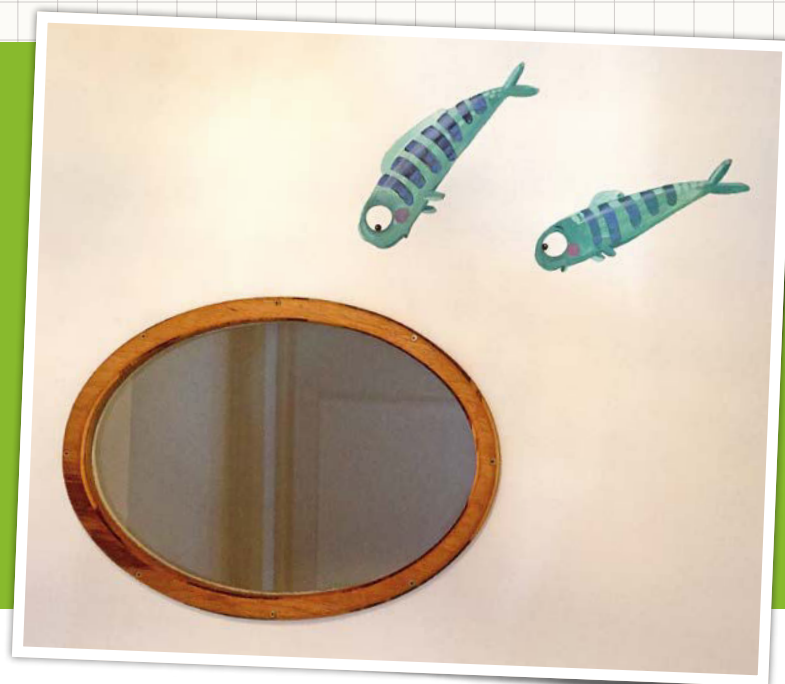


Des hublots en fraisage complémentaire

Par Bruno Meyer

Voici une technique particulière de fraisage complémentaire. Objectif : insérer une vitre de forme quelconque dans un panneau. Et assurer à cette vitre une fixation pérenne et élégante.



Dans le « projet cabane » que je vous présente p. 51, j'avais deux hublots à réaliser. Or, il se trouve que je disposais de deux vitres elliptiques récupérées sur un vieux camping-car. Je me suis dit qu'une technique permettant de réutiliser ce type de vitre (plates aux contours courbes) pourrait me permettre d'utiliser mes vitres de récup', mais aussi par la suite d'amener une touche d'originalité sur certains de mes projets (oculus de portes, par exemple). Pour cela, il faut pratiquer une ouverture, passer un coup de fraise à feuillure, et faire en sorte que l'ouverture ainsi agrandie reçoive la vitre avec une petite marge. Concrètement, comment procéder ? L'idée qui vient spontanément est de tracer le périmètre de la vitre, puis de tracer l'ouverture à l'intérieur, patiemment, avec un compas ouvert à la largeur de la feuillure moins la petite marge. Et enfin, ouvrir à la scie sauteuse, avec un peu de finition à la râpe. Le profil obtenu après feuillurage serait plus ou moins fidèle au tracé. Et puis, une fois la vitre en place, comment la faire tenir ? Ce serait bien d'éviter l'inélégante solution pointes de vitrier – mastic ! Une parclose, sortie d'un bout de panneau, pourrait en plus cacher la feuillure en la recouvrant largement. Feuillurée en extérieur, elle pourrait rentrer partiellement dans la feuillure du panneau, serrant ainsi la vitre efficacement.

Une idée de plus : fraiser ouverture et parclose à partir d'un gabarit, lui-même généré à partir de la vitre. Ce qui apporterait la régularité, la précision et l'élégance propres au **fraisage complémentaire**. Et ce qui constituerait aussi un beau défi ! Eh bien, le but de cet article est de vous permettre de relever ce défi, comme je l'ai fait la première fois pour les hublots de ma cabane.

OUTILLAGE

Pour réaliser un hublot, outre la vitre et le panneau récepteur, vous aurez besoin des ingrédients suivants :

- Un panneau martyr plus grand (ou au moins plus long) que le panneau récepteur. J'avais un grand bout d'OSB qui m'encombrait ;
- Un bout de panneau MDF de 10 mm pour produire le gabarit d'inclusion ;
- Un bout de CP (contreplaqué) d'au moins 12 mm d'épais, et nettement plus grand que la vitre, pour tirer (produire) la parclose.

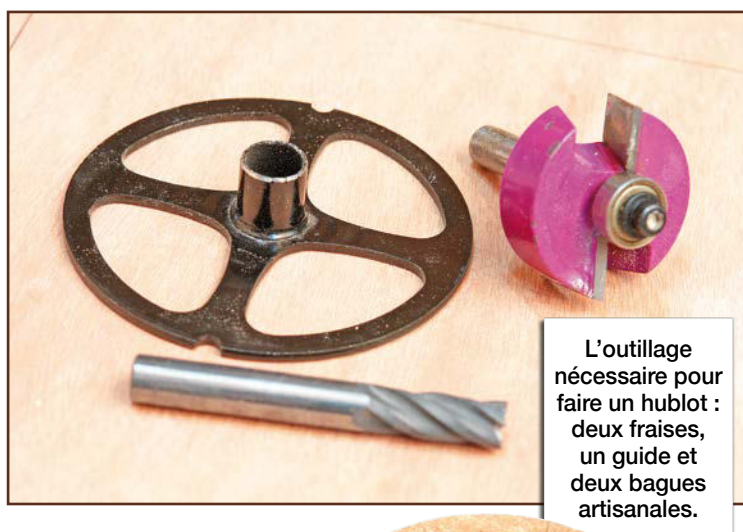
Les dimensions souhaitables pour ces deux derniers panneaux sont précisées plus bas.

