

Construction d'un pavillon 15 cellules en bois

Ce document est largement inspiré par cet article de Petter Persson :

<https://www.diyaudio.com/forums/multi-way/136964-construction-multicell-horn.html>

Ce pavillon n'est pas une copie du Altec 1505. Il a une forme exponentielle avec $M=6,8$

Je décris ici ma fabrication sans prétentions qui diffère sur certains points de l'article original. Je précise qu'il faut être un bon bricoleur et avoir beaucoup de temps et de patience pour cette réalisation.

Matériel utilisé

- Outillage électroportatif courant
- Scie circulaire sur table (même bas de gamme)
- Ponceuse à bande
- Scie à ruban si possible
- Défonceuse montée sous table
- Fraise de défonceuse 45° à guidage par roulement
- Serre joints en métal et en plastique, pinces à linge
- Cutter
- Contreplaqué de bouleau 3 mm (j'ai utilisé des plaques de 400x600 mm). Vérifier au pied à coulisse que toutes les plaques fassent la même épaisseur, il m'est arrivé d'en recevoir en épaisseur de 30/10 puis 34/10 et je m'en suis aperçu que lorsque j'ai eu des problèmes...
- Liège en rouleau 4mm
- Colle à bois blanche à prise progressive
- Colle liquide néoprène

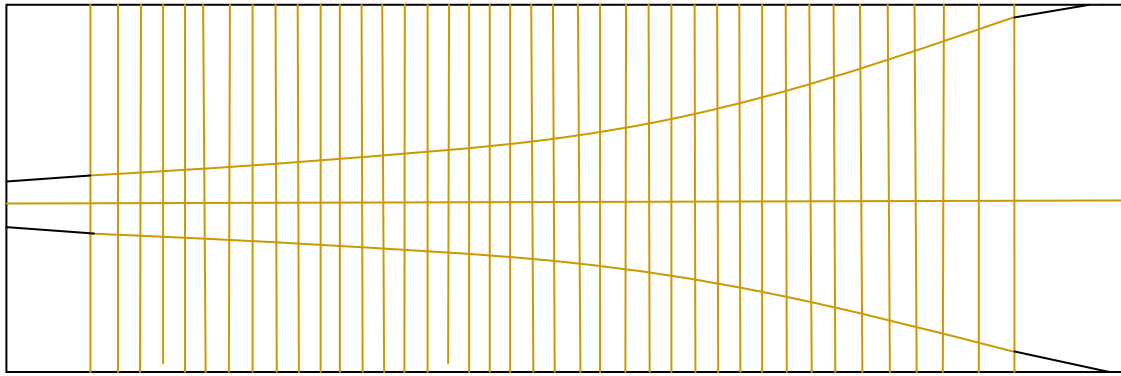
Fabrication du gabarit

Différence avec l'original :

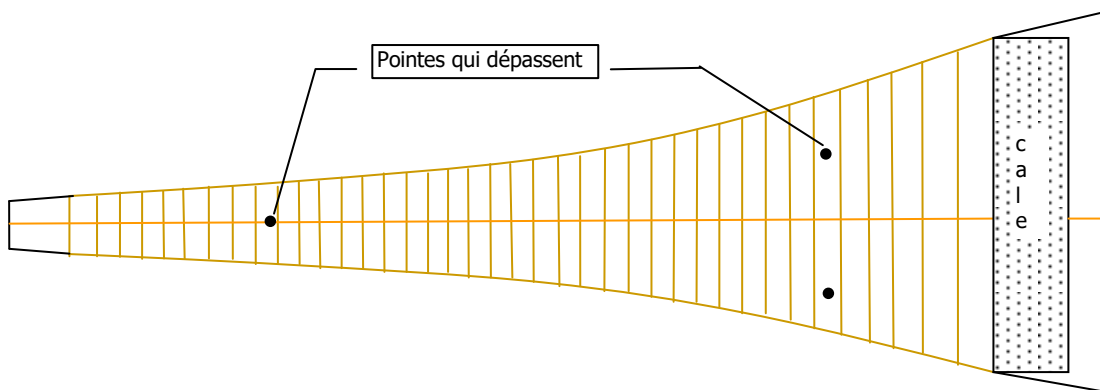
- *la longueur d'un côté de cellule (à plat) est de 60cm*

La réalisation des côtés des cellules se fait à l'aide d'un gabarit en bois dur de 15mm d'épaisseur environ. Ce gabarit a la forme exacte du côté **extérieur** d'une cellule. Sa longueur est environ 4 à 5 cm de plus à chaque extrémité que la longueur d'une cellule afin que la fraise ne rentre pas trop brutalement dans le CP de bouleau. Les 2 côtés sont recouverts d'une bande de champ thermo collante pour renforcer ces deux côtés. Il faut donc tenir compte de l'épaisseur de cette bande soit $0,5+0,5=1\text{mm}$ (selon la marque). La courbure du gabarit est donnée par la feuille excel de Petter.

