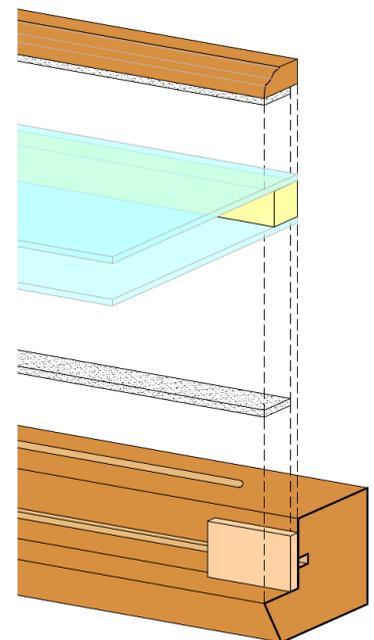
Ce type de calfeutrement en général exige de mettre en œuvre un **drainage rapide** (risque de perte de la reprise élastique dans le temps), **mais** sous certaines conditions de qualification de l'étanchéité dans les angles des mousses (ETI + contrôle annuel de la reprise élastique à haute température), il est possible de mettre en œuvre un **drainage renforcé**.



### Mise en œuvre

On déroule la bande de mousse sur le listel de feuillure, puis viennent ensuite le vitrage, le calage, la deuxième bande de mousse et les parclozes.

L'ensemble doit ensuite être comprimé pour que l'écrasement des bandes soit conforme aux recommandations du fabricant.

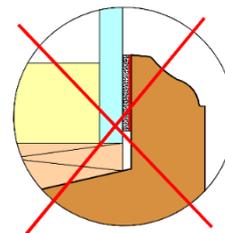


Dans le cas d'un **drainage renforcé**, il faut respecter les préconisations du fabricant de la mousse pour la mise en place dans les angles, et mettre en place un **contrôle de production** pour s'assurer de la maîtrise de cette étanchéité.

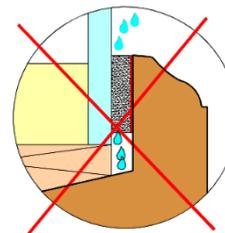
## Points de vigilance

**Ecrasement trop important de la bande de mousse :**

La mousse risque de se déformer définitivement et de ne plus pouvoir compenser une déformation ultérieure de la feuillure.

**Compression trop faible de la bande de mousse :**

Mauvaise étanchéité ou pouvoir de compensation des déformations de la feuillure trop faible.



Attention au bon raccordement des bandes dans les angles.

**En cas de drainage renforcé :**

Contrôle annuel de la reprise élastique à haute température 70°C par essai selon la norme EN 12365-3 (à la charge du fabricant du profilé d'étanchéité).

## Autocontrôle

**Contrôles visuels :**

- Affleurements des bandes.

**Autres contrôles :**

- Respect de la distance bois / vitrage,
- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium ».

## Profilés extrudés compact fixation par adhésif ou mécanique

### Description

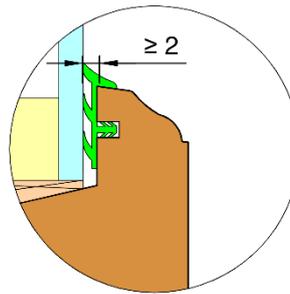
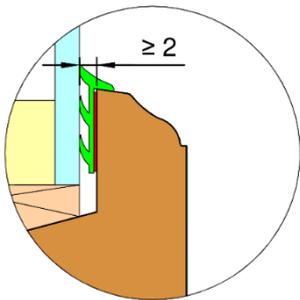
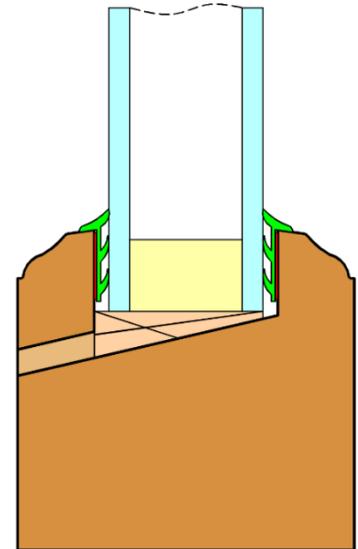
Le calfeutrement est réalisé par deux profilés comprimés entre le bois et le vitrage. Le calfeutrement est réalisé par réaction mécanique des profilés.

Epaisseur minimale du profilé après compression : **2 mm**.

La tenue sur le bois des profilés est faite soit par une face adhésive, soit par l'intermédiaire d'une rainure dans la joue de feuillure et/ou de parclose.

Ce type de fixation des profilés oblige à une mise en œuvre par feuillure et parcloses et exclue donc le maintien du vitrage en rainure.

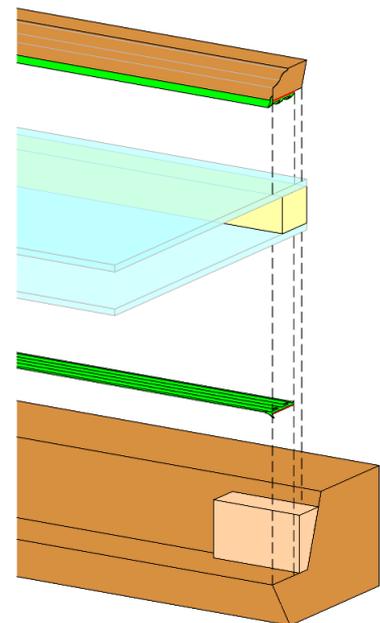
Ce type de calfeutrement en général exige de mettre en œuvre un **drainage rapide** (risque de perte de la reprise élastique dans le temps), **mais** sous certaines conditions de qualification de l'étanchéité dans les angles des profilés (ETI + contrôle annuel de la reprise élastique à haute température), il est possible de mettre en œuvre un **drainage renforcé**.



### Mise en œuvre

On déroule le profilé sur le listel de feuillure, puis viennent ensuite le vitrage, le calage, et enfin les parcloses (le deuxième profilé préalablement monté sur les parcloses).

L'ensemble doit ensuite être comprimé pour que l'écrasement des profilés soit conforme aux recommandations du fabricant.

