

Un assemblage de charpente à mi-bois par fraisage complémentaire

Par Bruno Meyer

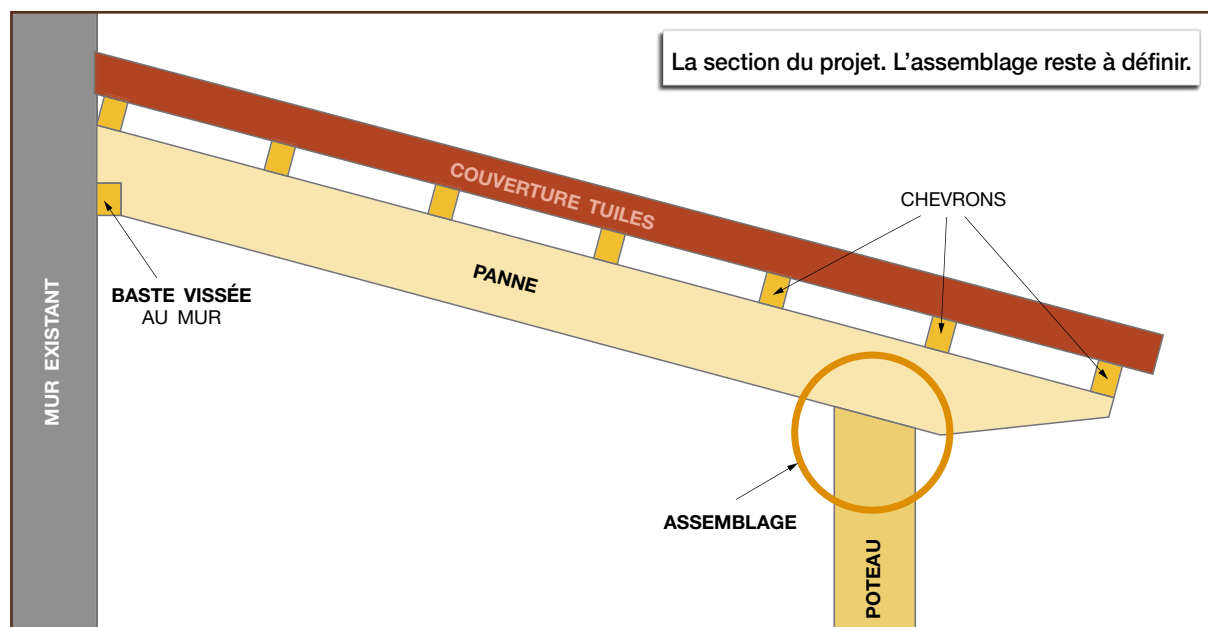
À quoi peut servir le fraisage complémentaire ?
À faire des petites décorations sympas ?
Pas seulement ! L'expérience qui suit montre que certaines techniques basées sur cette nouvelle vision du travail du bois permettent de créer des assemblages innovants, entre autres en charpente.



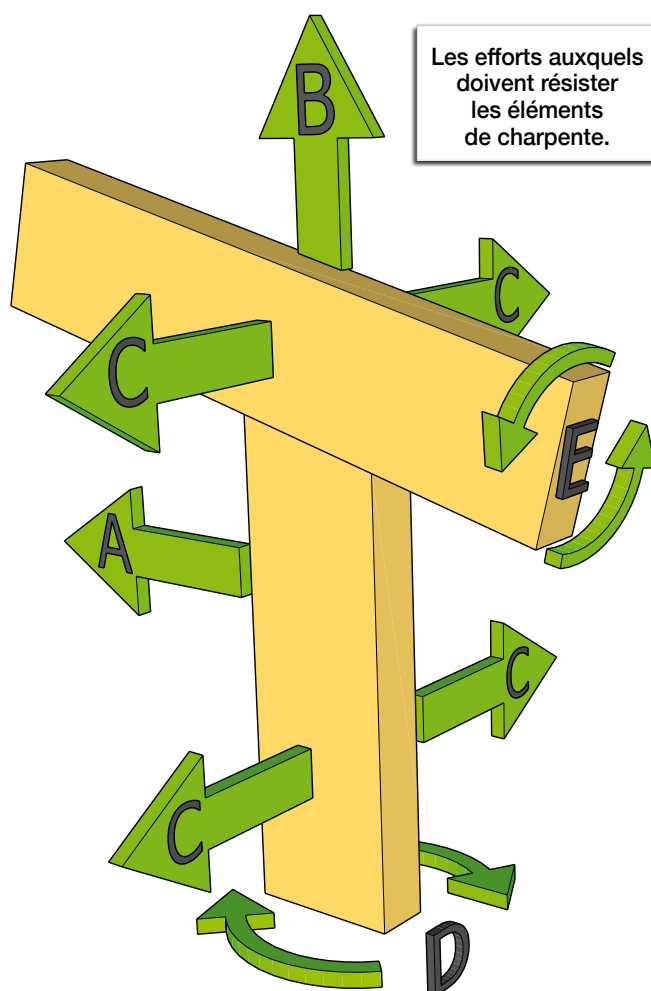
Quand on aime travailler le bois, il n'est pas rare qu'on se retrouve à faire un peu de charpente, même si nos connaissances en la matière sont

relativement limitées. Ce fut mon cas il y a quelques années, quand l'idée est venue dans la famille de construire une cuisine d'été dans le jardin.





Une construction heureusement simplifiée du fait qu'elle s'appuyait sur un mur existant. Les pannes du toit furent fixées à ce mur d'un côté, et soutenues par des poteaux de même épaisseur de l'autre. Les pannes étaient plus longues que la surface utile de façon à créer une avancée de toit mettant à l'abri les poteaux et les plans de travail. La question de l'assemblage entre pannes et poteaux s'est donc vite posée.



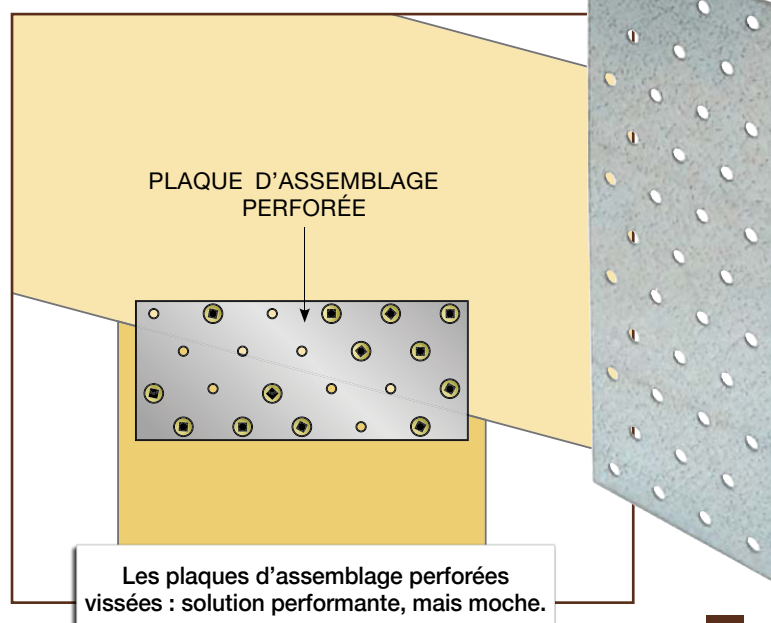
ASSEMBLAGES

Le rôle d'un assemblage est de priver de liberté les pièces assemblées. Dans notre cas (voir schéma ci-contre) :

- A) Le poteau doit rester vertical, quels que soient les efforts auxquels il est soumis.
- B) C'est aussi vrai pour la panne, qui pourrait s'envoler avec le toit par grand vent.
- C) Les deux pièces ne doivent pas pouvoir glisser l'une par rapport à l'autre dans une direction perpendiculaire à leur plan. Si elles le pouvaient, la panne pourrait ne plus être soutenue, et tomber.
- D) Le poteau ne doit pas pouvoir tourner autour de son axe vertical.
- E) La panne doit, elle aussi, rester toujours dans un plan vertical.

