



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

ADANDRA

Etat des lieux sur les assemblages d'angles pour les menuiseries extérieurs bois

Marc SIGRIST – Benoit GILLIOT

16 Juillet 2014

Avec le soutien de :

Siège social

10, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
Tél +33 (0)1 40 19 49 19
Fax +33 (0)1 43 40 85 65

IBC Recherche

Allée de Boutaut – BP 227
33028 Bordeaux Cedex
Tél +33 (0)5 56 43 63 00
Fax +33 (0)5 56 43 64 80

www.fcba.fr

Siret 775 680 903 00017
APE 7219 Z
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

The logo for CODIFAB consists of the word 'CODIFAB' in a stylized, purple, sans-serif font. The letters are interconnected, with the 'O' and 'D' sharing a vertical stroke, and the 'F' and 'A' sharing a vertical stroke.

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

CONTEXTE

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 assemblages d'angle des châssis ouvrants et dormants ainsi que les types de calfeutrement assurant l'étanchéités bois/vitrage et leur influence sur les systèmes de ventilation et de drainage des eaux infiltrations (type « traditionnel » ou « rapide ») font partie de la conception et peuvent nécessiter d'être adaptés à ces évolutions.

OBJECTIF

Recenser et caractériser :

- les types d'assemblages d'angle actuellement utilisés (sur cadres ouvrant & dormant et châssis petits bois sur vitrage)
- les types de calfeutrement vitrage et systèmes de drainages associés en traverse basse du châssis ouvrant (autre document)

afin de comparer et d'optimiser les solutions disponibles pour les petites séries de menuiserie fabriquées pour du neuf ou de la rénovation.

CHAMP DE L'ETUDE

Fenêtre et Porte fenêtre, en ouverture ouvrant à la française

Matériaux : en bois

Remarque : les portes extérieures et les fenêtres Mixte bois – autre matériaux (exemple Bois Aluminium) ne font pas parti de l'étude mais pourrait faire l'objet d'un prochain complément d'étude.

SOMMAIRE

1.	Généralité sur les assemblages d'angles	4
1.1.	Les typologies.....	4
1.2.	Aspect « Traditionnel » ou non d'un assemblage.....	6
1.3.	Histoire et contexte actuel de chaque type d'assemblage d'angle de châssis bois	7
2.	Caractérisation des assemblages d'angle	8
2.1.	Caractéristique résistance mécanique	9
2.2.	Caractéristique d'étanchéité	14
2.3.	Caractéristique d'esthétique	16
2.4.	Caractéristique de durabilité	16
2.5.	Procédé de fabrication.....	18
2.5.1.	Niveau de qualité d'usinage requis pour un assemblage d'angle.....	18
2.5.2.	Niveau des équipements requis.....	19
2.6.	Transport et chantier.....	21
3.	Description détaillée des assemblages d'angle	22
3.1.	Menuiserie « rectangulaire », assemblage d'angle à 90°	22
3.1.1.	Assemblages d'angles TRADITIONNELS sur châssis ouvrant et/ou dormant	22
3.1.2.	Assemblages d'angles NON-TRADITIONNELS sur châssis ouvrant et/ou dormant	35
3.1.3.	Assemblage d'angle sur châssis dormant.....	39
3.1.4.	Assemblage des angles composés de traverse intermédiaire ou de meneau	48
3.2.	Menuiserie de « forme »	50
3.3.	Assemblage d'angle des « petits-bois » :.....	55
3.3.1.	Généralités	55
3.3.2.	Le petit-bois à l'ancienne	57
3.3.3.	Le petit-bois en applique sur un vitrage	61
3.3.4.	Le cadre petit-bois rapporté	63
3.3.5.	Comparaison des familles de petit-bois par caractéristiques.....	64
4.	Conclusions	65

1. Généralité sur les assemblages d'angles

1.1. Les typologies

En fenêtre et porte fenêtre en bois, on recense **3 grandes familles d'assemblages d'angles** pour châssis ouvrant et/ou dormant :

- Collé,
- Collé avec insert,
- Mécanique (vissé et sans colle ni mastic-colle).

Assemblage collé :

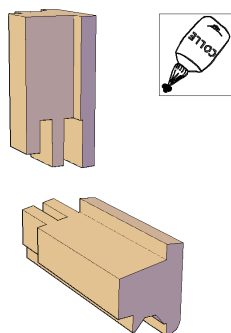
Assemblage dont les fonctions mécaniques sont assurées par des inserts intégrés (du type tenon), ou rapportés (du type tourillon) et qui sont collés dans des contre-inserts (mortaise, enfourchement ou orifices...).

Les arasements et les faces en regards peuvent être soit elles-mêmes collées, soit mastiquées (avec mastic colle).

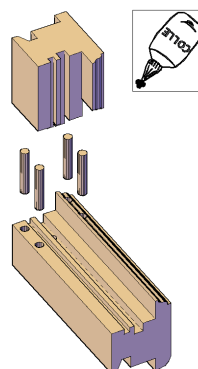
Le collage, et s'il existe, le masticage (par mastic colle) assurent la fonction étanchéité.

Contrairement aux assemblages à enfourchement ou à tourillon ou à tenon/mortaise qui sont traditionnels, l'assemblage par entures multiples à coupe d'onglet est « non traditionnel ».

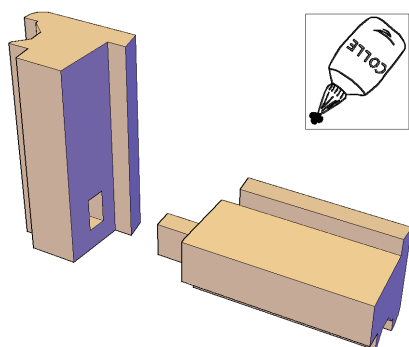
Exemple : Assemblage à enfourchement



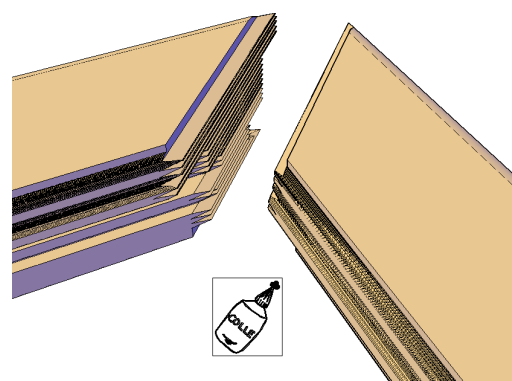
Assemblage à tourillon



Assemblage tenon mortaise



Assemblage par micro-entures à coupe d'onglet



Assemblage collé avec insert

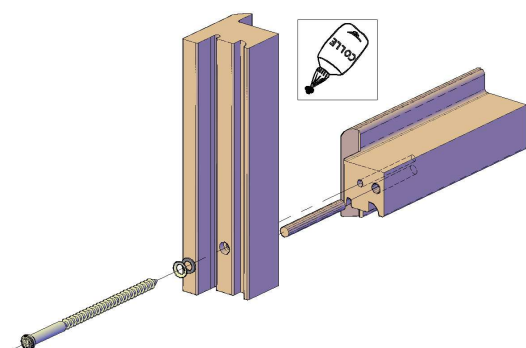
Assemblage dont les fonctions mécaniques sont assurées :

- Soit par une ou des vis ancrées directement dans le bois de bout ou ancrées dans des inserts logés dans des réservations appropriées. Par exemple : **assemblage « vissé collé »**,
- Soit par un ou des inserts. Par exemple : **assemblage « collé avec insert à queue d'aronde »**.

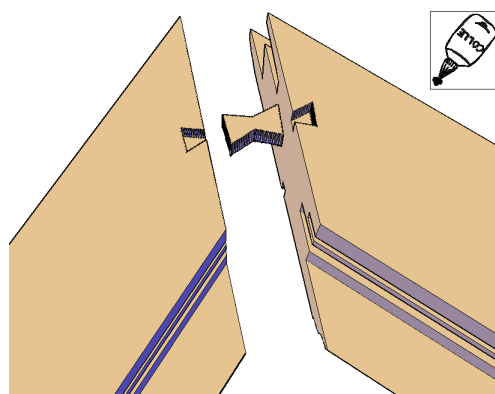
La fonction étanchéité est assurée par une colle ou un mastic-colle d'épaisseur variable.

Exemple :

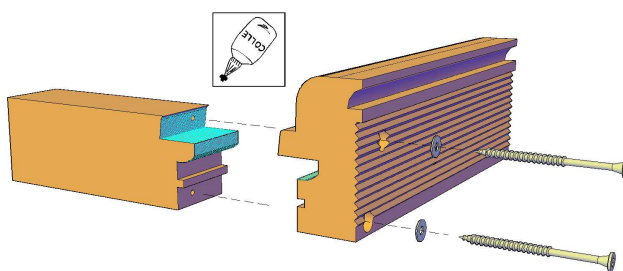
Assemblage collé-vissé sur ouvrant



Assemblage à coupe d'onglet et insert à queue d'aronde



Assemblage collé-vissé sur dormant



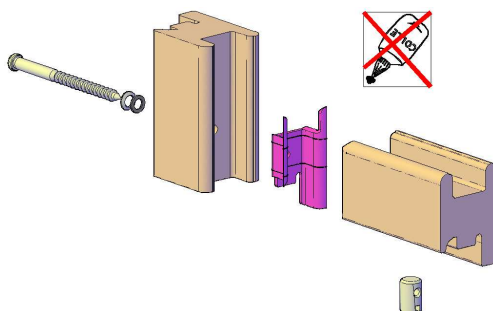
Assemblage mécanique

Assemblage dont les fonctions mécaniques sont assurées par une ou des vis ancrées directement dans le bois de bout ou ancrées dans des inserts logés dans des réservations appropriées.

La fonction étanchéité est assurée par une garniture rapportée serrée par la(les) vis. L'assemblage est démontable puis remontable, avec possibilité de changer la garniture d'étanchéité. Il n'y a ni colle, ni mastic-colle.

Exemple :

Assemblage mécanique vissé



1.2. Aspect « Traditionnel » ou non d'un assemblage

Un assemblage est classé comme « traditionnels » quand la technique est reconnue pour répondre aux exigences essentielles des fenêtres et des assemblages (voir § 2) par l'ensemble de la profession (fabricants, organisation professionnelle, évaluateurs,...) pour être précisés dans les documents de « règle de l'art » tels que les normes (exemple : NF P 23 305 spécifications techniques des fenêtres en bois).

Dans la mesure où ils sont réalisés conformément aux spécifications, tous les assemblages traditionnels présentés ci-après sont adaptés à la fabrication de fenêtre de qualité.

Dans le cas où il est innovant et/ou il existe un doute sur sa faculté à satisfaire les caractéristiques essentielles, l'assemblage est classé comme « non traditionnel ».

Ci-après les descriptions des assemblages d'angles à 90°. Ils peuvent être :

- « Traditionnels » ou « non traditionnels »,
- Pour châssis ouvrant ET / OU pour châssis dormant,
- Démontables ou non démontables,
- Pour une liaison bois – bois ET / OU une liaison bois – seuil métallique.

	Traditionnel	Ouvrant	Dormant	Bois - Seuil métal	Géométrie de l'angle à 90°	Démontable
Tenon – Mortaise	Oui	Oui	Oui	Non	Arasé – Filant	Non
Enfourchement	Oui	Oui	Oui (1)	Non	Arasé – Filant	Non
Tourillon	Oui	Oui	Oui	Non	Arasé - Filant	Non
Micro-enture	Non	Oui	Oui	Non	Coupe d'onglet à 45°	Non
Collé-Vissé	Oui	Oui	Oui	Oui	Arasé - Filant	Non
Insert à queue d'aronde	Non	Oui	Oui	Non	Coupe d'onglet à 45°	Non
Mécanique	Oui	Oui	Oui	Oui	Arasé - Filant	Oui

(1) correspond à « possibilité d'adaptation spécifique » :

Les assemblages d'angle traditionnels pour châssis ouvrants ci-dessus sont également satisfaisants pour un usage en châssis dormants.

Par contre, certains types d'assemblages d'angles pour châssis dormants sont spécifiques et ne sont pas satisfaisants pour un usage en châssis ouvrants. En effet, les sollicitations mécaniques sont plus importantes sur ouvrants (voir §2.1).

1.3. Histoire et contexte actuel de chaque type d'assemblage d'angle de châssis bois

Tenon-Mortaise : Il est amené à disparaître en assemblage d'angle de châssis ouvrant dormant (hormis pour des demandes spécifiques sur bâtiment historique...).

Enfourchement : C'est l'assemblage (simple ou double, voir triple) majoritairement répandu en France dans les TPE et PME.

Tourillon : C'est l'assemblage majoritairement répandu en Allemagne. En développement en France, notamment dans le quart Nord Est et sur les menuiseries d'épaisseurs supérieures à 68mm. Le passage d'un technique « enfourchement » à celle du tourillon est fréquemment lié à l'investissement de matériel d'usinage de type défonceuse CNC.

Collé Vissé : C'est un assemblage répandu en France dans les menuiseries industrielle qui sont sous marque de qualité NF Fenêtre bois.

Mécanique : C'est un assemblage répandu en France dans les menuiseries industrielle qui sont sous marque de qualité NF Fenêtre bois.

Micro-enture à coupe d'onglet : C'est un assemblage non traditionnel, très peu répandu en France. Il est pratiqué notamment en Belgique même si également défini comme « non traditionnel » et associé à un cahier des charges techniques spécifique.

Insert à queue d'aronde et à coupe d'onglet : C'est un assemblage non traditionnel, pas répandu en France. C'est une technique d'assemblage utilisée pour les menuiseries mixte bois aluminium en Autriche, Allemagne et Italie notamment. D'autres techniques d'inserts, provenant du domaine de l'ameublement ont été également envisagées.

2. Caractérisation des assemblages d'angle

Caractéristiques essentielles des fenêtres et des assemblages :

- Mécanique,
- Etanchéité,
- Esthétique,
- Durabilité.

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

Or, les assemblages peuvent compromettre ces caractéristiques.

Extrait de la norme NF P 23 305 : menuiserie en bois – spécifications techniques des fenêtres, portes fenêtres et châssis fixes en bois : « les assemblages ne doivent pas contribuer à diminuer la durabilité de la fenêtre, ni ses caractéristiques d'étanchéité ; en particulier, ils doivent être étanches afin d'empêcher l'infiltration et le séjour de l'eau entre les éléments assemblés ».

Les assemblages sont étroitement liés et donc ont un impact sur :

- Les moyens et procédés de fabrication en atelier,
- Les possibilités de mise en œuvre sur chantier.

**Tous ces points ci-dessus sont des critères de choix du type d'assemblage.
A noter que la « culture de l'entreprise » este cependant un critère important.**

2.1. Caractéristique résistance mécanique

- La fenêtre, mise en œuvre verticalement, subit diverses sollicitations engendrant sur les châssis ouvrants et/ou dormants des efforts dans le plan et perpendiculaire (normal) au plan de la menuiserie.

Sollicitations	efforts	sur dormant	sur Ouvrant
Le poids du cadre et du remplissage (verre, ...)	plan	non	Charge permanente verticale
Les manœuvres à la poignée provenant d'utilisation normale ou « abusive »	Plan Normal	non	Charge ponctuelle verticale « Charge au nez » Couple de torsion
Pression de vent	Normal	Couple de torsion	
Retrait et gonflement du bois	Plan Normal	Charge hygrothermique dans le sens radial et tangentiel du bois	
Manutention et stockage des châssis en usine, transport et sur chantier	Plan	Charges ponctuelles horizontales ou verticales	

Les niveaux de sollicitations sur assemblage d'angle ouvrant sont supérieurs à ceux sur dormant.

Pour les châssis ouvrant : Il est préférable de choisir la pièce longue filante (généralement le montant) et la pièce courte arasée (généralement la traverse). Ceci afin de limiter les couples de liaison entre les 2 pièces. Cela correspond à l'usage actuel en France.

Pour les châssis dormant : Etant donné que les sollicitations sont moindres et que le châssis est fixé au gros œuvre, l'usage actuel en France est de choisir la traverse (et pièce d'appui) filante pour assurer une meilleur fiabilité de l'étanchéité dans les angles bas.

La liaison mécanique d'un assemblage d'angle est obtenue :

- **Par moyens mécaniques** (vis, vis+ insert, platine vissée),
et/ou
- **Par collage** (colle liquide ou gel) entre des inserts et des contre inserts (tenon&enfourement, tourillon&orifice...).

FOCUS SUR LES COLLES EMPLOYEES :

Les colles employées, compte tenu des conditions d'exposition, doivent résister à l'humidité et sont donc du type D4 (thermoplastique) selon NF EN 204 ou C4 (thermodurcissable) selon NF EN 12765. En pratique les colles mises en œuvre le plus couramment sont :

- Les vinyliques (PVAc) avec durcisseur intégré ou non,
- Les polyuréthanes,
- Les mélamines urée formol,
- Les mastics colle, de préférence logée dans une réservation spécifique, est associée à 2 usages :
 - Pour les dormants car compte tenu de leur fixation dans le mur, leurs assemblages ne sont pas travaillants, ils ne doivent alors assurer que la fonction étanchéité.
 - Pour les ouvrants, en complément d'une colle ou d'un moyen mécanique, pour assurer la fonction d'étanchéité.

Attention, les mastics colles PU peuvent avoir tendance à ouvrir l'assemblage lors de leur séchage.

Epaisseur des joints de colles :

- joint mince : jusqu'à 2/10^{ème} de millimètre : ne permet pas de rattraper des imprécisions d'usinages. Ce sont les colles les plus couramment utilisées (les vinyliques...).

- **Critères de résistance mécanique d'un assemblage d'angle : rigidité / élasticité / résistance à la torsion / charges hygrothermiques**
 - **Rigidité et Elasticité dans le plan de la menuiserie :**

La **rigidité** de l'assemblage d'angle est caractérisée par 2 notions :

- Couple pour 1°: rigidité de l'angle qui est sollicité en cas de retrait du bois entre fond de feuillure à verre et vis (apparition d'un jeu entre chant du vitrage et cale d'assise en partie haute) est caractérisée par la valeur de l'effort (couple en N.m) pour obtenir une variation angulaire de 1° autour de la position nominale de 90°. C'est une notion à caractère fonctionnelle,
- Couple maximal à la rupture : On mesure le couple maximal nécessaire pour atteindre la rupture.

Impact de la rigidité sur la tenue de l'assemblage :

- Moins l'assemblage est rigide, plus il est important de réaliser un calage du vitrage conformément aux règles de l'art (norme XP P 20 650-1 et NF DTU 39) ceci afin de transférer les charges au plus près des organes de rotation.

L'élasticité de l'assemblage d'angle est caractérisée par sa capacité de récupération de sa position initiale après déformation en cas de charge anormale type charge au nez (effort de manœuvre). On mesure la reprise élastique après avoir sollicité l'angle sous le couple à 1° de variation angulaire et l'angle autour de la position nominale de 90°. C'est une notion à caractère fonctionnelle.

Si la reprise élastique est de 100% (cas idéal), l'assemblage a un comportement parfaitement élastique. Le cas contraire (0% de reprise élastique) montre un comportement purement plastique (technique inacceptable).

Chaque technique d'assemblage a des caractéristiques de rigidité et élasticité spécifiques qu'il convient de vérifier, via essai de traction compression d'angle, selon les conditions suivantes :

	Collé	Collé avec insert	Mécanique
Rigidité et élasticité via essai de traction/compression d'angle	Si assemblage non traditionnel ou Si Mv du bois < 450kg/m ³	Systématique en ETI	Systématique en ETI

ETI : évaluation de type initiale

Les spécifications minimales de rigidité et élasticité par famille d'assemblage à vérifiées via essai de traction/compression d'angle sont :

Assemblages traditionnels	Couple à 1° (N.m)	Couple à la rupture (N.m)	Reprise élastique (%)
Collés (enfournement, tourillon..)	≥ 80	≥ 100	≥ 75
collés avec insert (type collé vissée)	≥ 40	≥ 100	≥ 65
Mécanique	≥ 15	≥ 75	≥ 65

FOCUS SUR UTILISATION DE CARRELET A AME ISOLANTE :

Le fait de réaliser des assemblages d'angle avec des profilés ayant une âme en matériaux isolant, qui peut être de masse volumique inférieure ou supérieure à 450kg/m³, est « non traditionnelle », cela nécessite notamment une évaluation de la rigidité et de l'élasticité de l'assemblage; ceci quelque soit la technique d'assemblage utilisé. Les techniques d'assemblages traditionnelles ne sont pas forcément adaptées à ce type de profilé.

A noter que les assemblages d'angles à coupe d'onglet permettent de cacher la présence éventuelle d'âme isolante dans les profilés.

- Résistance à la torsion :

Les efforts normaux au plan des châssis, essentiellement la charge au vent et à moindre mesure les efforts de manœuvre et la charge hygrothermique (cintrage longitudinal sous l'effet de 2 climats différents), induisent des effets de torsion au niveau des assemblages d'angle.

Solutions pour réduire ces efforts :

- Ouvrant à montant filant (pièce longue filante),
- Fixation de l'organe de rotation le plus proche possible de l'axe de rotation du montant dormant. Par exemple, en comparaison avec les paumelles, les fiches à broches réduisent fortement l'effet induit par les charges au vent,
- Augmentation du recouvrement du vantail sur le dormant,
- Réalisation d'assemblage avec épaulement,
- Mise en place d'au moins 2 fixations dans l'assemblage de part et d'autre de l'axe de rotation (tourillons, 2 vis...).

– **Comportement aux charges hygrothermiques**

Le retrait et gonflement du bois, sous l'effet de variation d'humidité du bois, induisent des charges hygrothermiques sur les éléments et assemblage d'angle.

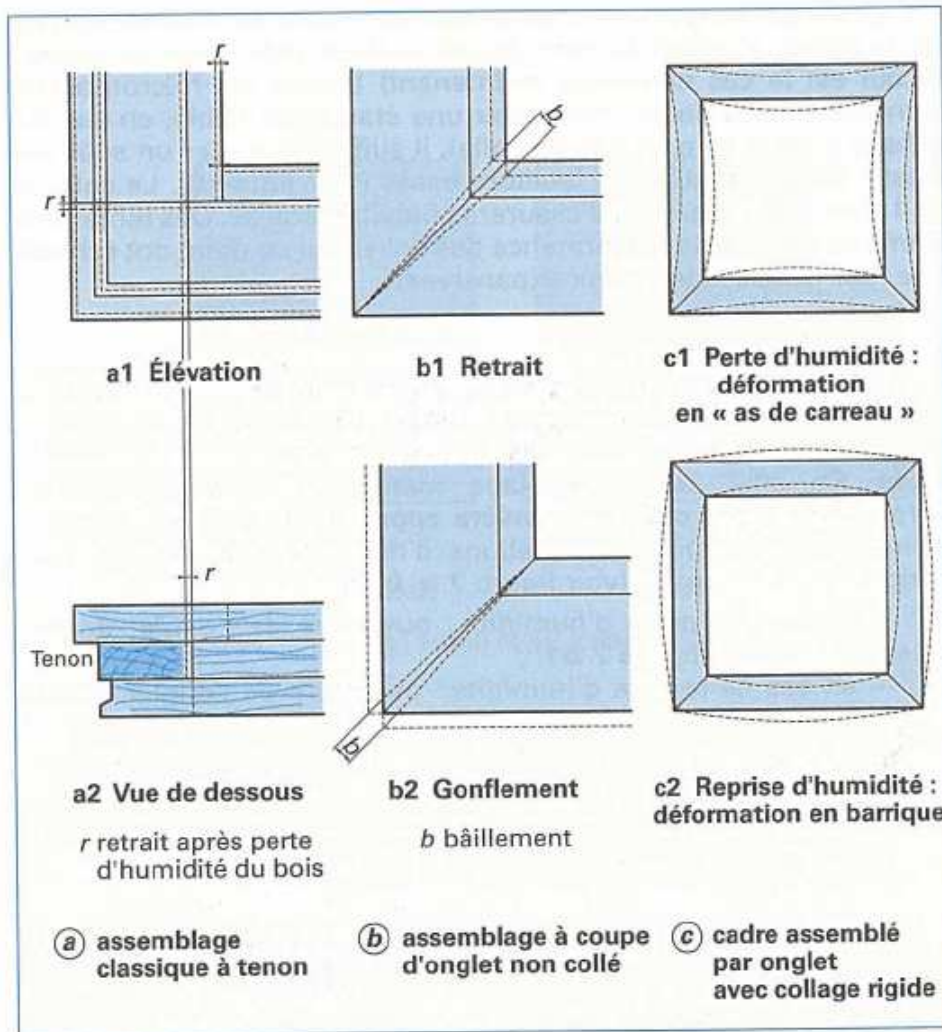
Ces effets sont conséquents dans le sens tangentiel et radial du bois (coefficient de retrait de l'ordre de 0.3% par % d'humidité) et sont négligeables dans le sens longitudinal.