- Sur la face d'un contreplaqué de 15mm d'épaisseur, de 15cm de large, 70cm de long, tracer l'axe de symétrie longitudinal d'un côté de cellule.
- À partir de 5 cm d'une extrémité, tracer une perpendiculaire sur la largeur
- À partir de l'intersection de cette perpendiculaire avec l'axe longitudinal tracer sur l'axe une perpendiculaire pour chaque point « Distance on the mold » du fichier excel. Tracer les extrémités de la cellule en utilisant la colonne « Half physical mold width due to 3 mm ply thickness » (ce sont les points situés sur la courbe exponentielle). **Le fichier excel ne tient pas compte de l'épaisseur des bandes de champ.**
- Relier avec un crayon les points repérant les côtés de la cellule, on obtient la forme exponentielle de la cellule
- Prolonger jusqu'au bord la forme exponentielle à main levée (ou à la règle) à chaque extrémité

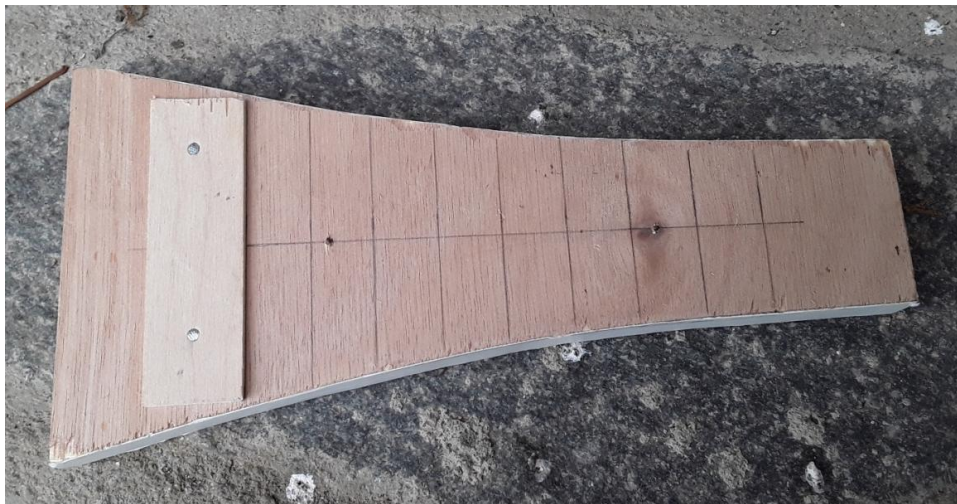


- Découper à la scie à ruban (ou sauteuse par défaut), poncer les champs, coller une bande de champ thermo colle sur les deux grands côtés
- Clouer une cale en CP de 3mm le long de la perpendiculaire origine des distances
- Clouer 2 ou 3 pointes sur l'autre face du gabarit de façon à ce qu'elles dépassent un peu (2mm) sur la face où est clouée la cale, elles permettront d'agripper les feuilles de CP à fraiser



Remarques :

- L'idéal serait de fabriquer le gabarit avec une imprimante 3D, cela donnerait une bien plus grande précision au gabarit.
- La cale doit être exactement perpendiculaire à l'axe de symétrie du gabarit
- La symétrie du gabarit dépend du soin apporté à sa réalisation, elle doit être aussi parfaite que possible. Petter utilise une méthode avec l'utilisation d'une fraise à copier. Il réalise un demi côté et le reproduit de façon symétrique.
- Je n'ai pas de photo du gabarit mais je montre le gabarit réalisé pour fabriquer l'adaptateur reliant le 15 cellules à la compression, c'est le même principe



Réalisation des 120 côtés des cellules

J'ai fabriqué une petite table pour monter la défonceuse. La défonceuse y est fixée avec la gâchette bloquée en position marche à l'aide de fil électrique, donc **très dangereux, prudence**.

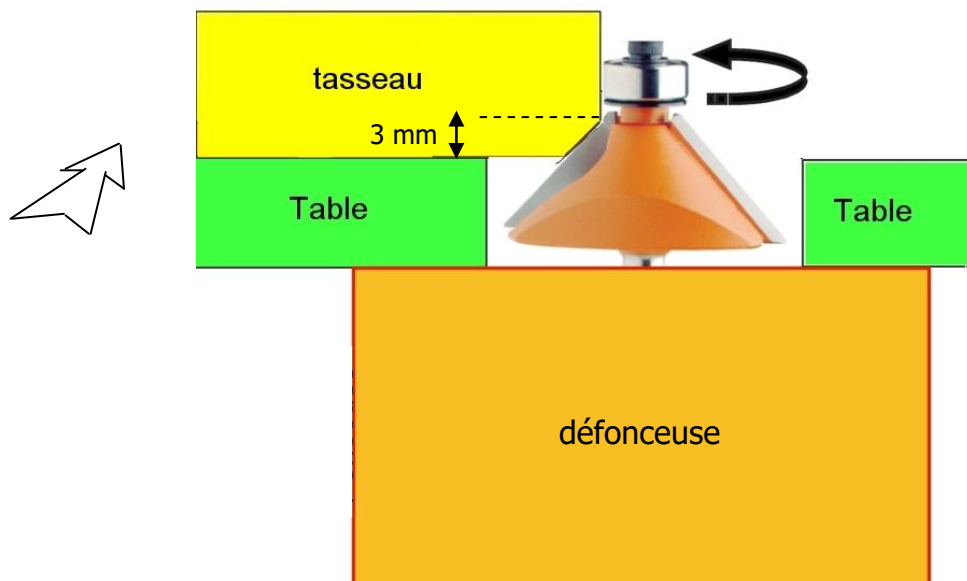
Une fraise 45° à guidage par roulement est montée :



Le sens de rotation est dessiné sur la table, on devra pousser le CP « contre » le sens de rotation.