Cinq critères, donc. Voici trois solutions possibles :

- **Deux plaques d'assemblage perforées**, vissées de chaque côté, à cheval sur le joint panne-poteau, ce dernier préalablement scié à la bonne hauteur et au bon angle. Très rapide, très solide, très fonctionnel... et très laid !



- **Assemblage tenon-mortaise.** Pour le critère E, et pour pouvoir cheviller sans problème, la longueur du tenon, et la profondeur de la mortaise, doivent être suffisants. Disons 100 mm.
- **Assemblage mi-bois boulonné :** chaque pièce est désépaissie de moitié sur les parties communes. Comme pour le tenon-mortaise, il n'est pas nécessaire que cet assemblage occupe toute la largeur de la panne.

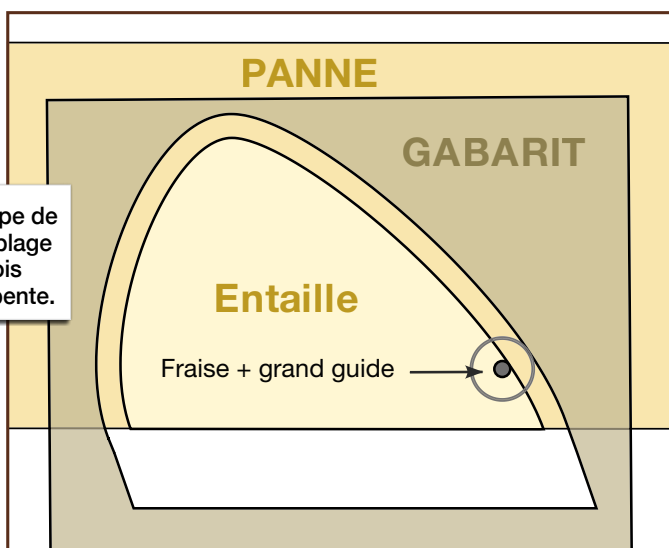
Notons que ces deux derniers assemblages (mais pas le premier) affaiblissent un peu la panne sur sa partie extérieure. Celle-ci étant assez courte et portant peu de poids, la résistance reste suffisante. Il fallait bien faire un choix : ce fut le mi-bois. Et l'idée est venue très vite : pourquoi pas en fraisage complémentaire ?

TECHNIQUE ET OUTILLAGE

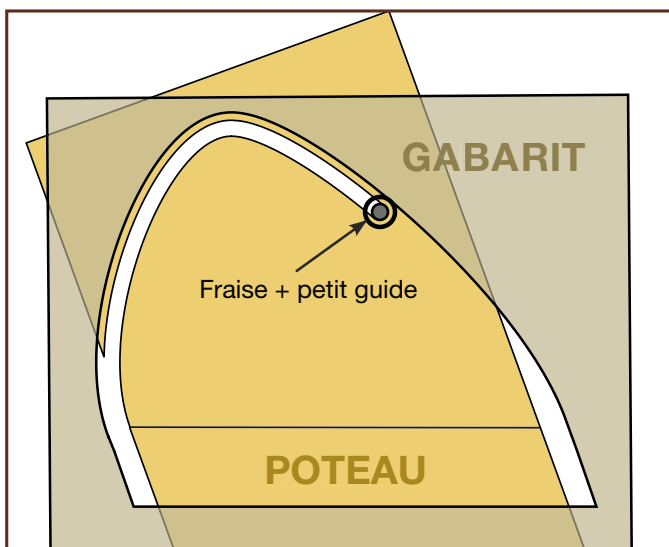
Parmi les différentes techniques de fraisage complémentaires que je connaissais, j'ai choisi celle des inclusions. Elle nécessite un gabarit unique, deux guides et une fraise (voir BOIS+ n° 38).

La technique

Comme dans une inclusion, il est question d'une entaille et d'une pièce à inclure.



Le principe de l'assemblage mi-bois de charpente.



- **L'entaille** est fraisée sur la moitié de l'épaisseur de la panne, avec la fraise et le grand guide, le tout se guidant sur le gabarit.
- **La pièce à inclure** sera l'extrémité du poteau, elle aussi désépaissie de moitié sur la surface de l'assemblage. Elle sera fraisée avec le même gabarit et la même fraise, mais cette fois-ci le petit guide.

Il existe toutefois deux différences majeures avec les inclusions classiques :

1. Le fraisage de l'assemblage est ouvert : l'entaille débouche dans le vide en bas.
2. Les quantités de bois à fraiser sont sans commune mesure : l'entaille de la panne, de 30 mm de profondeur, doit évacuer environ un litre de matière ! À l'évidence, dans notre cas, une petite fraise Ø 5 mm ne conviendrait pas.

Jeu d'outillage

Pour réaliser cet assemblage, il me fallait donc une fraise, et deux guides dont les diamètres correspondaient à la formule suivante :

$$\text{Ø grand guide} - \text{Ø petit guide} = 2 \times \text{Ø fraise}$$

Fraise : elle devait avoir une hauteur de coupe d'au moins 30 mm. La fraise à mortaiser, hélicoïdale Ø 8 mm avec une hauteur de coupe de 40 mm m'a paru idéale !

Guides : j'ai sorti ma collection, et ai trouvé un guide Ø 16 mm et un Ø 32 mm. Ça collait avec la formule ! D'autres choix auraient été possibles : 12 et 28, ou 14 et 30 par exemple. Fabriquer une bague de guide (voir BOIS+ n° 56 p. 54) permet d'utiliser un guide unique de n'importe quel diamètre.



Le jeu d'outillage utilisé.



PROFIL DE L'ASSEMBLAGE

Restait à faire le gabarit, et pour cela, il fallait savoir exactement quel profil de découpe je voulais.

Le profil idéal

Outre qu'il devait suivre une courbe harmonieuse, le profil devait respecter les trois points ci-dessous, qui m'ont paru indispensables pour être conforme aux cinq critères mécaniques de l'assemblage vus plus haut :

- Sa largeur à la base devait bien sûr être égale à la largeur du poteau.
- Sa hauteur devait occuper les 2/3 de la largeur de la panne.
- Sa surface devait faire environ la moitié de la surface du losange commun (losange correspondant à l'intersection de la panne et du poteau).