Du coup, en fonction de l'orientation du bois dans l'assemblage, les charges hygrothermiques sont plus au moins importantes :

- Aboutage : charge hygrothermique négligeable,
- Assemblage d'angle à coupe droite (profil – contreprofil) : charge hygrothermique faible et uniquement dans la direction de la pièce arasée. C'est le cas des assemblages traditionnels collés et mécaniques. La rigidité de l'assemblage et son dispositif d'étanchéité sont en mesure de compenser le phénomène. MANQUE LA STABILITE DIAGONALE,
- **Assemblage d'angle à coupe d'onglet 45°**: charge hygrothermique pouvant entraîner soit une ouverture de l'assemblage (si l'assemblage n'est pas assez rigide), soit une déformation du châssis (si l'assemblage est suffisamment rigide). **C'est la raison principale pour laquelle ce type d'assemblage n'est pas conseillé en menuiserie extérieure et qu'il reste « non traditionnel».**

Solutions pour réduire ces efforts :

- Utilisation de carrelé lamellé collé apportant pour notamment réduire l'effet des charges hygrothermiques induites par l'exposition des 2 parements des châssis à des climats différents (ambiance intérieure sèche et extérieure humide par exemple),
- Utilisation d'essence de bois ayant des caractéristiques de stabilité et des coefficients de retrait volumique adapté (par exemple : le hêtre est déconseillé car possédant un coefficient de retrait volumique parmi les plus importants),
- Sélectionner le type de débit du bois : quartier et faux quartier sont plus favorable que débit sur dosse,
- Mise en place de raidisseur ou de dispositif compensateur (par exemple une rondelle belleville dans le cas de l'assemblage mécanique),
- Application d'un système de finition apportant une protection hydrofuge adaptée.



Variabilité des performances de résistance mécanique

Cette notion est liée à la variabilité des paramètres influant sur la performance visée. Ils peuvent être notamment :

- L'hétérogénéité du bois en densité, coefficient de retrait, stabilité, type de débit,
- La capacité de la main d'œuvre à exécuter, de façon répétitive les tâches,
- La capacité des machines et outils à exécuter les tâches.

Il est possible de mettre en place des essais de contrôle de la production du type « casse d'angle » ou de « traction compression d'angle » pour évaluer la variabilité de la solution technique retenue.

De manière générale, les assemblages collés ont un tel niveau de rigidité que la variabilité de leur performance n'est pas contraignante.

2.2. Caractéristique d'étanchéité

Les assemblages constituent des zones de discontinuité dans le plan de la fenêtre et il ne faut pas qu'elles mettent en défaut sa fonction d'étanchéité à l'eau et à l'air.

- **Empêcher l'infiltration d'eau dans l'assemblage provenant**
 - De son exposition directe à la pluie au niveau des arasements,
 - De l'infiltration d'eau dans la feuillure ou rainure à verre de l'ouvrant,
 - De la gorge de récupération des eaux de pluie située sur la traverse basse dormant,
 - Par capillarité au droit des assemblages ouvrant.

L'étanchéité d'un assemblage d'angle est obtenue :

- Par collage (colle et/ou mastic colle) et éventuel calfeutrement par un solin de mastic,
- Par des garnitures d'étanchéité (en feuille libre ou collées sur une platine, pièce moulée tridimensionnelle...).

Garniture d'étanchéité	Assemblage	Avantage	Inconvénient
Colle	Tous les Assemblages collés	Polyvalence pour tous les angles et autres assemblages d'angle et de fil Approvisionnement – fournisseur Sans évaluation nécessaire si qualification du fournisseur	Préparation du mélange collant Dépose de la colle sur des surfaces complexes Collage à refus nécessaire Nettoyage du sur plus de colle et des équipements Rendement Stockage - Durée de vie limitée Environnemental (ACV) Adhérence sur produit de finition
Mastic colle	Certains assemblages collés	Facilité de mise en œuvre par extrusion dans une réservation Approvisionnement – fournisseur Sans évaluation nécessaire si qualification du fournisseur	Extrusion de la colle sur des surfaces complexes Nettoyage du sur plus de colle Stockage - Durée de vie limitée Environnemental (ACV) Adhérence sur produit de finition
Garniture en feuille	Assemblage mécanique Assemblage bois – seuil aluminium	Facilité de mise en place Productivité Compatibilité avec tout type de traitement (finition, fongicide..) Démontabilité	Evaluation de performance ETI Esthétique si garniture visible
Garniture moulée	Assemblage mécanique	Facilité de mise en place Productivité Compatibilité avec tout type de traitement (finition, fongicide...) Démontabilité	Conception spécifique (étude, évaluation, cout...) 1 garniture différente pour chaque angle Esthétique si garniture visible

- **Critères d'étanchéité d'un assemblage d'angle**
 - **Géométrie de l'assemblage et son type de garniture d'étanchéité**

Assemblage collé :

Pour les assemblages collés, la géométrie des surfaces à encollées est un paramètre impactant directement la complexité à réaliser un encollage correct. Plus l'encollage manuel est complexe et plus il y a de risque à ce que la colle ne soit pas uniformément répartie. C'est pourquoi il est fondamental de réaliser un « encollage à refus » pour que lors de l'assemblage, le surplus de colle soit évacué vers l'extérieur.

Attention, à ce que le mouvement d'assemblage des 2 pièces ne chasse pas la colle des surfaces de contact à encollées.

L'assemblage de 2 surfaces en contact sera donc le plus fiable : exemple du micro-denture, coupe d'onglet droite ou profil / contre profil simple.

L'assemblage par enfourchement est l'un des plus sensibles car il est important de prendre soin de ne pas chasser la colle du fond des enfourchements.

C'est pourquoi, il est recommandé de compléter, après assemblage, l'étanchéité assurée par la colle par un solin de mastic dans les angles bas rentrant.

Le fait d'encoller un mastic colle dans un logement de réservation qui va lui assuré une épaisseur de joint semi épais est une solution plus fiable.

Assemblage mécanique

C'est la compression de la pièce d'étanchéité (en feuille ou moulée) entre les 2 éléments en bois qui va permettre d'assurer l'étanchéité de l'assemblage. Elles doivent pouvoir compenser lorsque l'assemblage va « travailler ». Pour cela, soit leur matière a un pouvoir de compensation adapté (exemple des mousses à cellules fermées), soit leur dureté shore est telle qu'un dispositif de compensation doit être prévu pour maintenir le taux de compression équivalent sur la garniture (exemple de la technique de l'assemblage mécanique avec garniture moulée et vis de fixation intégrant une rondelle tronconiques élastiques).

Variabilité des performances d'étanchéité

Cette notion est liée à la variabilité des paramètres influant sur la performance visée. Ils peuvent être notamment :

- L'hétérogénéité du bois en densité, coefficient de retrait, stabilité, type de débit,
- La capacité de la main d'œuvre à exécuter, de façon répétitive les tâches (par exemple l'encollage manuel est une tâche directement lié à la bonne exécution du menuisier),
- La capacité des machines et outils à exécuter les tâches.

Il est possible de mettre en place des essais de contrôle de la production du type « aquarium » ou « eau savonneuse et soufflette » pour évaluer la variabilité de la solution technique retenue.

De manière générale, les assemblages collés ont un niveau aléatoire de fiabilité à l'étanchéité à l'eau.

2.3. Caractéristique d'esthétique

La menuiserie est un ouvrage qui doit s'intégrer esthétiquement au reste du bâtiment.

- Aspect architectural et culturel : en fonction du type de bâtiment et/ou de la situation géographique (patrimoine historique, style à l'ancienne, ...),
- Aspect design : le visuel sur parement visible (géométrie, pièce d'étanchéité visible, parclose)...

2.4. Caractéristique de durabilité

La durée vie attendue des éléments de menuiseries non démontables et ni réparables est communément de l'ordre de 25 ans.

Tout au long de cette période, les assemblages vont être soumis à la répétition de diverses sollicitations en concomitance avec une éventuelle perte de performance de certains composants et/ou défaut de conception d'autres éléments de la menuiserie qui pourront provoquer des défaillances tels que :

- Chute de nez (mise en trapèze) : si mauvais calage...,
- Infiltration d'eau au niveau des assemblages ou rétention au pied de l'assemblage : si défaillance système de drainage...

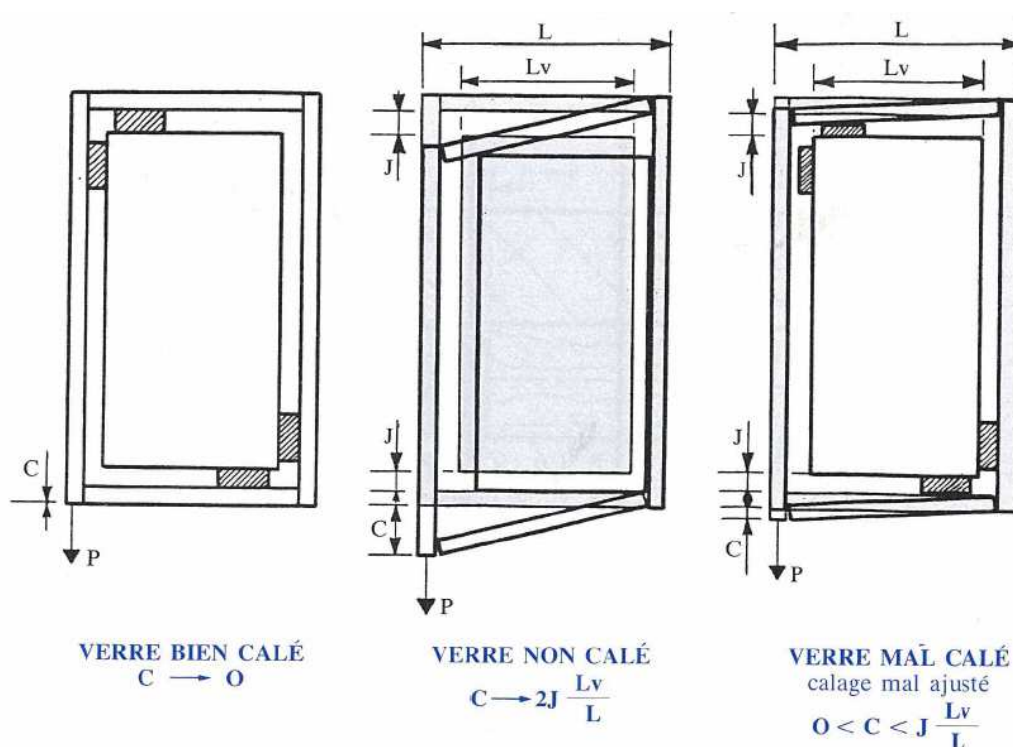
Aspects participant à la maîtrise de la durée de vie attendue de l'ouvrage :

- Possibilité de remplacement de certains composants (vitrage, garniture d'étanchéité, élément en bois...).

Les critères de durabilité d'un assemblage d'angle

• Chute de nez

Le calage de vitrage correctement réalisé permet de limiter les déformations de charge au nez.



La valeur réelle de la chute de nez C dépend de la rigidité des assemblages du cadre et de l'élasticité des cales d'assise.

L'assemblage mécanique qui reste peu rigide est donc sensible à un mauvais calage. Pour cela, il existe des dispositifs de « rattrapage de jeu » (exemple : par des vis vérins positionnées en traverse haute et actionnant les cales de vitrage).

• **Salubrité de l'assemblage**

Il est nécessaire de limiter les possibilités de reprises d'humidité du bois à des taux supérieurs à 20% et la rétention d'eau au niveau de l'assemblage afin de :

- De limiter le plus possibles les variations dimensionnelles du bois et donc les charges hygrothermique...,
- De limiter les risques biologiques (champignons de bleuissement et/ou de dégradation du bois),
- De limiter le vieillissement prématuré des solutions d'étanchéité.

Les solutions possibles à intégrer à l'assemblage sont :

- Possibilité de protection hydrofuge complémentaire en bois de bout (via un système de finition adapté,
- Possibilité de traitement fongicide par élément séparé pour limiter les risques pour les bois pas suffisamment durable naturellement. C'est possible quelque soit l'assemblage (sous réserve de vérifier la compatibilité de l'adhérence de la colle sur le bois traité) mais quasiment pas pratiqué par les menuisiers utilisant des assemblages collés. C'est notamment recommandé pour les assemblages bas,
- Compléter, après assemblage, l'étanchéité par un solin de mastic dans les angles bas rentrant,
- De vérifier la durabilité des pièces d'étanchéité utilisées pour les assemblages mécaniques,
- Associer un système de drainage sur la traverse basse performant pour éviter toute reprise d'humidité et rétention d'eau au pied de l'assemblage.

• **Tenue des finitions**

Les arêtes et liaison entre pièce sont des points sensibles en termes de tenue des produits de finition. En effet, la parclose coté extérieur et les jonctions d'assemblages sont propices à une dégradation accélérée du film de finition à partir du moment où le rayon de courbure de l'arête est inférieur à 2 mm et que le film de finition a été appliqué sur les pièces déjà assemblées.

Il convient donc d'appliquer la finition sur élément séparé avant cadrage des pièces pour assurer une tenue correcte du film au niveau de l'arête.

Aujourd'hui, seul l'assemblage mécanique le permet.

Pour les assemblages collés à profil & contreprofil (tourillon et collé-vissé), il conviendrait de vérifier l'adhérence de la colle sur la finition et prendre en compte l'épaisseur du film de finition lors de l'usinage préalable des pièces. Il s'agit d'une solution complexe, non vérifiée actuellement, qui demande à être étudiée.

- **Réparation composants**

Le fait que l'assemblage mécanique soit démontable permet de substituer des éléments du châssis. De plus les pièces d'étanchéité sont également remplaçables.

Le vitrage d'une fenêtre doit être remplaçable sans avoir à refaire le châssis bois.

- Soit mise en œuvre du vitrage dans une feuillure et maintien par parclose,
- Soit mise en œuvre du vitrage en rainure et les assemblages d'angle sont démontables.

L'assemblage mécanique permet les 2 conceptions alors que les assemblages collés ne sont pas démontables.

2.5. Procédé de fabrication

2.5.1. Niveau de qualité d'usinage requis pour un assemblage d'angle

Arbitrairement, nous le définissons par à la fois le nombre et le type d'usinage à réaliser et la tolérance d'usinage requise pour assurer les fonctions de l'assemblage.

Types d'usinage :

Corroyage profil, tenonnage de contre profil, perçage d'orifice (tourillon), pré perçage (vis), entaillage (insert), tronçonnage coupe d'onglet, entaillage denture.

Tolérances d'usinage :

Qualité 1 (haute) : tolérance de +/- 0.1 mm, minimum requis pour assemblage avec colle à joint mince,

Qualité 2 (moyenne) : tolérance de +/- 0.2 mm, convient aux assemblages avec pièce d'étanchéité ou avec réservation de mastic.

Qualité 3 (basse) : tolérance de +/- 0.5 mm, convient aux usinages peu impactant sur les caractéristiques de l'assemblage

**Tableau : détermination du niveau de qualité d'usinage
des éléments en bois d'un assemblage d'angle**

Assemblage	Type Usinage impactant sur l'assemblage	Tolérance requise par Usinage	Niveau de qualité Usinage
Enfourchement avec colle joint mince	Corroyage P Tennonage CP	qualité 3 qualité 1	usinage de qualité
Enfourchement avec colle joint semi épais	Corroyage P Tennonage CP	qualité 3 qualité 2	usinage "standard"
Tourillon avec colle joint mince	Corroyage P Tennonage CP Perçage x3 mini	qualité 1 qualité 1 qualité 1	usinage de très grande qualité
Collé - Vissé avec colle joint mince	Corroyage P Tennonage CP (Perçage x1 en option)	qualité 1 qualité 1 qualité 1	usinage de (très) grande qualité
Collé - Vissé avec réservation de mastic	Corroyage P Tennonage CP (Perçage x1 en option) Pré-perçage / vissage	qualité 2 qualité 2 qualité 1 qualité 3	usinage de (grande) qualité
Mécanique avec pièce d'étanchéité	Corroyage P Tennonage CP Pré-Perçage / vissage	qualité 2 qualité 2 qualité 3	usinage de qualité
Coupe d'onglet à micro-enture colle joint mince	Corroyage P Coupe d'onglet Entaillage denture	qualité 2 qualité 3 qualité 1 (voir 1+)	usinage de grande qualité
Coupe d'onglet à insert à queue d'aronde avec colle joint mince	Corroyage P Coupe d'onglet Entaillage insert Perçage centrage	qualité 2 qualité 1 qualité 2 qualité 1	usinage de grande qualité

2.5.2. Niveau des équipements requis

Il existe une variété importante d'équipements possibles.

Plusieurs critères rentrent en ligne de compte : les types et la conception de la fenêtre, dont les assemblages, la taille et la culture de l'entreprise et les compétences des menuisiers, la flexibilité et la cadence requise, les coûts d'investissement et d'entretien....sans oublier le fait que le choix des outils de coupe est étroitement lié à l'équipement.

Il est possible d'identifier 2 concepts d'outils d'usinage :

- Décomposition des profils sur plusieurs jeux d'outils : flexibilité et investissement réduit,
- Jeux d'outils complets : rapidité de réglage.

Il est possible d'identifier 3 concepts d'équipement de production de menuiserie :

- Equipement classique de l'artisan menuisier (toupie, perceuse, serre joint...) et/ou centre angulaire ou linéaire, cadreuse : sont facile à « apprivoiser » et même si ils permettent de produire une gamme variée, la précision et la productivité sont limités notamment pour les menuiseries de grands formats ou de formes (cintre..). Il convient d'être attentif aux manutentions des pièces entre chaque usinage pour réduire ainsi les désordres associées (coups, changement de référence, salissure..). C'est le cas des TPE et de la majorité des PME,
- La machine à commande numérique CNC type défonceuse : utilisation universelle (y compris pour d'autres activités escalier, charpente..) avec un excellent degré de précision et qui nécessite un investissement financier et en compétence. Cet équipement permet de limite au maximum les manutentions de pièces entre chaque usinage. C'est de plus en plus le cas des PME, notamment celles qui réalisent une variété importante de produits de menuiserie,
- Ligne de production de fenêtre CNC : un haut degré de spécialisation de la gamme de fenêtre potentiellement fabricable combiné à une précision d'usinage et de productivité qui nécessite un fort investissement financier et en compétence. C'est le cas des menuiseries de taille industrielle.

Il est fondamental pour les menuisiers d'associer, leur réflexion de modification de la conception de leur gamme de fenêtre, (notamment pour augmenter les épaisseurs afin d'y loger des vitrages plus épais) avec une réflexion sur l'évolution de leurs équipements.

A noter, par exemple, que l'assemblage à enfourchement est adapté aux équipements classiques alors que la défonceuse CNC ne l'est pas facilement. En effet, les assemblages à profil contre profil (du type tourillon, vissé collé,...) sont plus adaptés à une défonceuse CNC, voir une ligne de production de fenêtre.

Tableau : adéquation entre équipements d'usinage et assemblages traditionnels pour les TPE et PME

Assemblage	Caractéristiques usinages	Centre angulaire	Défonceuse CNC
Enfourchement collé	Nécessite des diamètres d'outils de 200 mm et plus Une ébauche est nécessaire Usinage de qualité standard Pas de perçage nécessaire Un calibrage en épaisseur et sur chant après cadrage est nécessaire (surplus de colle...)	Adapté en dimension et puissance pour des jeux d'outils à fort diamètre	Très peu adapté pour des jeux d'outils à fort diamètre (dimension, poids, taille du magasin...)
Profil Contre profil du type tourillon ou Vissé-collé	Permet de réduire les diamètres d'outils (par exemple 130 mm) et le nombre d'outil Une ébauche n'est pas forcément nécessaire Usinage de très grande qualité Perçage nécessaire Un calibrage en épaisseur et sur chant est optionnel	Risque de ne pas réussir à obtenir une précision suffisante combinée à des reprises d'usinages ultérieures pour les perçages des tourillons	Adapté si la défonceuse a été complétée de l'agrégat de perçage et d'entaillage pour assurer la qualité d'usinage et éviter un calibrage ultérieur Possibilité d'utiliser des outils réalisant des micro-dentures sur le contre profil du bois de bout afin de réduire les éclats et réaliser une micro réservation de colle

A noter que le fait de ne pas réaliser le calibrage sur chant nécessite de gérer le cadrage des éléments en bois via des cales contre profilés.

2.6. Transport et chantier

Pour le transport et la mise en œuvre sur chantier, les fenêtres doivent être équipées de cales de maintien entre ouvrant et dormant afin que les assemblages ne soit pas anormalement sollicités.

Si les châssis ouvrants et dormants sont livrés séparément, il convient d'apporter une attention particulière aux châssis dormants de grand format pour éviter des sollicitations qui dégraderaient la performance d'étanchéité des assemblages collés (en cisillant le joint de colle) ou déformerait les châssis constitués des types d'assemblage les moins rigides tels que assemblage mécanique et/ou pourvu de seuil métallique (notamment les seuils 20 mm pour accessibilité handicapé).

Pour les châssis dormants de grand format, certains types d'assemblages (mécaniques ou vissé+collé) donnent la possibilité d'être monté et ajusté en atelier pour être ensuite démonter pour le transport et remonter sur chantier.

3. Description détaillée des assemblages d'angle

3.1. Menuiserie « rectangulaire » assemblage d'angle à 90°

3.1.1. Assemblages d'angles TRADITIONNELS sur châssis ouvrant et/ou dormant

Ci-après, les fiches descriptives des assemblages d'angles à 90° qui peuvent être utilisés à la fois sur châssis dormant et sur châssis ouvrant.

- Assemblage traditionnel collé
- **Assemblage sur ouvrant et/ou dormant**
- Tenon sur montant/ Enfouchement sur traverse
- Assemblage non-démontable

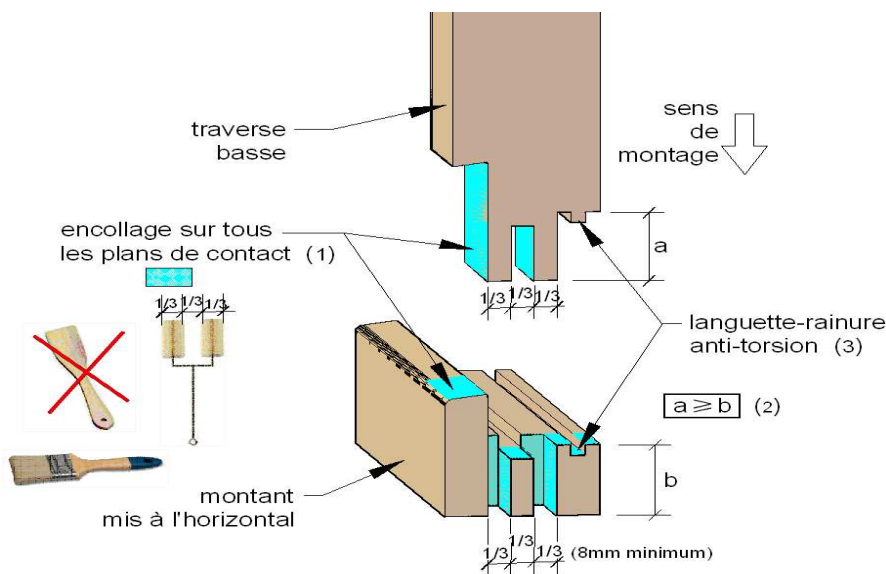
N°1 **Assemblage collé par enfouchement - double enfouchement-**

Tenue Mécanique :

(1) La tenue mécanique est assurée par l'encollage des enfouchements. L'outil d'encollage doit être adapté (pinceau, goupillon, buse spécifique...)