Il vous faudra aussi l'outillage suivant :

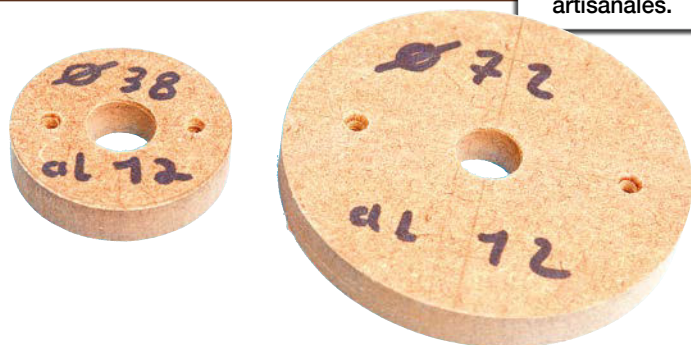
- Une fraise à feuillure Ø 35 mm, roulement Ø 12,7 mm (assez courante) ;

- Une fraise droite Ø 8 mm, si possible hélicoïdale ;
- Un guide à copier Ø 12 mm ;
- Une bague de guide à fabriquer soi-même, Ø 38 mm, alésage 12 mm ;
- Une bague de guide à fabriquer soi-même, Ø 72 mm, alésage 12 mm (c'est la plus grande bague que j'aie jamais produite). Faites ces bagues dans du panneau de 10 mm d'épais.

La fabrication des bagues de guide est décrite dans BOIS+ n° 56, p. 54*. Elle requiert la fabrication d'un montage « Pivot Frame », décrit dans le même numéro. Une petite simplification : ces bagues sont assez grandes pour être vissées sur le disque pilote du montage, ce qui fait gagner du temps.



L'outillage nécessaire pour faire un hublot : deux fraises, un guide et deux bagues artisanales.



CONCEPTION ET PRÉPARATION

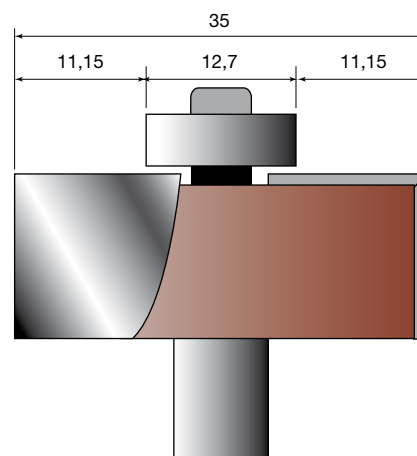
Tout travail requiert un peu de réflexion et de préparation. Ici, deux points importants :

Section et cotes

Avant toute chose, vous devez avoir une idée claire de ce que vous allez faire. Pour cela, tracez une section de l'ouverture vitrée, et portez dessus les cotes importantes. Ces cotes sont de trois types :

- **Cotes incompressibles** : ce sont l'épaisseur du panneau récepteur, celle du panneau dans lequel vous voulez tirer la parclose, et celle de la vitre.
- **Cotes imposées par la technique** : la largeur de la parclose : 22 mm. Et la largeur des feuillures : logiquement, 11 mm. En fait, la largeur produite par la fraise à feuillure est de 11,15 mm, ce qui

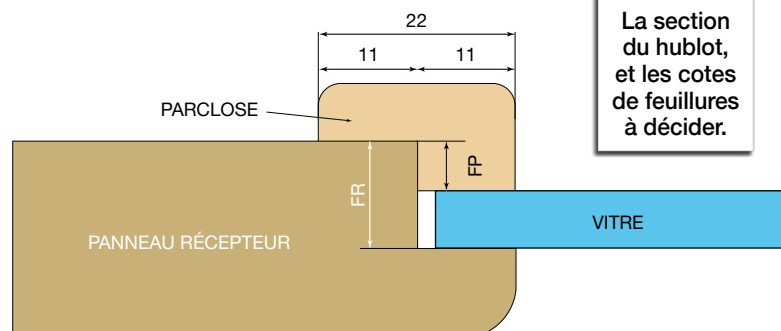
crée un dégraissage total de 0,3 mm. Ce petit jour vous permettra de rentrer la parclose en place sans difficulté.



Dimensions de la fraise à feuillure : les chiffres après la virgule comptent.

- **Cotes à choisir** : ce sont les profondeurs de feuillure. Elles conditionnent la sortie de la parclose du plan du panneau récepteur. Un choix esthétique : vous aimerez une saillie de la parclose plus ou moins prononcée. Mais aussi mécanique : après feuillurage, l'épaisseur restante de chaque panneau ne devrait pas être trop fine. Les deux profondeurs de feuillures sont liées par la formule ci-dessous :

$$\text{Profondeur feuillure panneau} - \text{épaisseur vitre} = \text{profondeur feuillure parclose}$$



La section du hublot, et les cotes de feuillures à décider.

Attention : les épaisseurs restantes après feuillurage influencent aussi les quarts-de-rond possibles (voir plus bas). Elles sont donc, elles aussi, imposées par les rayons des fraises dont vous disposez.

Vitre

Outre un bon nettoyage (vinaigre, solvants divers...) pour la débarrasser des traces de son ancienne vie, il est utile de lui tracer deux axes croisés, qui serviront plus tard à son positionnement précis sur l'ouvrage. Deux façons de faire ce tracé :

- Avec un feutre indélébile fin. Le tracé pourra être effacé avec un solvant approprié, en général l'acétone fonctionne bien. Il est prudent de faire un essai pour vérifier ce point ;
- En collant des bandes d'adhésif de bureau : vous pourrez alors tracer dessus au crayon.