Réglage de la hauteur de la fraise :

On utilise une chute de tasseau en bois. On avance doucement le tasseau contre le roulement de la fraise, la hauteur du chanfrein doit être de 3mm



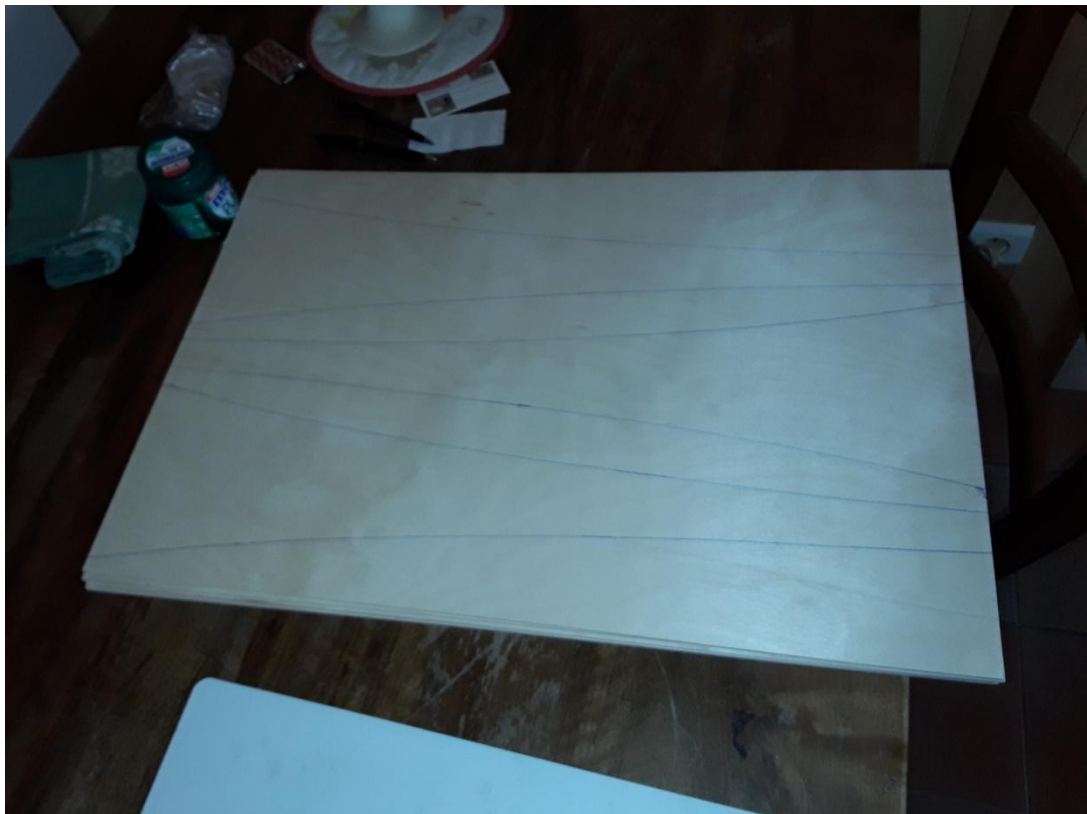
Fabrication du premier côté

- Poser le gabarit à plat sur une feuille de CP, mettre la cale en butée contre le bord de la plaque.
- Dessiner les deux côtés du gabarit sur la plaque
- Retirer le gabarit
- Couper en laissant une marge d'à peu près 5 mm (le côté est donc plus large d'environ 1cm)
- Fixer le côté sur le gabarit en butée contre la cale et taper doucement pour agripper le côté sur les pointes du gabarit
- Passer doucement les deux côtés à la défonceuse en faisant attention à ce que l'on fraise « contre » le sens de rotation

Ce premier côté modèle va servir pour tracer tous les côtés

Fabrication de 120 côtés

Prendre une plaque de 400x600 et tracer 3 côtés à l'aide du modèle



Le découpage des plaques est assez fastidieux. J'ai utilisé une scie à ruban chez un professionnel. L'utilisation d'une scie sauteuse est possible mais il faut une lame à fine denture et beaucoup de temps... Les côtés doivent être découpés en laissant un peu de marge autour, cette marge n'est pas forcément régulière.

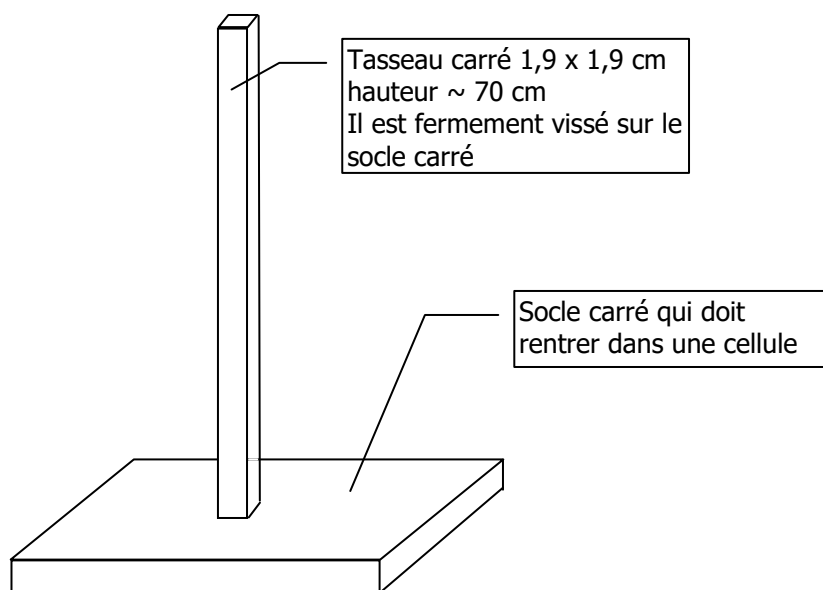
Chaque côté doit être ensuite passé à la défonceuse, bruit et poussière garantis !