(2) calibrage du chant et de l'épaisseur du châssis est nécessaire.

(3) dispositif anti-torsion est recommandé si aucun épaulement.



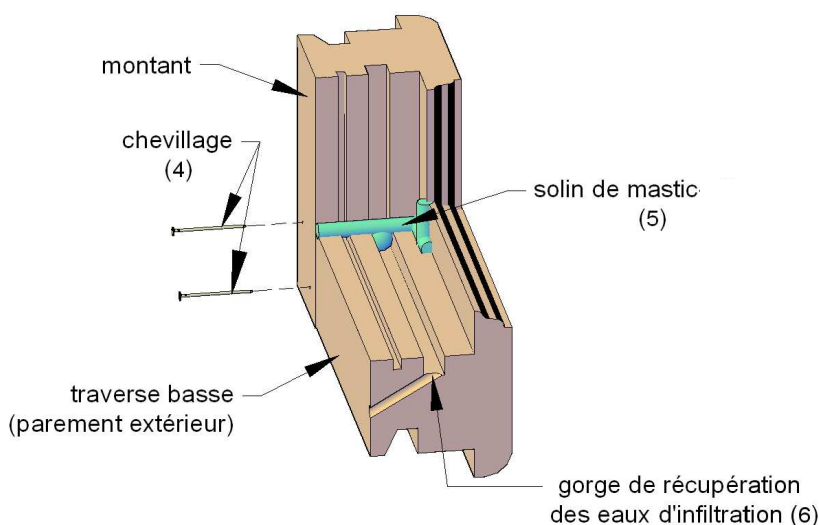
Etanchéité :

Etanchéité réalisée par le collage à refus double face.

(4) Chevillage métallique de la liaison pour éviter le glissement lors du séchage de la colle sous presse ou serre-joint (le serrage de l'assemblage dans son épaisseur assure l'étanchéité de la liaison)

(5) Etanchéité complémentaire dans les angles bas par extrusion d'un solin de mastic.

(6) Notamment pour les châssis dormants, il est recommandé de réaliser une gorge « arrêée » au droit des montants pour éviter toute humidification prolongée du pied.



CARACTERISTIQUES	ASSEMBLAGE PAR ENFOURCHEMENT (ouvrant et/ou dormant)
MECANIQUE	
Rigidité	Très rigide
Elasticité	Très peu élastique
Résistance à la torsion	Satisfaisante
Comportement aux charges hygrothermique	Satisfaisante
variabilité des propriétés mécaniques	Satisfaisante si encollage à refus réalisé.

ETANCHEITE

Géométrie de l'assemblage	Surface plane, contacts sur 3 plans différents : encollage double compliqué. Choix de l'outil d'encollage est important.
Variabilité des propriétés étanchéité	Risque important car impacté par la maîtrise de MO à assurer un encollage adéquat sans « chasser » trop de colle lors du cadrage et une étanchéité complémentaire (solin de mastic). Facteur aggravant : si colle à joint semi épais : risque moindre si colle à joint mince (majorité des cas) : risque très important Serrage dans l'épaisseur du châssis recommandé

ESTHETIQUE

Style et "design"	Type « Patrimoine » & « à l'ancienne » (gueule de bup ou frappe), Tenon enfourchement visible sur les chants ouvrant Avec parclose obligatoire sur châssis ouvrant
-------------------	--

DURABILITE

Chute de nez	Risque si calage du vitrage non conforme
Salubrité de la liaison	Traitement hydrofuge des bois de bout à envisager si possible
Tenue de la finition	Risque au niveau des arasements d'assemblage car finition sur élément séparé impossible + risque sur parclose extérieure
Entretien et nettoyage	Etanchéité complémentaire dans les angles bas dormant et/ou dans réservation
Réparation	Châssis bois non démontable. Dévitrage en retirant les parcloles.

PROCEDES DE FABRICATION

Gamme usinage	Nécessite une précision d'usinage standard si utilisation de colle à joint semi épais. Nécessite une précision d'usinage de qualité si utilisation de colle à joint mince. Encollage double « à refus » difficile à maîtriser Montage de l'assemblage susceptible de faire « chasser » la colle. Lors du maintien du serrage (épaisseur et dans le plan du châssis) : blocage de l'assemblage par chevillage pour éviter les « glissements ». Nettoyage du « sur plus » de colle. Etanchéité complémentaire par cordon de silicone dans les angles bas. Calibrage du chant et en épaisseur très recommandé. Usinage de parclose nécessaire
Mise en œuvre vitrage	Mise en œuvre vitrage en feuillure sur châssis cadré et maintien par parclose pointé.
Equipement (machine - outil)	Matériel simple peut être suffisant (tenonneuse, toupie, serre joint..) : Risque d'apparition de défaut d'usinage suite aux multiples manutentions.
Qualification MO	Menuisier Attention à la maîtrise de l'encollage (collage à refus, outil d'application adéquat..)
Productivité	Faible
Rendement matière	Non optimal car enfourchement de longueur de pièces de bois

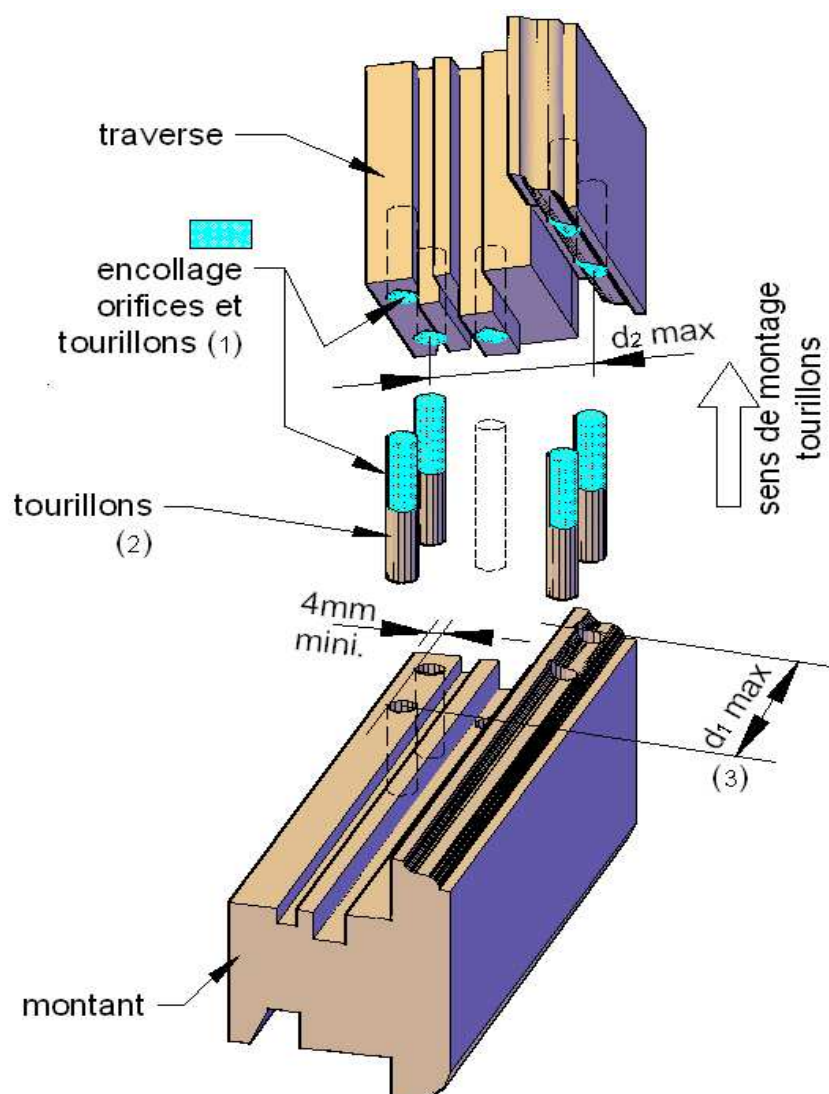
MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Risque de « casser » le joint de colle et de dégrader l'étanchéité du cadre dormant
Montage sur chantier des profilés déjà usinés	Difficile à mettre en œuvre à cause de l'encollage, équerrage et pressage

- Assemblage traditionnel collé
- **Assemblage pour ouvrant et/ou dormant**
- Profil sur montant / Contre profil traverse
- Assemblage non-démontable

N° 2

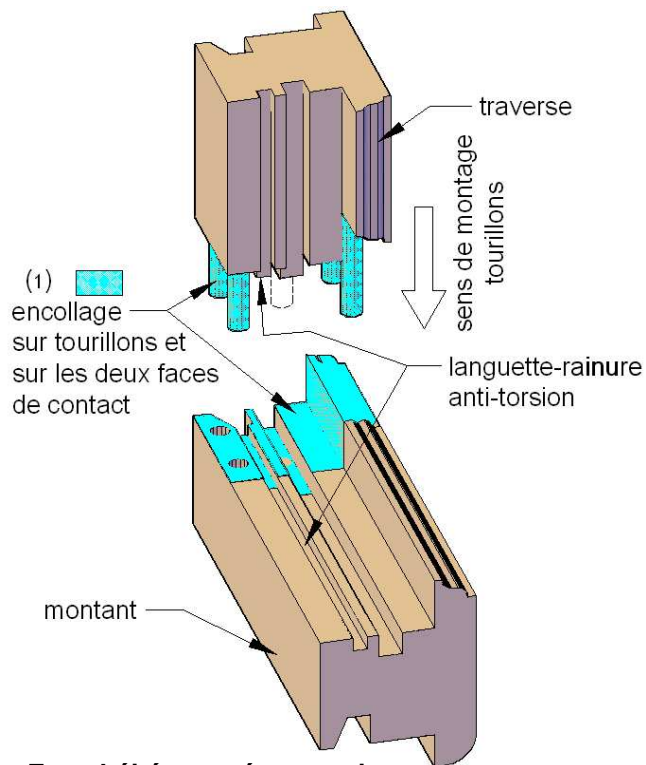
Assemblage collé par tourillons



(1) Maintien mécanique réalisé par l'encollage des tourillons (cannelés pour mieux répartir la colle) dans les orifices de la traverse avec colle D4 à joint mince.

(2) Tourillons en essence durable, de diamètre (exemple : 8mm standard) équivalent à celui des orifices afin de permettre un assemblage « serrant » et de longueur minimum de 40mm.

(3) il convient d'écarter au maximum les tourillons (répartition optimale) afin d'assurer le blocage des degrés de libertés de l'assemblage.

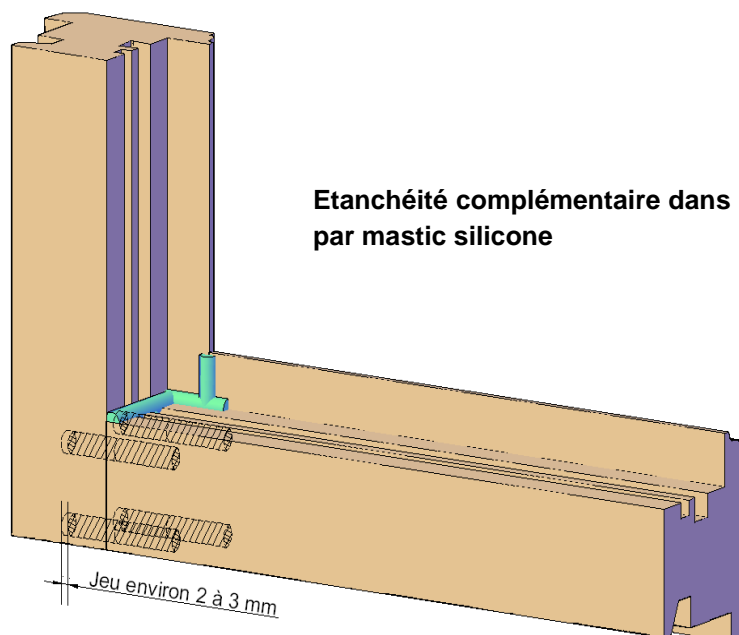


(1) Maintien mécanique réalisé par l'encollage de la partie saillante des tourillons.

Etanchéité assurée par soit :

- double encollage des plans de contact avec colle à joint mince
- dépose d'un mastic colle dans une réservation de 2/10^{ème} à 4/10^{ème} de mm. d'épaisseur.

Attention le mastic colle PU a tendance à ouvrir l'assemblage lors de son séchage alors que la colle appliquée sur les tourillons n'est pas encore polymérisée.



CARACTERISTIQUES	ASSEMBLAGE PAR TOURILLON (ouvrant et/ou dormant)
MECANIQUE	
Rigidité	De rigide à très rigide (en fonction du nombre de tourillons,...)
Elasticité	Moyennement élastique
Résistance à la torsion	Satisfaisante sous conditions : <ul style="list-style-type: none"> • soit 2 tourillons minimum et épaulement et/ou rainure languette anti torsion • soit répartition optimale et plus nombreuse (4 mini) de tourillons sur le plan de contact
Comportement aux charges hygrothermique	Très satisfaisante notamment si répartition optimale des tourillons.
variabilité des propriétés mécaniques	Satisfaisant si ajustement serré entre tourillon et orifice.

ETANCHEITE

Géométrie de l'assemblage	Contact sur 2 plans et profil peu saillant : encollage double peu compliqué.
Dispersion des propriétés étanchéité	Risque impacté par la maîtrise de MO et des équipements à assurer un usinage de très grande qualité , (encollage & étanchéité complémentaire adéquat relativement simple)

ESTHETIQUE

Style et "design"	Type « Contemporaine », Invisible sur le chant des ouvrants Parclose obligatoire sur châssis ouvrant
-------------------	--

DURABILITE

Chute de nez	Risque très limitée si répartition maximale en tourillons
Salubrité de la liaison	Traitement hydrofuge des bois de bout à envisager si possible
Tenue de la finition	Risque au niveau de l'arasement car finition sur élément cadré
Entretien et nettoyage	Etanchéité complémentaire dans les angles bas dormant et/ou dans réservation
Réparation	Châssis bois non démontable. Dévitrage en retirant les parclose.

PROCEDES DE FABRICATION

Gamme usinage	Pour l'encollage des tourillons : nécessairement colle joint mince. Pour l'encollage des faces P / CP : colle joint mince ou mastic colle dans une réservation Nécessite une précision d'usinage de très grande qualité (colle joint mince+positionnement orifice & P & CP) Réglage ajustement serré entre tourillon et orifice à maîtriser (car pas de blocage de l'assemblage par chevillage possible) Encollage double « à refus » à maîtriser Nettoyage du « sur plus » de colle (moins si utilisation d'un mastic colle) Etanchéité complémentaire par cordon de mastic dans les angles bas. Calibrage chant&épaisseur non nécessaire si usinage complet sur défonceuse CNC Usinage de parclose nécessaire
Mise en œuvre vitrage	Mise en œuvre vitrage en feuillure sur châssis cadré et maintien par parclose pointé.
Equipement (machine - outil)	Matériel classique semble insuffisant (tenonneuse, toupie, serre joint) Recommandé de travailler avec défonceuse CNC avec tous les agrégats d'usinage.
Qualification MO	Menuisier qualifié en CNC
Productivité	Moyenne si agrégat de perçage et pose automatique de tourillons sur traverse
Rendement matière	Optimal

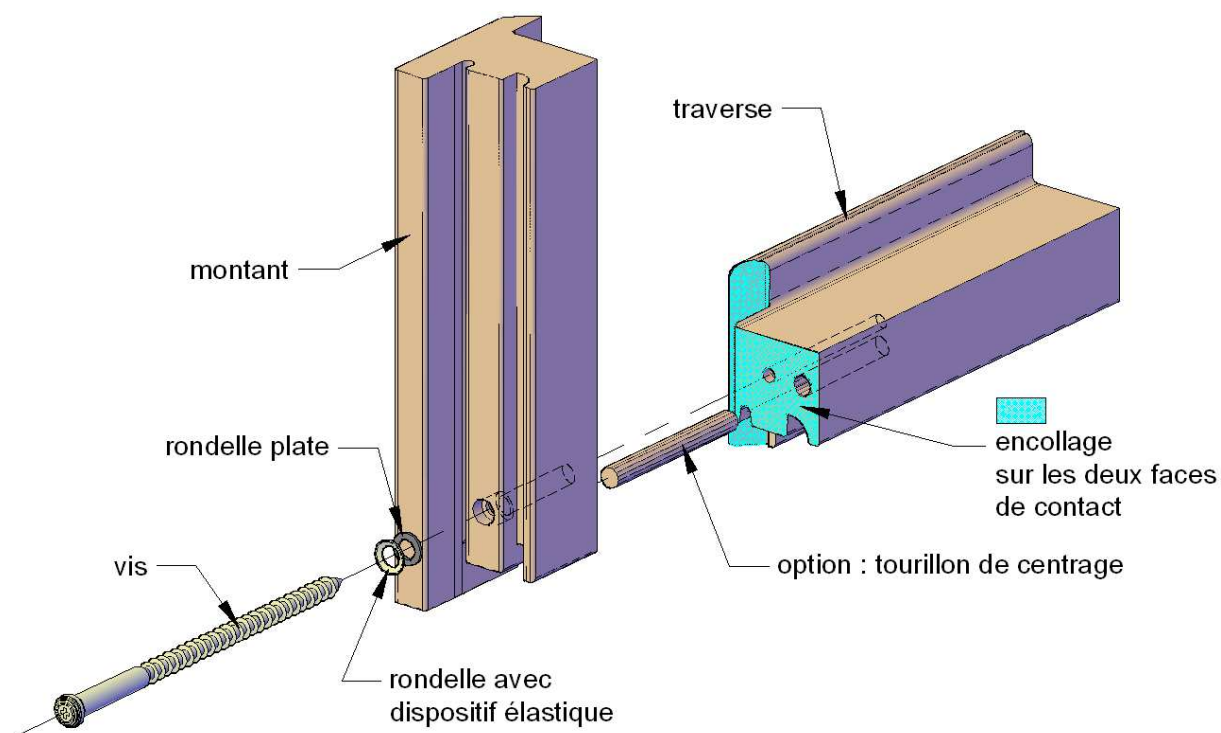
MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Risque limité de « casser » le joint de colle et de dégrader l'étanchéité
Montage sur chantier des profilés déjà usinés	Non envisageable à cause de la précision d'usinage requise

- Assemblage traditionnel
- **Assemblage pour ouvrant et/ou dormant**
- Profil sur montant /Contre profil traverse
- Assemblage non démontable

N° 3

Assemblage Vissé – Collé



Maintien mécanique assurée par vissage en bois de bout de traverse. Il est important d'équilibrer la répartition des surfaces de contact par rapport à la position de la vis pour que les sollicitations sur la vis en traction et en compression de l'angle soit relativement équivalente.

Chambrage et alésage sur montant et pré-perçage en bois de bout sont nécessaires.

- rondelle avec dispositif élastique positionné entre tête de vis et rondelle plate de répartition. (Exemple : rondelle tronconique Belleville de compensation 0.5 mm mini)

Un tourillon collé peut être utilisé afin d'assurer le centrage, l'équerrage et le maintien le temps de réaliser le pré perçage et le vissage en bois de bout.

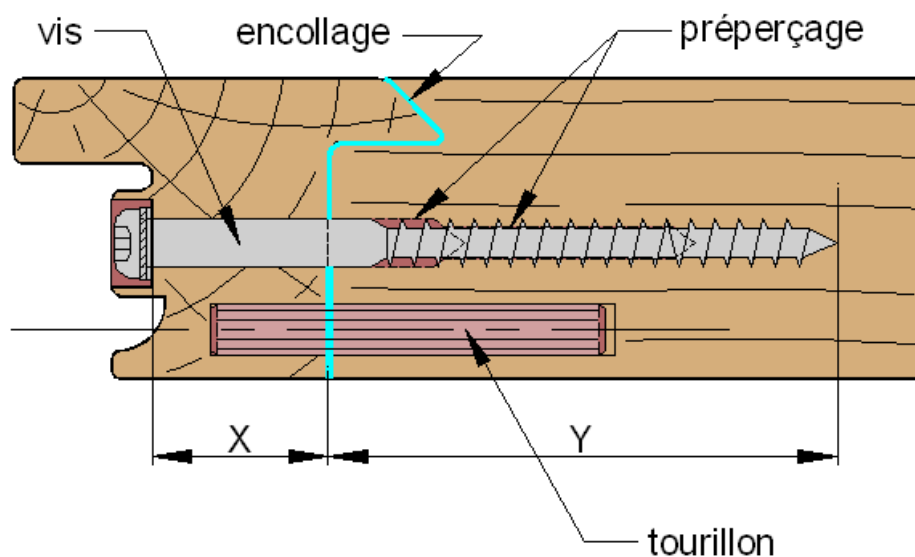
Étanchéité assurée par l'encollage sur profil et contreprofil des profilés bois.

Soit par colle à joint mince

Soit par colle à joint semi épais (mastic colle) dans une réservation

A noter que l'utilisation d'un mastic pde calfeutrement pour assurer l'étanchéité n'est pas une solution traditionnelle. Elle demande une étude

Afin de limiter les variations dimensionnelles à compenser par le dispositif élastique tout en rigidifiant au maximum la tenue de l'assemblage, les valeurs X , Y, et Z sont déterminantes. Les évaluations par essai (ETI conception) sont nécessaires pour déterminer l'aptitude à l'emploi de l'assemblage.



Vis à filet VBA et tête de grand diamètre (\varnothing 15mm pour \varnothing vis de 7 à 8 mm)

Jeu nul entre vis et alésage

pré perçage à 2 étages de l'alésage et de la partie fileté

X = 20 à 30 mm et Y > 55 mm

CARACTERISTIQUES	ASSEMBLAGE VISSE – COLLE sur ouvrant
MECANIQUE	
Rigidité	De moyennement rigide à rigide Importance de la conception de la liaison mécanique (géométrie vis, insert ...) : évaluation nécessaire.
Elasticité	Peu élastique
Résistance à la torsion	Satisfaisante si géométrie « anti torsion » du type épaulement et/ou qté de vis > 1
Comportement aux charges hydrothermique	Satisfaisant si dispositif élastique sur vis (type rondelle belleville) et distance tête de vis à l'arasement optimal (20 à 25mm) : évaluation nécessaire
variabilité des propriétés mécaniques	Risque pour essence hétérogène en densité et/ou très peu stable (fort retrait)

ETANCHEITE

Géométrie de l'assemblage	Contact sur 2 plans et profil peu saillant : encollage double peu compliqué.
Dispersion des propriétés étanchéité	Risque impacté par la maîtrise de MO et de l'équipement à assurer un usinage de grande qualité, (encollage & étanchéité complémentaire adéquat relativement simple)

ESTHETIQUE

Style et "design"	Type « Contemporaine », Bouchon obturateur de vis sur le chant des montants. Parclose obligatoire sur châssis ouvrant
-------------------	---

DURABILITE

Chute de nez	Limitée par dispositif élastique sur vis.
Salubrité de la liaison	Traitement hydrofuge des bois de bout à envisager si possible
Tenue de la finition	Risque au niveau de l'arasement car finition sur élément cadré
Entretien et nettoyage	Etanchéité complémentaire dans les angles bas dormant et/ou dans réservation
Réparation	Châssis bois non démontable. Dévitrage en retirant les parclose.