* Article offert aux abonnés à l'application BLB-bois

USINAGE DU GABARIT

Première étape : fabriquer un gabarit, qui servira pour toutes les autres étapes, hormis les feuillures. Le panneau gabarit, MDF de 10, doit être assez grand pour dépasser d'au moins 100 mm tout autour de la vitre posée dessus. Mais vous pourriez le choisir assez long pour qu'il puisse plus tard être serré aux bords du panneau récepteur.

Tracez des axes croisés sur ce panneau.

Posez la vitre dessus, axes correspondants.

Tracez le périmètre, en restant conscient que l'ouverture sera nettement plus grande.

Préparation du panneau

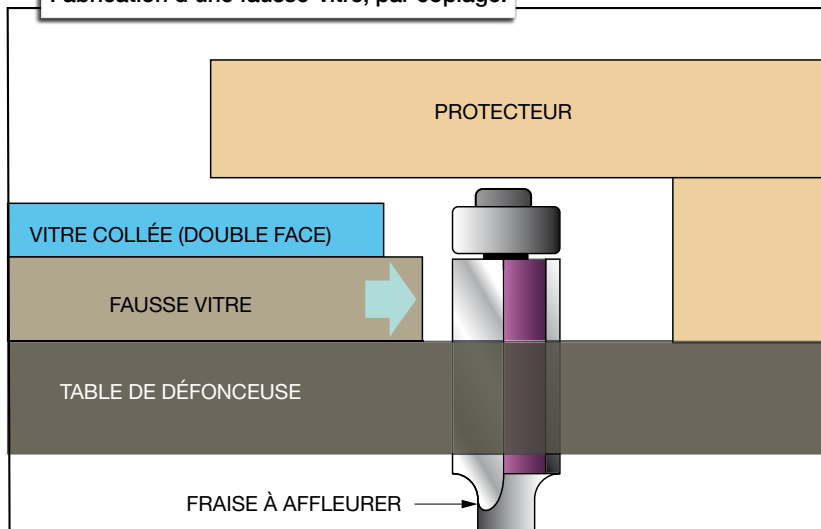
L'opération doit se faire sur le martyr, le panneau vissé dessus : une vis à chaque coin.

Vitre ou fausse vitre

Le gabarit sera produit de la façon suivante : la vitre sera fixée sur le panneau de MDF, la fraise sera guidée par le guide à copier, dont le diamètre sera augmenté par la bague Ø 38. Laquelle bague sera maintenue toujours en contact avec le chant de la vitre, le temps du fraisage. Le point faible de ce scénario est la fixation de la vitre, délicate. Seule méthode possible : l'adhésif double-face. Celui qu'on trouve couramment, qui sert à coller les moquettes, n'est pas très fiable. Solutions :

- Utiliser un adhésif double face. Dans ce cas, pensez à visser auparavant la future chute : la vitre ne doit pas bouger, même après la fin de la découpe. La présence de ces vis, même bien noyées, peut affaiblir le collage au double face.
- Faire une copie de la vitre, en MDF de 10 mm, que vous utiliserez à la place de la vitre.

Fabrication d'une fausse-vitre, par copiage.



Cette deuxième solution a plusieurs avantages :

- Le tracé des axes peut se faire sur la fausse vitre, tracer la vraie est alors inutile.
- Cette fausse vitre peut être vissée dans le martyr, à travers le panneau gabarit. C'est plus simple que le double-face.
- C'est aussi bien plus fiable.

- En fin de fraisage, la chute du gabarit est elle aussi fixée : nous avons vu que c'est indispensable.
- Le démontage aussi se trouve simplifié.
- Si vous ne disposez pas de vitre, vous pouvez porter la fausse vitre chez un miroitier pour fabrication.

Si vous adoptez la solution « fausse vitre », elle peut être faite par tracé, ou par copiage à la fraise à affleurer. Dans ce cas, tracez une ébauche au profil de la vitre, et dégrossissez, avec une marge entre 2 et 5 mm. Le collage au double face est alors indispensable. Mais il sera moins problématique, sur cette petite surface plane, propre et sans perçages. Collez des bandes d'adhésif parallèles, sans plis ni chevauchement. Après retrait des protecteurs, posez la vitre en place, en étant conscient qu'une fois au contact, vous n'aurez plus la possibilité de la déplacer. Après fraisage, décollez, retirez les adhésifs et tracez des axes croisés sur la fausse vitre. Ébavurez les arêtes à l'abrasif.

Préparation du panneau :

- Tracez des axes croisés sur le panneau gabarit.
- Posez le panneau gabarit sur le martyr.
- Percez et fraisez quatre trous dans la fausse vitre.
- Posez la fausse vitre sur le panneau, faites correspondre les axes.
- Prolongez les trous dans le panneau gabarit (mais pas dans le martyr), et vissez solidement les trois panneaux.

Préparation défonceuse

Équipez la défonceuse de la fraise Ø 8 mm, du guide à copier Ø 12 mm et de la bague Ø 38 mm. Posez de l'autre côté une cale d'appui en MDF de 10 mm, si possible concave, une des chutes de la fausse vitre devrait être idéale ! La base de la défonceuse, posée sur la fausse vitre et cette chute, sera parfaitement stable.

Réglage profondeur : de façon que la fraise attaque légèrement le martyr.

Entraînez-vous : faites le tour du gabarit « à vide », en fractionnant le fraisage sur la longueur que permet la cale d'appui.

Conservez une orientation unique des poignées de la défonceuse tout le long du fraisage. Ainsi, une excentricité fraise-guide sera sans conséquence.