Les côtés sont ensuite enduits (**face interne** de la cellule) de 2 couches espacées de 24h d'huile de parquet incolore (on peut faire autrement bien sûr)

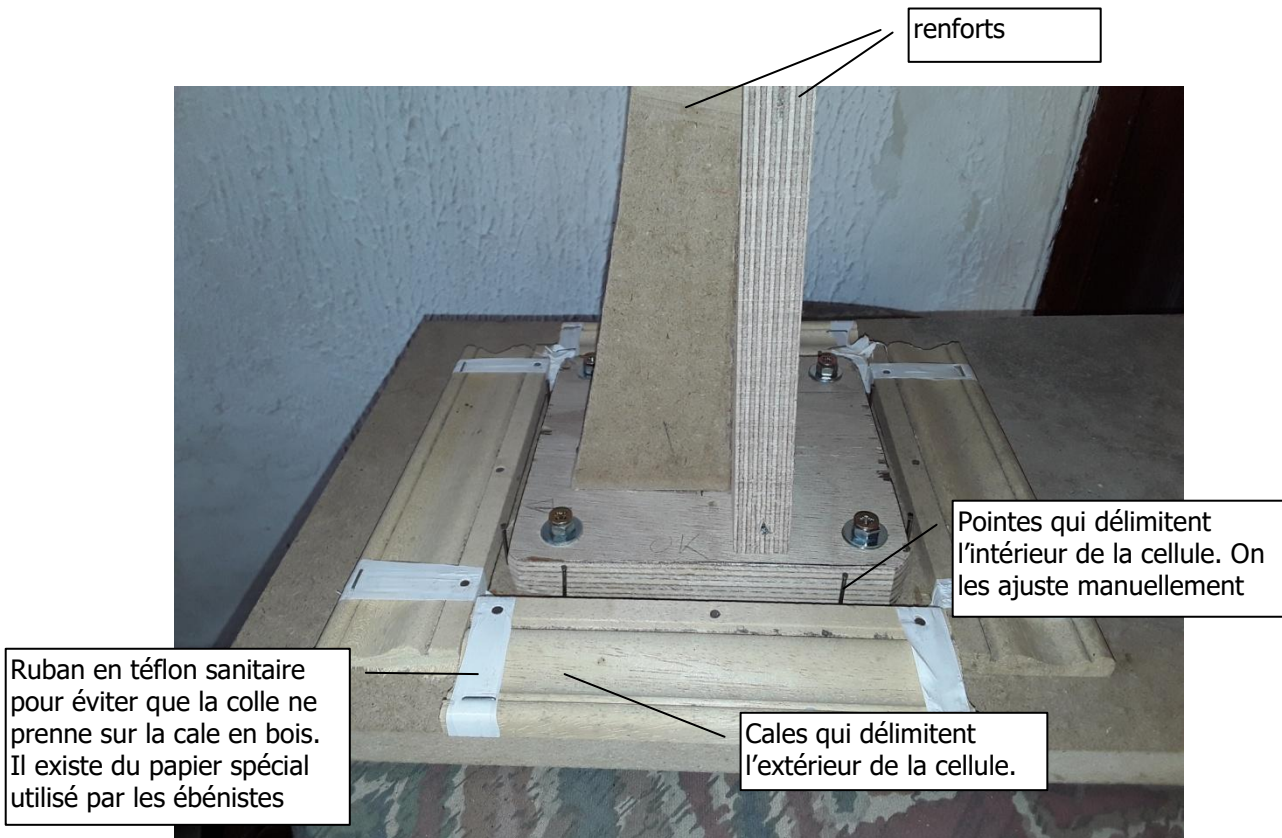


Assemblage de cellules

L'assemblage se fait par collage à la colle blanche prise progressive. Un support pour le montage est réalisé :



Cet ensemble est fixé sur un autre bout de contre plaqué comme ci-dessous. Le tasseau central est consolidé par deux renforts en bois qui le maintiennent bien perpendiculaire au socle



Des rondelles sont réalisées en bois afin de pouvoir serrer les 4 côtés ensemble. Le bois est préférable à un autre matériau car il s'accroche mieux sur les coins de la cellule.

- On prend un côté, on l'enduit de colle sur les coupes à 45°, on positionne ce côté sur le montage.
- On fait de la même manière pour les 3 autres côtés.
- On enfile pas le haut les rondelles de bois en serrant de façon modérée tout en vérifiant que les côtés jointent bien. On enlève l'excédent de colle à l'aide d'une éponge humide.
- On serre tout en haut avec deux petits serre-joints



Cette image montre le montage sans la base inférieure que j'ai ajoutée par la suite

Attendre 24h pour le séchage !!!

Le CP est bombé vers l'intérieur, c'est normal



Préparation des cellules

Le but de cette phase est de ramener à zéro l'épaisseur du bois côté adaptateur du pavillon.



Fixer la ponceuse à bande sur la table. Monter une bande de rugosité 80.

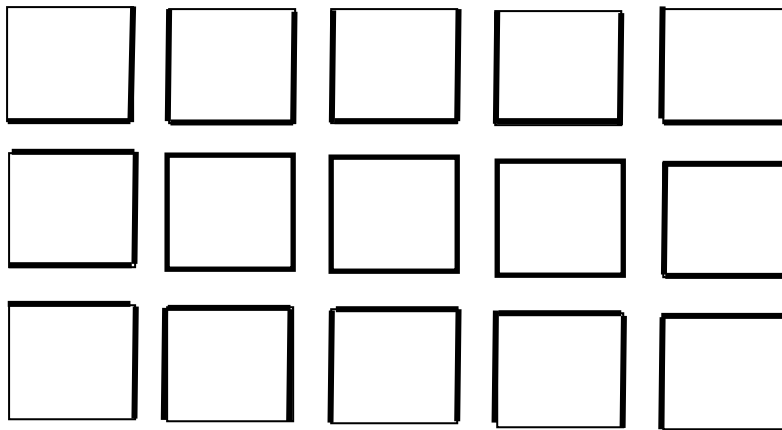


(images de Petter)



(montage perso)

- Disposer verticalement les 15 cellules en 3 rangées de 5 sur le sol. Choisir les « plus belles » pour les côtés extérieurs de cet arrangement.
- Seuls les côtés repérés ci-dessous seront ramenés à zéro



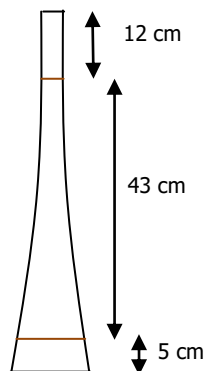
- Ramener le bois à zéro. Attention, la ponceuse « mange » vite le bois !
- Reposer chaque cellule à sa place après ponçage

Collage du liège

Passer au papier verre grain 120 les 4 faces externes des cellules et les arêtes

J'ai utilisé du liège en rouleau de 4mm d'épaisseur et 50 cm de large.