PROCEDES DE FABRICATION

Gamme usinage	Nécessite une précision d'usinage de très grande qualité si colle à joint mince et de grande qualité si mastic colle avec réservation. Chambrage + perçage débouchant sur montant. Encollage double « à refus » à maîtriser Nécessite de visser le châssis consécutivement au cadrage sous presse (pas de possibilité de chevillage, risque de glissement) : préperçage mèche 2étages puis vissage avec contrôle de couple. Nettoyage du « sur plus » de colle. Etanchéité complémentaire par cordon de silicone dans les angles bas. Calibrage chant&épaisseur à éviter car vis (équerrage doit être précis) Primaire hydrofuge sur élément cadré Usinage de parclose nécessaire
Mise en œuvre vitrage	Mise en œuvre vitrage en feuillure sur châssis cadré et maintien par parclose pointé.
Equipement (machine - outil)	Matériel classique insuffisant (tenonneuse simple, toupie, serre joint..) Centre angulaire+outil de qualité au minimum ou défonceuse CNC cadreuse avec bloc de pré-perçage recommandé mais à priori non indispensables puis vissage à contrôle de couple nécessaire.
Qualification MO	Menusier qualifié en CNC
Productivité	Moyenne si table à presser, pré percer et visser spécifique
Rendement matière	Optimal

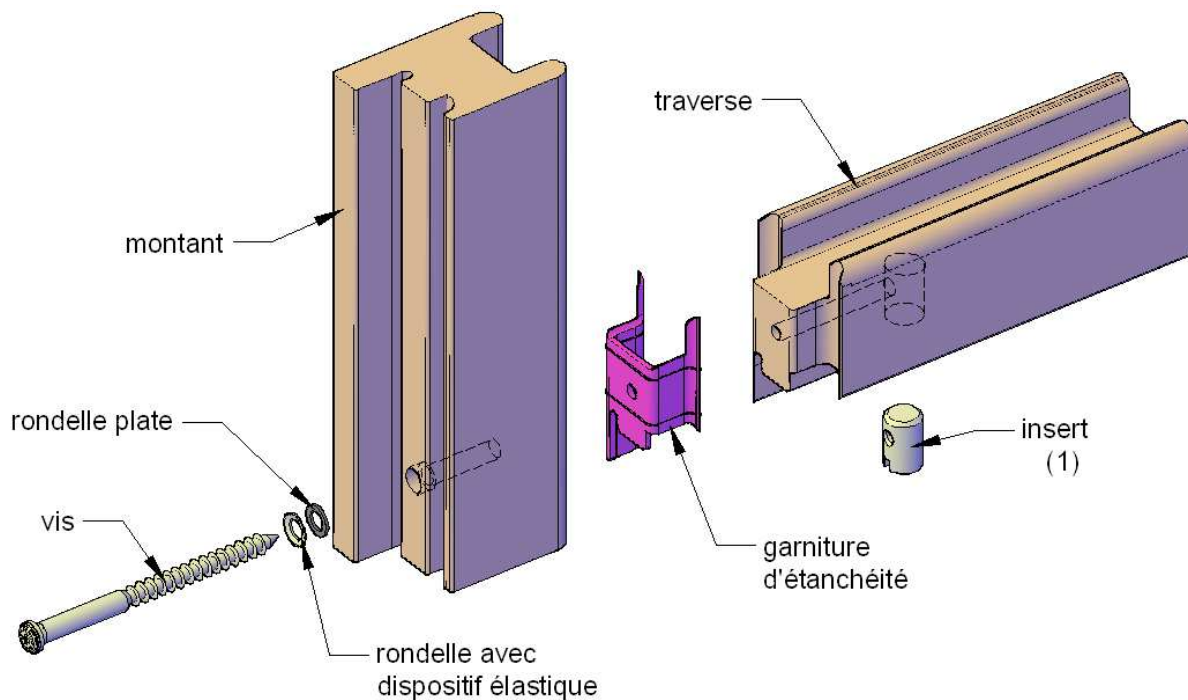
MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Peu de risque de « casser » le joint de colle et de dégrader l'étanchéité
Montage sur chantier des profilés déjà usinés	Envisageable ?

- Assemblage traditionnel mécanique
- Assemblage pour ouvrant et/ou dormant
- Profil sur montant /Contre profil traverse
- Assemblage démontable

N° 4

Assemblage mécanique



(1) Assemblage d'angle sur châssis ouvrant : vissage en bois de bout de traverse avec ou sans insert.

Assemblage d'angle sur châssis dormant : vissage en bois de bout de montant sans insert

MAINTIEN MECANIQUE assuré par vissage en bois de bout (chambrage & alésage sur montant et pré perçage en bois de bout). Il est important d'équilibrer la répartition des surfaces de contact par rapport à la position de la vis pour que les sollicitations sur la vis en traction et en compression de l'angle soit relativement équivalente.

Pour assurer la démontabilité de l'assemblage :

- Soit vis avec insert sur traverse (logement insert à prévoir)
- Soit sans insert (géométrie-dimensionnement de vis adaptée pour obtenir un vissage -dévissage adéquat)

ETANCHEITE assurée par compression de la garniture qui est soit :

- moulée (élastomère de dureté 50 à 70 shores) de géométrie au repos analogue au profil / contre profil des profilés bois. Les pièces d'étanchéité sont différentes en fonction de leur localisation sur le châssis. Les stries localisées de part et d'autres des garnitures forment une surépaisseur (de 1 mm généralement) qui assurent la fonction d'étanchéité à l'eau en fonction d'éventuel défaut d'usinage et retrait du bois.
- en feuille, (mousse à cellule fermée) et épouse la forme du profil/contreprofil, lors de l'assemblage les garnitures peuvent être affleurantes ou pas.

Afin de limiter les variations dimensionnelles à compenser par le dispositif élastique tout en rigidifiant au maximum la tenue de l'assemblage, les valeurs X , Y, et Z sont déterminantes. Les évaluations par essai (ETI conception) sont nécessaires pour déterminer l'aptitude à l'emploi de l'assemblage.

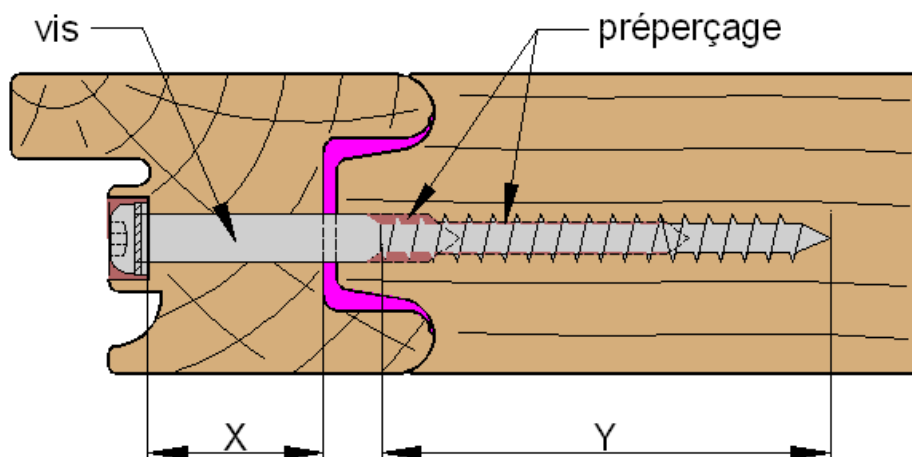
ASSEMBLAGE MECANIQUE SANS INSERT :

Vis à filet VBA et tête de grand diamètre (\emptyset 15mm pour \emptyset vis de 7 à 8 mm)

Jeu nul entre vis et alésage

pré perçage à 2 étages de l'alésage et de la partie filetée

X = 20 à 30 mm et Y > 55 mm



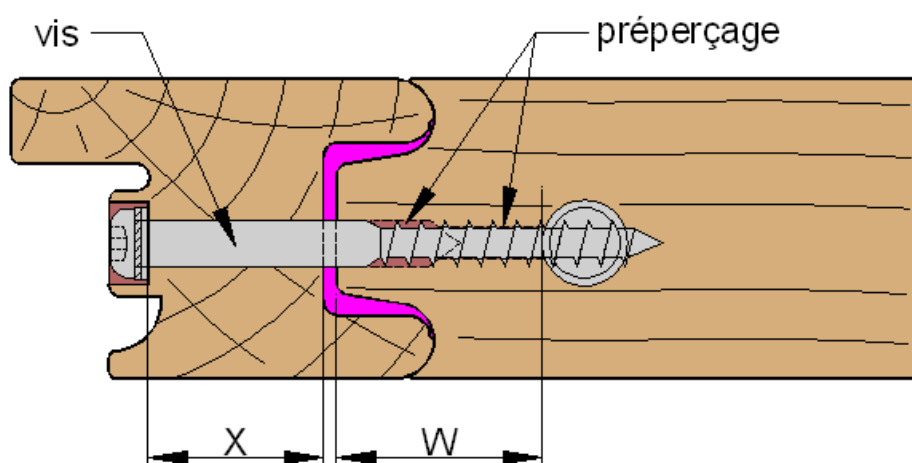
ASSEMBLAGE MECANIQUE AVEC INSERT :

Vis spécifique et tête de grand diamètre (\emptyset 15mm pour \emptyset vis de 7 à 8 mm)

Jeu nul entre vis et alésage

pré perçage à 2 étages de l'alésage et de la partie filetée

X = 20 à 30 mm et W = 25 à 35mm et insert (métal ou plastique) pré-percé ou non.



Dans le cas de vitrage en rainure, l'ajustement du calage du verre n'est pas aisé. Dans le cas où la maîtrise du dimensionnement des cales de jeu résiduel n'est pas maîtrisée, il convient de mettre en place un dispositif compensateur (exemple : par des vis vérins positionnées en traverse haute et actionnant les cales de vitrage).

ASSEMBLAGE MECANIQUE avec ou sans insert (ouvrant et/ou dormant)	
MECANIQUE	
Rigidité	Peu rigide Importance de la conception de la liaison mécanique (géométrie vis, insert ...) : évaluation nécessaire.
Elasticité	Elastique (pour compenser le manque de rigidité)
Résistance à la torsion	Satisfaisante car contre profil du type tenon dans le profil du type rainure
Comportement aux charges hygrothermique	Très Satisfaisant du fait de : 1. dispositif élastique sur vis (type rondelle belleville) et distance tête de vis (et insert si présent) à l'arasement optimal (20 à 25mm) et dispositif de rattrapage de jeu : évaluation nécessaire 2. hydrofuge (voir finition complète) appliqué sur élément séparé.
variabilité des propriétés mécaniques	Risque pour essence hétérogène et de densité faible (< 550 kg/m3)

ETANCHEITE

Géométrie de l'assemblage	Contact sur 2 plans avec profil/contreprofil en rainure + garniture d'étanchéité Primordial : phase de conception de la géométrie de la garniture : évaluation nécessaire.
Dispersion des propriétés étanchéité	Faible car directement liée à la conception initiale du système profil, garniture et contreprofil (défaut d'usinage compensable par la compression de la garniture)

ESTHETIQUE

Style et "design"	Type « Contemporaine », Bouchon obturateur de vis sur le chant des montants. Au choix : parclose ou rainure en U sur châssis ouvrant.
-------------------	---

DURABILITE

Chute de nez	Limitée par dispositif élastique sur vis et par dispositif de rattrapage de jeu du calage vitrage en traverse haute. Risque très important si calage d'assise non conforme
Salubrité de la liaison	Tout type de traitement hydrofuge, fongicide en bois de bout envisageable.
Tenue de la finition	Améliorée si finition sur élément séparé et en bois de bout avant cadrage.
Entretien et nettoyage	Etanchéité complémentaire dans les angles bas dormant envisageable Si début de chute de nez : ajustement via dispositif de réglage du calage vitrage.
Réparation	Châssis bois démontable-remontable (si insert ou si évaluation du vissage en bois de bout) Dévitrage possible en démontant châssis bois. Fuite d'assemblage réversible en resserrant la vis ou en changeant la garniture moulée.

PROCEDES DE FABRICATION

Gamme usinage	Usinage sur élément séparé avant cadrage : précision d'usinage de grande qualité. Dont chambrage + perçage débouchant sur montant ; perçage logement insert. Traitement hydrofuge, voir (finition complète) sur élément séparé Nécessite de visser le châssis consécutivement au cadrage (pas de possibilité de chevillage, risque de glissement) : préperçage mèche 2étages puis vissage avec contrôle de couple. Etanchéité complémentaire par cordon de silicone dans les angles bas ou sur la garniture moulée avant assemblage. Calibrage chant&épaisseur à éviter car vis et équerrage précis.
Mise en œuvre vitrage	Au choix : soit en portefeuille ou en tiroir si feuillure en U soit en feuillure si feuillure en L avec parclose
Equipement (machine - outil)	Matériel simple insuffisant (tenonneuse, toupie ..). Centre angulaire (CP & P) minimum , voir défonceuse CNC. cadreuse avec bloc de pré-perçage recommandé mais à priori non indispensables puis vissage à contrôle de couple nécessaire.
Qualification MO	Menuisier qualifié en CN
Productivité	Moyenne à optimale si table à presser, pré percer et visser spécifique
Rendement matière	Optimal

MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER

Transport	Risque de déformation cadre dormant si mauvais calage de transport
Montage sur chantier	Envisageable

COMPARATIF DES CARACTERISTIQUES D'ASSEMBLAGE OUVRANT TRADITIONNEL				
	Double enfourchement	Tourillon	Collé - Vissé	Mécanique
MECANIQUE				
Spécificité	très rigide et très peu élastique	(très) rigide et peu élastique	rigide et peu élastique	peu rigide et élastique
Avantage	Très bonnes propriétés mécaniques	Comportement charges hygrothermiques Si carrelé à âme isolante		
Problématique	Si colle joint mince Si carrelé à âme isolante		ETI conception Essence hétérogène et très peu stable Si carrelé âme isolante?	ETI conception Essence hétérogène Si carrelé âme isolante?
ETANCHEITE				
Spécificité	collage à refus	collage à refus	colle ou mastic	pièce d'étanchéité
Avantage		Encollage sur géométrie "simple"	Si réservation pour mastic (application et performance)	Pas de colle Répétabilité de la performance
Problématique	Performance aléatoire : maîtrise encollage MO & montage susceptible de "chasser" la colle Répétabilité si colle joint mince	Répétabilité si colle joint mince	Répétabilité si colle joint mince	ETI conception
ESTHETIQUE				
Avantage	Tout type "à l'ancienne" et "contemporaine"	Tout type "à l'ancienne" ? et "contemporaine"		Feuillure en U et en L avec parclose au choix
Problématique	Parcloses exclusivement	Parcloses exclusivement	Non compatible type "à l'ancienne" ? Parcloses exclusivement grille d'aération pour L<400mm	Non compatible type "à l'ancienne" ? Grille aération pour L<400mm
DURABILITE				
Avantage		Resistance à la chute de nez et déformation Bon Comportement avec vitrage lourd et grosse section de châssis en LCA (retour d'expérience)		Finition "complète" sur pièce Salubrité : liste élargie essence sans traitement Fuite "réversible" Réparation & substitution à la pièce
Problématique	Tenue finition au droit de l'arasement & parcloses Châssis non démontable	Tenue finition au droit de l'arasement & parcloses Châssis non démontable	Tenue finition (arasement & parcloses) Châssis non démontable Vitrage lourd et forte section : sans retour d'expérience	ETI si vissage direct en bois de bout Vitrage lourd et forte section : sans retour d'expérience
FABRICATION				
Avantage	Machine & équipement simple (2 outils en contreprofil) Cadrage-équerrage manuel possible	Encollage Rdt matière Calibrage éventuel	Application mastic dans réservation Rdt matière Sans calibrage	Usinage de qualité Cadrage manuel Sans calibrage Rdt matière Productivité
Problématique	Encollage & montage & chevillage Nettoyage colle Calibrage Productivité Rdt matière	Usinage très grande qualité (ajustement serré) Défonceuse CN Cadreuse nécessaire	Usinage (très) grande qualité si colle joint mince Centre angulaire ou CN Cadrage-équerrage-vissage	manque retour d'expérience de fabrication par des TPE
TRANSPORT / CHANTIER				
Avantage				transport ouvrant démonté possible
Problématique	transport châssis monté	transport châssis monté		

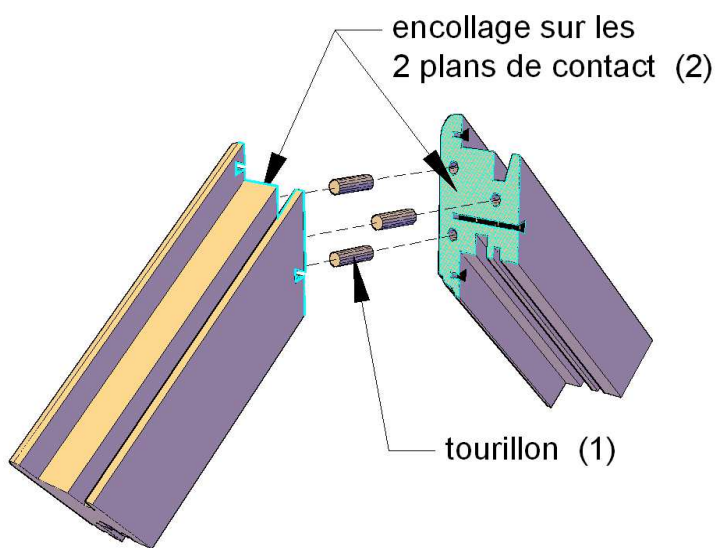
3.1.2. Assemblages d'angles NON-TRADITIONNELS sur châssis ouvrant et/ou dormant

Ce type d'assemblage doit faire l'objet d'un cahier des charges techniques précis, d'évaluations initiales (mécanique, étanchéité, charge hygrothermique..) et d'un CPU adéquat pour vérifier son aptitude à l'emploi en fenêtre bois.

- Assemblage **NON - traditionnel**
- **Assemblage pour ouvrant et/ou dormant**
- Coupe d'onglet
- Assemblage non-démontable

N° 5

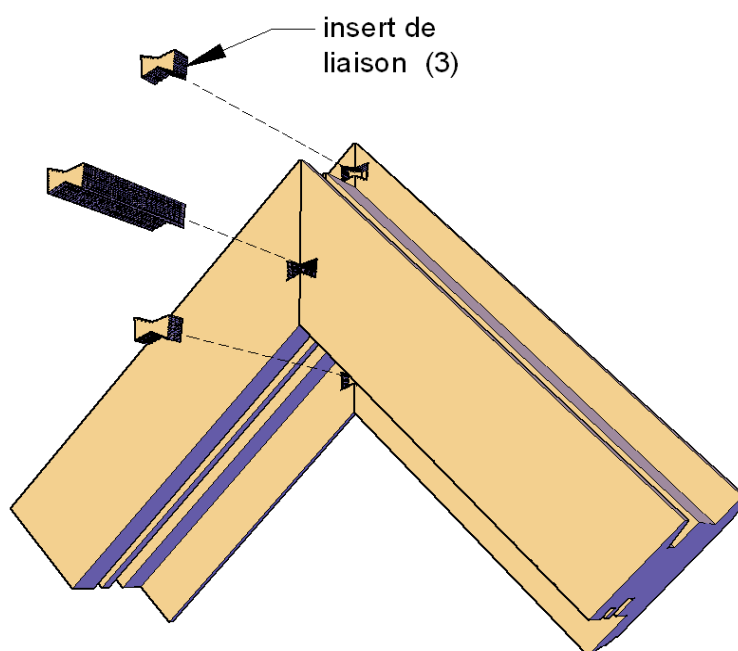
Assemblage insert à queue d'aronde & coupe d'onglet



(1) tourillon de centrage

(2) étanchéité réalisé par l'encollage double face avec colle D4 à joint mince. En option, une garniture d'étanchéité peut être insérée entre les 2 surfaces de contact de la coupe d'onglet : celle-ci est alors collée double face sur le bois.

(3) Maintien mécanique assuré à la fois par l'encollage, par les tourillons et par les inserts de liaison type queue d'aronde assemblés « à force ».

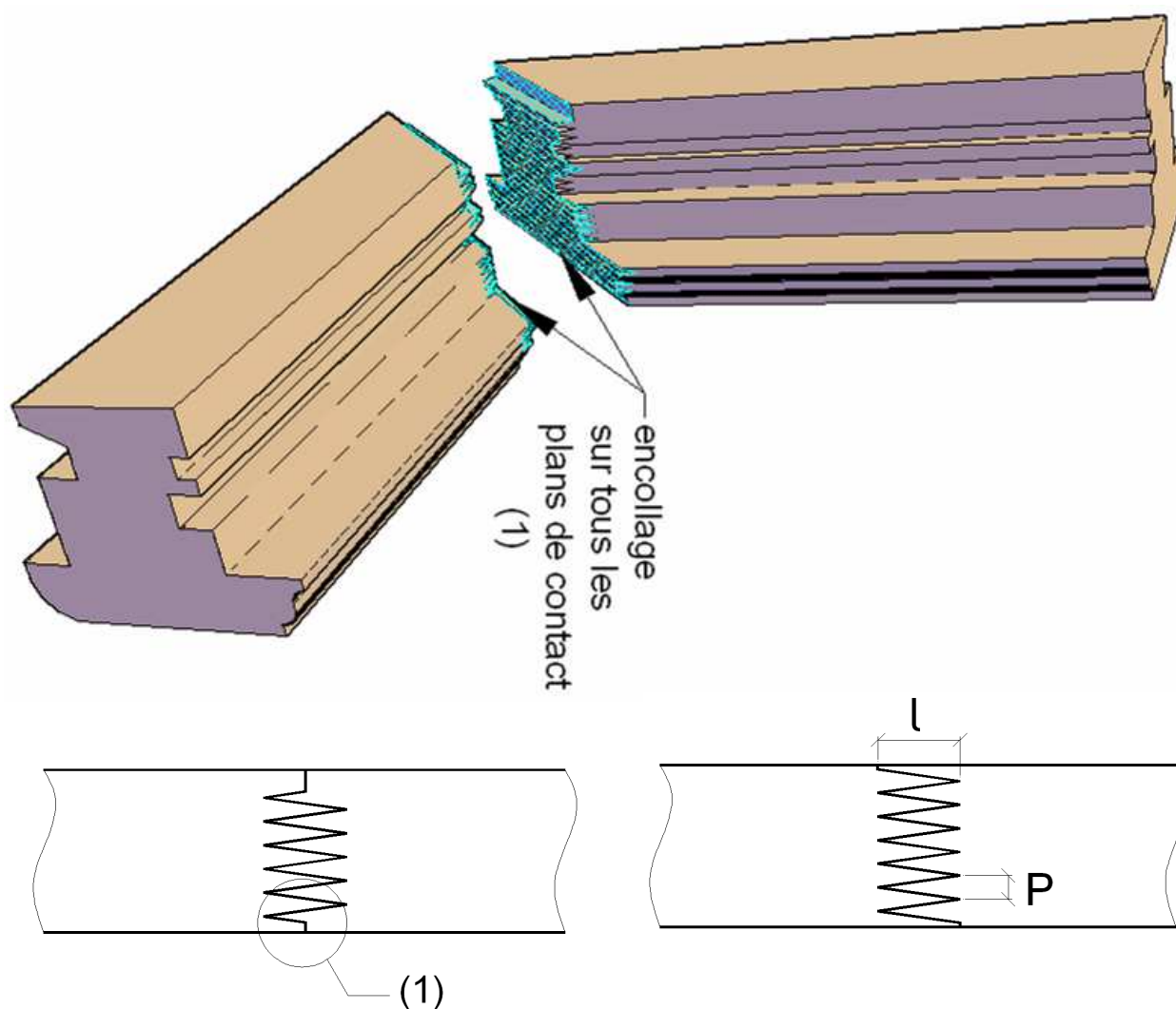


DANS TOUS LES CAS, ce type d'assemblage doit faire l'objet d'un cahier des charges techniques précis, d'évaluations initiales (Mécanique, étanchéité, charge hygrothermique..) et d'un CPU adéquat adéquat pour vérifier son aptitude à l'emploi en fenêtre bois.

- **Assemblage NON - traditionnel**
- **Assemblage pour ouvrant et/ou dormant**
- Coupe d'onglet
- Assemblage non-démontable

N° 6

Assemblage micro-entures & coupe d'onglet



Maintien mécanique et étanchéité réalisé par l'encollage double face avec colle D4 à joint mince sur les micro-entures. Complément d'étanchéité apporté par un solin de mastic silicone dans la jonction intérieure de l'angle.