Tracé du profil

Ce travail, à l'échelle 1, peut se faire sur papier, ou à l'aide d'un logiciel de dessin. Ce qui suit n'est pas tout à fait ce que j'ai fait, car j'ai pas mal tâtonné, mais c'est ce que, maintenant, après quelques déboires, je vous conseille de faire :

- Dessiner la panne, le poteau (avant fraisage), et le losange commun aux deux pièces.
- Tracer la limite en hauteur des 2/3.
- Tracer une courbe à main levée en faisant en sorte que la surface fasse, « au pif », la moitié de la surface du losange. Faites aussi en sorte que cette courbe contente l'œil (en tout cas le vôtre !). Placer le sommet de ma courbe sur l'axe du poteau m'a paru pertinent.
- Le côté bas du losange commun est important, car, au-dessus de ce trait, l'épaisseur du poteau est réduite de moitié. Ce qui crée un épaulement, sur lequel viendra reposer la panne. Ce trait, que j'ai appelé **trait d'épaulement**, est donc un repère

majeur : il faut le prolonger des deux côtés du losange, aussi loin que possible.

- Les côtés du losange commun doivent aussi être prolongés vers le bas. Ils serviront plus tard à positionner le gabarit sur le poteau.

Ce tracé est le profil de l'assemblage. Pour avoir celui du gabarit, j'ai tracé à l'extérieur une courbe parallèle distante de la valeur de la marge d'inclusion **m** :

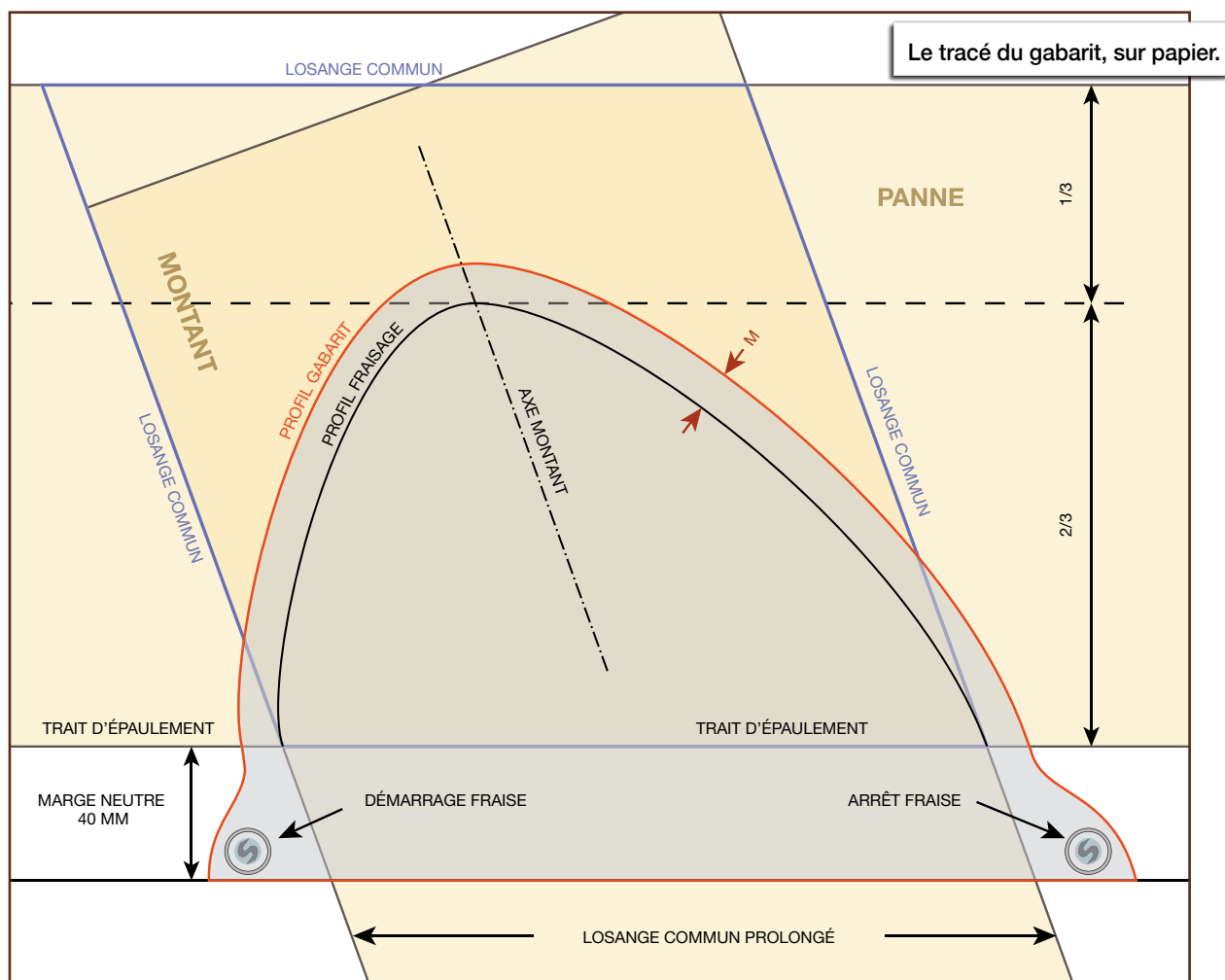
$$m = \frac{(\varnothing \text{ petit guide} + \varnothing \text{ fraise})}{2}$$

$$= \frac{(\varnothing \text{ grand guide} - \varnothing \text{ fraise})}{2}$$

Dans mon cas :

$$m = \frac{(16 + 8)}{2} = 12$$

Pour que toute la courbe soit suivie sur l'entaille de la panne, et que le démarrage et l'arrêt de la fraise se fassent dans le vide, il faut que la lumière du gabarit soit prolongée vers le bas. Je me suis décidé pour un prolongement de 40 mm de large en dessous de l'épaulement. Une idée (qui m'est venue après...) : tracer dans cette zone, à main levée, un profil permettant de disposer de deux emplacements pour démarrer et arrêter la défonceuse sans risque d'endommager le poteau.



GABARIT

Le gabarit a été fait dans du panneau de MDF de 10 mm d'épaisseur. Pour transférer ces tracés sur le panneau du futur gabarit, le plus simple est de coller ce tracé papier ou une copie.

J'ai deux techniques de collage :

- Soit coller à la colle blanche diluée à 50 % avec un double encollage. Le papier gondole, mais se retend au séchage. Ce dernier est long, mais le papier tient bien.
- Soit utiliser la colle en bâton des écoliers. Le papier est alors moins durable, repères et indications peuvent être perdus. Mais la découpe peut se faire juste après.

Comme pour tout gabarit, la découpe peut se faire à la scie sauteuse avec finitions aux râpes abrasives, ou à la scie à chantourner électrique, ou manuelle, avec peu de finitions.