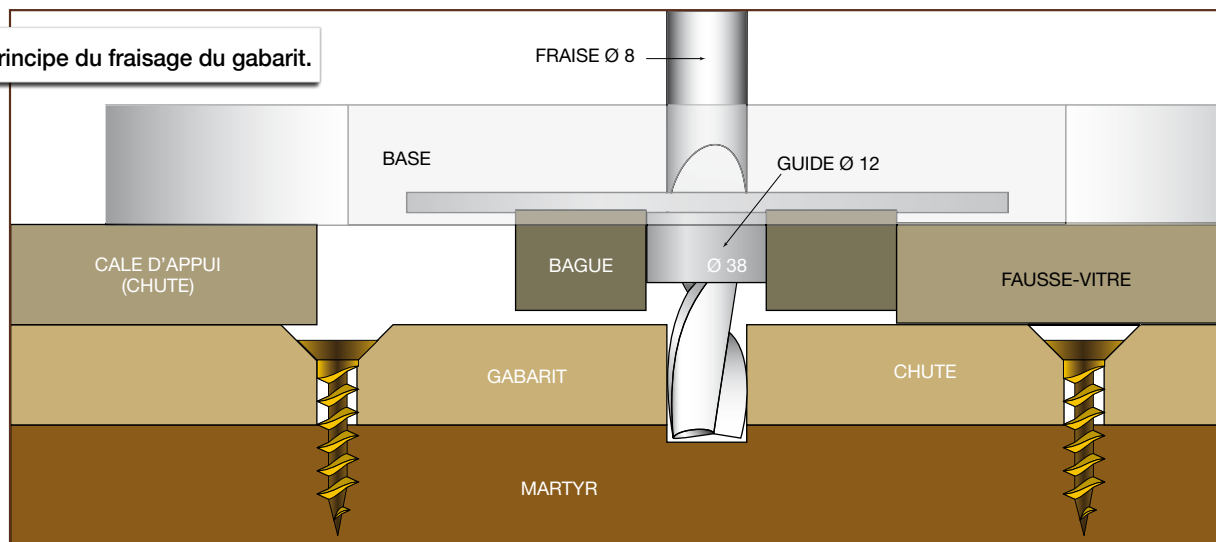
Fraisage

L'intérêt de préparer soigneusement, c'est qu'après, le fraisage est tranquille et sans problème.

Plongez au niveau d'un des axes.

Fraisez en **sens antihoraire**. Vous devez veiller à ce que la bague soit tout le temps en contact avec le chant de la vitre. Tant que vous avancez, l'effort de coupe vous y aide ; quand vous devez vous arrêter, remontez avant. Attention en fin de passe (près de l'axe de départ) : réduisez la vitesse d'avance pour éviter une brutale accélération lorsque la fraise n'aura plus de matière devant elle.

Le principe du fraisage du gabarit.



Une fois la défonceuse retirée, aspirez la poudre et regardez le résultat sur la partie extérieure : c'est votre gabarit. Démontez-le. Éliminez les barbes sur les arêtes à l'abrasif fin : main légère, abrasif à 45° sur l'arête. Ne touchez pas au chant intérieur. Libérez le martyr de la fausse vitre et de la chute. Cette dernière n'a plus de rôle à jouer dans notre histoire.

Le résultat du fraisage. La partie extérieure est le gabarit.

Préparation défonceuse

Gardez la fraise et le guide précédents. Par contre, remplacez la « petite » bague par celle de Ø 72 mm. Posez la défonceuse en place, bague contre gabarit. La défonceuse repose un peu sur le gabarit, et beaucoup sur la bague. Et ces deux supports ont la même épaisseur. Du coup, la défonceuse, bien qu'en fort porte-à-faux sur le gabarit, a une stabilité tout à fait acceptable. Si elle ne vous suffit pas, improvisez une cale d'appui.

Comme pour le fraisage précédent, faites le zéro, puis réglez la butée pour un fraisage traversant le panneau.

Fraisage

Fraisez le panneau en sens horaire, cette fois. Il est possible que la grosse quantité de sciure produite pose problème. Dans ce cas, branchez l'aspirateur sur la défonceuse et/ou fraisez en plusieurs passes.

USINAGE DU PANNEAU RÉCEPTEUR

Posez le panneau récepteur sur le martyr, qui va encore beaucoup souffrir ! Première démarche : précisez où vous voulez votre vitre, exactement. Posez sur le panneau récepteur la vitre ou sa copie. Une fois la place déterminée, reproduisez sur le panneau les axes croisés, et prolongez-les.

Tracé et fixation

Posez le gabarit sur le panneau. Faites correspondre les axes, et fixez le gabarit. Le plus simple est de visser : les trous de vis pourront être rebouchés plus tard, à la pâte à bois. Vous ne voulez vraiment pas de trous de vis ? Si vous avez prévu un gabarit assez long, pas de problème : serrez-le sur les bords du panneau, avec des presses de carrossier. Gabarit trop court ? Prolongez-le, en collant chant contre chant des rallonges en panneau de même épaisseur, à la colle thermo-fusible.



Fraisage de l'ouverture dans le panneau récepteur.

PARCLOUSE

Ce travail ressemble beaucoup au précédent. Différence principale : deux fraisages au lieu d'un.

Préparation et contrôle

Le panneau parclose sera découpé par fraisage, la défonceuse guidée par le gabarit et son guide à copier, avec la bague Ø 72 mm pour l'intérieur,

et aucune bague pour l'extérieur. La couronne résultant de ces deux découpes sera la parclose. Posez le gabarit sur le panneau parclose. Si possible, faites en sorte que le panneau ne présente pas de joint à l'intérieur du gabarit. Avec un joint trop important, la fraise pourrait travailler en avalant. Ce qui doit être proscrit : le guide et le gabarit lui interdisent de s'éloigner de sa zone de travail. Ce qui provoquerait inévitablement une petite phase de **propulsion catastrophique** (BOIS+ n° 18, p. 27). Un joint est acceptable s'il fait au maximum 2 mm.