Si micro-entures sur toute la surface : assemblage micro entures « auto serrant » après mise sous presse. Si micro entures avec liaison plane aux extrémités (1) : assemblage n'est pas auto-serrant.

DANS TOUS LES CAS, ce type d'assemblage Non traditionnel doit faire l'objet d'un cahier des charges techniques précis, d'évaluations initiales (Mécanique, étanchéité, charge hygrothermique..) et d'un CPU adéquat pour vérifier son aptitude à l'emploi en fenêtre bois.

COMPARATIF DES CARACTERISTIQUES D'ASSEMBLAGE OUVRANT NON-TRADITIONNEL		
	Coupe d'onglet collé à profil micro denture	Coupe d'onglet collé à profil plan et insert "hoffman"
MECANIQUE		
Spécificité	très peu d'évaluation réalisée mais à priori très rigide et peu élastique	sans évaluation réalisée mais à priori rigide et peu élastique
Avantage	bonnes propriétés mécaniques	?
Problématique	Tenue aux Charge hygrothermique ? Risque d'ouverture de l'angle, déformation... Cahier des charges spécifiques en essence de bois et LCA et fil du bois sur le pli extérieur ?	Tenue aux Charge hygrothermique ? Risque d'ouverture de l'angle, déformation... Conception avec vitrage collée sur châssis ?
ETANCHEITE		
Spécificité	très peu d'évaluation réalisée collage à refus	sans évaluation réalisée collage à refus avec ou sans garniture décorative
Avantage		géométrie d'encollage simple
Problématique	conception : joint de colle exposé aux intempéries au niveau de la joue de feuillure ou recouvrement performance aléatoire : maîtrise usinage, encollage MO & montage Répétabilité si colle joint mince	? Problématique inérante à la répétabilité de la performance
ESTHETIQUE		
Avantage	Design "spécifique" à coupe d'onglet Assemblage pour menuiserie de forme	Design "spécifique" à coupe d'onglet Avec ou sans garniture décorative Assemblage pour menuiserie de forme ?
Problématique	Parclose exclusivement Denture visible sur joue de feuillure et recouvrement Ouverture de la coupe d'onglet ? Largeur entre traverse et montant nécessairement identique ?	Parclose exclusivement Ouverture de la coupe d'onglet ? Finition "standard" suffisamment hydrofuge pour ce type de conception ? Largeur entre traverse et montant nécessairement identique ? Insert à masquer par finition opaque ou placage
DURABILITE		
Avantage	?	?
Problématique	Maintien des performances essentielles ? Tenue finition au droit de l'arasement Châssis non démontable	Maintien des performances essentielles ? Si vitrage collé : durabilité de la technique Tenue finition au droit de l'arasement Châssis non démontable
FABRICATION		
Avantage		concept du fournisseur : kit complet produit, procédé et équipement pour petite série (investissement ?) cadrage manuel productivité ?
Problématique	Usinage de grande qualité Encollage Assemblage auto serrant ? Equerrage : cadreause nécessaire ? Rdt matière	Usinage de grande qualité Encollage Si vitrage collé ? Rdt matière
TRANSPORT / CHANTIER		
Avantage	?	?
Problématique	Pas de montage sur chantier d'élément pré-assemblés en atelier	Pas de montage sur chantier d'élément pré-assemblés en atelier

3.1.3. Assemblage d'angle sur châssis dormant

- **Bois – bois**

Ci après, les assemblages d'angle réalisables sur châssis dormant. Sachant que tous les assemblages traditionnels sur ouvrant, vus précédemment, sont également possibles.

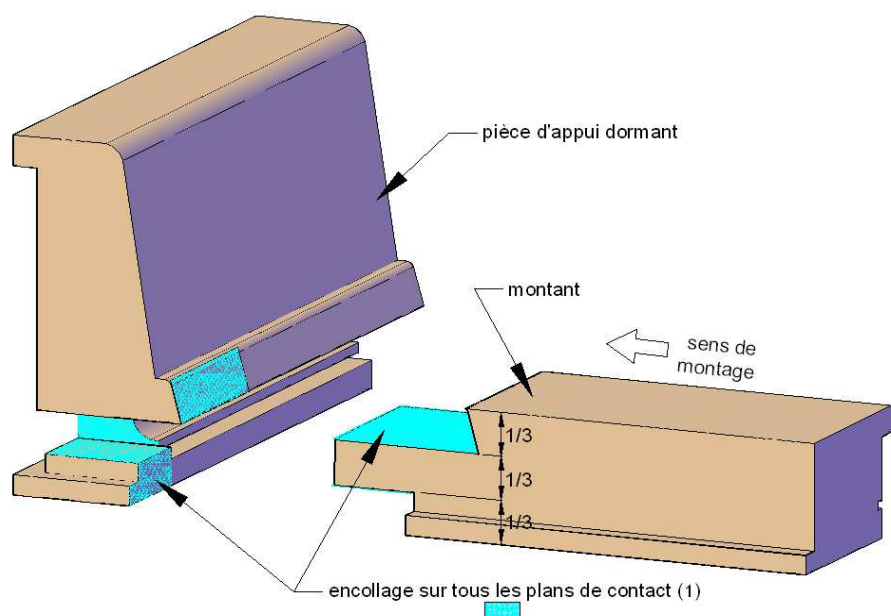
- Assemblage traditionnel collé
- **Assemblage pour dormant**
- Tenon sur montant / Enfourchement sur traverse
- Assemblage non-démontable

N° 7

Assemblage collé par enfourchement

Tenue Mécanique :

(1) La tenue mécanique est assurée par la colle de type D4 et l'épaulement.



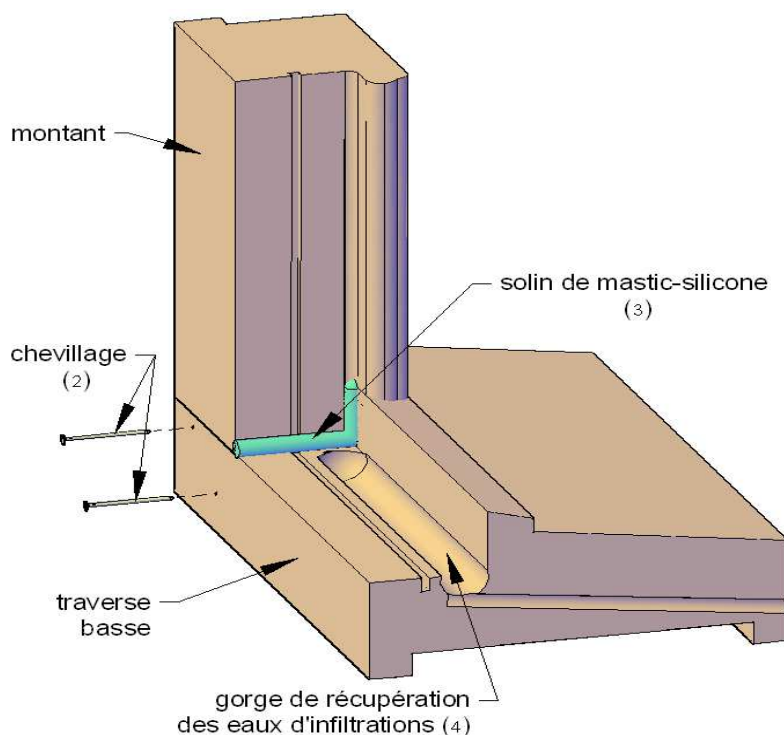
Etanchéité :

Etanchéité réalisée par le collage à refus double face.

(2) Chevillage de la liaison pour éviter le glissement lors de la polymérisation de la colle. (Exemple : pointes, agrafes croco)

(3) Etanchéité complémentaire dans les angles bas.

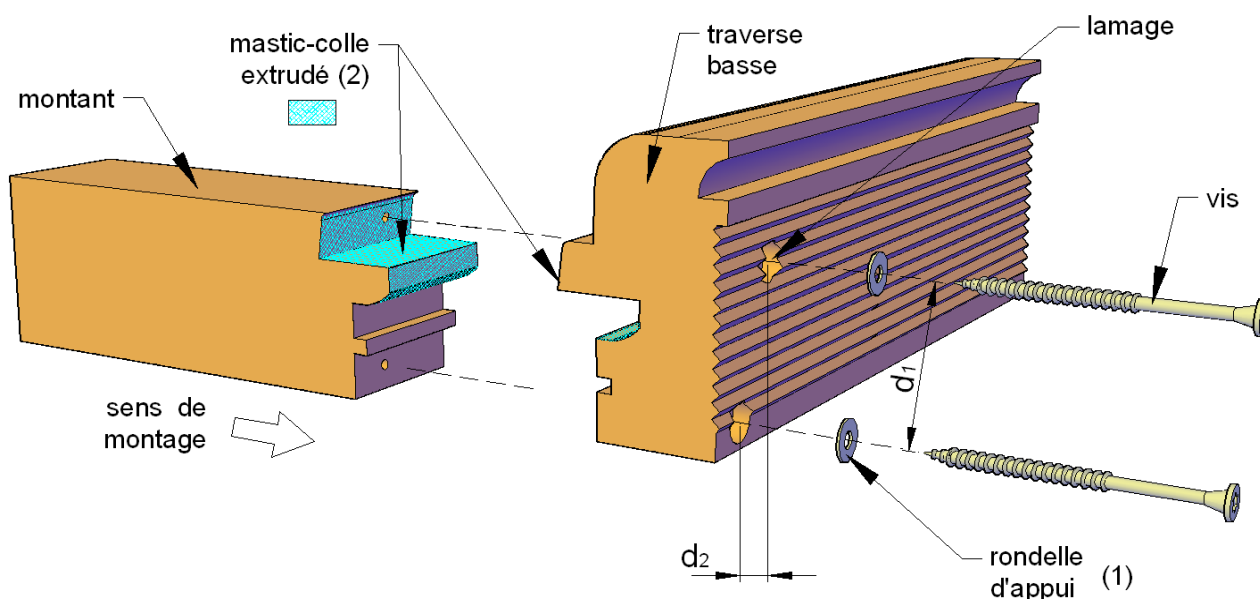
(4) il est recommandé de réaliser une gorge « arrêtée » au droit des montants pour éviter toute humidification prolongée du pied.



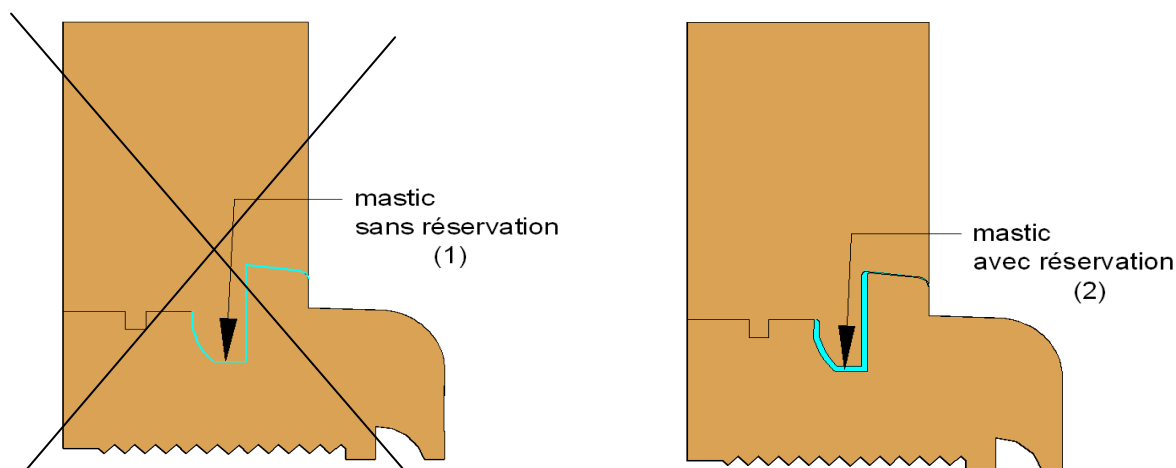
- Assemblage traditionnel collé avec insert
- **Assemblage pour dormant**
- Profil sur montant / Contre profil sur traverse
- Assemblage non démontable

N°8

Assemblage vissé - collé (mastic-colle)



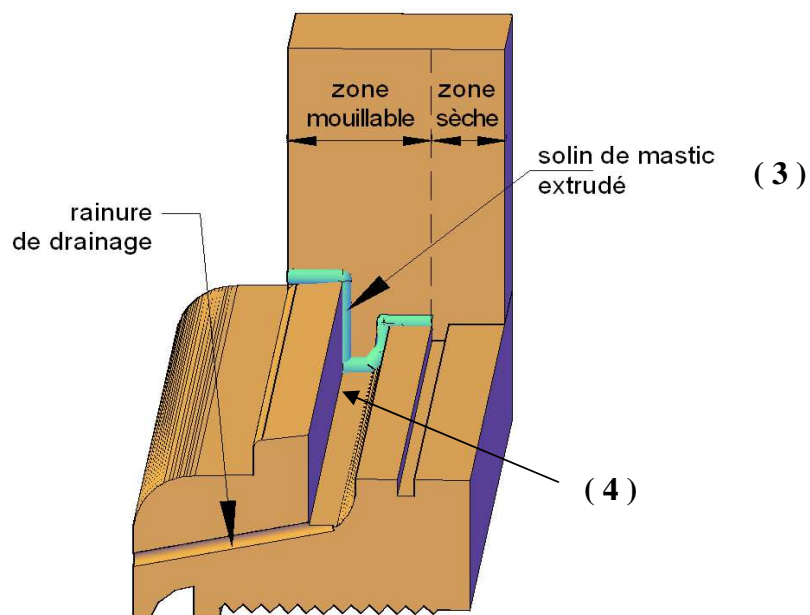
Mécanique : (1) Assuré par le vissage direct en bois de bout de 2 vis (Type VBA)
 d1 et d2 doivent être le plus grand possible.
 (2) assuré par mastic-colle type PU, (et non un mastic silicone d'étanchéité)



Étanchéité : assurée par le mastic-colle

(1) solution non recommandée car maîtrise de l'épaisseur du joint aléatoire. Il est alors conseillé de substituer le mastic-colle par une colle type D4 (voir fiche précédente).

(2) solution recommandée en extrudant le mastic dans une réservation de 1mm d'épaisseur minimum.



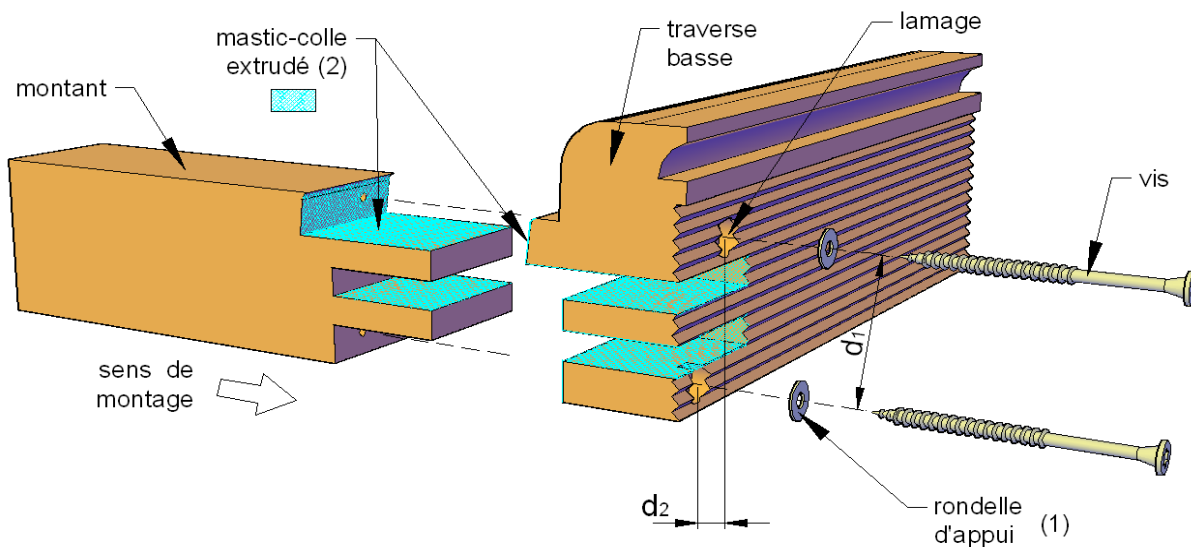
(3) Etanchéité complémentaire par un solin de mastic silicone dans les angles bas et localisé au minimum au niveau de la zone mouillable

(4) Contrairement au dessin qui représente une gorge de récupération des eaux « filante », il est recommandé de réaliser une gorge « arrêtée » au droit des montants pour éviter toute humidification prolongée du pied.

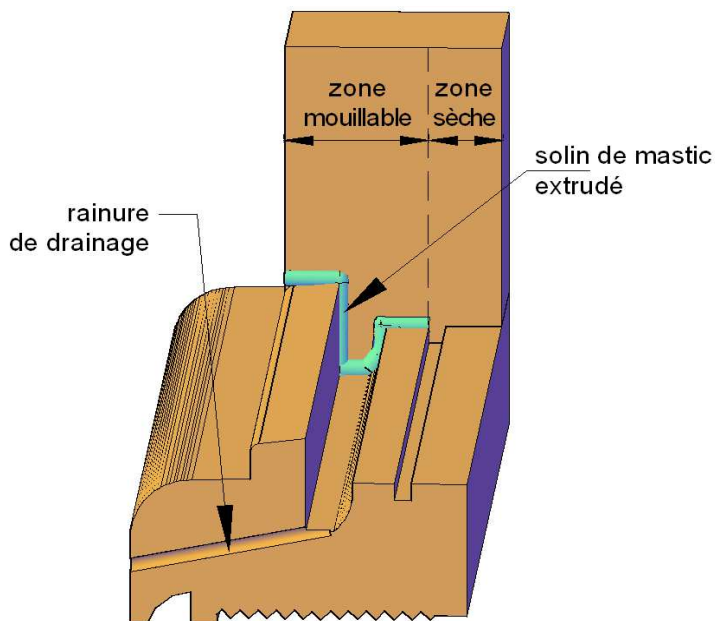
- Assemblage traditionnel collé avec insert
- Profil sur montant / Contre profil sur traverse
- **Assemblage pour dormant**
- *Assemblage non démontable**

N° 9

Assemblage vissé - collé avec double enfourchement



Mécanique : (1) Assuré par le vissage direct en bois de bout de 2 vis VBA (d1) et (d2) doivent être le plus grand possible.
 (2) Assuré par collage à refus avec colle D4 (mastic-colle non recommandé)



Étanchéité :

assuré par Collage à refus avec colle D4 de l'enfourchement.

étanchéité complémentaire assurée par solin de mastic extrudé dans les angles bas en zone mouillable.

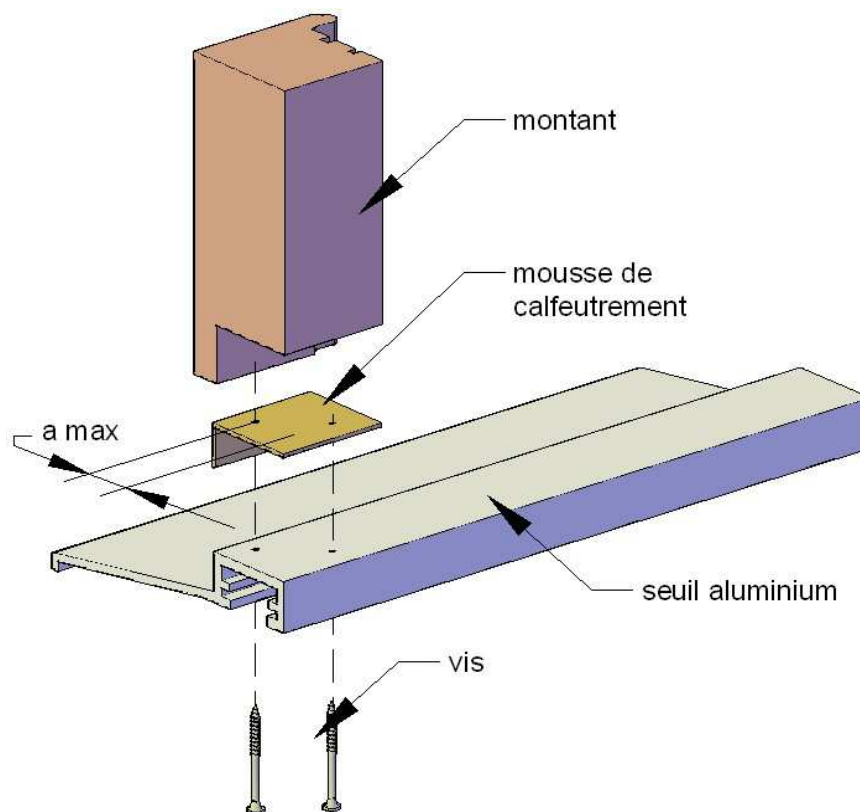
*** Assemblage non démontable :** cet assemblage, non collé, permet une mise en châssis dormant-ouvrant en atelier puis un démontage du châssis dormant pour limiter les risques lors du transport pour enfin être monté collé sur chantier.

- **Bois – seuil aluminium**

- Assemblage traditionnel
- Assemblage d'angle bas pour dormant
- Seuil Aluminium filant (PMR ou non) / Contre Profil Bois
- Assemblage démontable

N°10

Assemblage Bois / Seuil Alu : profil complet



Tenue Mécanique :

Assuré par le vissage en bois de bout de deux vis.

(d1) et (d2) doivent être le plus grand possible.

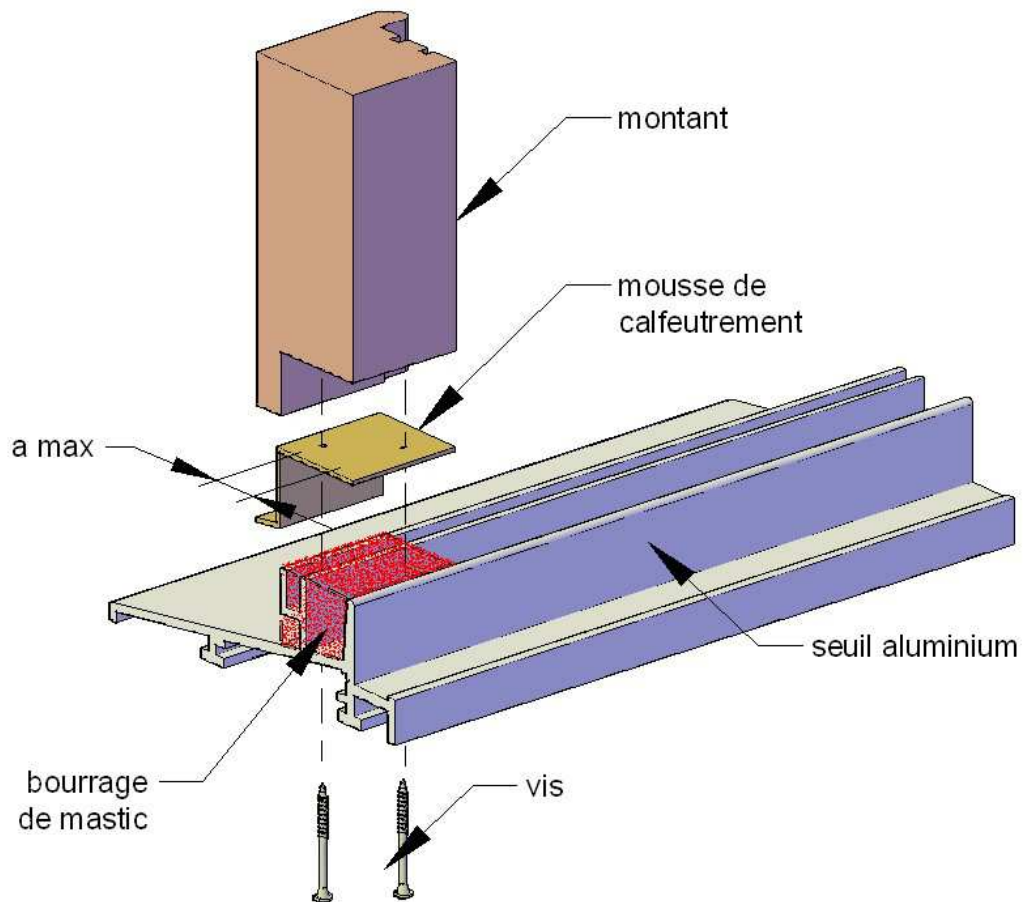
Étanchéité :

Une pièce d'étanchéité comprimée entre le montant et le seuil.