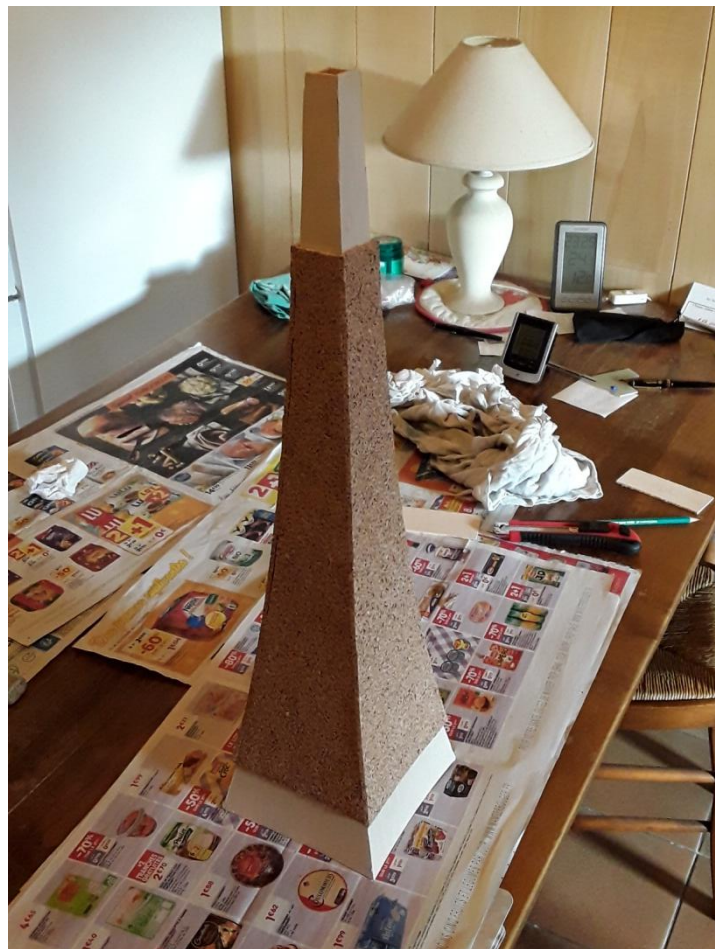
- Chaque morceau de liège est ramené à 43 cm de longueur. On coupe donc des bandes de 43 cm dans le rouleau de 50 cm de large
- On trace ensuite sur cette bande de 43 cm à l'aide du gabarit côté de cellule en CP des côtés de cellule ayant une largeur de 2 cm de plus que le gabarit. Pour cela, on trace un côté puis on décale le gabarit de 2 cm et on trace le deuxième côté
- On découpe au ciseau le liège
- Sur la cellule en bois, à l'aide de cales de 5 cm et 12 cm de large on trace sur le bois deux traits horizontaux qui délimitent la surface du liège qui sera contre la cellule



- les côtés sont collés les uns après les autres
- enduire de colle néoprène une face du liège et un côté de cellule (entre les traits)
- attendre environ 8 mn (de mémoire)
- poser la cellule verticalement puis mettre la cale du bas de 5 cm de large (celle qui a servi à tracer le trait) contre la cellule
- poser délicatement le liège sur la cale du bas et contre la cellule en centrant à peu près le liège en largeur
- appuyer de bas en haut sur le liège pour le plaquer contre la cellule

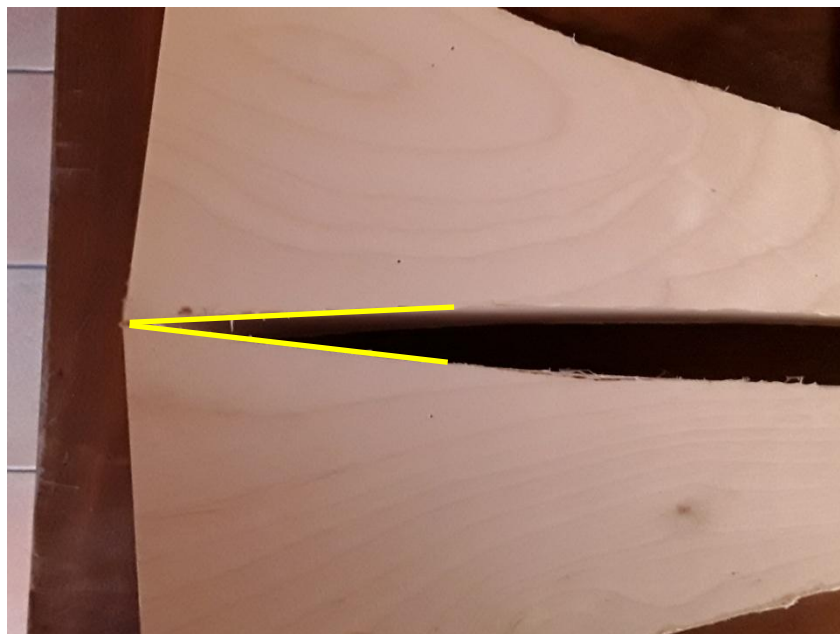
- à l'aide d'un cutter, couper le liège en trop sur chaque côté en prenant appui sur la cellule
- coller le liège de la même façon le **côté opposé de la cellule**
- coller ensuite le liège sur les deux derniers côtés

Il faut environ 50 à 60 mn pour faire une cellule.