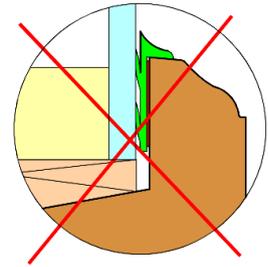


Dans le cas d'un **drainage renforcé**, il faut respecter les préconisations du fabricant de la mousse pour la mise en place dans les angles, et mettre en place un **contrôle de production** pour s'assurer de la maîtrise de cette étanchéité.

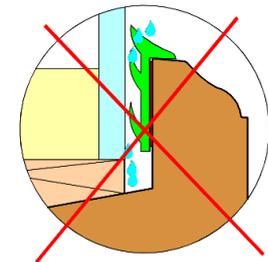
## Points de vigilance

**Ecrasement trop important des profilés :**

Le profilé risque de se déformer définitivement et de ne plus pouvoir compenser une déformation ultérieure de la feuillure.

**Compression trop faible des profilés :**

Mauvaise étanchéité ou pouvoir de compensation des déformations de la feuillure trop faible.



Attention au bon raccordement des bandes dans les angles, il est parfois nécessaire de souder certains profilés pour obtenir une réelle continuité de l'étanchéité, ou d'utiliser des pièces d'angles moulées.

**En cas de drainage renforcé :**

**Contrôle annuel de la reprise élastique à haute température 70°C par essai selon la norme EN 12365-3 (à la charge du fabricant du profilé d'étanchéité).**

## Autocontrôle

**Contrôles visuels :**

- Affleurements des bandes.

**Autres contrôles :**

- Respect de la distance bois / vitrage,
- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium ».

## Profils extrudés compact « à bourrer »

### Description

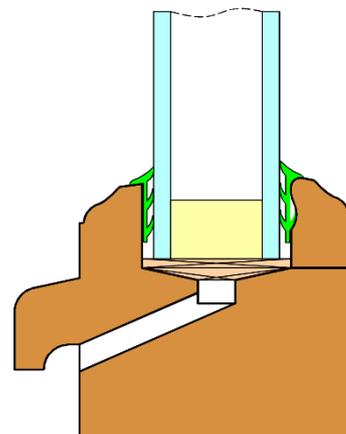
Le calfeutrement est réalisé par réaction mécanique des profilés.

Épaisseur minimale du profilé après compression : **2 mm**.

La tenue du profilé sur le bois est assurée mécaniquement par un profilage spécifique du joint (ex : queue de sapin), Le joint étant inséré après la mise en œuvre du vitrage.

Ce type de profilé est en général utilisé côté parclose, et dans ce cas le choix du type de drainage dépend du calfeutrement utilisé côté extérieur.

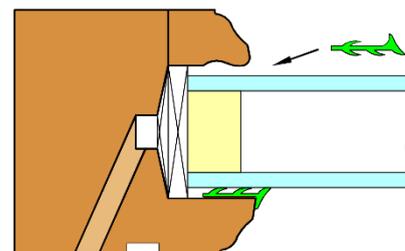
S'il est utilisé côté extérieur, ce type de calfeutrement exige de mettre en œuvre un **drainage rapide** (risque de perte de la reprise élastique dans le temps).



### Mise en œuvre

Une fois la menuiserie cadrée autour du vitrage, le calfeutrement extérieur mis en œuvre puis la parclose fixée, le joint à bourrer est ensuite inséré entre le vitrage et la parclose bois.

Le maintien du joint n'est assuré que par le seul frottement ou accrochage du talon sur ses supports, il faut que la tenue soit suffisante (cf. tableau § 4.3.2).



### Points de vigilance

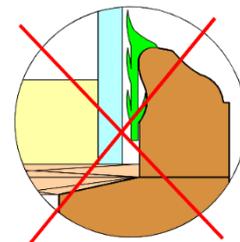
Les profilés extrudés à bourrer sont donc sans réglage de l'écrasement du joint sur le vitrage. Il est donc important de valider avec votre miroitier que les **tolérances d'épaisseur sur les vitrages** sont acceptables dans votre conception, ou de disposer d'un profilé existant en plusieurs épaisseurs.

A fortiori lors de l'utilisation de composition de vitrages différents (vitrages spécifiques acoustiques ou sécurité par exemple), il est nécessaire de vérifier que les joints travaillent toujours dans leurs plages de fonctionnement.

Risques :

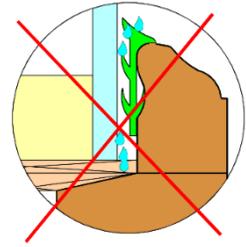
#### Ecrasement trop important des profilés :

Le profilé risque de se déformer définitivement et de ne plus pouvoir compenser une déformation ultérieure de la feuillure.



**Compression trop faible des profilés :**

Mauvaise étanchéité ou pouvoir de compensation des déformations de la feuillure trop faible.



Attention au bon raccordement des profilés dans les angles, il est parfois nécessaire de souder certains profilés pour obtenir une réelle continuité de l'étanchéité.

**Autocontrôle****Contrôles visuels :**

- Continuité dans les angles.

**Autres contrôles :**

- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium »,
- Respect de la distance bois / vitrage.

## Profils extrudés en forme de « U »

### Description

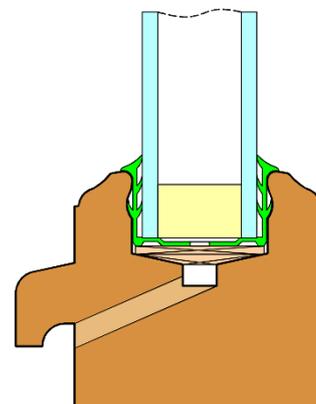
Le profilé en forme de « en U » encercle le vitrage, ce mode de calfeutrement est associé à un montage du vitrage en rainure.

Cela supprime le risque que le joint, dans la durée, glisse en dehors de sa réservation et permet une meilleure productivité lors du cadrage.

Le calfeutrement est réalisé par réaction mécanique du profilé.

Épaisseur minimale du profilé après compression : **2 mm**.

Un perçage de 50 mm<sup>2</sup> tous les 300 mm minimum doit être prévu.



