

Inclusions : records battus !

Par Bruno Meyer



Le travail du bois n'est pas un domaine où il est facile d'établir des records. Il en existe, toutefois : la chaîne en bois la plus longue, le copeau le plus fin... En voici deux nouveaux, dans le domaine du fraisage complémentaire : le rayon minimal concave et le rayon minimal convexe !

CONTEXTE

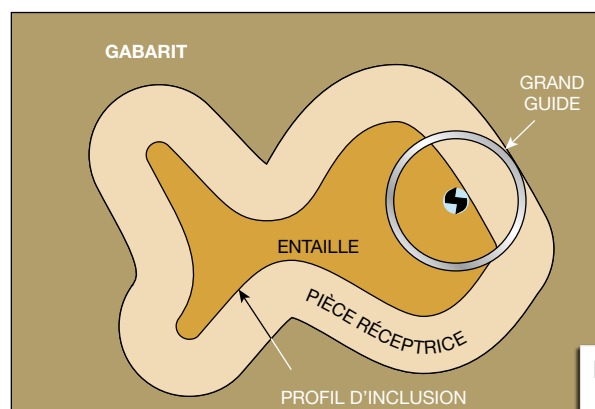
Réaliser une inclusion consiste à fraiser une entaille dans une pièce support avant d'usiner la pièce complémentaire qui va s'insérer dans l'entaille sans jeu. Le travail se fait bien sûr à la défonceuse, à l'aide d'un gabarit, d'une fraise et de deux guides à copier (voir article « Les inclusions » dans *BOIS+* n° 38*). Les diamètres de la fraise et des deux guides à copier sont reliés par la formule suivante :

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

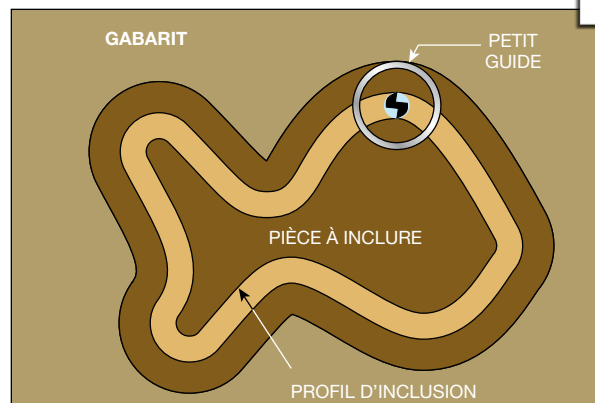
Le profil de la pièce à inclure est sous la contrainte de limites de rayons de courbure :

- Le rayon de courbure des « pointes » de la pièce à inclure, le rayon **minimum concave**, ne peut être inférieur à celui de la fraise :

$$R_{\text{min concave}} = \frac{\varnothing \text{ fraise}}{2}$$



Le principe de l'inclusion.

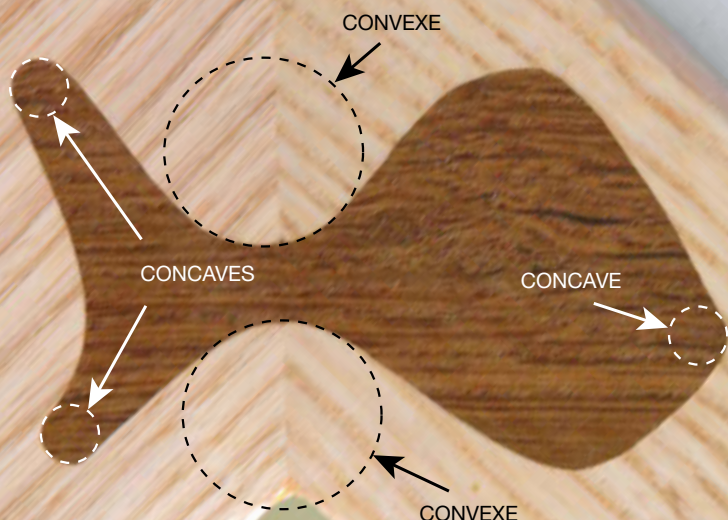


* Article offert dans la version numérique de ce *BOIS+*, sur l'application BLB-bois

- Le rayon de courbure des « pointes » de l'entaille, le rayon **minimum convexe**, ne peut être inférieur à la marge de copiage **m**, c'est-à-dire la distance entre le gabarit et le fraisage :

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

Les deux rayons de courbure minimum.



Note : j'appelle ici « concave » les parties fraisées en rapport avec des parties concaves du gabarit. Idem pour « convexe ».

Ces deux contraintes sont des obstacles à notre désir créatif, et nous, les humains, n'aimons pas ce genre de limites. Aussi, à défaut de pouvoir les abolir, nous pouvons au moins essayer de les repousser le plus possible.