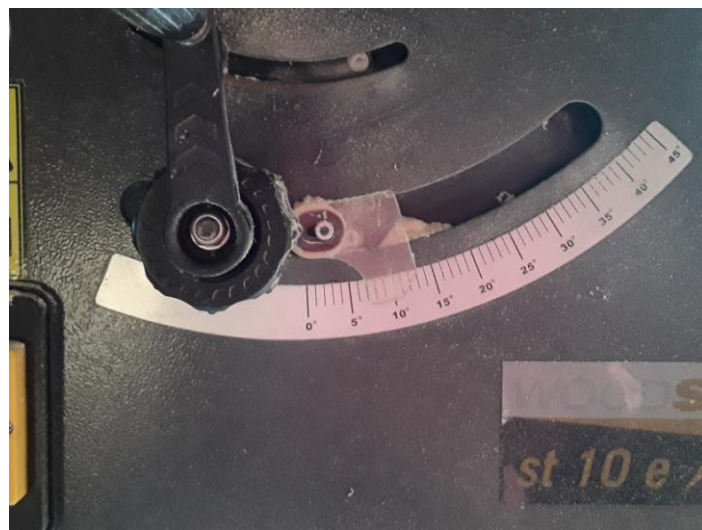
Assemblages des cellules

On commence par faire les triplets verticaux. Il faut préparer des cales en bois de 2 cm de large et de section triangulaire. Pour cela, mesurer l'angle indiqué ci-dessous :



Il devrait de 10° .

Couper en longueur un tasseau et en inclinant la lame de la scie circulaire sur table de 10°



On obtient une section de forme :

Recouper en longueur à 90° pour obtenir :



Préparer 2 ou 3 m de longueur puis découper en longueurs d'environ de 13 cm, ce seront les cales entre les cellules verticales.

- Choisir 2 cellules adjacentes verticalement dans les 15 cellules en 3 rangées de 5 sur le sol.
- Poser à plat une cellule
- Mettre de la colle blanche à prise progressive sur la surface ramenée à zéro et l'extrémité de la cellule qui sera en contact avec une cale en bois 10°
- Faire de même sur la face de la cellule adjacente
- Poser la 2^{ème} cellule sur la première, serrer en façade avec 2 serre-joints en plastiques et serrer à l'autre extrémité à l'aide d'une pince à linge
- Ajuster l'assemblage des 2 cellules
- Coller encore la 3^{ème} cellule adjacente de la même façon

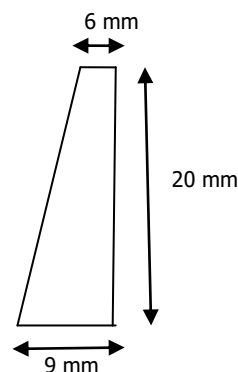
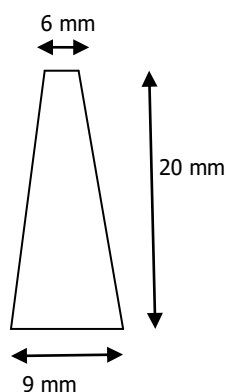


Assemblage des triplets

C'est une phase difficile en raison de la forme des cales. Ces cales ont une largeur de 20 mm et 130 mm de long. Je n'ai pas relevé leurs dimensions lors de la fabrication. Les dimensions que je donne ici sont obtenues à partir de mesures que je peux faire sur les pavillons finis et trois cellules restantes.

Préparation des cales du rangée du milieu

La section a une forme trapézoïdale mais on peut la réaliser à la scie circulaire lame inclinée :



Le petit défaut sur la face avant sera masqué par une baguette de finition

Préparation des cales du milieu et du haut

J'ai utilisé des cales faites pour le milieu. Après avoir fixé deux petites pointes que ne traversent pas la cale pour pouvoir les tenir, je les ai passées sur la ponceuse à bande en appuyant uniquement sur un côté. Après plusieurs essais successifs on arrive à avoir la bonne forme triangulaire en façade et trapézoïdale en profondeur.

On assemble en suite les triplets les uns après les autres par collage.



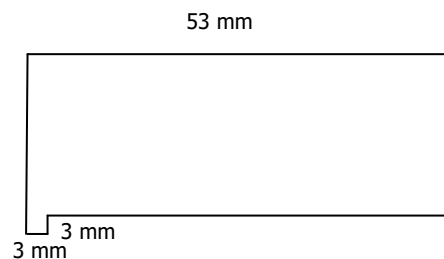


Habillage de la face avant

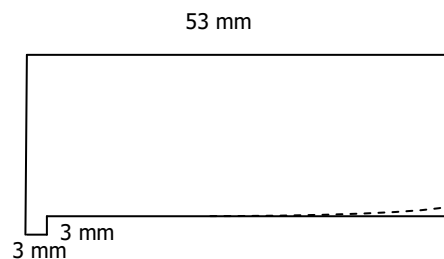
L'habillage de la face avant consiste à renforcer le pourtour du pavillon et enjoliver le contour des cellules intérieures.

Entourage du pavillon

Cet entourage est réalisé par 16 morceaux de bois fabriqués dans du tasseau largeur = longueur liège manquant en bout de cellule + épaisseur du CP, donc $50 + 3 \text{ mm} = 53 \text{ mm}$ par 18 ou 20 mm d'épaisseur. Ces pièces de bois ont toutes une section de la forme :



Chaque pièce est légèrement poncée pour épouser la forme courbe du CP



Pour les coins à 45° je me suis fabriqué un guide en bois que je peux faire coulisser sur la table de la scie circulaire :



Je n'ai pas noté l'angle, mais on peut le mesurer ou faire par tâtonnements.
Les pièces sont collées par serrage



Cellules intérieures

L'habillage est réalisé à l'aide de 2 bandes horizontales en bois de 6 mm de large et 3 mm d'épaisseur. Les 12 autres morceaux de bois font 3 mm d'épaisseur et ont une forme soit rectangulaire, soit trapézoïdale.