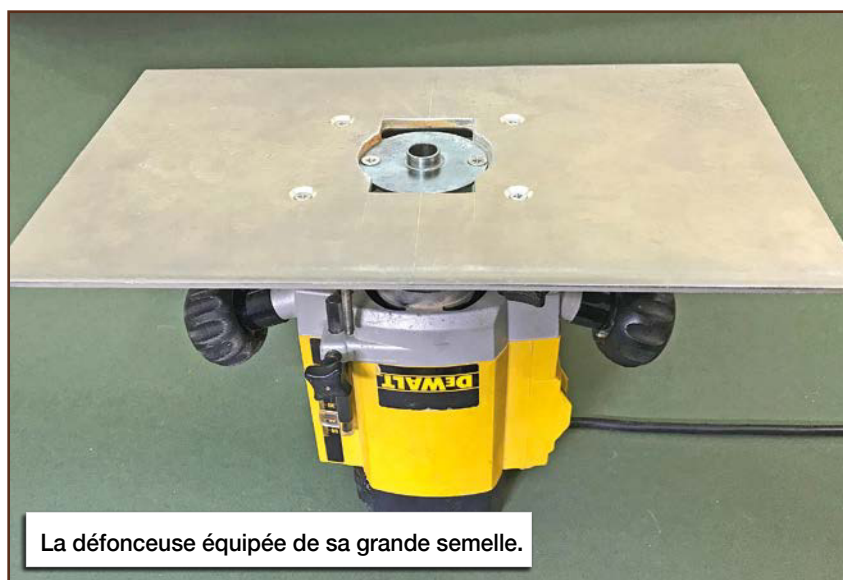
Une fois le profil définitif obtenu, **rabattez à l'intérieur** de l'ouverture quatre repères importants :

- À gauche et à droite, les deux bouts survivants du trait d'épaulement : **repères E**.
- En bas, les limites gauche et droite du poteau, c'est-à-dire le losange commun prolongé : **repères L**.

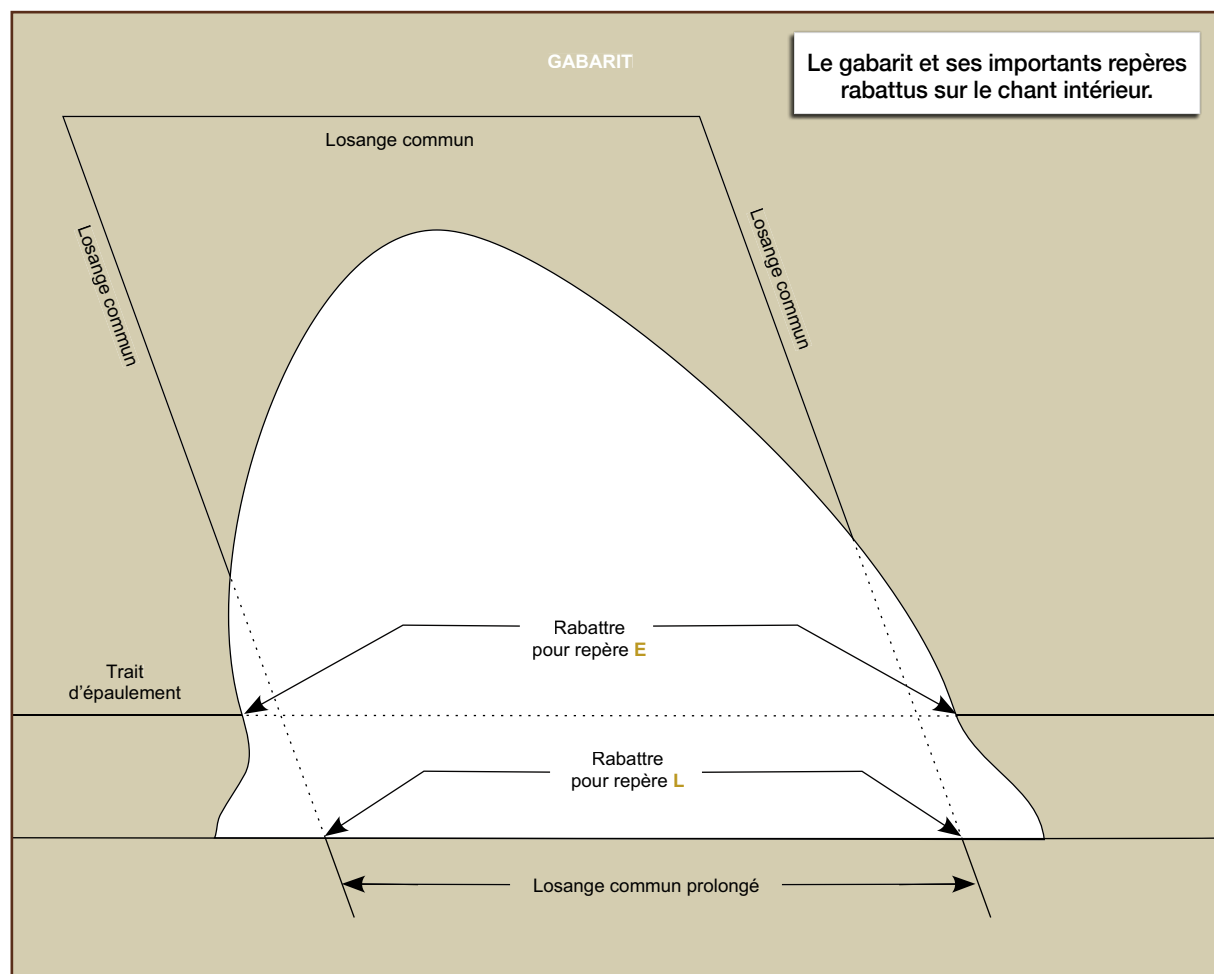
GRANDE SEMELLE

La lumière du gabarit est environ deux fois plus grande que la base de la défonceuse. Or on a besoin de fraiser sur toute la surface, et donc loin

du bord. Il faut donc trouver un moyen de supporter la défonceuse. Une semelle « géante » servant au creusage des plats en bois (voir *BOIS+ n° 28, article « Le creusage »*) aurait été une solution. J'ai préféré utiliser un bout de tôle d'aluminium de récup', de 300 x 200 x 4 mm. Il serait possible d'utiliser du contreplaqué, mais attention : s'il est trop épais, le guide se trouve rentré dans son épaisseur et dépasse peu, ce qui pourrait provoquer un défaut de guidage, endommagerait la pièce, et même le gabarit. Démonter la semelle d'origine réduit légèrement ce problème.



La défonceuse équipée de sa grande semelle.



MI-BOIS À QUEUE D'ARONDE

Un assemblage à mi-bois de charpente peut aussi être une queue d'aronde !

Outre sa beauté, un tel assemblage est très résistant, et donc particulièrement apprécié dans les régions venteuses

où les toits ont tendance à s'envoler. **Mais attention** : il est important que l'assemblage soit **facile à monter** et éventuellement à démonter. Pour cela, il doit présenter un jeu de 0,5 mm environ. Vous pouvez faire en sorte d'obtenir ce jeu, si vous utilisez comme grand