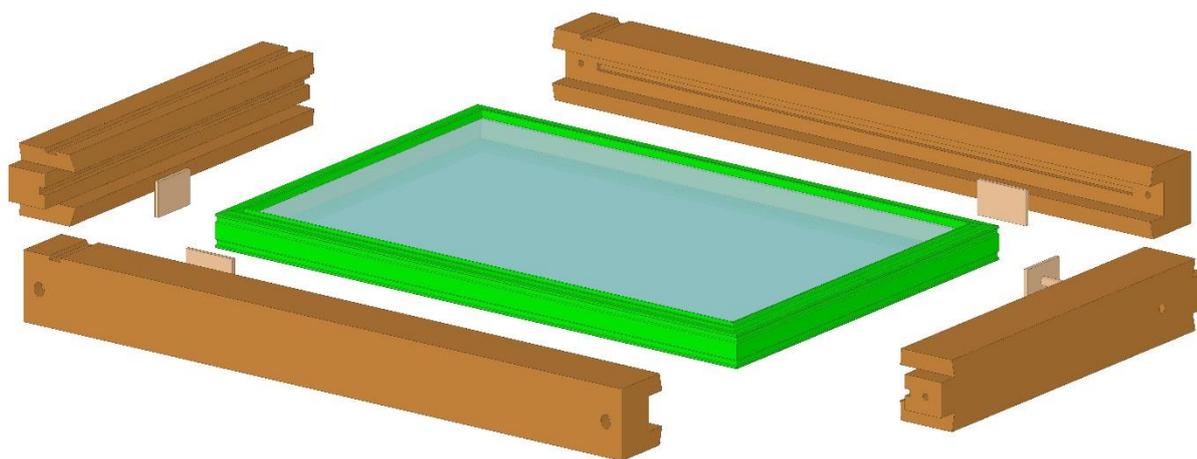
Ce type de calfeutrement exige de mettre en œuvre un **drainage rapide** (risque de perte de la reprise élastique dans le temps), **mais** sous certaines conditions de qualification de l'étanchéité dans les angles (ETI + contrôle annuel de la reprise élastique à haute température), il est possible de mettre en œuvre un **drainage renforcé**.

### Mise en œuvre

Le joint est déroulé tout autour du vitrage, la jonction du joint se faisant en général en traverse haute.

Les cales sont positionnées en fond de rainure et doivent être maintenues en place (agrafage, colle, ...) ; il est généralement nécessaire d'intégrer une cale réglable en traverse haute qui permet de bloquer définitivement le vitrage une fois le vantail assemblé.

Le vantail est ensuite cadré autour du vitrage et fixé par des assemblages mécaniques



Attention à la mise en œuvre dans les angles du profilé en forme de U, il est nécessaire de recouper le fond du joint dans les angles pour obtenir une réelle continuité de l'étanchéité.

## Points de vigilance

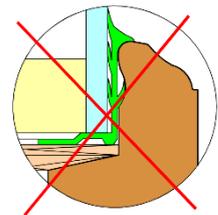
Les profilés extrudés à bourrer sont donc sans réglage de l'écrasement du joint sur le vitrage. Il est donc important de valider avec votre miroitier que les **tolérances d'épaisseur sur les vitrages** sont acceptables dans votre conception, ou de disposer d'un profilé existant en plusieurs épaisseurs.

A fortiori lors de l'utilisation de composition de vitrages différents (vitrages spécifiques acoustiques ou sécurité par exemple), il est nécessaire de vérifier que les joints travaillent toujours dans leurs plages de fonctionnement.

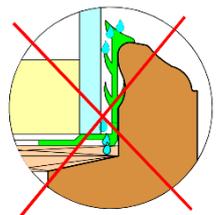
Risques :

**Ecrasement trop important des profilés :**

Le profilé risque de se déformer définitivement et de ne plus pouvoir compenser une déformation ultérieure de la feuillure.

**Compression trop faible des profilés :**

Mauvaise étanchéité ou pouvoir de compensation des déformations de la feuillure trop faible.



## Autocontrôle

**Contrôles visuels :**

- Continuité dans les angles.

**Autres contrôles :**

- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium »,
- Respect de la distance bois / vitrage.



#### 4.3.3 Qualification de l'étanchéité à l'eau dans les angles pour les profilés cellulaire ou compact

Pour être compatible avec un drainage renforcé les profilés extrudés cellulaires ou compact, doivent assurer l'étanchéité entre le bois et le vitrage y compris dans les angles montants / traverses. Cette exigence est vérifiée par essai selon le protocole défini dans l'annexe G.9 de la NF P 20-650-2, à l'état initial et après vieillissement.

La méthode s'applique donc aux profilés pour vitrage utilisés sur la face extérieure du vitrage qui revendiquent une étanchéité à l'eau aux angles montants / traverses. Avec deux plaques planes transparentes et un dispositif de serrage permettant de contrôler la distance entre les 2 plaques, on crée un espace dans lequel on insère le profilé en formant un « U » présentant 2 angles montant / traverse que l'on remplit d'eau après un serrage approprié. On vérifie que le profilé est étanche y compris aux 2 angles. On considère le profilé étanche si l'eau ne traverse pas le profilé y compris aux 2 angles. Si de l'eau pénètre dans le profilé mais sans le traverser, il est considéré étanche.

##### Conditionnement :

Le profilé est conditionné au minimum 1 semaine dans le climat de référence c'est-à-dire ( $23 \pm 2$ ) °C et ( $50 \pm 5$ ) % d'humidité relative.