- Assemblage traditionnel
- Assemblage d'angle bas pour dormant
- Seuil aluminium filant (PMR ou non) / Contre profil bois incomplet sur montant
- Assemblage non démontable

N°11

Assemblage Bois/seuil Alu : profil incomplet



Tenue Mécanique :

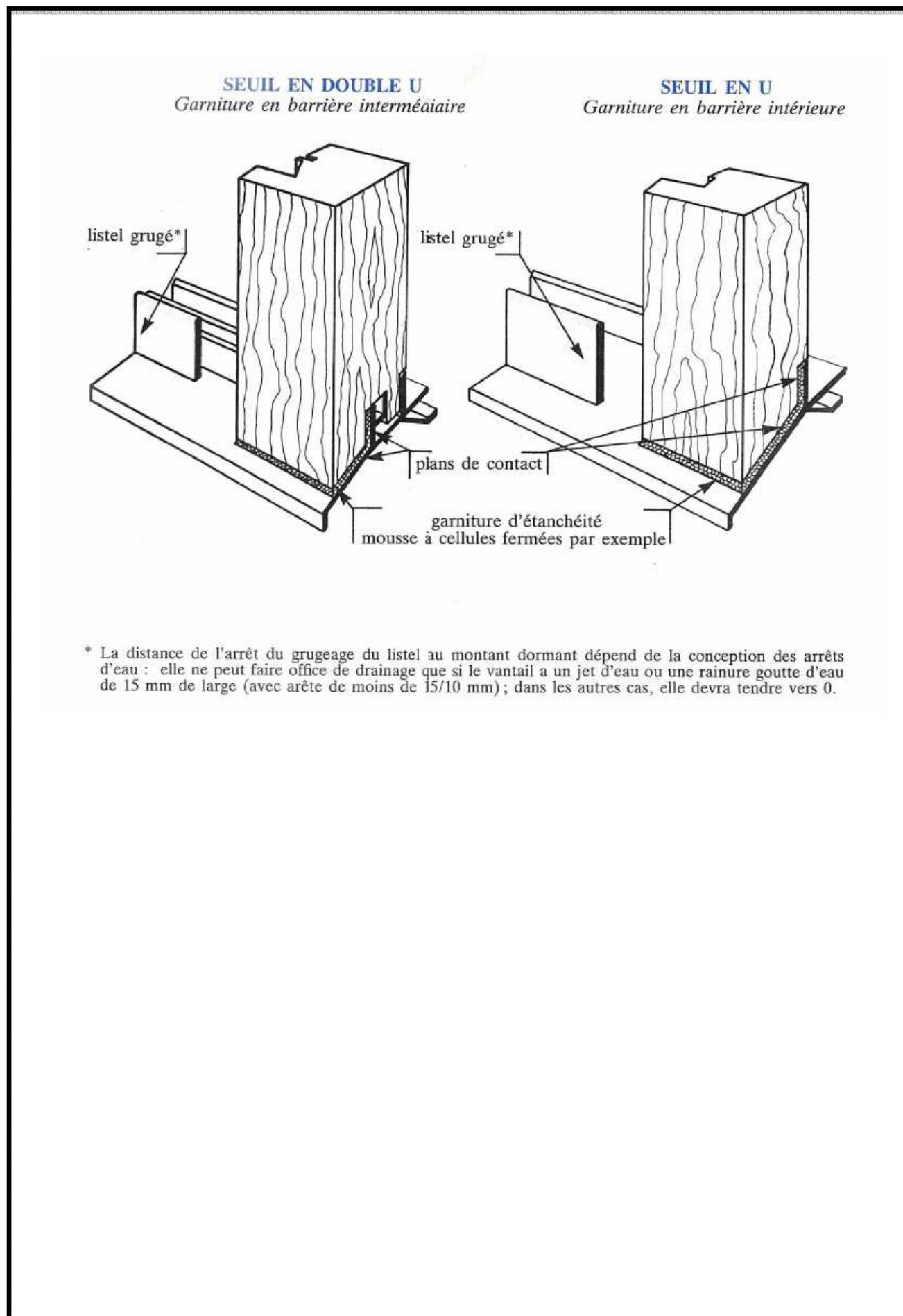
Assuré par le vissage en bois de bout de deux vis.

(d1) et (d2) doivent être le plus grand possible.

Étanchéité :

Une pièce d'étanchéité est positionnée entre le montant et le seuil.

Après l'assemblage, bourrage de mastic sur le seuil aluminium, afin s'assurer l'étanchéité des angles bas.



- Assemblage traditionnel
- Assemblage d'angle bas pour dormant
- Seuil aluminium filant (PMR ou non) / Contre profil bois incomplet sur montant
- Assemblage démontable

N°12

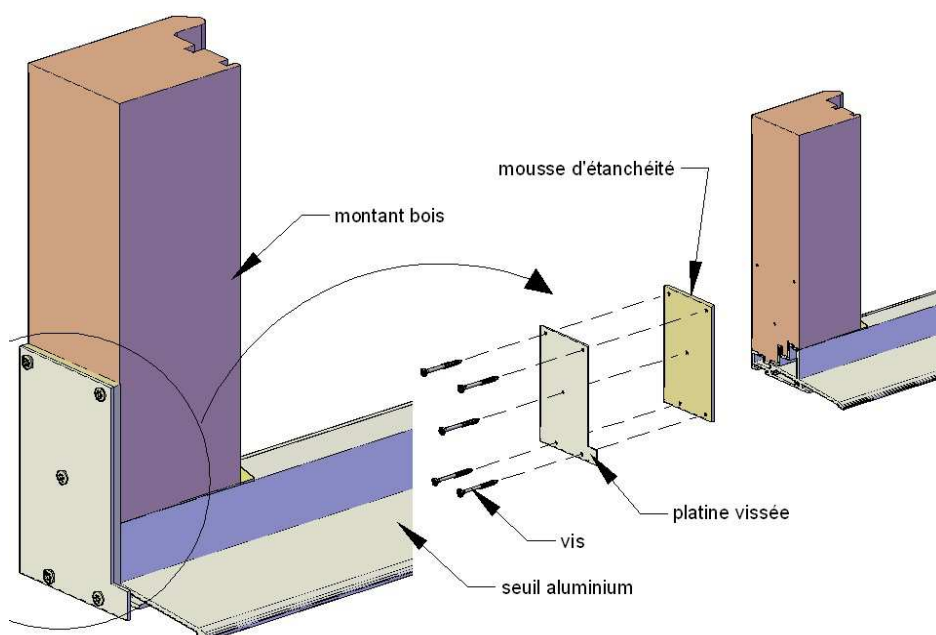
Assemblage Bois/ Seuil Alu avec platine vissé en bout de seuil

Tenue Mécanique :

Platine vissé en bout de seuil sur le montant.

Les vis doivent être réparties de manière homogène sur la platine aluminium.

Vissage bas dans les cavités prévues.

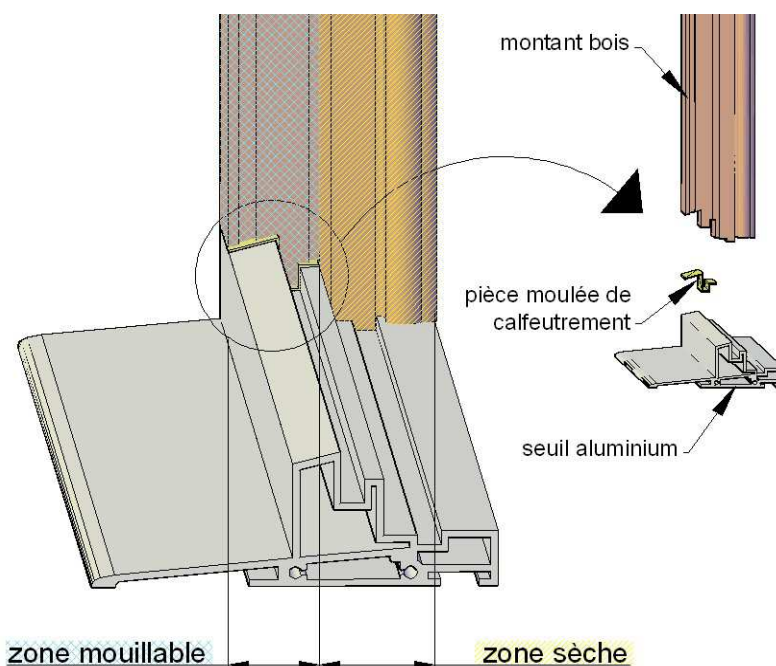


Etanchéité :

Une pièce d'étanchéité est comprimée entre la platine et le montant

Pièce moulée de calfeutrement entre la platine et l'ensemble montant seuil le long de la zone mouillable

Etanchéité complémentaire dans les angles bas.



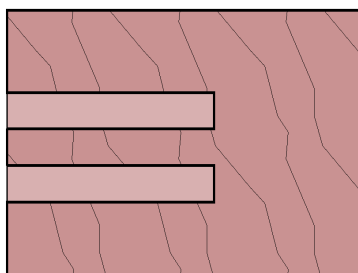
3.1.4. Assemblage des angles composés de traverse intermédiaire ou de meneau

Afin d'optimiser la fabrication, il convient de choisir la même technique d'assemblage traditionnel, autant que faire se peut, pour les angles du châssis et ceux mettant en œuvre le meneau ou la traverse intermédiaire. Les caractéristiques de chacune des solutions d'assemblage, vues aux paragraphes §3.1.1 et §3.1.3 sont conservées.

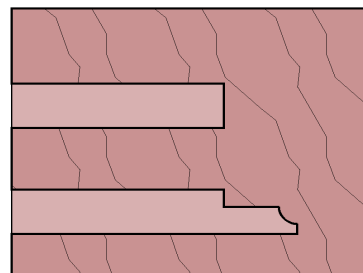
- **Assemblage d'angle composé de traverse intermédiaire ou meneau sur châssis bois**

Assemblage d'angle du châssis	Assemblage d'angle entre montant et traverse intermédiaire (ou meneau et traverse)
Enfourchement avec tenon(s) de traverse avec tenon(s) « rectangle » ou « droit » (1)	1 tenon court en bout de traverse 1 Mortaise sur élément du châssis + Collage à refus
Enfourchement avec tenon(s) de traverse avec tenons « non rectangle » ou « profilé » (2)	il n'est alors pas possible de réaliser la mortaise contre profilée. Du coup, on supprime les tenons pour réaliser Profil contreprofil + vissé collé
Profil contre profil + Tourillon collé	Profil/Contre Profil + tourillonné collé
Profil contreprofil + vissé collé	Profil contreprofil + vissé collé
« Mécanique » Profil contreprofil + vissé +garniture d'étanchéité	« Mécanique » Profil contreprofil + vissé + garniture d'étanchéité <u>spécifique</u>

Figures pour expliquer les notes (1) et (2) du tableau ci-dessus.



(1) tenon(s) « rectangle » ou « droit » de la traverse intermédiaire ou du meneau

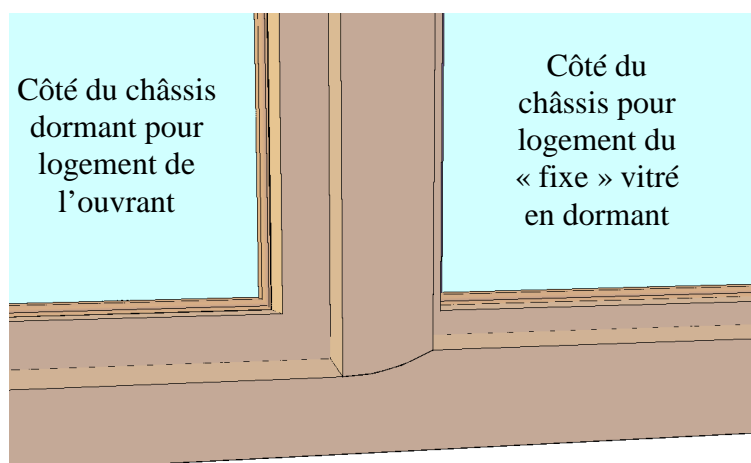


(2) tenon(s) « non rectangle » ou « profilé » de la traverse intermédiaire ou du meneau

A noter que quelque soit le type d'assemblage utilisé, les pièces du meneau et traverse intermédiaire sont assemblés au châssis en même temps que les autres éléments du châssis. De manière générale, les assemblages collés tels que tenon&mortaise ou tourillon permettent un positionnement aisé des éléments avant cadrage. Les assemblages vissés (vissé collé ou mécanique) nécessitent le positionnement des pièces lors du cadrage mais ne nécessitent pas de reprise d'usinage (perçage ou mortaisage) sur la pièce assemblée avec la traverse intermédiaire ou le meneau.

Si il est utilisé une technique d'assemblage à coupe d'onglet (non traditionnelle) pour les angles du châssis, il convient d'opter pour un assemblage traditionnel du type Profil / Contreprofil + Vissé collé ou tenon mortaise ou tourillonné collé pour les angles mettant en œuvre meneau ou traverse intermédiaire. Il n'apparaît pas judicieux d'opter pour un assemblage mécanique qui peut nécessiter la confection d'une pièce d'étanchéité moulée spécifique (sinon de préférence, il convient d'utiliser une garniture en feuille).

Afin de combiner fixe et ouvrant sur le même dormant, tout en logeant la surface de vitrage la plus importante, il est préconisé **l'assemblage par dérasement**. L'ensemble des solutions tenon&mortaise, vissé ou tourillon sont adaptés à ce type de profil. Il est nécessaire d'avoir une technicité de machines et d'outils adaptées.

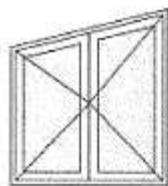


- **Assemblage d'angle mettant en œuvre meneau et seuil métallique**

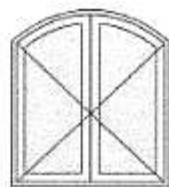
Il s'agit d'adapter les assemblages référencés des fiches 10 et 11, dont la liaison mécanique est assurée par un vissage en bois de bout et l'étanchéité par une garniture en feuille ou moulée avec un éventuel bourrage de mastic.

3.2. Menuiserie de « forme »

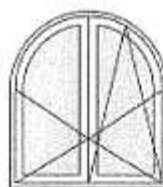
- **Menuiserie de forme « arrondie » et Menuiserie de forme « triangulaire »**



Trapeze



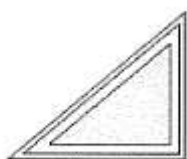
Cintre surbaissé



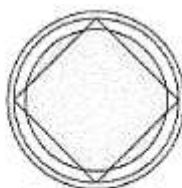
Plein cintre



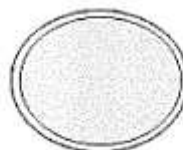
Houteau



Triangle rectangle



Oeil de boeuf

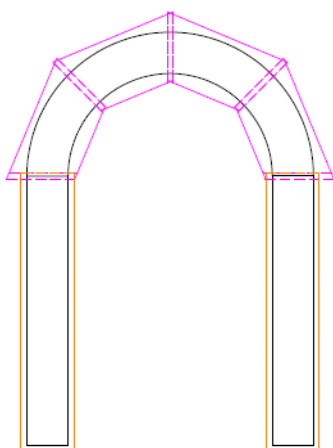


Ovale



Anse de panier

- **Cas spécifique des menuiseries de forme arrondie ou cintrée**



Les assemblages entre 2 segments d'un cintre sont des assemblages d'aboutage type collés « micro-enture » ou « tourillon ».

Dans ce cas, l'assemblage micro enture est assimilé à un assemblage traditionnel (contrairement à son utilisation pour un angle à 45° à onglet). Son comportement au retrait, sous charge hygrothermique, reste satisfaisant car du fait de l'importance de l'angle entre 2 segments, l'ampleur de l'ouverture du joint ou de la déformation du châssis 3 à 4 fois moins élevé que pour un onglet à 45°.

Dans le cas du plein cintre et de l'anse de panier, l'assemblage d'angle entre le cintre et un montant est équivalent à un assemblage entre 2 segments d'un cintre. Etant donné que la liaison entre montant et traverse de l'arc cintré est réalisé bout à bout, les assemblages d'angles sont traités de façon équivalente.

Idem pour les oculus, œil de bœuf, il s'agit des uniques possibilités d'assemblage.

Par contre, les assemblages d'arc sur baissé ne relève pas d'un aboutage entre 2 pièces mais d'un assemblage d'angle traditionnel à enfourchement, profil contre profil ou coupe d'onglet.

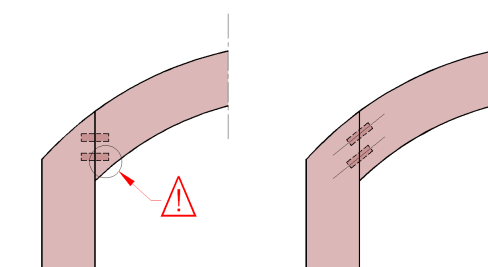
Quelque soit le mode d'assemblage collé utilisé, des équipements spécifiques sont nécessaires à la réalisation des parties cintrées et notamment au cadrage des éléments.

Tableau : Possibilité d'adaptation du type d'assemblage d'angle en fonction du type de la menuiserie de forme

	Houteau et Trapèze et Triangulaire	Plein cintre Anse de panier Oculus	Cintre sur baissé < 45°	Cintre sur baissé > 45°
Enfourchement	Oui	Non Cependant un assemblage collé par aboutage d'un profil avec des tenons est envisageable	Oui	Possible mais au-delà de 45°, la maîtrise de la qualité de l'assemblage n'est pas assurée
Tourillon	Oui	Oui	Oui	Oui
Micro-enture	Oui Mais l'assemblage reste « non traditionnel »	Oui L'assemblage est traditionnel	Oui Mais l'assemblage reste « non traditionnel »	Oui L'assemblage est traditionnel
Collé-Vissé	Oui	Non	Oui	Non au niveau du maintien mécanique
Collé avec Insert à queue d'aronde	Oui Mais l'assemblage reste « non traditionnel »	Non	Oui Mais l'assemblage reste « non traditionnel »	Non
Mécanique - vissé	Envisageable mais nécessite la conception d'une garniture d'étanchéité spécifique ou adaptable	Non	Envisageable mais nécessite la conception d'une garniture d'étanchéité spécifique ou adaptable étudier possibilité de loger un insert ou non	Non pertinent car nécessite d'avoir de grande longueur de vis

Dans le cas des houteaux et trapèze, les assemblages d'angles sont traités à l'identique que pour un angle à 90°.

Dans le cas du cintre surbaissé avec angle > 45° ou < 45°, les assemblages d'angles sont traités à l'identique hormis pour les assemblages mécaniques et vissés-collés. A noter que pour l'assemblage à tourillon, il peut être nécessaire d'appliquer à l'axe des tourillons le degré d'inclinaison du cintre des tourillons.

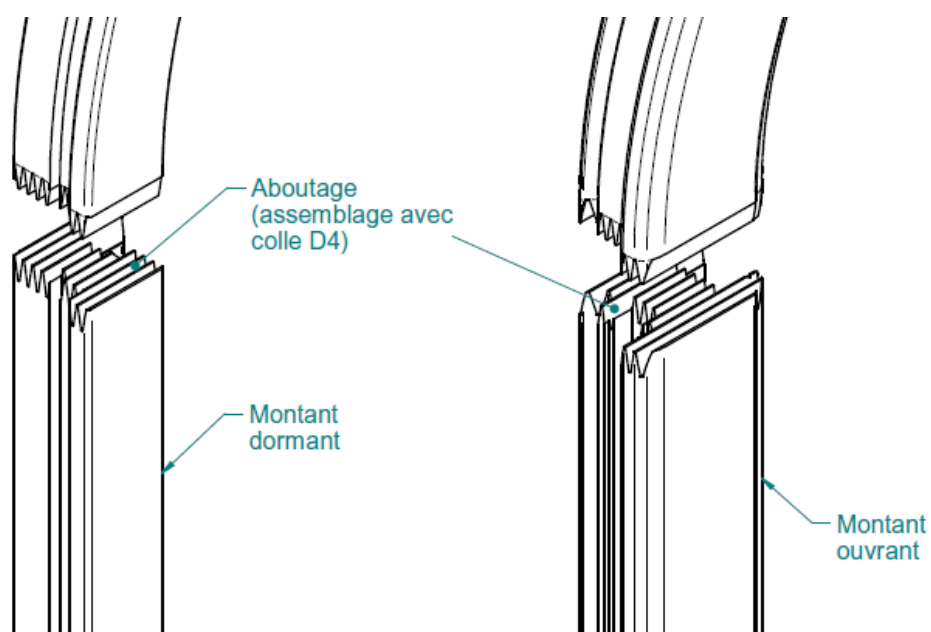


- Assemblage **traditionnel**
- **Menuiserie de forme**
- **Assemblage d'angle pour ouvrant et/ou dormant**

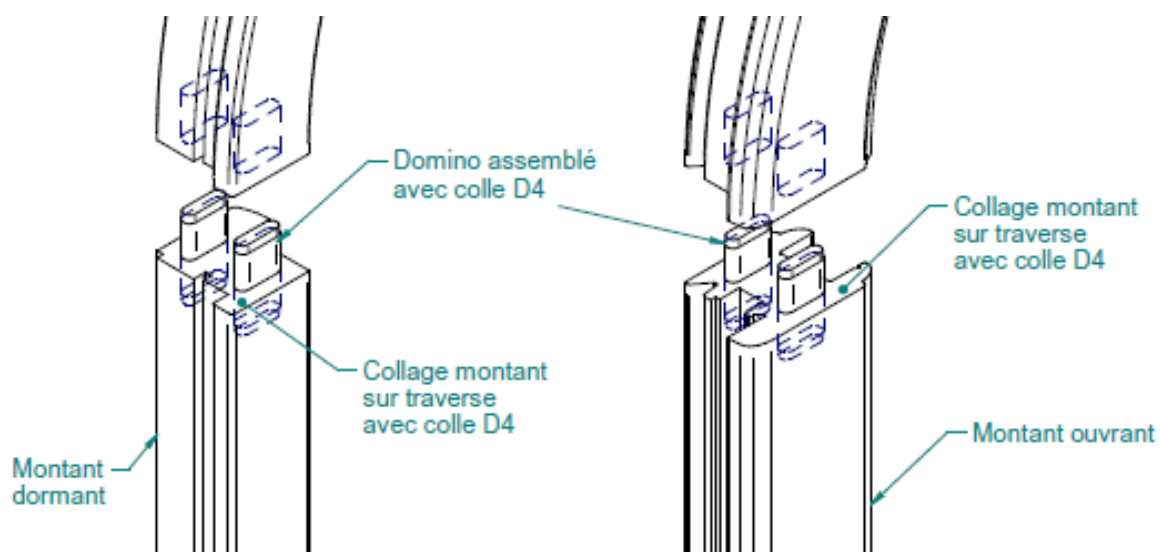
N°13

PLEIN CINTRE ET ANSE DE PANIER

Assemblage par micro-enture (possibilité d'associer un tourillon de centrage)



Assemblage par domino ou tourillon



- Assemblage **traditionnel**
- **Assemblage d'angle pour ouvrant et/ou dormant**
- **Menuiserie de forme**