Fixation gabarit

Posez l'ensemble gabarit-panneau parclose sur le martyr. La fixation de ces trois panneaux peut se faire avec des presses, si elles ne gênent pas le passage de la défonceuse. Elle peut aussi se faire par vissage. Percez des avant-trous dans le gabarit et le panneau parclose, les vis se prenant dans le martyr. Fraisez pour noyer les têtes.

Fraisage intérieur

Reprenez la défonceuse, avec la bague de 72 mm. Réglez la profondeur de coupe : comme précédemment, la fraise doit attaquer légèrement le martyr. Puis fraisez tout le tour, sens horaire. En fin de fraisage, la chute se détache. Une fois libre, elle peut être endommagée : pas grave, elle ne servira pas. Un conseil : retirez-la, nettoyez son emplacement, et remettez-la : elle aidera à la stabilité lors de la prochaine passe.



Fraisage extérieur

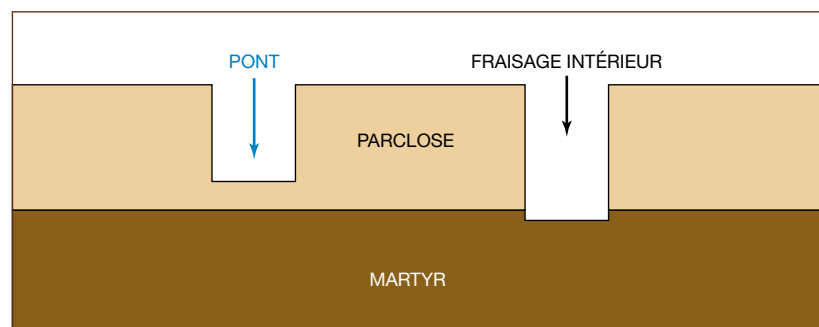
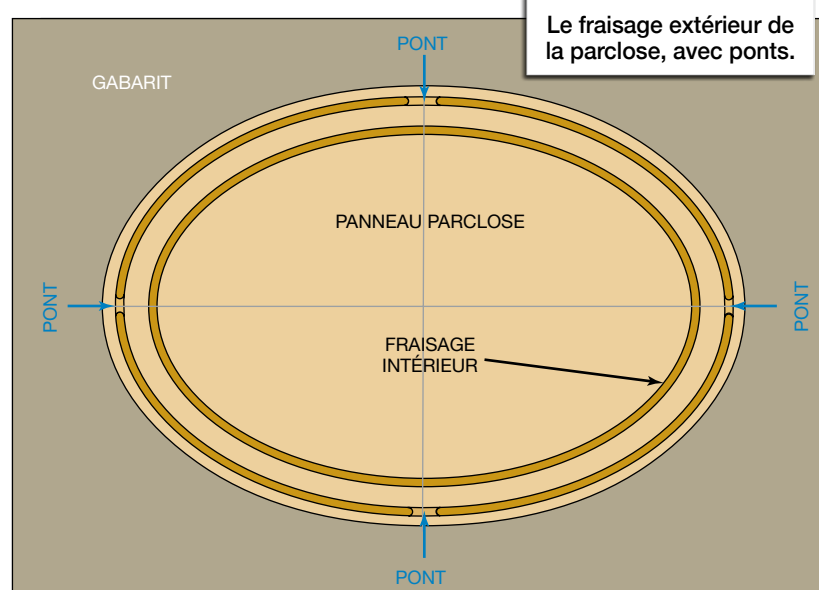
Cette passe se fait sans aucune bague, le guidage étant assuré par le guide à copier Ø 12 mm tout nu. Cette fois, la défonceuse est en porte-à-faux sur le gabarit. Faites un tour d'essai. La défonceuse repose quand même sur une petite moitié de sa base, ce qui permet, a priori, une stabilité suffisante. Si elle ne vous suffit pas, posez dans le gabarit une cale d'appui en MDF de 10. Vous devrez fraiser par

longueurs, et déplacer cette cale régulièrement. Là encore, gardez une orientation constante des poignées.

Problème à résoudre : si vous fraisez tout le tour, la couronne fraisée – votre future parclose ! – va se détacher, bouger et se prendre un vilain coup de fraise. Il faut donc trouver un moyen pour fixer la pièce jusqu'à la fin du fraisage. Voici ma solution (il n'est pas interdit d'en trouver d'autres) :

- Défonceuse en place, plongez peu après un axe, et fraisez sur un petit quart de tour, sens horaire.
- À 4 ou 5 mm de l'axe suivant, remonte et passez à vide de l'autre côté.
- Replongez quelques millimètres après l'axe, et refraisez un petit quart de tour, jusqu'à proximité de l'axe suivant. Remontez.
- Répétez l'opération encore deux fois. Le résultat est une couronne, rattachée au panneau par quatre ponts.
- Défonceuse à l'arrêt, faites le zéro sur un endroit intact du martyr, remonte, puis descendez la butée de 3 mm.
- Défonceuse en position un peu avant un pont, mettez en marche, plongez en butée et fraisez le pont. Remontez. Faites pareil aux trois autres ponts.

Résultat : la couronne tient toujours, mais par des ponts de 3 mm d'épaisseur. Glissez un ciseau dans le fraisage, donnez un bon coup au milieu de chaque pont, et votre couronne est libre. Ce qui subsiste du pont sera vite éliminé par l'opération suivante.



FEUILLURES ET QUARTS-DE-ROND

Commençons par le plus important : les feuillures. L'ouverture du panneau reçoit une feuillure intérieure. La parclose est au contraire feuillurée à l'extérieur. Déséquipez donc la défonceuse de son guide et sa fraise, et montez à la place la fraise à feuillure. Cette fraise permet de faire les deux feuillures sur le panneau récepteur comme sur la parclose. Ces deux opérations ont des points communs et des différences :

Établissement

Se tromper de face serait catastrophique !