A la sortie du climat de référence, on vérifie que l'épaisseur du profilé correspond bien aux tolérances d'épaisseur annoncées par le fabricant;

##### Essai à l'initial :

**Echantillonnage :** 5 échantillons

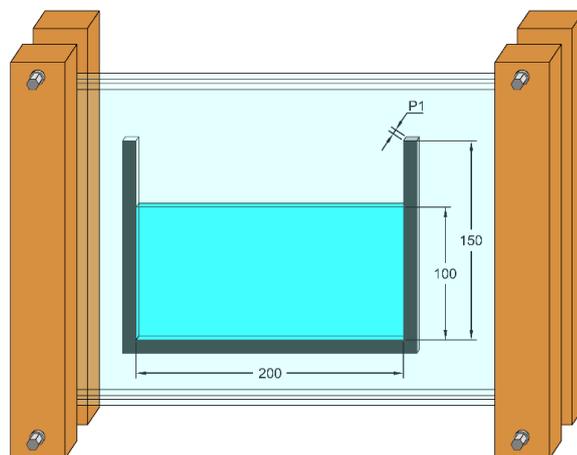
##### **Procédure :**

- Mettre en place le profilé sur la première plaque transparente en formant un « U » avec 2 angles à 90°: la hauteur des montants est de 150 mm environ, la longueur de la partie basse est de 200 mm environ. La mise en œuvre dans les angles se faisant selon les prescriptions du demandeur,
- Appliquer la seconde plaque transparente,
- Serrer et « caler » à la position P1 prévue par le demandeur (P1 correspond à l'épaisseur maximale du profilé (compression minimale) indiquée par le demandeur une fois mis en œuvre et comprimé sur la menuiserie en atelier),
- Disposer l'ensemble verticalement et remplir d'eau l'espace déterminé par le profilé de calfeutrement à tester et les 2 plaques transparentes ; la hauteur de la colonne d'eau est de ( $100 \pm 1$ ) mm,
- Laisser en charge hydraulique pendant 5 min et observer si l'eau traverse le profilé.

Si pour les 5 échantillons, le profilé est étanche, vider l'eau, desserrer les profilés et les laisser au repos, sans contrainte, à température ambiante 24 h ; puis refaire la procédure sur ces mêmes échantillons avec les profilés serrés et « calés » à la position **P1+0,5 mm** (les profilés sont desserrés de 0,5 mm).

##### **Spécifications :**

**Si pour les 5 échantillons, le profilé reste étanche, l'étanchéité à l'eau du profilé aux angles montant / traverse est validée à l'initial (sans épreuve de vieillissement).**



**Essai à après vieillissement sous contrainte :****Echantillonnage :** 5 échantillons**Procédure :**

- Mettre en place le profilé sur la première plaque transparente en formant un « U » avec 2 angles à 90°: la hauteur des montants est de 150 mm environ, la longueur de la partie basse est de 200 mm environ. La mise en œuvre dans les angles se faisant selon les prescriptions du demandeur,
- Appliquer la seconde plaque transparente,
- Serrer et « caler » à la position P1 prévue par le demandeur (P1 correspond à l'épaisseur maximale du profilé (compression minimale) indiquée par le demandeur une fois mis en œuvre et comprimé sur la menuiserie en atelier),
- Placer l'ensemble des 5 échantillons pendant 28 jours dans une enceinte à  $(23 \pm 2)$  °C et  $(50 \pm 5)$  % d'humidité relative,
- A la sortie de l'enceinte, disposer l'ensemble verticalement et remplir d'eau l'espace entre le profilé de calfeutrement à tester et les 2 plaques transparentes,
- La hauteur de la colonne d'eau est de  $(100 \pm 1)$  mm,
- Laisser en charge hydraulique pendant 5 min et observer si l'eau traverse le profilé.

Si pour les 5 échantillons, le profilé est étanche, vider l'eau, desserrer les profilés et les laisser au repos, sans contrainte, à température ambiante 24 h ; puis refaire la procédure sur ces mêmes échantillons avec les profilés serrés et « calés » à la position **P1+0,5 mm** (les profilés sont desserrés de 0,5 mm).

**Spécifications :**

**Si pour les 5 échantillons, le profilé reste étanche, l'étanchéité à l'eau du profilé aux angles montant / traverse est validée pour l'épreuve de vieillissement.**

### Calfeutrement vitrage par profilés extrudés cellulaires « Mousse »

#### ETANCHEITE

Etanchéité à l'initial	Faible à bonne
Pouvoir de compensation	Bon à très bon
Facteur de risque	Mauvais affleurement des bandes à l'angle remplissage / encadrement Perte du pouvoir de compensation dans le temps

#### SALUBRITE

Type de drainage	Drainage rapide ou renforcé (sous conditions)
Facteur de risque	Faible
Impact d'un défaut d'étanchéité	Faible du fait de la bonne ventilation du drainage rapide ou renforcé

#### ESTHETIQUE

Style et "design"	Bandes visibles à la jonction remplissage / encadrement
Tenue de la finition	Non recouvrable

#### DURABILITE

Tenue au vieillissement	Bonne à très bonne
Entretien et nettoyage	Nettoyage des rainures de ventilation ou des trous de drainage
Réparation	Retrait des bandes défectueuses, nettoyage et pose de nouvelles bandes. Le déparclosage et la dépose du vitrage sont nécessaires.

#### SPECIFICATION / EVALUATION

Essais produits	Qualification selon l'annexe G de la norme NF P 20-650-2 (Qualification des profilés d'étanchéité travaillant par réaction mécanique » à l'état initial et après vieillissement. <b>Pour une utilisation compatible avec un drainage renforcé :</b> Qualification de l'étanchéité aux angles montant/traverse selon l'annexe G.9 de la norme NF P 20-650-2
-----------------	--

#### PROCEDES DE MISE EN ŒUVRE

Gamme usinage	Usinage traditionnel, ne nécessite pas d'outillage et de machines particulières
Mise en œuvre calfeutrement	Mise en œuvre du vitrage en feuillure sur châssis cadré et maintien par parclose pointée.
Equipement (machine - outil)	Dépose des bandes préformées à la main. Table à vitrer fortement conseillée pour un pressage calibré des bandes. Montage possible à la main (contrôle visuel de la bonne compression des bandes)
Qualification MO	Menusier
Productivité	moyenne

#### MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Aucun risque direct sur le calfeutrement
Application sur le chantier	Une application manuelle est possible sur chantier, les critères d'applications du fabricant devant être respectés.

### Calfeutrement vitrage par profilés extrudés compacts

#### ETANCHEITE

Etanchéité à l'initial	Bonne à très bonne
Pouvoir de compensation	Bon à très bon
Facteur de risque	Mauvaise jointure dans les angles Perte du pouvoir de compensation dans le temps

#### SALUBRITE

Type de drainage	Drainage rapide ou renforcé (sous conditions)
Facteur de risque	Faible
Impact d'un défaut d'étanchéité	Faible du fait de la bonne ventilation du drainage rapide ou renforcé

#### ESTHETIQUE

Style et "design"	Lèvres du joints formants solin visibles
Tenue de la finition	Non recouvrable

#### DURABILITE

Tenue au vieillissement	Moyenne
Entretien et nettoyage	Nettoyage des rainures de ventilation ou des trous de drainage
Réparation	Retrait des profilés défectueux, nettoyage et pose de nouvelles bandes. Le déparclosage et la dépose du vitrage sont nécessaires.