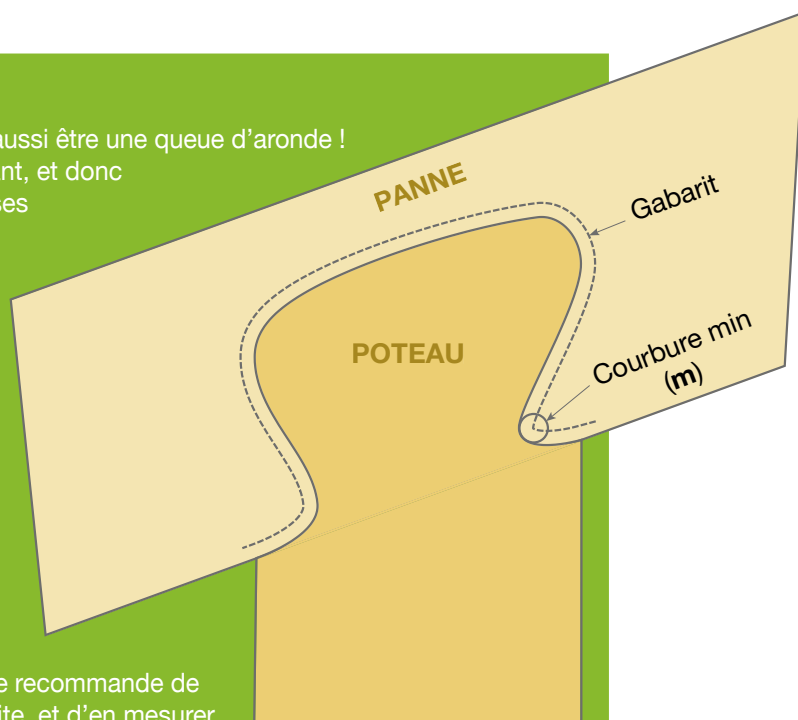
guide une **bague de guide** que vous fabriquerez (voir **BOIS+ n°56**). Cette bague devra avoir un diamètre réduit de 0,5 mm par rapport au diamètre théorique. Mesurez précisément, au pied à coulisse, le diamètre du guide et celui de la fraise.

Pour une fraise hélicoïdale, je recommande de fraiser une petite entaille droite, et d'en mesurer la largeur. Le diamètre de la bague sera alors :

$$\varnothing \text{ bague} = \varnothing \text{ guide} + 2 \varnothing \text{ fraise} - 0,5$$

Avec un guide Ø 17 mm (très courant) et une fraise Ø 8 mm, la bague devrait avoir un diamètre de 32,5 mm.

Au tracé, n'oubliez pas que le rayon de courbure des parties convexes de l'entaille ne peut être inférieur à la marge **m**, égale dans notre cas à 12,25. ■



TRACES

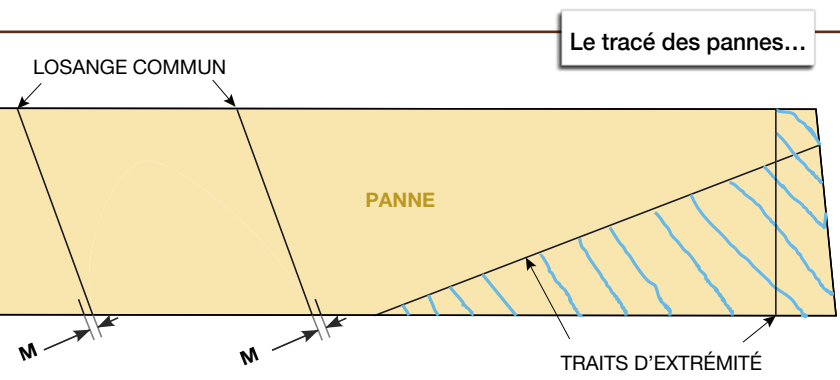
Les pièces définitives doivent être tracées : les coupes d'extrémité, ainsi que les repères concernant l'assemblage.

Pannes

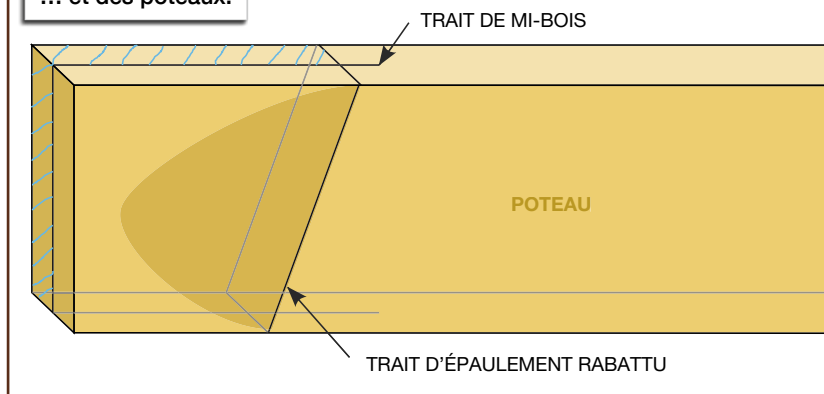
- Tracer les coupes d'extrémité, côté mur et côté extérieur.
- Au niveau du poteau, tracer le losange commun.
- De part et d'autre de ce dernier, tracer deux petites marques, à une distance **m** du losange.

Poteaux

- Tracer le trait d'épaulement, en laissant assez de place pour l'assemblage (3/4 de la largeur de la panne) plus une petite marge.
- Rabattre ce trait sur l'autre face.
- Hachurer clairement la partie du mi-bois qui doit être retirée.



... et des poteaux.



Dans les deux cas, gardez les tombants d'extrémité, que vous scierez au dernier moment. Et n'oubliez pas de tracer les pièces d'essai.

MI-BOIS ET ÉPAULEMENT

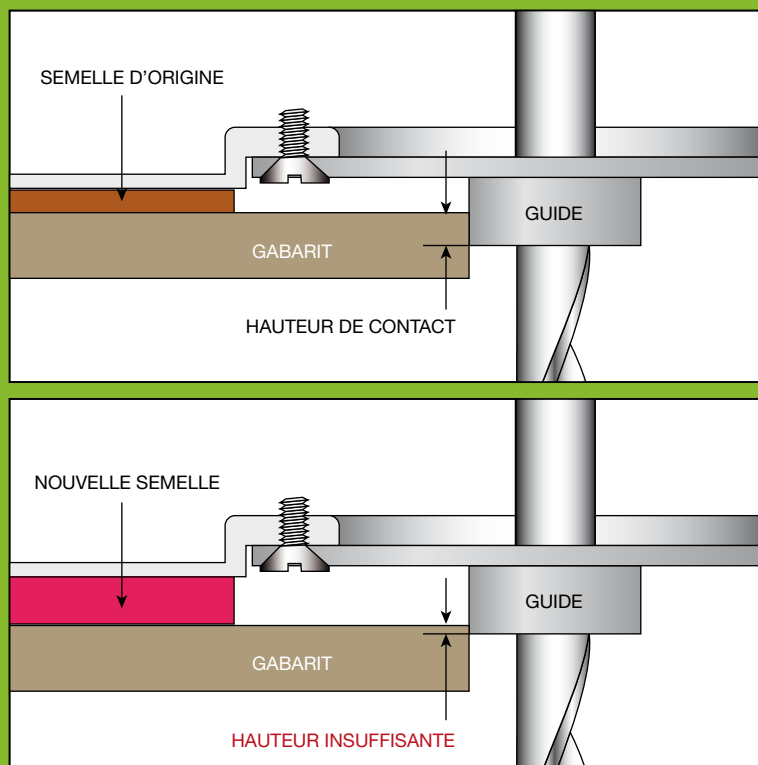
Avant fraisage, il faut exécuter l'épaulement en haut de tous les poteaux, pièce d'essai comprise. C'est-à-dire retirer la moitié de l'épaisseur du poteau au-dessus du trait d'épaulement. J'ai procédé de la façon suivante :

- J'ai préparé une « fausse-équerre » non-réglable, avec les deux premières chutes de panneau qui me sont tombées sous la main. Pas de subtilité : vissées l'une sur l'autre, à l'angle du toit.