Panneau récepteur : vous avez décidé, dès le début, de la face sur laquelle sera montée la parclose. En principe, c'est la face portant les axes croisés. C'est ce côté qui doit être fraisé. Avant, un coup de craie industrielle bleue sur l'arête concernée permet d'éviter une erreur irréparable, conséquence d'un moment de distraction.

Parclose : c'est plus facile, la passe doit faire disparaître les ponts. Il n'empêche : un coup de craie bleue ne peut pas faire de mal !

SYMÉTRIE

Une ellipse est une figure symétrique. Vous pouvez la faire pivoter de 180° autour de son centre, autour de son grand axe ou son petit axe, la figure est inchangée. Aussi est-il tentant de se dire « *peu importe la face sur laquelle je vais fraiser la feuillure, le résultat sera le même* ».

Attention : ce raisonnement est juste dans le monde de la géométrie, mais dans le nôtre, il peut avoir des conséquences bien décevantes. La symétrie de la vitre est apparente, mais il est peu probable que son fabricant se soit soucié de perfection géométrique. Et la méthode produit un ajustage tel qu'un défaut de deux dixièmes rendrait le montage difficile. Alors, établissez bien les arêtes à feuillurer avant fraisage. Et le moment venu, faites l'expérience de rentrer la parclose dans les deux positions possibles : vous verrez que le montage est plus facile dans l'une que dans l'autre. ■

Stabilité défonceuse

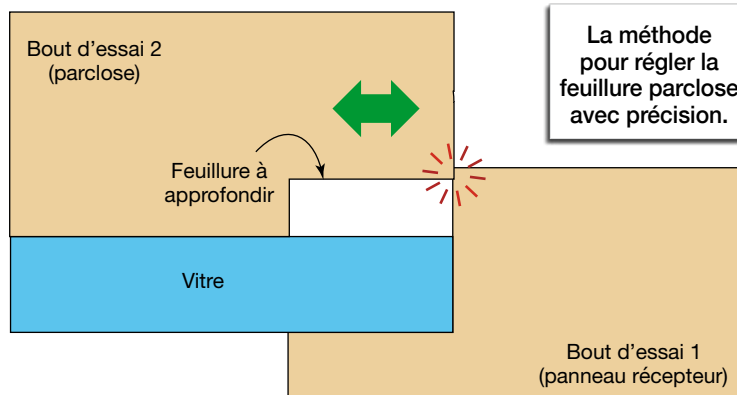
Sur le panneau récepteur, la défonceuse repose sur une petite moitié de sa base. La stabilité est acceptable si vous faites attention. Avec une cale d'appui, c'est plus confortable. Pensez à la chute de ce panneau : sciez-en un quartier. Sur la parclose, la défonceuse est en équilibre précaire. Mais replacer la chute dedans améliore bien. Là aussi, vous pouvez utiliser les chutes comme cale d'appui.

Autre solution pour une stabilité confortable : montez la défonceuse sur une semelle à poignée assez longue pour reposer des deux côtés de la parclose quand vous fraisez à l'extérieur. Si vous n'avez pas de semelle à poignée assez longue, c'est peut-être le moment d'en fabriquer une : ça prend peu de temps et ça sert souvent.



Réglages profondeur

Revoyez le schéma coté de la section, réalisée au début. **Panneau récepteur** : réglez soigneusement, fraisez la feuillure et aussi une petite longueur sur une chute de panneau quelconque. **Parclose** : Réglez par défaut, fraisez une autre chute de panneau. Posez la vitre dans la feuillure de la première chute (*schéma ci-dessous*), la seconde chute sur la vitre, et tentez de passer au-dessus de la première chute. Bien sûr, ça ne se peut pas. Augmentez la profondeur pour régler par approximations successives. Si vous disposez d'un réglage micrométrique de profondeur, c'est le moment d'en profiter ! Une fois le réglage optimal, fraisez l'arête établie de la parclose.



Sens de fraisage

En principe **en opposition**, c'est-à-dire sens horaire pour le **panneau récepteur**, antihoraire pour la **parclose**. Néanmoins, l'arête de la feuillure sera de meilleure qualité si vous faites un léger passage **en avalant**, une caresse pourrait-on dire, avant de finir en opposition.

Moment de vérité

Une fois les feuillures terminées, la parclose doit rentrer dans la feuillure du panneau, juste, mais sans effort.



Une entrée dure ou impossible peut avoir deux causes :

- Diamètre inexact d'un ou plusieurs éléments d'outillage : fraise, guide ou bague.
- Problème de courbure minimum trop faible. En particulier si le périmètre de votre vitre contient des angles vifs. Voir encadré « VITRE AVEC ANGLES » ci-dessous.