#### SPECIFICATION / EVALUATION

Essais produits	Qualification selon l'annexe G de la norme NF P 20-650-2 (Qualification des profilés d'étanchéité travaillant par réaction mécanique » à l'état initial et après vieillissement. <b>Pour une utilisation compatible avec un drainage renforcé :</b> Qualification de l'étanchéité aux angles montant/traverse selon l'annexe G.9 de la norme NF P 20-650-2
-----------------	--

#### PROCEDES DE MISE EN ŒUVRE

Gamme usinage	Usinage traditionnel, ne nécessite pas d'outillage et de machines particulières
Mise en œuvre calfeutrement	Mise en œuvre du vitrage en feuillure sur châssis cadré et maintien par parclose pointée.
Equipement (machine - outil)	Dépose des profilés à la main. Table à vitrer fortement conseillée pour un pressage calibré des profilés utilisés côté joue de feuillure. Montage possible à la main (contrôle visuel de la bonne compression des profilés)
Qualification MO	Menuisier
Productivité	moyenne

#### MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Aucun risque direct sur le calfeutrement
Application sur le chantier	Une application manuelle est possible sur chantier, les critères d'applications du fabricant devant être respectés.

## 4.4 CALFEUTREMENT AVEC BOURRAGE DU FOND DE FEUILLURE ET PETIT-BOIS

Les véritables petits bois ont en général des hauteurs en façade, trop faibles pour permettre d'inclure un drainage de la feuillure à verre. En l'absence de drainage, il est possible d'utiliser un système de calfeutrement avec bourrage du fond de feuillure avec un mastic élastomère pour les vitrages isolants, à la double condition que :

- La surface de vitrage soit inférieure à 0,1 m<sup>2</sup>,
- La plus grande dimension du vitrage soit inférieure à 0,35 m.

Pour réaliser ce calfeutrement avec bourrage de fond de feuillure 2 techniques sont utilisables :

- Le bain de mastic,
- Le bain de mastic + mastic obturateur et bande préformée servant de fond de joint.

## Calfeutrement par bain de mastic

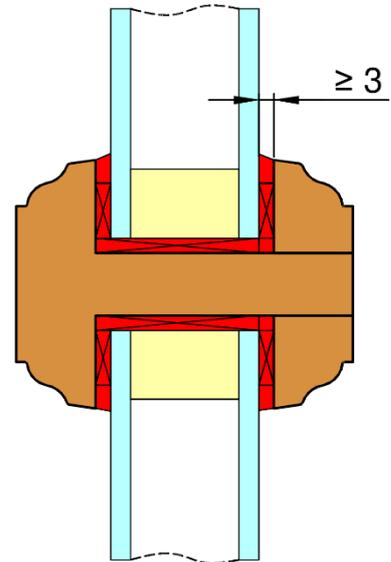
### Description

Le calfeutrement est réalisé par remplissage de la feuillure à verre de mastic.

L'épaisseur minimale de mastic est de 3 mm.

**Attention** : le vitrage doit toujours être calé, conformément aux exigences d'un vitrage standard.

Il est également nécessaire de prévoir un calage latéral qui garantisse une épaisseur minimum de 3 mm entre le vitrage et le bois.



### Mise en œuvre

Le calage latéral est fixé sur le listel de feuillure, un premier cordon de mastic est déposé en fond de feuillure, le vitrage est posé puis calé. Avant parclosage, l'espace entre vitrage et bois est comblé de mastic. Viennent ensuite les cales latérales, les parclozes et enfin le calfeutrement est terminé en solin entre le bois et le vitrage.

### Points de vigilance

Ce type de calfeutrement est nécessairement réalisé à l'aide de calages latéraux et supprime donc les risques d'une mauvaise épaisseur de mastic.

Limitations :

- La surface de vitrage soit inférieure à 0,1 m<sup>2</sup>,
- La plus grande dimension du vitrage soit inférieure à 0,35 m.

### Autocontrôle

#### Contrôles visuels :

- continuité du solin de mastic

#### Autres contrôles :

- essai à la soufflette/eau savonneuse
- essai « aquarium »
- épaisseur du calfeutrement

## Calfeutrement par bain de mastic et bandes préformées

### Description

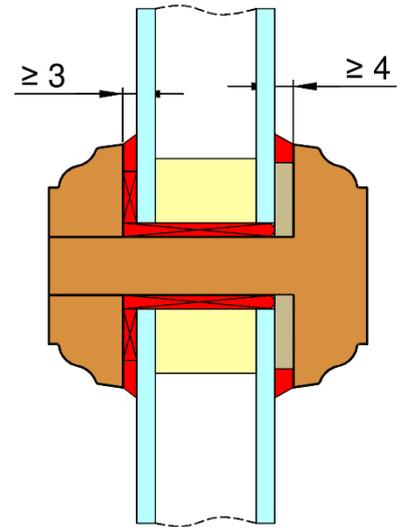
Le vitrage est calé latéralement par l'utilisation d'une bande préformée qui sert de fond de joint pour le mastic obturateur, le fond de feuillure est rempli par le mastic.

Le maintien du vitrage par la bande préformée permet de supprimer le calage du vitrage.

Pour cette méthode l'épaisseur minimale de la bande préformée est de 4 mm.

Il faut vérifier la compatibilité de la bande préformée avec le mastic

Côté parclose, soit un rempli de mastic avec un calage latéral et une épaisseur minimale de 3 mm, soit on procède comme côté listel avec une bande préformée et un mastic obturateur et une épaisseur minimale de 4 mm.



### Mise en œuvre

La bande préformée est positionnée au pied du listel de feuillure, et le vitrage pressé sur la bande préformée. Le fond de feuillure est ensuite rempli de mastic. Viennent ensuite les calages latéraux, les parcloses et l'extrusion de mastic.