FABRIQUER UNE SEMELLE

Si la semelle de votre défonceuse est fixée par des vis, il est tentant de la démonter, et de reproduire ses trous de fixation dans la nouvelle semelle. Mais tracer les trous de fixation d'une semelle est long et hasardeux : malgré tout le soin, les trous ne « collent » pas avec ceux de la base. Heureusement vous pouvez percer avec précision presque sans tracé !

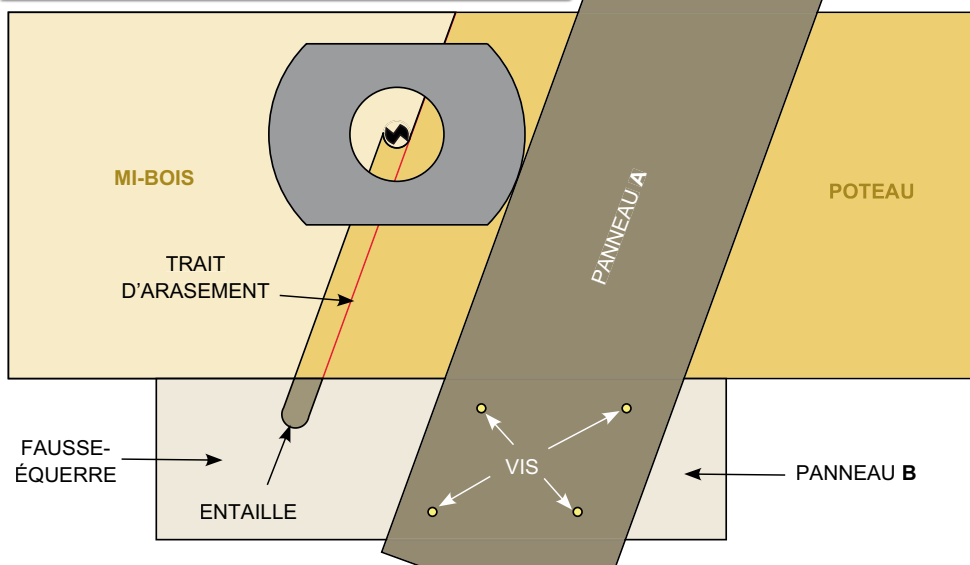
- Démontez la semelle d'origine.
Rangez soigneusement les vis de fixation.
- Fixez la semelle d'origine sur face inférieure de la future semelle, avec de l'adhésif double face. Fraisages des trous de fixation à l'extérieur.
- Établissez la face de la future semelle sur laquelle est fixée la semelle d'origine. Une simple croix au crayon peut suffire.



- Choisissez un foret à centrer, vérifiez qu'il se centre bien dans les trous fraisés de fixation, sans jeu latéral.
- Percez la future semelle avec ce foret, dans chaque trou de fixation. Ces perçages seront automatiquement à la bonne place.
- Avant de retirer la semelle d'origine, tracez la lumière que vous devrez ouvrir dans la nouvelle.
- Après avoir retiré la semelle d'origine, alésez les trous si nécessaire, et fraisez-les côté établi.

Une astuce pour ce dernier point : utilisez votre perceuse à colonne, et réglez préalablement sa butée avec la semelle d'origine. Pour une semelle plus épaisse, les fraisages sembleront nettement plus grands, mais vous pourrez donc utiliser les vis d'origine, qui se visseront exactement comme avec la semelle d'origine. Sans risque de rentrer trop peu et de foirer les taraudages de la base, ni de rentrer trop et de toucher le fond des taraudages borgnes. ■

La fausse-équerre fixe, pour fraiser les épaulements.



- J'ai équipé ma défonceuse d'une fraise droite assez grosse, et ayant une bonne hauteur de coupe.
- J'ai réglé la butée de la défonceuse pour un fraisage à ras du trait de mi-bois, c'est-à-dire pile à la moitié de l'épaisseur du poteau. Un coup de fraise pour vérifier.
- J'ai monté ma fausse-équerre sur le bout d'essai « poteau », pour en fraiser juste le bout. Je serre avec des presses le panneau A de l'équerre, le panneau B étant au contact du chant de la pièce.
- Un coup de défonceuse peu profond tout le long, en travers du fil, base au contact du panneau A. Je prolonge dans la fausse-équerre, la fraise crée une petite entaille dans le panneau B.

- Je recule l'équerre pour que le côté intérieur de l'entaille corresponde au trait d'araselement. Je serre.
- Moteur descendu en butée, je fraise par passes de 3 mm environ, en progressant vers le panneau **A**.
- Après un bon nettoyage, je fais une passe de finition, la base en contact avec le chant du panneau **A**. Le fraisage passe à ras du trait d'araselement.

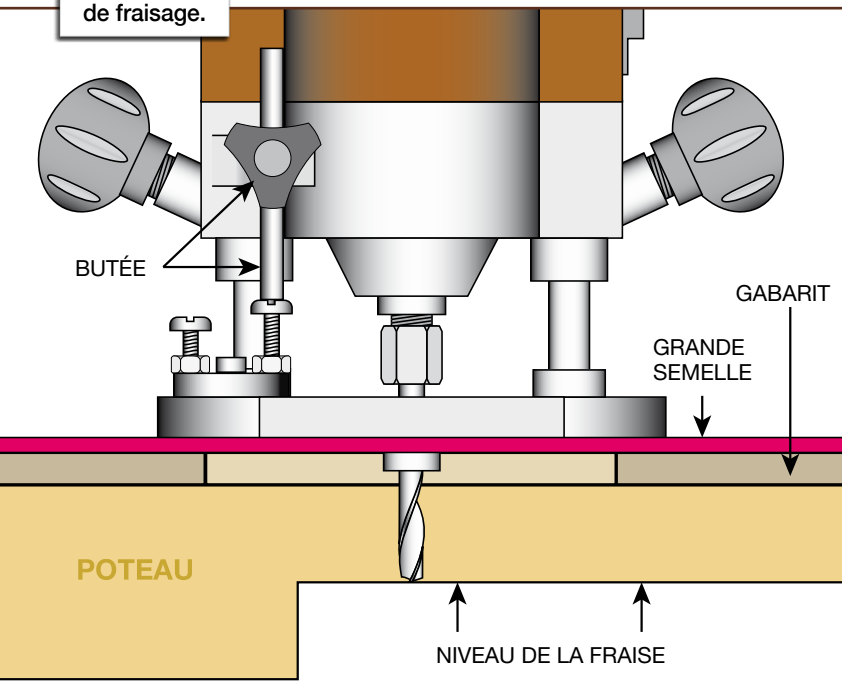
Tous les poteaux sont usinés ainsi, y compris la pièce d'essai « poteau ».

PRÉPARATION DÉFONCEUSE

Pour le fraisage de l'entaille, il faut :

- Monter la fraise Ø 8 mm.
- Monter la grande semelle.
- Monter le grand guide.
- Régler la profondeur de fraisage. Ce réglage se fait défonceuse posée sur le gabarit, ce dernier, posé au-dessus du mi-bois d'un poteau. La fraise doit descendre juste au niveau du mi-bois.