Quarts-de-rond

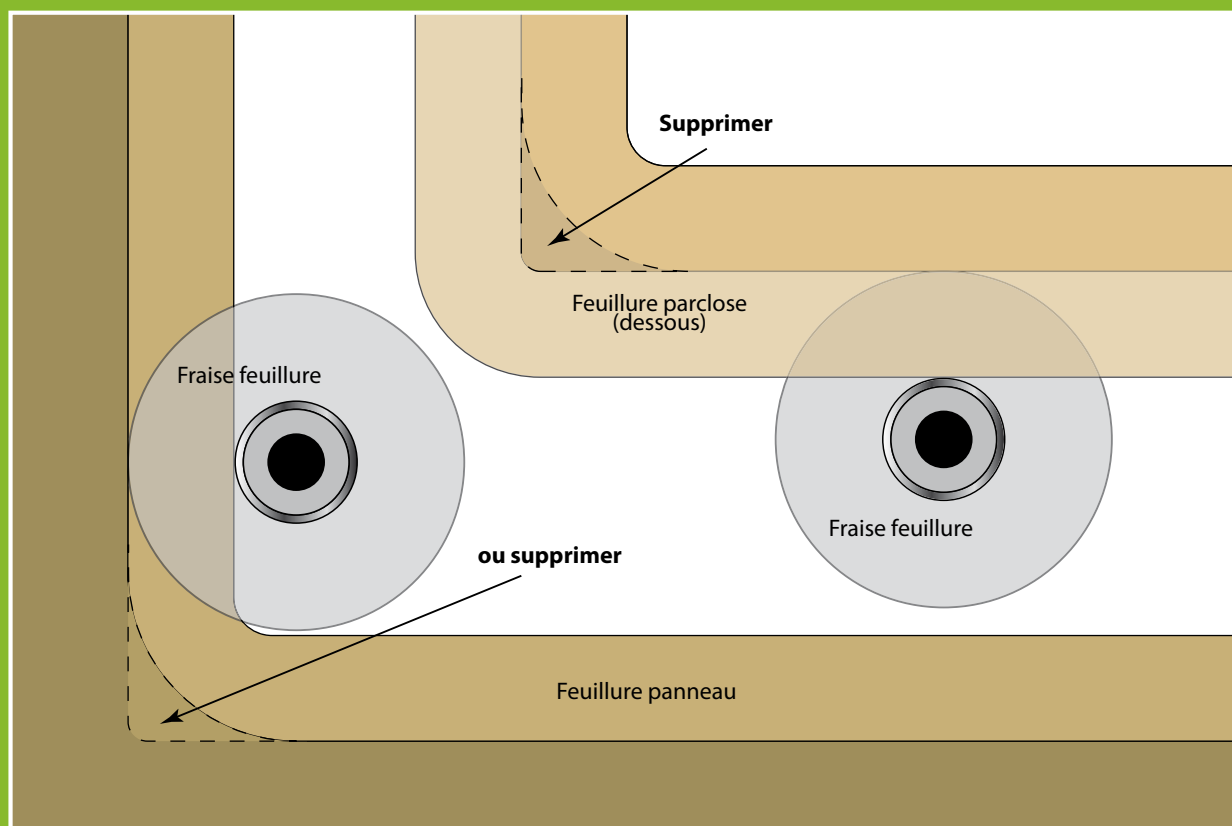
On commence à parler finition : c'est bon signe ! Vous avez trois quarts-de-rond à faire : un sur le panneau récepteur, un à l'extérieur de la parclose et un à l'intérieur. Ils peuvent se faire exactement comme pour les feuillures : défonceuse reposant sur une pièce de support, ou montée sur une semelle à poignée. Le rayon... de courbure des quarts-de-rond est limité par la hauteur disponible :

VITRE AVEC ANGLES

Que se passe-t-il si la vitre a un coin, ou plusieurs ? Sans entrer dans les détails, le découpage au gabarit crée, à l'endroit correspondant sur le **panneau récepteur**, une courbure concave au rayon de la fraise : 4 mm. La fraise à feuillure, passant par-là, crée une courbure concave de son rayon : 17,5 mm (la fraise faisant Ø 35 mm). Côté parclose, c'est assez différent : le fraisage donne une partie convexe de rayon 13 mm, le feuillurage réduit cette courbure à 2 mm : presque un angle. Clairement, ça ne rentre pas. Il faut tailler soit dans la parclose, soit dans le panneau récepteur.

Cette dernière option semble la plus simple. Au crayon, prolongez les deux arêtes droites qui doivent se croiser. Au ciseau à bois, retirez l'arrondi : dégrossissage d'abord, puis finition à ras du tracé. Une opération très classique quand on travaille à la défonceuse. Et là, ça rentre !

Tout de même, quel dommage qu'on n'ait pas inventé les fraises à faire les coins ! ■



il faut que le roulement puisse s'appuyer sur au moins 2 mm de cette hauteur, le quart-de-rond pouvant se faire sur ce qui en reste. Il n'est pas indispensable que les courbures soient les mêmes : le quart-de-rond du panneau peut avoir un rayon de courbure plus important que ceux de la parclose. Pour la même raison, le quart-de-rond intérieur de la parclose peut, si vous le souhaitez, avoir un plus grand rayon que celui de l'extérieur.