**ATTENTION** : une fois le vitrage en contact avec la bande préformée il est impossible de repositionner le vitrage, il faut donc prévoir un système de positionnement spécifique pour le vitrage.

### Points de vigilance

La bande préformée réalisant le calage, il est nécessaire de vérifier que l'épaisseur après compression est toujours supérieure à 4 mm.

Le calage latéral sous la parclose supprime les risques d'une mauvaise épaisseur de mastic.

Limitations :

- La surface de vitrage soit inférieure à 0,1 m<sup>2</sup>,
- La plus grande dimension du vitrage soit inférieure à 0,35 m.

### Autocontrôle

#### Contrôles visuels :

- Continuité du solin de mastic,
- A travers le vitrage : disparition des stries de la bande préformée.

#### Autres contrôles :

- Essai à la soufflette/eau savonneuse,
- Essai « aquarium »,
- Epaisseur du calfeutrement.

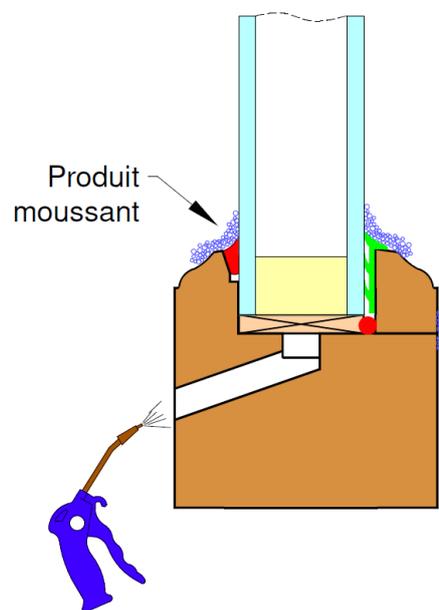
## 4.5 CONTROLES D'ETANCHEITE VITRAGE

Pour vérifier simplement l'étanchéité d'un système de calfeutrement il existe 2 méthodes, simples de mises en œuvre :

*NB : ces méthodes ne garantissent de la bonne réalisation du calfeutrement ni de sa tenue dans le temps mais permettent juste un contrôle rapide d'un défaut d'étanchéité, ou pour détecter l'origine d'une fuite.*

### 4.5.1 Essai soufflette-eau savonneuse

On arrose de produit moussant un côté du calfeutrement et l'on applique de l'air comprimé de l'autre côté, ou dans le drainage. Si une fuite existe elle fera mousser le produit.



### 4.5.2 Essai « aquarium »

La menuiserie est posée à plat et est remplie d'eau jusqu'au ras des parclozes.

On forme ainsi une « aquarium ».

La position est maintenue pendant 1 heure, puis on vérifie qu'aucune fuite n'apparaît de l'autre côté de la menuiserie.



## 4.6 SOLLICITATIONS MECANIQUES DU CALFEUTREMENT

Selon les conditions environnantes le cadre bois et le vitrage se comportent différemment et tendent à se déformer. Si le calfeutrement est adhérent cela va le contraindre en traction/compression ou cisaillement, si le calfeutrement est mécanique cela va réduire ou augmenter le niveau de compression de la garniture.

Les sollicitations de la liaison bois / vitrage d'une menuiserie extérieure bois sont de différentes natures :

- Déformations du cadre du vantail
- Dilatation thermique
- Retrait et gonflement du bois

Le calfeutrement, s'il est correctement mis en œuvre, est capable de reprendre ces différentes contraintes mécaniques.

### Rigidification du cadre par le vitrage :

Dans le cas des calfeutrements adhérent la rigidité du verre permet de rigidifier le vantail de la menuiserie, mais sollicite fortement le calfeutrement. Il existe des solutions de collage du verre sur la menuiserie qui en créant une tenue forte entre le verre et le cadre diminue les sollicitations sur le calfeutrement.

#### 4.6.1 Déformations du cadre du vantail

Le cadre du vantail subit différentes sollicitations mécaniques qui vont le déformer :

- Poids de la menuiserie et du vitrage (fortement amplifié par un mauvais calage),
- Manœuvre ou utilisation anormale,
- Pression de vent.

Le vitrage quant à lui se déforme très peu sous l'action mécanique, c'est donc le calfeutrement, à l'interface des deux, qui reprend la contrainte mécanique.

---

*Exemple* Une chute de nez de 2 mm sur une fenêtre à ouverture à la française dont le vitrage est calé selon la NF P 20-650-1, implique une déformation du calfeutrement bois/vitrage de 2 mm au nez.

---

#### 4.6.2 Dilatation thermique

Sous l'effet de la chaleur, du froid ou du rayonnement le vitrage va subir des variations de température qui vont le dilater ou le contracter. Le bois ayant un coefficient de dilatation thermique plus faible que le verre, le calfeutrement sera soumis à des contraintes de cisaillement.

---

*Exemple* Pour un vitrage de 2 m de longueur, en condition d'hiver:  $T_{ref} = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{min} = -20^{\circ}\text{C}$

$$\Delta_{verre} = 9.10^{-6} \quad \Delta_{bois} = 4.10^{-6}$$

$$\Delta L_{verre} = \Delta_{verre} \cdot L \cdot \Delta T = 9.10^{-6} \times 2000 \times (20 - (-20)) = 0,72 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{bois} = \Delta_{bois} \cdot L \cdot \Delta T = 4.10^{-6} \times 2000 \times (20 - (-20)) = 0,32 \text{ mm}$$

Soit une déformation dans la longueur de 0,4 mm.

---

#### 4.6.3 Retrait et gonflement du bois

Sous l'effet de l'humidité (ou d'un air sec) le cadre de la menuiserie va reprendre ou perdre de l'humidité et se dilater ou se rétracter. Le verre ne subissant aucune déformation du fait de l'humidité, le calfeutrement va subir des efforts d'arrachement ou d'écrasement, et de cisaillement.

On considère également que la feuillure ou les parcloses se déforment, on dit alors qu'elles « tuilent ». La limite haute de déformation est fixée par la norme NF P 20-650-2, et doit être inférieure au 30<sup>ème</sup> de la hauteur de la feuillure à verre.