Le réglage de la profondeur de fraisage.



ESSAI

Cette fois je suis prêt ! Je commence bien sûr par un essai.

Pièce « panne »

- On commence par monter le **grand guide** sous la base. Oublier ce petit détail serait fâcheux !
- Fixer le gabarit sur la pièce d'essai « Panne », en respectant les deux critères suivants :
 - Trait d'araselement au niveau du chant de la pièce. C'est à cela que servent les **repères E**.
 - De chaque côté, chant intérieur du gabarit au niveau des traits de marge d'inclusion du tracé de la pièce (les deux traits tiennent juste dans le gabarit !).

- Et tant qu'à mettre des serre-joints, profitez-en pour serrer ensemble gabarit, pièce et établi.
- Poser la défonceuse dans le gabarit, moteur descendu en butée, fraise dans le vide.
- Démarrer, fraiser le périmètre, sens horaire. La fraise hélicoïdale permet ce fraisage profond en une seule passe.

Panne : le fraisage du périmètre.



- La suite consiste à retirer tout le bois délimité par cette première coupe. Je pensais tourner autour du noyau, pour l'user progressivement en avançant (c'est-à-dire en tournant toujours sens horaire). Ça fonctionne, mais c'est long... Alors j'ai haché le noyau en bandes de 10 mm environ, puis retiré le plus gros du bois, en cassant les lamelles au marteau, ou au ciseau quand elles sont trop épaisses, et enfin, fraisé toute la surface pour dresser le fond de l'entaille. Pas très commode : on ne voit rien ! Mais on y arrive. Peut-être trouverez-vous une méthode plus efficace.

Le dégrossissage de l'entaille, à coups de marteau.

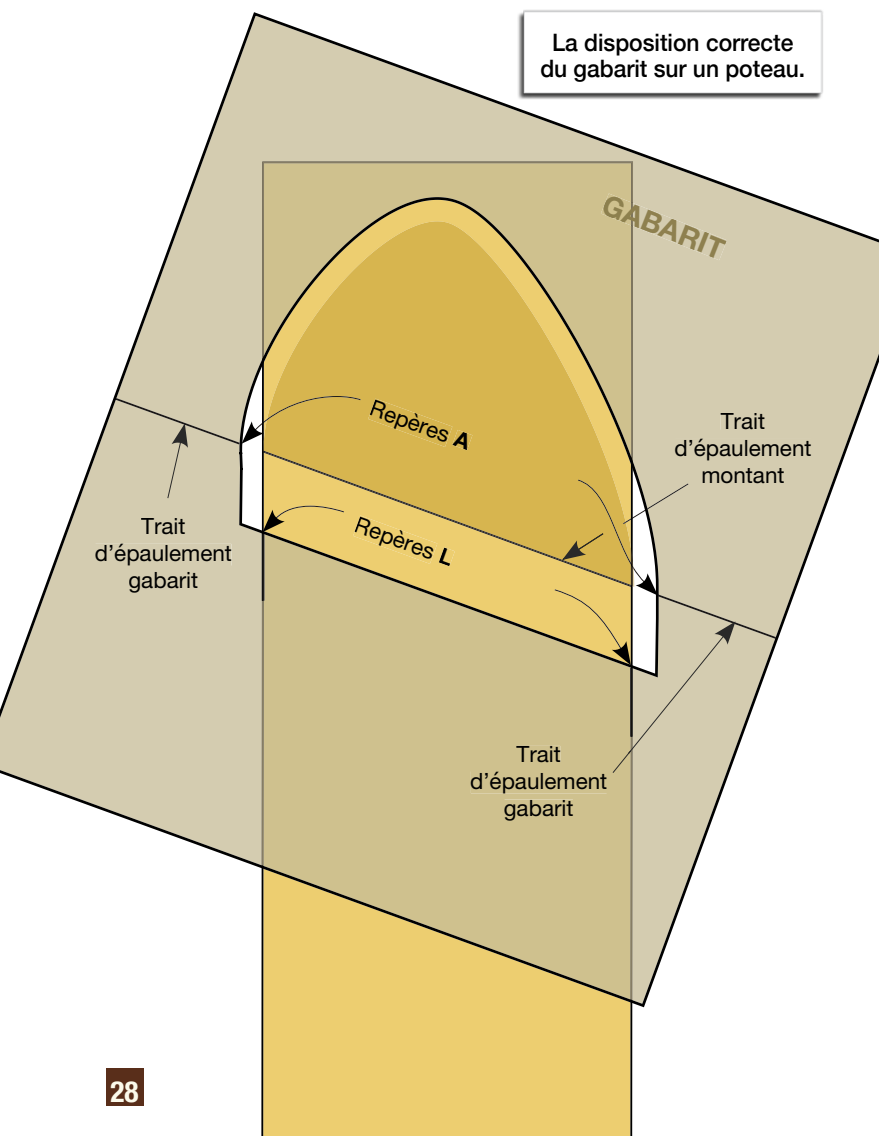




Pièce « poteau »

- On commence par **remplacer le grand guide par le petit**. Oublier ce petit détail serait fâcheux !
- Fixer le gabarit sur la pièce d'essai « poteau », en respectant les deux critères suivants :
 - Les deux repères L correspondant aux chants de la pièce.
 - Trait d'épaulement de la pièce aligné avec celui du gabarit, c'est-à-dire les **repères E**.

La disposition correcte du gabarit sur un poteau.



Pour ce second point, il y a un petit problème : ces repères sont dans le vide ! Solution : j'ai fabriqué, dans du MDF de 10 mm, une languette pouvant rentrer dans le gabarit. Sur cette languette, j'ai collé, bien à fleur, un tasseau de bois plus long. Cette règle peut être posée d'un côté ou de l'autre du trait d'épaulement, et même fixée provisoirement au gabarit par des « pinces à linge » ou de petites presses. Elle doit bien sûr être retirée pour le fraisage.



Une fois le gabarit fixé en place, le fraisage peut se faire. **Attention** : le poteau est l'équivalent de la pièce à inclure. Le fraisage doit se faire sur le périmètre, guide toujours en contact avec le gabarit. Pas question de fraiser à l'intérieur, comme précédemment.



ATTENTION : NE PAS DÉGROSSIR !

Pour le fraisage des poteaux, il serait tentant de dégrossir le fraisage, après un tracé par un moyen quelconque, pour soulager le travail de la fraise. Eh bien ce serait une **très** mauvaise idée ! Car le fraisage se ferait alors **en avalant**, alors que la fraise ne peut pas s'éloigner du bois. Cette configuration provoquerait à coup sûr une **propulsion catastrophique** : les efforts de coupe entraîneraient la défonceuse dans une course rapide et brutale qui pourrait faire beaucoup de dégât. Fraiser dans le sens antihoraire évite ce problème, mais en crée un autre : la défonceuse a alors tendance à décoller du gabarit, ce qui doit être évité à tout prix. Par contre, si vous fraisez en **plein bois**, c'est-à-dire sans dégrossir, vous ne ferez face ni à ce risque, ni à cet inconvénient. ■



Contrôle et boulonnage

Une fois les bouts d'essai terminés, vous n'aurez rien de plus pressé que de rentrer le mi-bois du poteau dans l'entaille de la panne. C'est ce que j'ai fait, et tout collait parfaitement ! Avec un soupçon de serrage, le joint disparaissait, et ne se remarquait plus que par le fil du bois. L'angle poteau-panne résistait au changement : gagné !