On commence par les deux bandes horizontales de 6 mm.

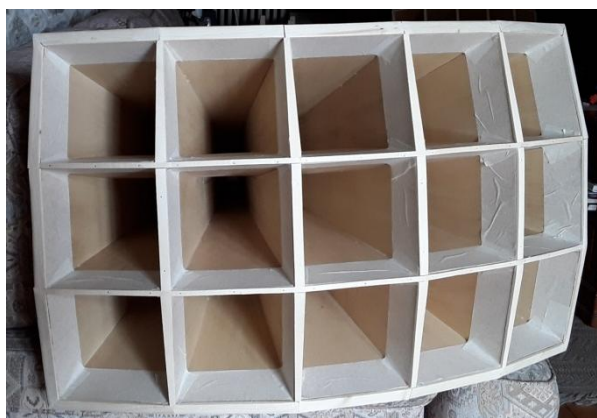
- On repère en posant la bande sur la façade du pavillon les endroits où se fait la brisure de courbe.



- À chaque « brisure de courbe », on fait à l'aide d'une scie à métaux une entaille d'environ 1,5 mm de profondeur
- On plie ensuite à la main la bande pour plier le bois à chaque « brisure de courbe »
- On enfonce de minuscules pointes sans tête en les faisant dépasser très légèrement sur chaque segment de droite
- On enduit de colle la bande et on la fixe sur la façade du pavillon en enfonçant les pointes



- On fixe la deuxième bande
- On finit par découper les formes trapézoïdales et par les fixer par collage et clouage
- Passer 2 couches d'huile de parquet après avoir isolé les cellules pour les protéger



Réalisation de la jonction cellules-adaptateur

C'est la partie la plus difficile à faire. Je n'ai pas de mesures. Il faut comprendre que d'un pavillon à l'autre les mesures peuvent légèrement différer en fonction de l'épaisseur du CP et des erreurs dues au traçage et aux machines électroportatives.

J'ai fait une erreur qui m'a compliqué la vie, une forme droite :



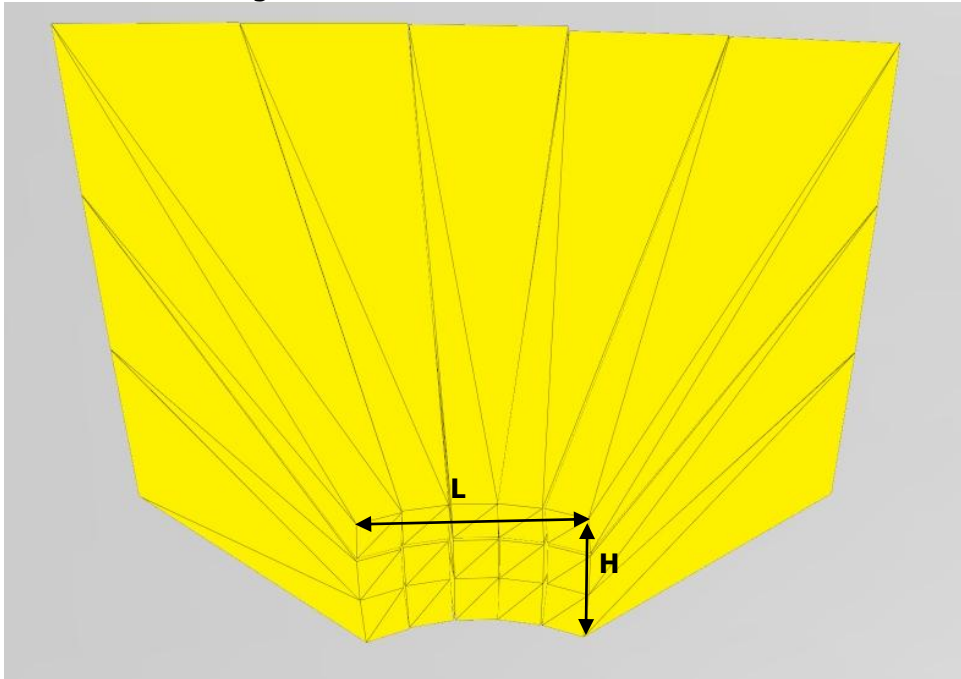
au lieu d'une forme courbe :