RAYON MINIMUM CONCAVE

La première formule nous indique clairement le chemin à suivre : pour avoir des pointes les plus « pointues » possibles : il faut simplement disposer d'une fraise du plus petit diamètre possible. Quelles sont les plus petites fraises du marché ? J'ai trouvé chez les fabricants américains une fraise carbure en $\varnothing 1/8$ de pouce, soit 3,18 mm.

La fraise $\varnothing 1/8$ et sa douille de conversion.

C'est une fraise hélicoïdale, en carbure massif. Sa queue étant aussi dans ce petit diamètre une douille de conversion 3,18 – 6,35 est fournie. Les pinces de défonceuse pour queues de 6,35 sont assez faciles à se procurer, même chez des fournisseurs français. Je l'ai donc achetée, et essayée, avec succès.

En continuant de fouiller les catalogues, j'ai trouvé des fraises de 1/16, (1,59 mm), soit la moitié de la précédente. Ces fraises, utilisées sur des défonceuses numériques, doivent être changées souvent, et sont donc vendues par paquet de dix et pour un prix très modique, ce qui ne gâche rien ! Leurs queues sont aussi en 3,18 : pas grave, j'ai la douille de conversion.



Des fraises minuscules, fragiles mais économiques.

Le record du plus petit rayon concave s'établit donc à 0,795 mm !

RAYON MINIMUM CONVEXE

Le rayon convexe est égal à la marge de copiage :

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

Il faut donc minimiser chacun des deux diamètres de la formule. Pour la fraise, je considère que c'est fait ! Quid du petit guide ? Vu ce que propose le marché, il va falloir le fabriquer.

Avec ma tête en métrique, je me suis dit qu'une queue de 3,18 devait facilement passer dans un trou de $\varnothing 4$ mm, en montant le guide raisonnablement centré. Et qu'un guide en $\varnothing 5$ pouvait être percé

en Ø 4 mm : les parois feraient 0,5 mm d'épais, c'est fin, mais l'effort appliqué dessus n'est pas énorme.

Ø petit guide = Ø 5

Et donc **m = 3,295**

Voilà qui devrait nous changer de la marge de 11 mm du classique $27 - 17 - 5$!

Avec ces dimensions, le grand guide devrait faire :

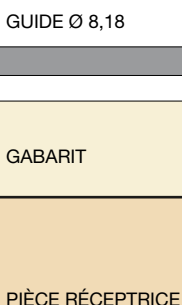
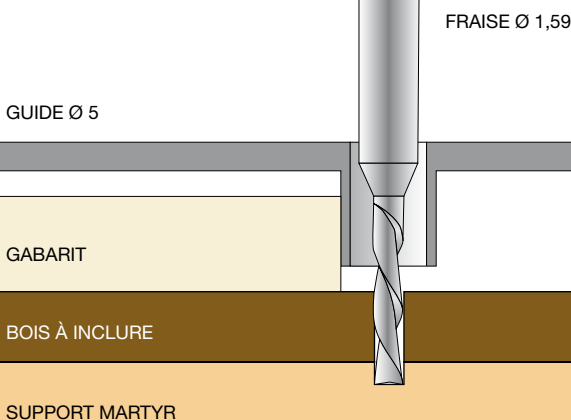
**Ø grand guide = Ø petit guide + 2 x Ø fraise
= 8,18**

Bien ! Restait à me procurer de tels guides.

GUIDES À COPIER

Je suis allé frapper à la porte d'une entreprise de mécanique générale près de chez moi, et j'y ai trouvé un tourneur qui a accepté de me fabriquer ces guides, pour 20 € pièce. Je lui en ai demandé un troisième de Ø 11,35, pour pouvoir utiliser aussi la première fraise achetée, en Ø 3,18, avec le guide Ø 5 comme petit guide.

Les deux guides à copier et leur marge.



Les trois guides de petit diamètre.



PROFIL ET GABARIT

Restait à concevoir un profil et à en faire un gabarit. J'ai tracé plusieurs profils avec les courbures minimums, goûtant à la nouvelle liberté que leurs petites valeurs me procuraient. J'en ai choisi un en forme de flèche pour réaliser le gabarit.

Les fraises en Ø 1,59 font 12 mm de long. Pour le gabarit, pas question d'utiliser l'habituel MDF de 10 : trop épais. Je voulais aussi que la défonceuse glisse bien dessus. J'ai choisi du panneau de polypropylène de 5 mm d'épaisseur, un plastique assez dur et pas trop cher, que l'on peut trouver en grande surface de bricolage. La découpe à la scie à chantourner ne pose pas de problème particulier, à condition de faire travailler la scie en vitesse réduite.

FRAISAGE

Le moment tant attendu ! J'ai farté la semelle de la défonceuse à la bougie pour avoir une bonne glisse. La pièce à inclure s'est faite classiquement, avec le guide le plus petit (Ø 5 mm), dans une lamelle de bois de 4 mm d'épaisseur collée sur un martyr avec une feuille de papier intercalée. RAS !