N°14

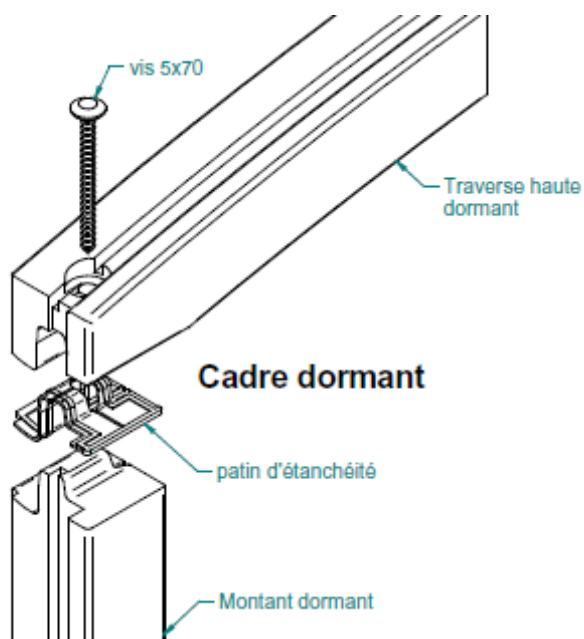
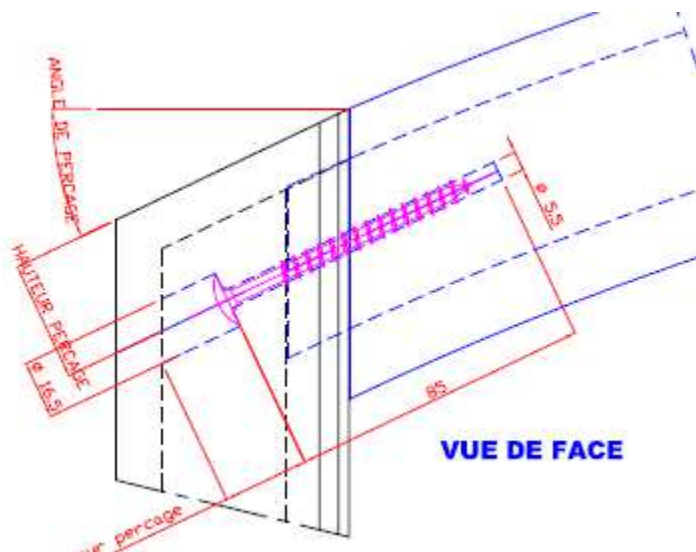
CINTRE SURBAISSE et < 45° Par Assemblage Mécanique

Assemblage mécanique sur ouvrant:

Garniture d'étanchéité moulée spécifique ou garniture en feuille

Sans insert

Vis plus longue et inclinée



Assemblage mécanique sur dormant :

Profil horizontal en extrémité de la traverse pour réaliser un assemblage identique à celui de 90°

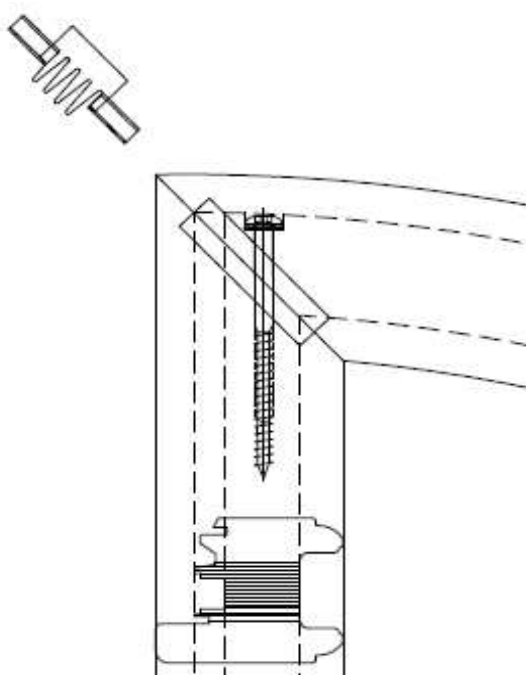
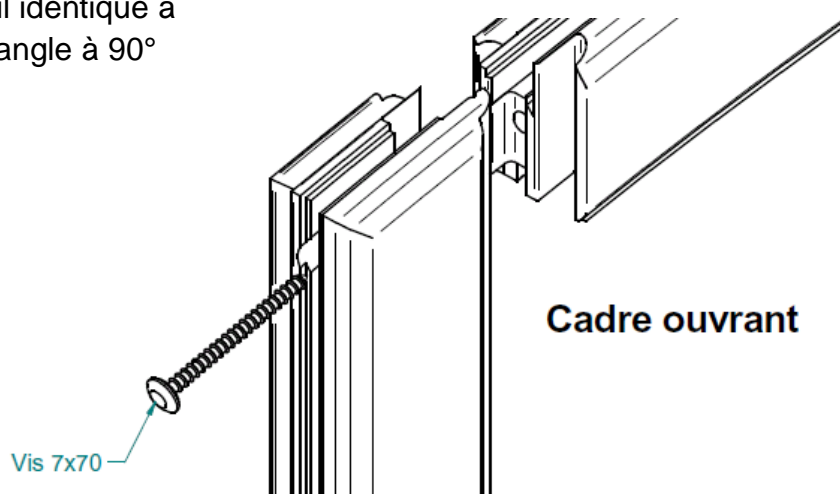
- Assemblage **traditionnel**
- **Assemblage d'angle pour ouvrant et/ou dormant**
- **Menuiserie de forme**

N°15

CINTRE SURBAISSE Par Assemblage Vissé Collé

Assemblage vissé collé classique :

Liaison profil contreprofil identique à celle de l'assemblage d'angle à 90°



En Option : Assemblage vissé collé à coupe d'onglet :

Etanchéité assurée par colle D4
Maintien mécanique par micro-enture et vissage

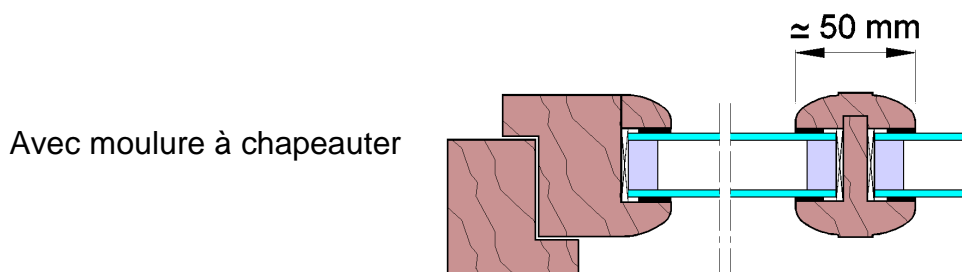
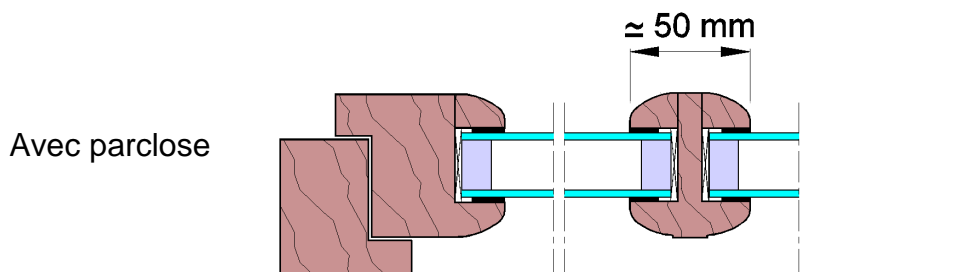
Cette solution est envisageable pour un arc sur baissé > 45°

3.3. Assemblage d'angle des « petits-bois » :

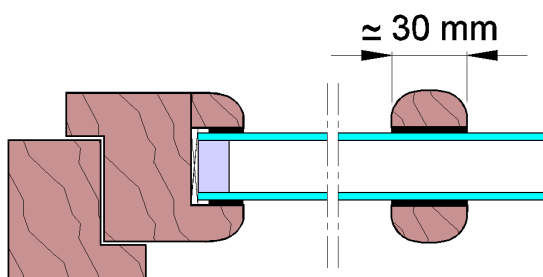
3.3.1. Généralités

On distingue 3 grandes familles de petit-bois :

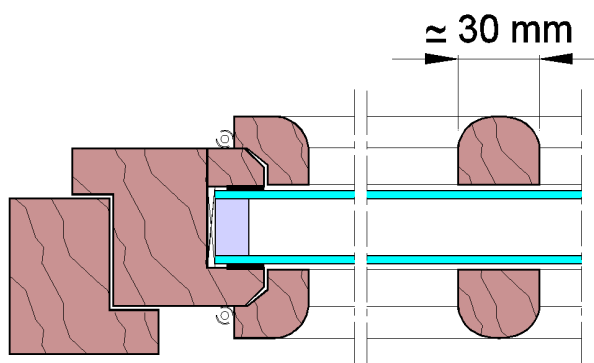
- **Le petit-bois à l'ancienne ou « vrai petit bois » ou petit-bois assemblé.**



- **Le petit-bois en applique** (petit-bois horizontaux collés sur vitrage et grille petit bois collés sur vitrage et assemblés au châssis).



- **Le cadre petit-bois rapporté** (fixés au châssis mais avec ouverture possible).

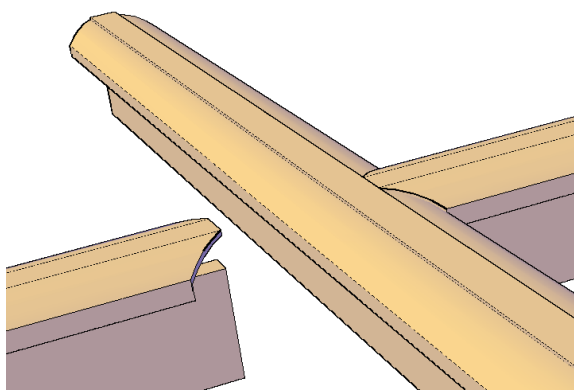


Note : il existe également des « imitations » de petit-bois, en matériaux du type PVC ou laiton intégrés dans le vitrage et qui ne nécessitent donc pas d'assemblages avec le châssis.

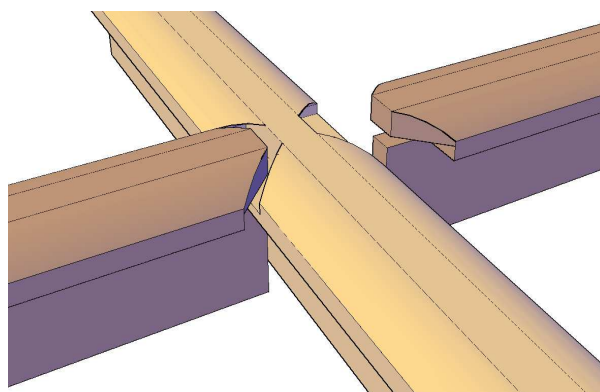
En tenant compte des exigences liées à la réglementation thermique 2012 (transmission lumineuse et facteur solaire pour les apports solaires d'hiver, plus la surface de vitrage utile est petite, moins la menuiserie sera performante. Aussi, il est recommandé de limiter la quantité de petit-bois et notamment des grilles petit-bois.

En fonction du design souhaité et des formes géométriques données aux petit-bois, joues de feuillure et parclose, la liaison entre les éléments verticaux et horizontaux sont :

- soit profil / contre profil en bout



- soit à mi-bois et à coupe d'onglet



A noter que l'assemblage à mi-bois et à coupe d'onglet permet de mieux assurer l'étanchéité et la tenue mécanique des liaisons.

Ci après, sont décrits les principes génériques des assemblages les plus utilisés pour chacune des 3 familles. Mais, force est de constater qu'il existe une quantité importante de solutions d'assemblage en fonction du petit bois (famille, géométrie du profil, grille ou sans grille...), ce qui concourent à ce que les menuisiers optent parfois pour une combinaison de solutions ou une solution spécifique pouvant être pertinente en fonction du type de calfeutrement vitrage utilisé.

3.3.2. Le petit-bois à l'ancienne

Les contraintes en étanchéité, durabilité, fabrication, performance, cout et réparation (voir §3.3.5) limitent l'utilisation de petit bois à l'ancienne hormis pour des demandes spécifiques (ABF, copie à l'identique,...). Pour ce type de marché, les assemblages entre les petits bois doivent eux aussi être traditionnels. Bien que potentiellement adaptables, les assemblages avec un insert métallique, type vis, ne sont alors pas ou peu pratiqués.

Il faut distinguer les assemblages entre 2 petit-bois (1 vertical avec 1 horizontal), des assemblages des petits bois avec les éléments du châssis (1 vertical avec 1 traverse châssis,...)

Afin d'optimiser la fabrication, il convient de choisir la même technique d'assemblage, autant que faire se peut, pour le châssis et pour les petits bois. Cependant il existe plusieurs combinaisons possibles. Les plus courantes sont :

Assemblage d'angle du châssis	Assemblage d'angle entre petit-bois et châssis	Assemblage d'angle entre petit-bois « croisillons » (1)
Enfourchement	1 Tenon en bout de petit-bois 1 Mortaise sur élément du châssis Collés (et agrafé) + système anti torsion complémentaire	Tenon – mortaise collé (et agrafé)
Enfourchement	Profil / contreprofil Tenon en bout de petit-bois (carré ou cylindrique) Perçage sur le profil de châssis Collés (et agrafé)	Profil / contreprofil Tenon en bout de petit-bois (carré ou cylindrique) Perçage sur le profil du croisillon Collés (et agrafé)
Enfourchement	Liaison Mi-bois à coupe d'onglet Tenon en bout de petit-bois (carré ou cylindrique) Enfourchement sur châssis Collés (et agrafé) + système anti torsion complémentaire	Tenon – enfourchement collé et (agrafé)
Tourillon	Profil/Contre Profil tourillonné collé	Profil/Contre Profil tourillonné collé

(1) Les petit-bois verticaux sont, de préférence, arasés entre les petits bois horizontaux.

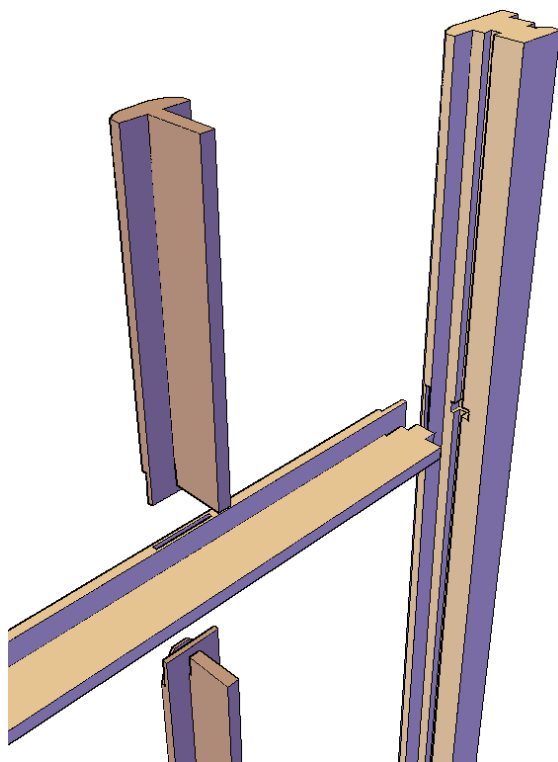
Quelque soit le type d'assemblage, il est préférable de réaliser la joue de feuillure des cadres petit-bois à l'ancienne du côté extérieur.

- Assemblage **traditionnel**

- **PETIT-BOIS A L'ANCIENNE ASSEMBLES**

N°16

Assemblage collé par tenon mortaise Liaison profil – contre profil



Assemblage entre petit bois et châssis par tenon-mortaise :

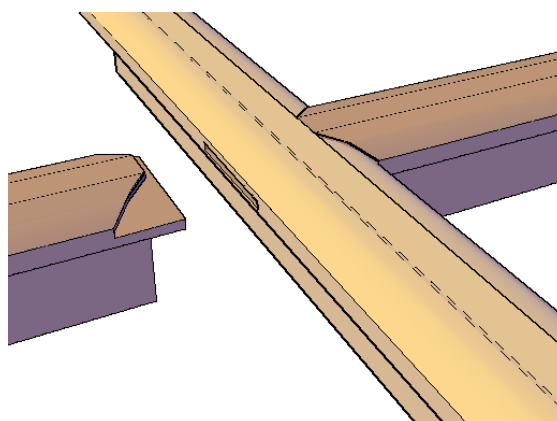
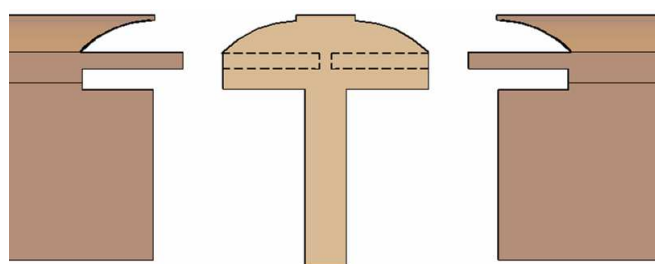
Encollage à refus des tenons et mortaises (ou perçages) assure le maintien mécanique et l'étanchéité.

Le maintien mécanique peut être complété par des agrafes d'angle et également par un éventuel système anti-torsion (par exemple : tenon en bois de bout du petit bois horizontal venant se loger dans la rainure filante de drainage profilée également sur les montants).

Assemblage entre croisillons mortaisés :

Colle pour maintien mécanique et étanchéité

Agrafe recommandée pour compléter le maintien mécanique



- Assemblage **traditionnel**
- **PETIT-BOIS A L'ANCIENNE ASSEMBLES**

N°17

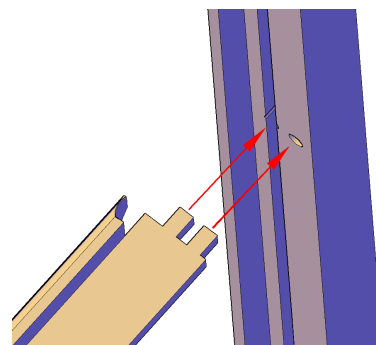
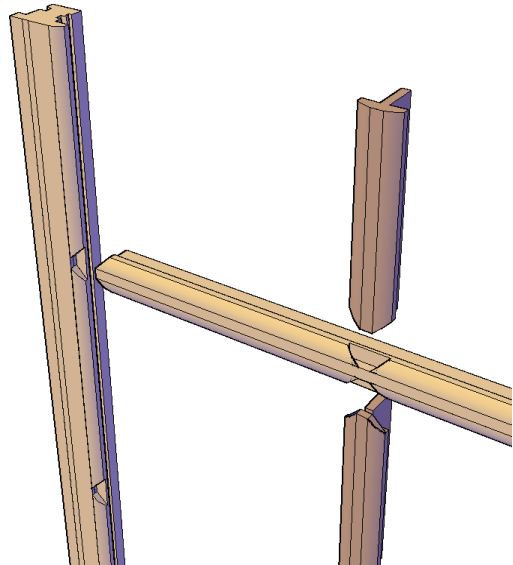
Assemblage collé par enfourchement

Assemblage entre petit bois et châssis par enfourchement :

La liaison est soit profil contre profil, soit à mi bois à coupe d'onglet

L'encollage à refus des tenons parallélépipédique ou cylindrique et mortaises (ou perçage) assure le maintien mécanique et l'étanchéité.

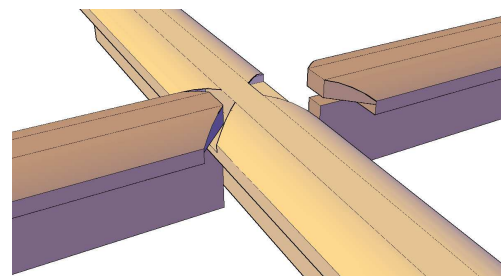
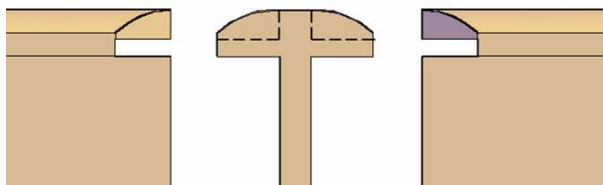
Le maintien mécanique peut être complété par des agrafes d'angle et également par un éventuel système anti-torsion du type double tenon (par exemple : tenon(s) en bois de bout du petit bois horizontal venant se loger dans des perçages).



Assemblage croisillons avec liaison à mi bois et coupe d'onglet :

Colle pour maintien mécanique et étanchéité

Agrafe recommandée pour compléter le maintien mécanique



- Assemblage **traditionnel**
- **PETIT-BOIS A L'ANCIENNE ASSEMBLES**

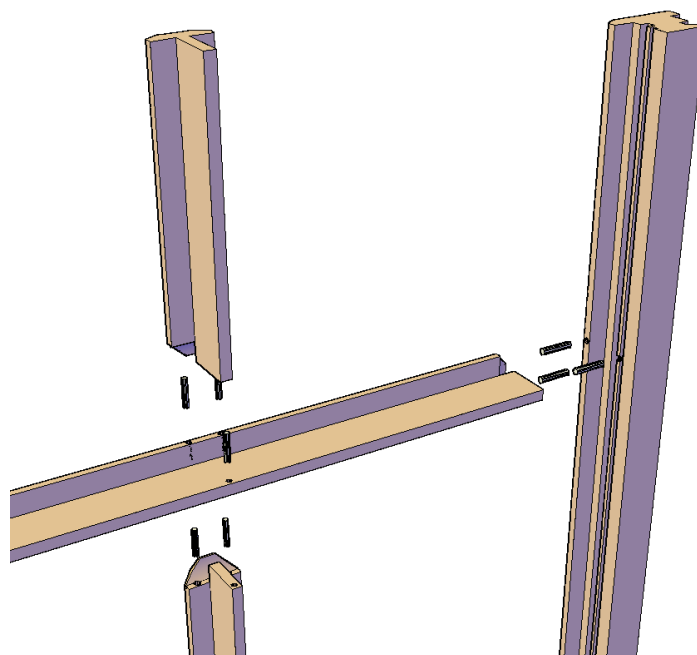
N°18

Assemblage collé par tourillons Liaison profil / contre profil

Assemblage entre petit bois et châssis par tenon-mortaise :

Encollage des tourillons & orifices ainsi que de la liaison profil contre profil assure le maintien mécanique et l'étanchéité.

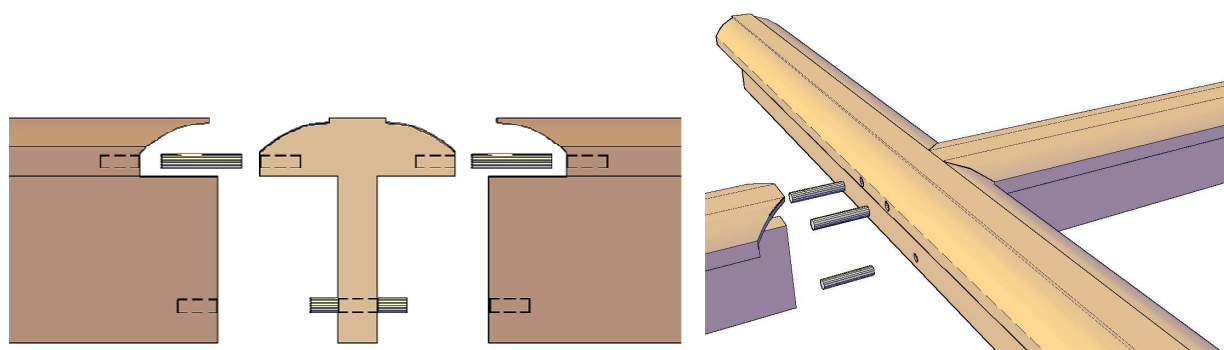
Le maintien mécanique peut être complété par des agrafes d'angle



Assemblage entre croisillons :

Colle pour maintien mécanique et étanchéité

Agrafe éventuelle pour compléter le maintien mécanique



3.3.3. Le petit-bois en applique sur un vitrage

2 modes de fixation sont possibles :

- **Petit-bois individuel collé par un adhésif double face sur le vitrage**

C'est la solution la plus répandue aujourd'hui car elle associe, simplicité de fabrication, esthétisme et performance (thermique, AEV, acoustique, durabilité) optimale. Pour se rapprocher au plus près de l'esthétisme de vrai petit bois assemblés, il est possible d'utiliser des vitrages intégrant des « intercalaires fictifs » au niveau des petit-bois en applique.