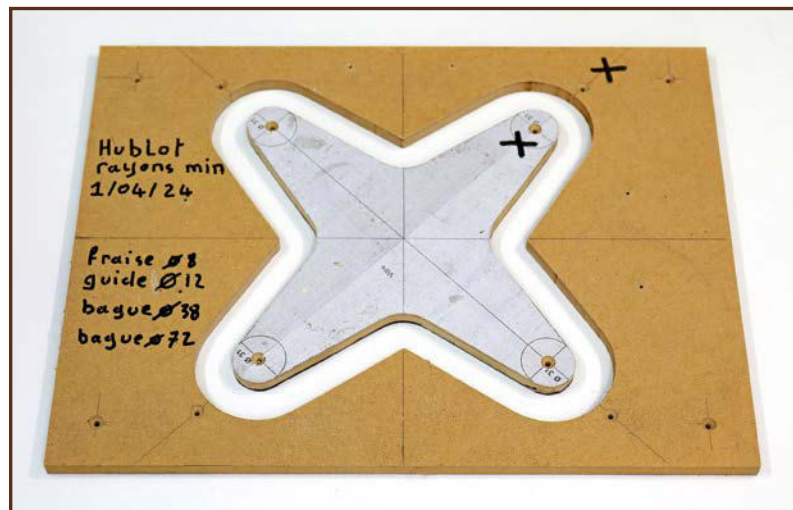
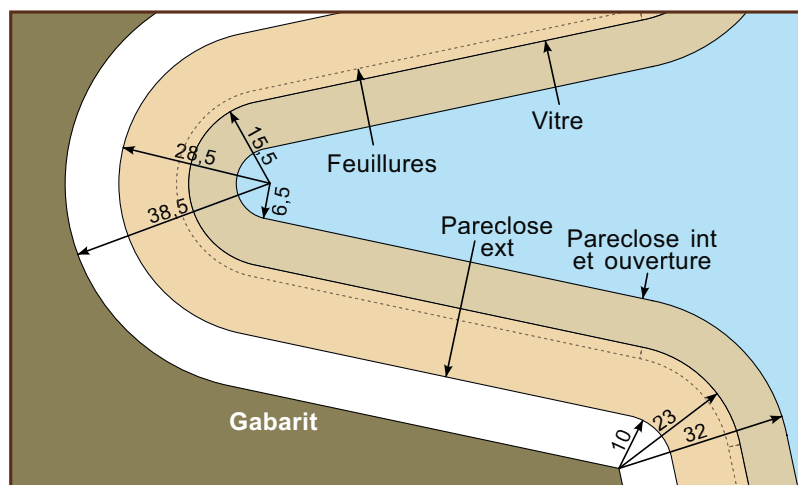
FINITIONS

Vous désirez vernir ou peindre la parclose ? Peindre est d'autant plus légitime que les chants multiplis du CP ne sont pas du goût de tout le monde. Même remarque pour le MDF et sa triste couleur. Mais **attention** : chaque couche de peinture a une épaisseur, et sur les feuillures, ces multiples surépaisseurs pourraient bien rendre difficile, voire impossible, la mise en place de la parclose. Aussi, faites-leur un traitement spécial : préparez une petite quantité de peinture, en ajoutant 10 % de white-spirit à de la peinture glycéro. Passez généreusement les feuillures à ce mélange très fluide, et rechargez à mesure qu'il est bu. Faites cela pendant environ 30 min puis essuyez les feuillures au chiffon ou à l'essuie-mains.

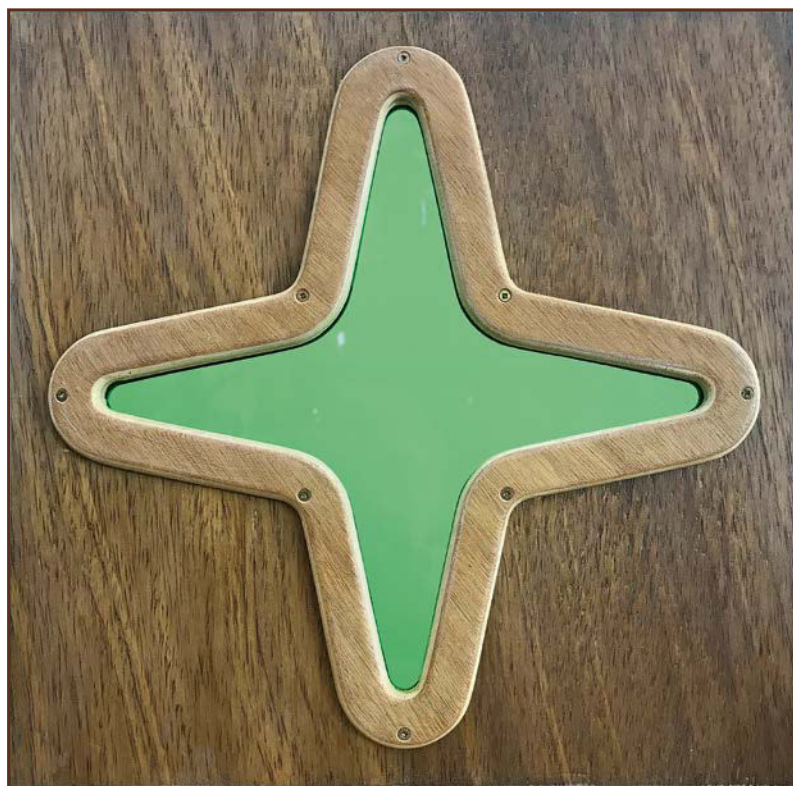
Déborder des feuillures est sans importance, ce serait même une bonne politique de passer au mélange d'impression toutes les surfaces à peindre : meilleure accroche. Attendez 24 h avant de peindre panneau et parclose à la peinture normale, en évitant soigneusement les feuillures.

COURBURES MINIMALES

Vous voulez faire un hublot dont la vitre aurait des formes extravagantes, dont le périmètre pourrait même présenter des parties concaves ? C'est possible, à condition de respecter des rayons de courbure minimaux. Ils se trouvent dans le schéma ci-dessous.



L'essai de hublot aux courbures minimales, sa fausse-vitre et son gabarit.



Sans être impossible, tracer le profil d'une vitre avec des courbures inférieures vous obligerait à des retouches au ciseau ici ou là.

Ce coup-là, il fallait que je l'essaie ! J'ai fait une fausse vitre en panneau, respectant les courbures minimales, fraisé le gabarit correspondant, utilisé ce gabarit pour ouvrir un bout de panneau et tirer une parclose, fraisé feuillures et quarts-de-rond. Puis j'ai acheté un bout de Plexiglas (je l'ai choisi teinté), collé la fausse vitre dessus, et calibré le Plexiglas à la fraise à affleurer (défonceuse à la vitesse de rotation la plus basse). Au montage, pas de problème : ouf ! Je garde la fausse vitre et le gabarit : j'aurai bien l'occasion de faire une porte à oculus, un de ces jours... ■