*Exemple* Pour un triple vitrage de 44 mm d'épaisseur, une feuillure à verre de 20 mm et une variation d'humidité relative du bois de 10%. On considère un tuilage égal au maximum admissible.

$$V = r.e.\Delta H + T_k$$

Où  $V$  : variation dimensionnelle

$r$  : coefficient de retrait du bois en % par variation de 1% du taux d'humidité du bois

Ici 0,3% en tangentiel (largeur de feuillure) et 0,15% en radial (hauteur de feuillure)

$e$  : épaisseur de bois

$\Delta H$  : variation d'humidité du bois

$t_k$  : tuilage caractéristique =  $h_f / 30$

$$V_{\text{largeur}} = 0.003 \times 44 \times 10 + 20/30 \approx 2 \text{ mm (1 mm pour un calfeutrement double barrière)}$$

$$V_{\text{hauteur}} = 0.0015 \times 20 \times 10 = 0,3 \text{ mm}$$

Soit une déformation cumulée de 1,1 mm par côté pour un calfeutrement double barrière.

# 5. COMPARATIF DES SYSTÈMES DE MISES EN ŒUVRE DES VITRAGES POUR LES TPE



## 5.1 SYSTEMES DE MAINTIEN DU VITRAGE

ADEQUATION DES SYSTEMES DE CALFEUTREMENT POUR LES T.P.E.			
Feuillure	Avantage	problématique	Conclusions
Feuillure intérieure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parcloses non-exposées aux conditions extérieures</li> <li>- Compatible avec différentes épaisseurs de vitrages</li> </ul>	<p><b>Étanchéité à l'air plus délicate à obtenir (mastic en pied de parclose obligatoire en traverse basse et sur 20 cm sur les montants)</b></p>	<p>Adapté au TPE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Process simple possible (pour certains systèmes de calfeutrement)</li> </ul> <p>Attention, pour certains systèmes la maîtrise systématique d'une bonne compression demande une conception ou un outillage spécifique.</p>
Feuillure extérieure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible avec différentes épaisseurs de vitrages</li> <li>- Étanchéité à l'air plus facile à obtenir</li> <li>- Facilite la mise en œuvre de vitrage de grandes dimensions et/ou très lourds</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Parcloses exposées aux conditions extérieures,</b></li> <li>- <b>Certains cahiers des charges interdisent cette solution pour le risque de vandalisme (faible)</b></li> </ul>	
Listel rapporté ou double parclose	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible avec différentes épaisseurs de vitrages</li> <li>- Rendement matière</li> <li>- Section nécessaire plus faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Positionnement et montage délicat</b></li> <li>- <b>Étanchéité à l'air plus délicate à obtenir</b></li> </ul>	<p>Système peu courant</p> <p>Peu adapté aux TPE:</p> <p>Outillages spécifiques pour le positionnement de la première parclose</p>
Rainure	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suppression des parcloles</li> <li>- Productivité accrue</li> <li>- Utilisation possible de joints en U</li> <li>- Tenue des finitions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Épaisseur des vitrages utilisables définie par la largeur de la rainure,</b></li> <li>- <b>Tolérance mince sur les épaisseurs de vitrage,</b></li> <li>- <b>Obligation d'utiliser l'assemblage mécanique pour l'ouvrant et nécessite pièce d'étanchéité moulée ou en feuille ( gros investissement de développement en amont),</b></li> <li>- <b>calage vitrage spécifique (dispositif de réglage en traverse haute),</b></li> <li>- <b>Uniquement compatible avec calfeutrement par profilés extrudés ou les mastics.</b></li> </ul>	<p>Peu adapté au TPE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- outillage simple,</li> <li>- pas de process difficile à maîtriser (ex : maîtrise de compression de parclose),</li> <li>- exige une bonne maîtrise des épaisseurs de vitrages livrés par le miroitier</li> </ul>

## 5.2 SYSTEMES DE CALFEUTREMENT

ADEQUATION DES SYSTEMES DE CALFEUTREMENT POUR LES T.P.E.			
Produit	Avantage	problématique	Conclusions
Mastic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible drainage traditionnel</li> <li>- Mise en œuvre simple</li> <li>- Compatible avec tous les systèmes de maintien du vitrage</li> <li>- Bonne tenue au vieillissement</li> <li>- Remplacement aisé</li> <li>- Bonne étanchéité à l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Esthétique</b></li> <li>- <b>Investissement nécessaire pour une Automatisation</b></li> </ul>	Adapté aux TPE : <ul style="list-style-type: none"> <li>- outillage simple</li> <li>- mise en œuvre facile à maîtriser</li> </ul>
Bandes préformées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible drainage traditionnel</li> <li>- Bonne étanchéité à l'eau</li> <li>- <b>Mise en œuvre simple, à plat -&gt; nécessite de maîtriser la compression idéalement table à vitrer aspirante</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Repositionnement du vitrage impossible après contact du verre avec la bande préformée,</b></li> <li>- <b>Maintien du vitrage par parclosé nécessaire,</b></li> <li>- <b>Maîtrise de l'effort de compression des bandes,</b></li> <li>- <b>Positionnement du vitrage délicat,</b></li> <li>- <b>Deparclosage nécessaire pour un remplacement</b></li> </ul>	Moyennement adapté aux TPE ; outillage ou conception spécifique pour une bonne maîtrise : <ul style="list-style-type: none"> <li>- de la compression des bandes préformées</li> <li>- du positionnement vitrage</li> </ul>
Mousse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en œuvre simple, à plat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Drainage rapide nécessaire</b></li> <li>- <b>Maintien du vitrage par parclosé Nécessaire,</b></li> <li>- <b>Maîtrise de l'effort de compression des bandes,</b></li> <li>- <b>Deparclosage nécessaire pour un remplacement,</b></li> <li>- <b>Etanchéité à l'eau</b></li> </ul>	Adapté aux TPE : Outillage simple possible Attention : Méthode de compression des bandes ou méthode de contrôle à mettre en œuvre
Profilés extrudés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible avec montage en rainure</li> <li>- Remplacement aisé</li> <li>- Produits secs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Drainage rapide nécessaire</b></li> <li>- <b>Tenue dans le temps</b></li> <li>- <b>Etanchéité à l'eau</b></li> </ul>	<b>Très adapté</b> aux TPE : <ul style="list-style-type: none"> <li>- process et outillage simples</li> </ul>