Le petit-bois est alors mis en œuvre après avoir vitré le châssis et fixé les parclozes.

A noter qu'aucun document normatif n'évoque les spécifications relatives à l'adhésif double face, que se soit son niveau d'adhérence à l'initial et de son comportement après vieillissement pour ce type d'usage. CEKAL indique que le centre de production du miroitier doit être consulté pour donner son autorisation aux menuisiers de mettre en œuvre l'adhésif avec petit-bois sur un vitrage certifié.

- **Grille petit-bois collés et assemblés au châssis**

Pour éviter les contraintes hygrothermiques au cadre petit-bois parclozé, il convient d'orienter la joue de feuillure du côté extérieure et le cadre parclozé du côté intérieur.

Aussi, du côté extérieur, il est recommandé de compléter le collage (adhésif double face) de la grille sur le vitrage par un assemblage avec la joue de feuillure du châssis. L'utilisation d'assemblage collé du type tenon&mortaise ou tourillonné implique que la grille petit bois soit assemblée lors du « cadrage » du châssis. Par contre, le chevillage par agrafe (sur le parement caché) permet l'assemblage juste avant la mise en œuvre du vitrage et celui par pointe (sur le parement visible) permet l'assemblage après la mise en œuvre du vitrage.

	Liaison avec le vitrage	Assemblage d'angle entre petit-bois et châssis	Assemblage d'angle entre petit- bois (1)
Petit-bois individuel (horizontaux ou verticaux)	Par adhésif double face d'épaisseur permettant l'alignement avec le calfeutrement vitrage du châssis Possibilité de compléter l'adhésif double face par un calfeutrement vitrage par mastic dans une rainure de réservation	Profil /contre profil en bout Chevillage par pointe (2)	sans
Grille petit-bois		Assemblage collé 1 Tenon en bout de petit-bois 1 Mortaise sur élément du châssis	Tenon – mortaise collé et (agrafé)
Grille petit-bois		Profil /contreprofil en bout Chevillage par pointe ou agrafe (2)	Profil / contreprofil en bout Chevillage par pointe ou agrafe (2)
Grille petit-bois		Profil/Contreprofil en bout tourillonné collé	Profil/Contre Profil tourillonné collé

(1) Les petit-bois verticaux sont, de préférence, arasés entre les petits bois horizontaux.

(2) la réalisation d'un assemblage à mi-bois et à coupe d'onglet permet de mieux assurer l'étanchéité et la tenue mécanique des liaisons.

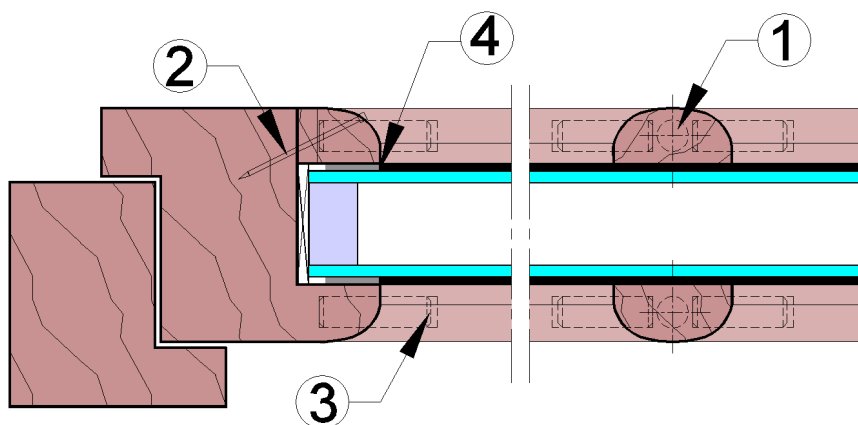
- Assemblage **traditionnel**

- **PETIT-BOIS EN APPLIQUE**

N°19

Exemples de grille de petit bois collé en applique sur le vitrage et assemblée au châssis

Assemblage collé par tourillon :



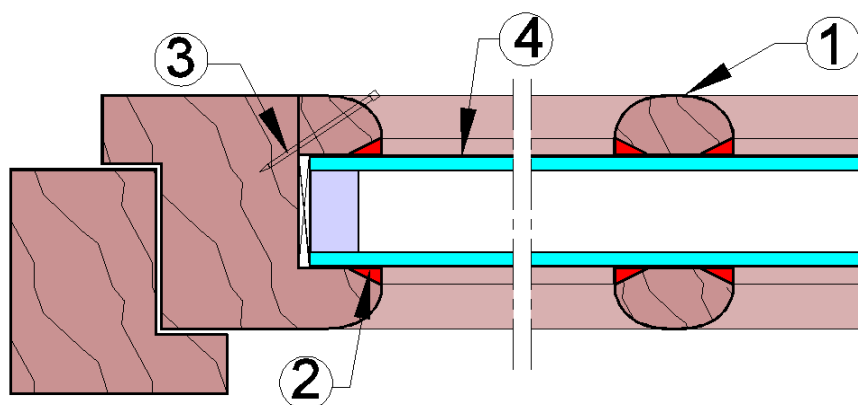
(1) : assemblage des croisillons de la grille parclosée : tenue mécanique et étanchéité assuré par l'encollage des tourillons (par exemple : \varnothing 8mm x 30 mm) et du Profil / contreprofil

(2) : chevillage métallique par pointe de la grille parclosée au châssis

(3) : assemblage de la grille extérieure avec la joue de feuillure du châssis lors du cadrage du châssis

(4) : Adhésif double face positionné sous les croisillons est d'épaisseur équivalente (2 à 3 mm par exemple) au produit de calfeutrement vitrage appliqué sur les parcloses.

Assemblage par chevillage métallique :



(1) : assemblage des croisillons de la grille parclosée : tenue mécanique assurée par le chevillage métallique et l'adhésif double face et étanchéité assuré par le calfeutrement avec vitrage **Possibilité de réaliser un assemblage collé à mi bois et à coupe d'onglet**

(2) : calfeutrement vitrage par mastic extrudé dans une rainure sur toute la périphérie des éléments (ne pas omettre d'extruder au droit des assemblages en bois de bout)

(3) : chevillage métallique des parcloses au châssis puis des croisillons aux parcloses

(4) : Adhésif double face positionné sous les croisillons est d'épaisseur faible ($8/10^{\text{ème}}$ de mm)

3.3.4. Le cadre petit-bois rapporté

Il s'agit de cadre petit bois dont les assemblages sont collés et éventuellement chevillés par des agrafes.

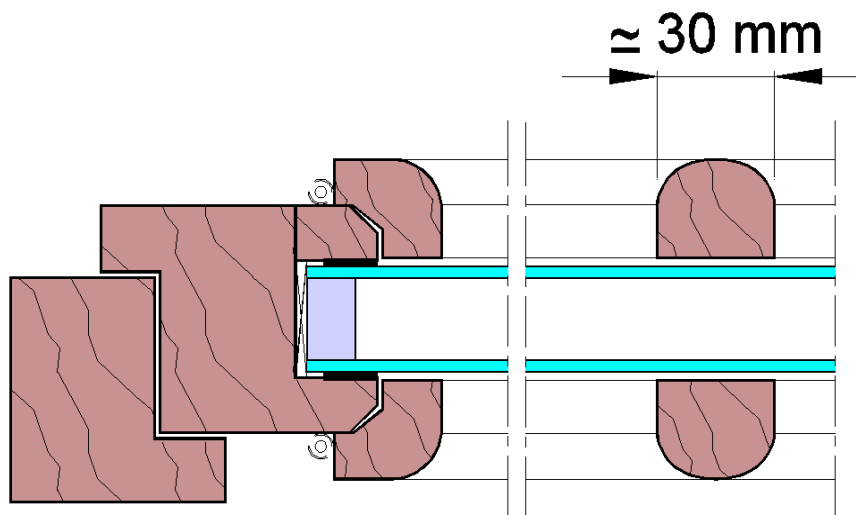
Les cadres sont fixés au châssis vitrés, sur les parements extérieur et/ou intérieur, au niveau des joues de feuillure et/ou parclose par des charnières métalliques.

Afin d'assurer la durabilité de la résistance mécanique du cadre (contreventement notamment), il n'est pas recommandé de réaliser les assemblages des petits-bois uniquement par un chevillage métallique du type agrafe, pointe. De plus, l'assemblage par vis est mal approprié du fait des petites sections de bois.

Les assemblages sont :

Assemblage d'angle entre petit- bois (1)
Profil/Contre Profil tourillonné collé et (chevillage métallique)
Enfourchement pour les angles du cadre Tenon – mortaise pour les croisillons collé et (chevillage métallique)
Mi-bois à coupe d'onglet collé et chevillage métallique

(1) Les petits-bois verticaux sont, de préférence, arasés entre les petits bois horizontaux.



3.3.5. Comparaison des familles de petit-bois par caractéristiques

	« A L'ancienne » ou « assemblé »	En applique sur vitrage (grille assemblée collée)	Cadre rapporté
Mécanique	Poids du vitrage et efforts au vent. Dimensionnement minimum : Largeur 50 mm (2x20mm + 10mm) épaisseur parclose 15mm	Poids propre Largeur 30 mm courant	Poids propre et contreventement du cadre Largeur 30 mm courant
Etanchéité	Contraignant car calfeutrement vitrage par bourrage de mastic de la feuillure à verre. étanchéité « très sensible » au niveau des assemblages	Calfeutrement assuré par l'adhésif double face (complément éventuel par calfeutrement mastic avec vitrage) étanchéité « sensible » au niveau des bois de bout pour les assemblages par chevillage métallique	Sans zone à risque
Esthétique	Traditionnel pour un marché de « niche » (ABF, copie à l'identique...) petits carreaux de vitrage nécessaires	Contemporain & imitation du type à l'ancienne Vitrage unique (possibilité insertion intercalaire vitrage « fictif ») Parement extérieur et intérieur	Contemporain En surépaisseur au châssis ouvrant Parement extérieur et/ou intérieur
Durabilité	Risque sur « salubrité » de la liaison avec châssis et avec vitrage car mise en place d'un système de drainage & ventilation très complexe voir impossible => d'où solution par bourrage de mastic de la feuillure à verre.	Salubrité satisfaisante si finition appliquée sur toutes les faces.(notamment pour les bois de bout assemblés par chevillage métallique) Salubrité renforcée si calfeutrement complémentaire par mastic entre vitrage et petit bois	Salubrité satisfaisante si finition appliquée sur toutes les faces.
Fabrication	Productivité faible : usinage, cadrage avec châssis, calfeutrement avec carreaux de vitrage Cout matière important	Productivité moyenne car fabrication, assemblage de la grille et collage au vitrage	Productivité moyenne car fabrication, assemblage du cadre et fixation au châssis ouvrant
Impact sur performances de la menuiserie	AEV : augmente les risques de fuite Thermique Uw très pénalisé Transmission lumineuse et facteur solaire sont pénalisés	Transmission lumineuse et facteur solaire sont pénalisés	Transmission lumineuse et facteur solaire sont pénalisés
Nettoyage vitrage(s)	Par carreaux	Par carreaux	Vitrage plein
Réparation	Non démontable	Démontable en fonction du type d'assemblage avec le châssis	Démontable

4. Conclusions

Assemblages d'angles sur châssis ouvrant TRADITIONNELS

ADEQUATION DES ASSEMBLAGES OUVRANTS TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
type	Avantage	problématique	Conclusion
Enfourchement	<p>Majorité des assemblages d'angle à 90° des TPE</p> <p>Monopole du marché sur type "A l'ancienne"</p> <p>Compatible "contemporaine"</p> <p>Compatible avec tout type de Menuiserie de forme (à l'exclusion Plein cintre)</p> <p>Assemblage polyvalent : cintré surbaissé <45°, dormant, meneau/traverse intermédiaire.</p> <p>Très bonne rigidité pour vitrage très lourd</p> <p>Compatible avec tout type de calfeutrement vitrage/drainage</p> <p>Machine & Outil classiques de menuisiers et serre joint possible</p>	<p>Colle et collage en excès</p> <p>Maîtrise et répétabilité de la performance étanchéité</p> <p>Parclose</p> <p>Calibrage sur chant et épaisseur recommandé</p> <p>Carrelet avec âme isolante faible densité</p> <p>Tenue finition</p> <p>Peu adéquat pour une défonceuse CN</p> <p>Rendement matière</p> <p>Non démontable</p>	<p>Assemblage adapté aux TPE mais l'étanchéité est "sensible" et les autres problématiques sont peu ou pas améliorables :</p> <p><u>proposition d'amélioration :</u></p> <p>Accompagnement à la maîtrise des procédés et du CPU en atelier .</p> <p>Veille & Etude sur colle "verte" à joint semi-épais.</p>

ADEQUATION DES ASSEMBLAGES OUVRANTS TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
Type	Avantage	Problématique	Conclusion
Tourillon	<p>Compatible sur type "A l'ancienne" ? et "contemporaine"</p> <p>Compatible avec tout type de Menuiserie de forme</p> <p>Assemblage polyvalent : angle, meneau, petit bois.</p> <p>Encollage sur géométrie simple</p> <p>Bon comportement à la fois contre chute de nez et déformation, et pour section importante et vitrage très lourd (retour d'expérience)</p> <p>Compatible avec tout type de calfeutrement vitrage/drainage</p> <p>Calibrage éventuel</p> <p>Rendement Matière</p> <p>Carrelet avec âme isolante</p>	<p>Colle</p> <p>Parclose</p> <p>Investissement lourd en machine & outil pour usinage de très grande qualité : défonceuse CN</p> <p>Cadreuse nécessaire</p> <p>Tenue finition</p> <p>Non démontable</p>	<p>Assemblage adapté aux TPE équipées de machine&outil CN</p> <p><u>proposition d'amélioration :</u> Etudier faisabilité de fabrication de qualité avec investissement réduit en équipement&outil ?</p> <p>Veille & Etude sur possibilité d'appliquer une protection hydrofuge et/ou un système de Finition complet sur élément séparé avant assemblage collé</p> <p>Veille sur colle "Verte"</p> <p>Veille sur offre en tourillon durable et éco-certifiée ou autres matériaux (matériaux de synthèse) ?</p>

ADEQUATION DES ASSEMBLAGES OUVRANTS TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
Type	Avantage	Problématique	Conclusion
Collé - Vissé	<p>Compatible sur type "A l'ancienne" sur dormant ? et "contemporaine"</p> <p>Compatible avec tout type de Menuiserie de forme (à l'exclusion Plein cintre)</p> <p>Maîtrise de l'application et de l'étanchéité si réalisé par mastic-colle dans réservation</p> <p>Si étanchéité réalisée par colle : encollage facilité car géométrie simple</p> <p>Compatible avec tout type de calfeutrement vitrage/drainage</p> <p>Sans Calibrage</p> <p>Rendement matière</p>	<p>Non compatible avec type "à l'ancienne" ?</p> <p>Essence hétérogène et très peu stable</p> <p>Tenue finition</p> <p>Investissement machine & outil pour usinage de très grande qualité si étanchéité par colle (de grande qualité si étanchéité par mastic colle)</p> <p>Cadreuse spécifique recommandée (ou tourillon monté serré?)</p> <p>Investissement en évaluation sur conception de l'assemblage (ETI)</p> <p>Non démontable</p> <p>Retour expérience vitrage très lourd et ép.> 70mm?</p> <p>Carrelet avec âme isolante ?</p> <p>Grille de ventilation sur vantail largeur < 400mm</p>	<p>Techniques à pérenniser (étanchéité) et procédés à optimiser pour ensuite envisager une adaptation aux TPE :</p> <p>proposition d'amélioration :</p> <p>Etudier faisabilité de fabrication de qualité avec investissement réduit en équipement ?</p> <p>Valider faisabilité de finition complète sur pièce puis étanchéité par mastic colle (adhérence) ?</p> <p>Valider faisabilité de substituer la colle par un silicone dans réservation (démontable, finition en bois de bout, sans colle...) ?</p> <p>Evaluation conception pour ép.>70mm, vitrage très lourd.</p> <p>Conception avec carrelet à âme isolante</p>

ADEQUATION DES ASSEMBLAGES OUVRANTS TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
Type	Avantage	Problématique	Conclusion
Mécanique	<p>Compatible avec tout type de Menuiserie de forme (à l'exclusion Plein cintre)</p> <p>Répétabilité de la performance d'étanchéité</p> <p>Sans colle</p> <p>Usinage de qualité sur équipement standard ?</p> <p>Cadrage simple manuellement si feuillure U</p> <p>Sans calibrage</p> <p>Tenue finition</p> <p>Si finition sur élément séparé : liste élargie d'essence sans nécessité de traitement de préservation</p> <p>Feuillure en L ou en U</p> <p>Rendement matière</p> <p>Réparation & substitution à la pièce & recyclage</p> <p>Compatible avec pré-assemblage en atelier et montage sur chantier (transport)</p> <p>Démontable pour entretien et en fin de vie</p>	<p>Non compatible avec type "à l'ancienne"</p> <p>Essence hétérogène</p> <p>Investissement sur développement garniture d'étanchéité (moule,..)</p> <p>Investissement lourd en évaluation sur conception de l'assemblage (ETI)</p> <p>Capacité des TPE à réaliser de la finition complète en atelier ?</p> <p>Offre en composition de vitrage réduite et en type de calfeutrement vitrage (pas de calfeutrement possible à l'état ouvert) si feuillure en U</p> <p>Retour expérience vitrage très lourd et ép.> 70mm?</p> <p>Carrelet avec âme isolante ?</p> <p>Grille de ventilation sur vantail largeur < 400mm</p>	<p>Assemblage avec de nombreux avantages mais demandant un important développement en phase de conception : à adapter aux TPE.</p> <p>proposition d'amélioration : Développer un "kit" (outil P/CP, vis, garniture, feuillure U ou L) évalué par un "concepteur" puis cascading aux menuisiers.</p> <p>Mise en place et validation expérimentale du procédé de fabrication adapté aux TPE (cahier des charges équipement - outil)</p> <p>Qualification finition en atelier (FINIT10)</p> <p>Evaluation conception pour ép.>70mm, vitrage très lourd.</p> <p>Conception avec carrelet à âme isolante</p>

Assemblages d'angles sur châssis ouvrant NON TRADITIONNELS

ADEQUATION DES ASSEMBLAGES OUVRANTS NON TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
Type	Avantage	Problématique	Conclusion
Coupe d'onglet collé à micro-enture	<p>"Design coupe d'onglet "</p> <p>Possibilité Carrelet isolant caché</p> <p>Assemblage polyvalent à toutes les formes géométriques</p> <p>Couramment utilisé pour réaliser des pièces cintrées par aboutage (partie haute de menuiserie)</p> <p>Pratiqué en Belgique avec un cahier des charges spécifiques (essence, LCA, pente du fil..)</p> <p>Propriété mécanique</p>	<p>Peu de retour d'expérience et pas d'évaluation satisfaisante sur aptitude à l'emploi</p> <p>Non compatible avec type "à l'ancienne" ?</p> <p>Tenue aux charges hygrothermiques</p> <p>Maitrise de l'étanchéité à l'eau ?</p> <p>Investissement machine & outil pour usinage de grande qualité et cadreuse spécifique ?</p> <p>Investissement en évaluation pour détermination de l'aptitude à l'emploi (ETI)</p> <p>Largeur traverse et montant nécessairement égale ?</p> <p>Rendement matière</p> <p>Tenue finition et parclose</p> <p>Finition à protection hydrofuge élevée ?</p> <p>Non démontable</p>	<p>Technique d'assemblage sous "avis technique" mais aucun de réalisé à ce jour : non adapté aux TPE en l'état.</p> <p><u>Proposition d'amélioration :</u></p> <p>Veille et Etude sur l'existant en France (peu) et en Belgique (cahier des charges spécifiques) pour analyser l'aptitude à l'emploi en fenêtre</p> <p>Etude pour déterminer un cahier des charges spécifiques sur facteur tel que essence stable, carrelet LCA, vitrage collé qui permettrait une aptitude à l'emploi ?</p> <p>Détermination du programme d'évaluations et de spécifications de cette conception dans le cadre d'une demande d'avis technique.</p> <p>Etude pour aptitude à l'emploi en menuiserie Mixte et en double fenêtre</p>

ADEQUATION DES ASSEMBLAGES OUVRANTS NON TRADITIONNELS POUR LES T.P.E.			
Type	Avantage	Problématique	Conclusion
Coupe d'onglet avec insert à queue d'aronde	<p>"Design coupe d'onglet "</p> <p>Possibilité Carrelet isolant caché</p> <p>Assemblage polyvalent à toutes les formes géométriques</p> <p>Solution technique associée à une offre outil&machine sur mesure adaptée aux TPE</p>	<p>Pas de retour d'expérience positive sur aptitude à l'emploi sur menuiserie Bois.</p> <p>Technique proposée en menuiserie bois Aluminium avec vitrage collé : peu de retour d'expérience en France, ni d'évaluation ETI, ni d'avis technique</p> <p>Non compatible avec type "à l'ancienne"</p> <p>Tenue aux charges hygrothermique</p> <p>Maitrise de l'étanchéité à l'eau ?</p> <p>Investissement en évaluation sur conception de l'assemblage (ETI)</p> <p>Finition opaque ou placage pour masquer l'insert</p> <p>Non démontable</p>	<p>Technique d'assemblage utilisé exclusivement sur système Mixte (Bois - alu) sous "avis technique" mais aucun de réalisé à ce jour : non adapté aux TPE en l'état.</p> <p><u>Proposition d'amélioration :</u> Enquête sur retour d'expérience positif en menuiserie bois ?</p> <p>Etude pour vérifier aptitude à l'emploi sur le concept Bois Aluminium avec vitrage collé</p>

ANNEXE

ANNEXE 1**Critère d'évaluation des performances des assemblages**

	ouvrant et/ou dormant	Assemblage d'angle		
		Collé	mécano collé	mécanique
MECANIQUE				
essai de stabilité diagonale sur châssis	pour ouvrant	si $M_v < 450 \text{ kg/m}^3$	systématique	systématique
essai de traction & compression sur assemblage d'angle	pour ouvrant et dormant	si assemblage "non traditionnel" ou si $M_v < 450 \text{ kg/m}^3$	systématique	systématique
essai de vissage&dévissage en bois de bout	pour ouvrant	Sans Objet	Sans Objet	si mise en œuvre vitrage en portefeuille (vitrage en rainure) et si vissage direct en bois de bout (sans insert)
essai de résistance au vent de la menuiserie	pour ouvrant	selon DTU 36.5 P3		
essai de résistance à la charge verticale (contreventement ou charge au nez) de la menuiserie	pour ouvrant			
essai de résistance à la torsion statique (voilement) de la menuiserie	pour ouvrant			
ETANCHEITE A L'EAU				
essai de qualification de la garniture d'étanchéité	pour ouvrant et dormant	Sans Objet	Sans Objet	systématique
essai "aquarium" d'étanchéité de l'assemblage d'angle	pour ouvrant et dormant	Sans Objet	Sans Objet	systématique
essai d'étanchéité à l'eau de la menuiserie		selon DTU 36.5 P3		
ESTHETIQUE				
essai de tenue des finitions	pour ouvrant et dormant			
DURABILITE				
essai de manœuvre répétée (endurance)	pour ouvrant et	selon DTU 36.5 P3		
essai de comportement sous climat successifs différentiel	pour ouvrant et dormant	si assemblage non traditionnel susceptible d'être sensible aux charges hygrothermiques		
essai de comportement sous climat différentiel	pour ouvrant et dormant	si assemblage non traditionnel susceptible d'être sensible aux charges hygrothermiques		

spécification à atteindre sont définies dans les textes de références : CTBA L161, ref NF, DTU 36.5...

hormis AEV : essai à réaliser en ETI uniquement

CONCLUSION : assemblage Mécanique (vis + garniture moulée, avec ou sans insert) nécessite plus d'évaluation en ETI que les autres types d'assemblages pour vérifier l'aptitude à l'emploi de la conception et réalisation de l'assemblage