Le fraisage de la pièce, avec le gabarit en plastique.



« IMPRIMEZ » VOS GUIDES À COPIER !

Vous avez besoin d'un guide de diamètre introuvable ? À défaut de trouver un tourneur fraiseur près de chez vous, vous pouvez les faire par impression 3D.

Pour cela :

1. Créez un profil numérique avec un logiciel de modelage. Par exemple SketchUp, bien connu des boiseux.
2. Toujours avec SketchUp, créez une exportation en STL (pour stereo-lithography) Notez que cette exportation n'est disponible que dans la version payante du logiciel..
3. Choisissez un « slicer » : un logiciel qui « découpe » virtuellement l'objet à imprimer (en STL) en fines tranches. Ils s'appellent Bambu Studio, Cura ou Orca Slicer, et sont en général gratuits. Le résultat de leur travail est un document en G-Code, qui renferme les ordres donnés aux divers servomoteurs de l'imprimante 3D.
4. Chargez le G-code sur une carte mémoire, et rentrez-la dans l'imprimante 3D. Après un temps de chauffage, elle va reproduire sur son plateau la première tranche de l'objet, en plastique fondu, qu'elle produit à partir d'un gros fil de plastique en bobine. Puis elle imprimera la seconde couche, puis toutes les couches suivantes, jusqu'à obtenir ainsi l'objet complet.

Une fois refroidi, décollez votre guide et montez-le sous votre défonceuse.

Où trouver une imprimante 3D ? Vous pouvez en acheter, en louer, en fabriquer ou en emprunter. Un conseil : rendez visite aux fablabs des environs, il y en a dans toutes les grandes villes. Outre les machines mises à disposition, vous y apprendrez leur maniement et celui des différents logiciels afférents. Vous pouvez aussi faire appel à des entreprises spécialisées, qui impriment à façon.

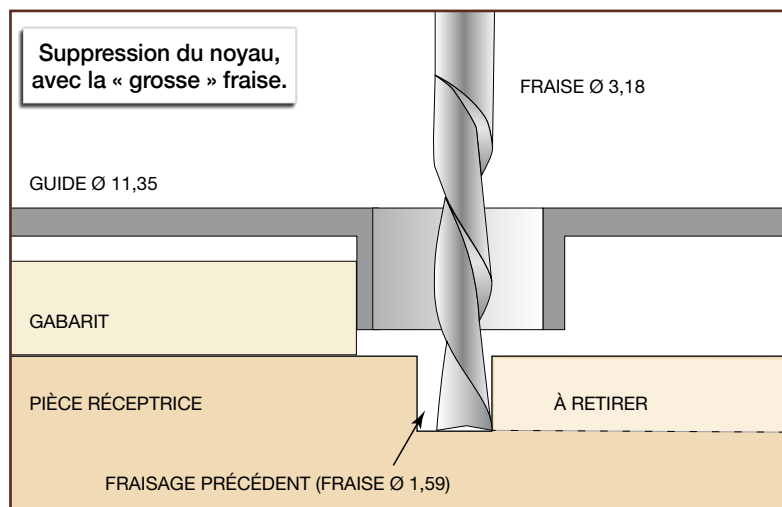
Quel plastique utiliser ? Le plus courant, le plus facile, le moins cher s'appelle PLA, pour poly-lacto-acétate. Les intérieurs de nos réfrigérateurs sont faits de cette matière. En plus, ce plastique est biodégradable. Il est rigide, ce qui est une bonne chose pour un guide à copier. ■

Entaille : changement de guide pour le Ø 8,18 mm. Le périmètre s'est fait sans problème. Pour le noyau, j'ai fait comme j'avais l'habitude : en avalant, tout en pressant la fraise pour qu'elle entraîne la défonceuse. J'ai eu tort : la fraise a cassé.

J'ai donc dû trouver une autre méthode. Plutôt que remettre une fraise identique, j'ai monté la première fraise achetée : Ø 3,18 mm, et changé le guide pour le plus grand, Ø 11,35 mm. Il se trouve que la fraise mange le noyau sans toucher à la première passe. Je m'en souviendrai ! Un tour, puis fraisage du noyau par une série d'aller-retour. Avec cette fraise plus résistante, j'ai pu finir l'entaille. Après un léger chanfreinage de la pièce à inclure à l'abrasif, l'insertion s'est faite sans problème.

CONCLUSION

Ça sert à quoi, tout ça ? À tester la résistance des fraises de petit diamètre, et savoir ce qu'on peut leur demander et ce qu'on ne peut pas. C'est une expérience utile pour tous les boiseux.



Pouvoir réaliser des inclusions avec des courbures aussi petites est tentant – je sais qu'un jour je le ferai dans un travail concret.

Une dernière chose : les records sont faits pour être battus. Je serais enchanté que ceux-ci tombent. ■