### 5.3 SYSTEMES DE DRAINAGE

ADEQUATION DES SYSTEMES DE DRAINAGE POUR LES T.P.E.			
Drainage	Avantage	problématique	Conclusions
Drainage classique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Machine &amp; Outil standard</li> <li>- Compatible traverse basse sans jet d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>uniquement associé aux calfeutrements assurant l'étanchéité par adhérence</b></li> <li>- <b>Obstruction des orifices de drainage avec le temps</b></li> </ul>	<p>Très adapté aux TPE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- process et outillages simples</li> </ul>
Drainage renforcé	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Machine &amp; Outil standard</li> <li>- compatible avec calfeutrement assurant l'étanchéité par réaction mécanique sous conditions de vérification de l'étanchéité du calfeutrement dans les angles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>uniquement pour feuillure intérieure (pas de parclose extérieure),</b></li> <li>- <b>Mise en place d'un contrôle pour assurer la maîtrise de l'étanchéité dans les angles,</b></li> </ul>	<p>Adapté aux TPE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- process et outillages simples</li> </ul> <p>Attention au suivi des contrôles CPU sur la mise en œuvre du calfeutrement dans les angles</p>
Drainage rapide	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible avec tous les systèmes de calfeutrement</li> <li>- Excellente salubrité de l'ouvrage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Investissement temps et essais de mise au point du drainage</b></li> <li>- <b>usinage complexe et parfois dangereux</b></li> </ul>	<p>Adapté aux TPE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Outillages et process simple Possible</li> </ul> <p>Attention, à l'initial, la conception du drainage et du process sont plus délicates que pour le drainage classique</p>
Drainage en cascade des traverses intermédiaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de reprise d'usinage</li> <li>- Pas de drainage visible en façade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>usage limité (vitrage sup <math>h_{max} = 2.5</math> m et <math>L_{max} = 1</math> m et calfeutrement double barrière par adhérence,</b></li> <li>- <b>nécessite un dispositif de protection du chant supérieur du remplissage inférieur</b></li> </ul>	<p>L'adéquation de ce système pour les TPE dépendra du système développé</p>
ADEQUATION DES SYSTEMES DE DRAINAGE NON TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
Drainage par les montants	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de reprise d'usinage</li> <li>- Pas de drainage visible en façade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Non conforme à la norme XP P 20-650</b></li> <li>- <b>Pas conçu pour drainer de l'eau mais uniquement pour la ventilation du chant du vitrage</b></li> <li>- <b>Positionné aux assemblages d'angles : points sensibles de la menuiserie</b></li> <li>- <b>Obstruction possible des orifices et nettoyage difficile</b></li> <li>- <b>Surface des orifices identiques quel que soit la largeur de l'ouvrant</b></li> </ul>	<p>Ce type de drainage serait très adapté pour les TPE :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pas de reprise d'usinage nécessaire</li> </ul>

# VITRAGES ISOLANTS DANS LES MENUISERIES EXTERIEURES EN BOIS

## SOLUTIONS DE CALFEUTREMENTS DES VITRAGES ET DE DRAINAGE DE LA FEUILLURE A VERRE

Ce guide est une mise à jour du guide technique publié en 2014 sous le titre « Etat des lieux sur les calfeutremments bois/vitrage pour les menuiseries extérieures bois » rendu nécessaire par la révision des normes expérimentales sur la pose des vitrages en ateliers et leur publication avec le statut de norme française NF P20-650-1 pour la partie tous matériaux et NF P20-650-2, pour la partie spécifique aux menuiseries bois.

Cette double révision s'appuie notamment sur l'étude CODIFAB « Conceptions drainantes des feuillures à verre pour fenêtres bois » publiée en 2020.

L'objectif de cette mise à jour est de présenter les évolutions et les nouveautés introduites par ces 2 révisions et plus particulièrement :

- la nécessité de mettre en place un calfeutrement complémentaire en pied des parcloles intérieures,
- les compléments sur la mise en œuvre des différentes solutions de calfeutremments bois/vitrage, en particulier dans le cas du calfeutrement par extrusion de mastic en réservation
- les précisions sur les spécifications pour les produits de calfeutrement,
- les nouvelles solutions de drainage de la feuillure à verre, avec le drainage « renforcé » et le drainage en cascade pour les traverses intermédiaires de soubassement,
- les évolutions du drainage rapide de référence,
- les solutions de drainages rapides équivalents sans validation expérimentales,
- les différentes combinaisons de calfeutremments vitrages/type de drainage de la feuillure à verre compatibles.

Le choix du calfeutrement de vitrage et du type de drainage de la feuillure à verre impacte directement l'étanchéité, l'esthétique et la durabilité d'une menuiserie et ce guide destiné principalement aux fabricants de menuiseries extérieures constitue un outil essentiel pour bien maîtriser cet impact en même temps que les critères de production, de coût et d'esthétique.

## REALISATION



L'Institut Technologique FCBA (Forêt Cellulose Bois-Construction Ameublement), a pour mission de promouvoir le progrès technique, participer à l'amélioration de la performance et à la garantie de la qualité dans l'industrie. Son champ d'action couvre l'ensemble des industries de la sylviculture, de la pâte à papier, de l'exploitation forestière, de la scierie, de l'emballage, de la charpente, de la menuiserie, de la préservation du bois, des panneaux dérivés du bois et de l'ameublement. FCBA propose également ses services et compétences auprès de divers fournisseurs de ces secteurs d'activité. Pour en savoir plus : [www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)

## FINANCEMENT



Le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois, a pour mission de conduire et financer, par le produit de la Taxe Affectée, des actions d'intérêt général en faveur des fabricants français de l'ameublement (meubles et aménagements) et du bois (menuiseries, charpentes, panneaux, bois lamellé, CLT, ossature bois, ...). Le CODIFAB fédère et rassemble 4200 PME/ETI et plus de 15000 artisans, représentés par leurs organisations professionnelles :



Les actions collectives ont pour objectif d'accompagner les entreprises de création, de production et de commercialisation par : une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession.

Pour en savoir plus : [www.codifab.fr](http://www.codifab.fr)