L'essai monté : victoire !



J'en ai profité pour faire un essai de boulonnage. Je voulais des boulons légèrement rentrés, écrous et rondelles cachés dans des puits. Voici comment j'ai procédé :

- J'ai tracé trois centres sur l'assemblage, côté poteau. Ni trop près du fraisage et de l'épaulement, ni trop loin pour qu'ils ne soient pas trop proches les uns des autres.
- J'ai percé en Ø 4 mm, aussi profond que je pouvais. Comme mon foret était un peu trop court, j'ai démonté l'assemblage et ai prolongé les percements.
- J'ai équipé ma perceuse à colonne d'une mèche Forstner Ø 22 mm.

- J'ai posé la pièce « panne », entaille en dessous. Moteur arrêté, j'ai descendu la Forstner centre dans un des trois trous, et réglé la butée pour une profondeur de 12 mm.
- J'ai percé les trois puits, jusqu'en butée, mèche Forstner centrée sur les trous de Ø 4 mm.
- Avec des forets à métaux, pièces assemblées, j'ai alésé les trous de Ø 4 en Ø 6 mm puis en Ø 8 mm. Cet alésage progressif donne une meilleure concentricité.

Il ne restait plus qu'à boulonner. Les collets carrés doivent rentrer complètement. Ce qui peut se faire à coups de marteau ou en serrant à la clé.

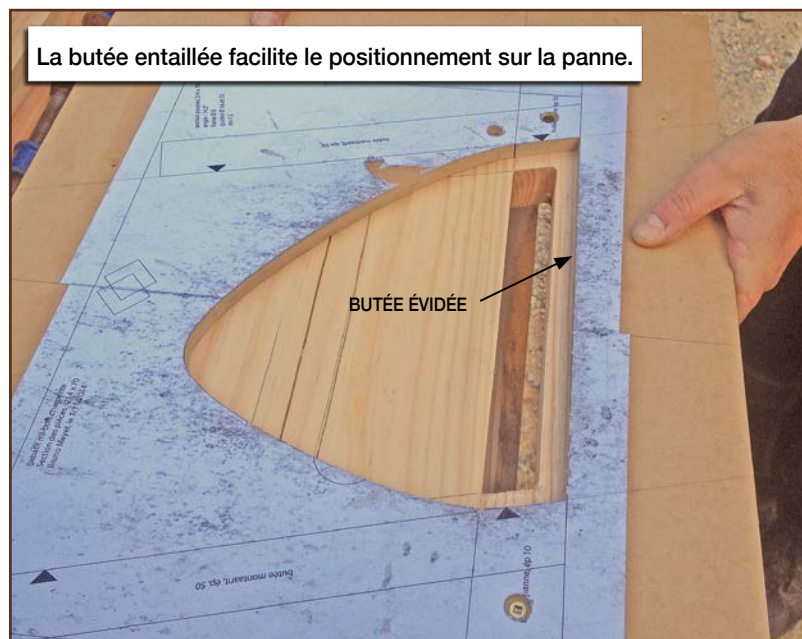
Le boulonnage, écrous et rondelles cachés au fond des puits.



Le vrai travail

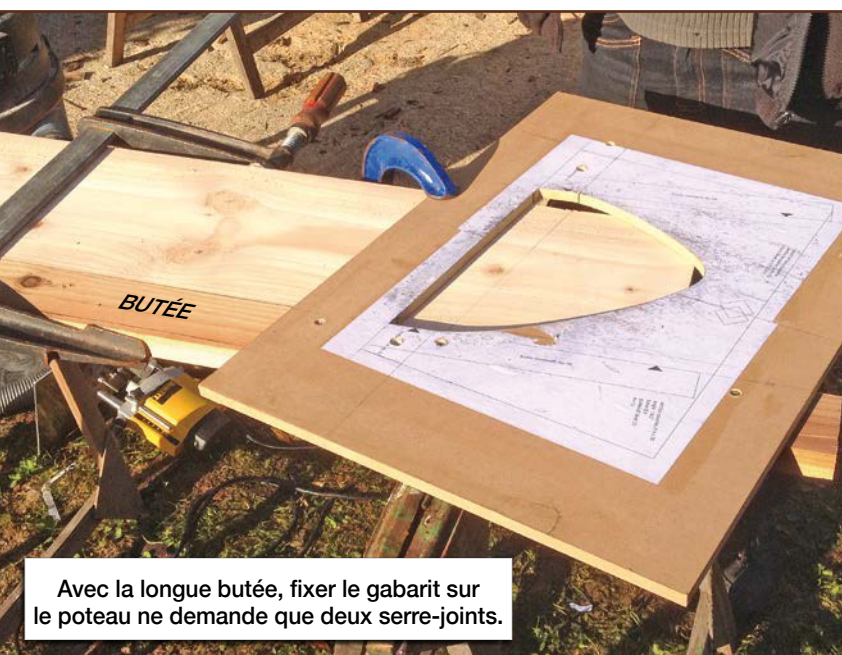
Pour la fabrication des pièces de charpente, des amis désireux d'apprendre cette toute nouvelle technique sont venus m'aider. Ils ne m'ont pas laissé faire un copeau ! Ils ont ajouté à la méthode deux détails astucieux concernant le positionnement du gabarit :

1. Pour le **fraisage des pannes**, ils ont vissé une pièce de bois sous le gabarit, au niveau du trait d'arasement. Cette pièce a servi de butée, alignant automatiquement le trait d'arasement du gabarit sur le chant de la pièce. Mieux : après le premier fraisage, cette butée s'est trouvée évidée, sur une longueur qui faisait exactement la largeur du poteau. Cet évidement a constitué un repère commode à aligner sur le losange commun. Plus besoin de tracer les marges d'inclusion.



La butée entaillée facilite le positionnement sur la panne.

2. Pour le **fraisage des poteaux**, ils ont procédé comme moi la première fois. Mais avant de fraiser, ils ont vissé sous le gabarit une longue butée de bois le long d'un des chants de la pièce. Ce qui a fixé l'angle du gabarit et le positionnement en largeur, rendant beaucoup plus faciles le montage du gabarit comme sa fixation.



Avec la longue butée, fixer le gabarit sur le poteau ne demande que deux serre-joints.

Les choses ont alors été très vite : un jour pour les cinq assemblages mi-bois, un jour pour le montage de la structure, un jour pour la couverture.

Depuis, nous nous retrouvons parfois – trop rarement – pour des moments de convivialité dans cette cuisine d'été, notre œuvre commune. Nous avons remarqué un détail : le joint n'est plus aussi serré que juste après la construction. Mais en hiver, le joint est de nouveau serré. Explication : nous avons fait ce travail en hiver. En été, le bois perd de l'eau et rétrécit, mais seulement dans le sens perpendiculaire au fil. Le poteau perd en largeur, et pas l'entaille de la panne. En hiver, avec l'humidité qui augmente, les pièces reprennent leur largeur d'origine. Conclusion : si vous envisagez un travail similaire, faites-le plutôt pendant la saison sèche. ■



La charpente en cours de montage.