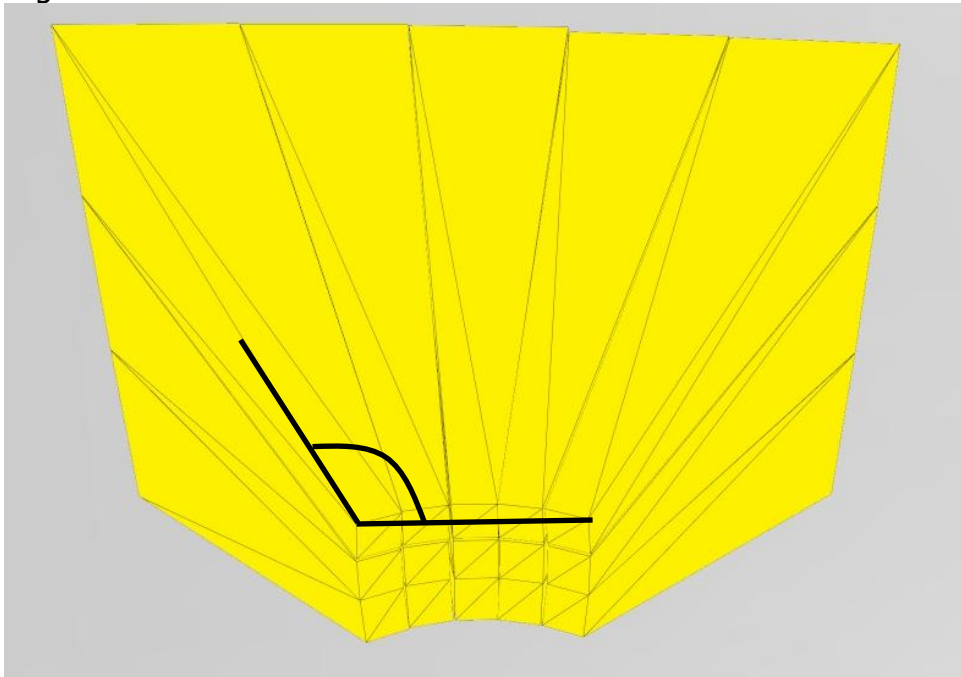
Crédit photo : Markus Klug

Je vais donc décrire ce qu'il faudrait faire pour une forme courbe

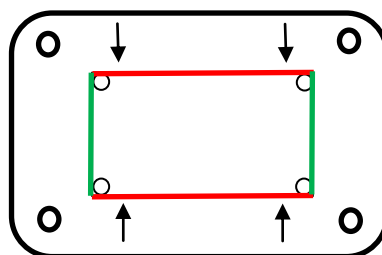
- Mesurer les côtés du rectangle ci-dessous et **notez les**



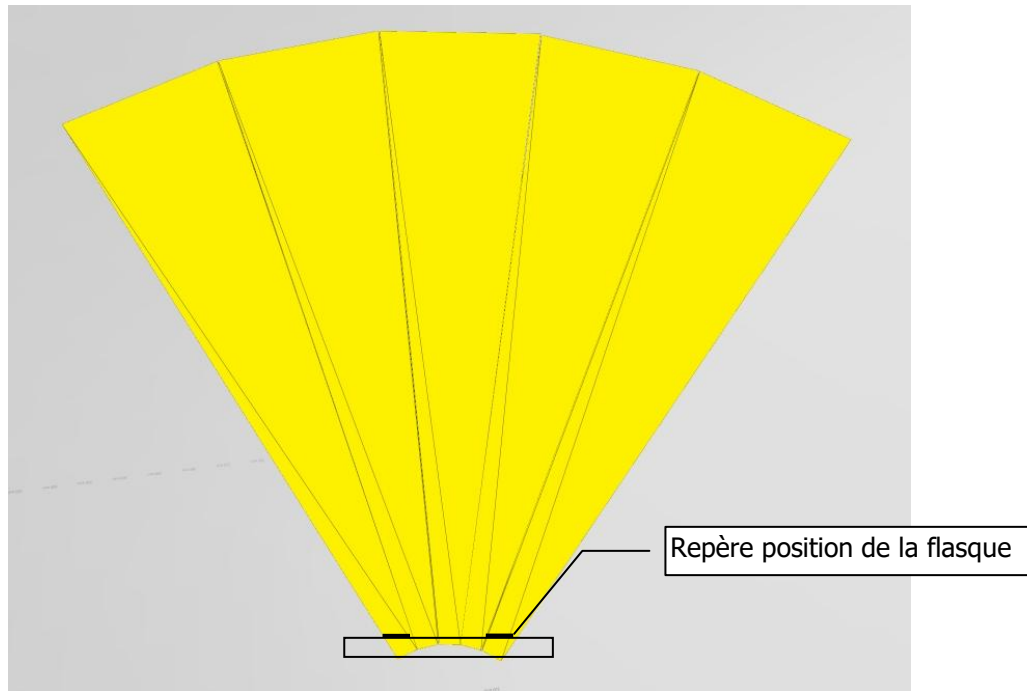
- Mesurer l'angle :



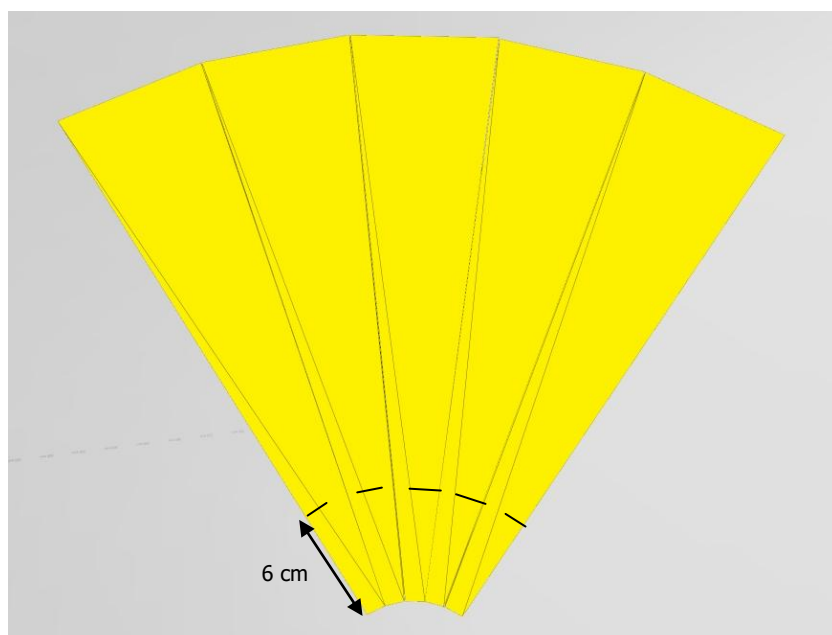
- Dans du bois dur ou CP de 10 mm d'épaisseur, découper un rectangle de 18 x 15 cm
- Arrondir les coins
- Centrer et tracer un rectangle aux dimensions mesurées plus haut
- Percer 4 trous de 10 mm tangents aux coins du rectangle
- Percer 4 trous de 6 mm dans les coins



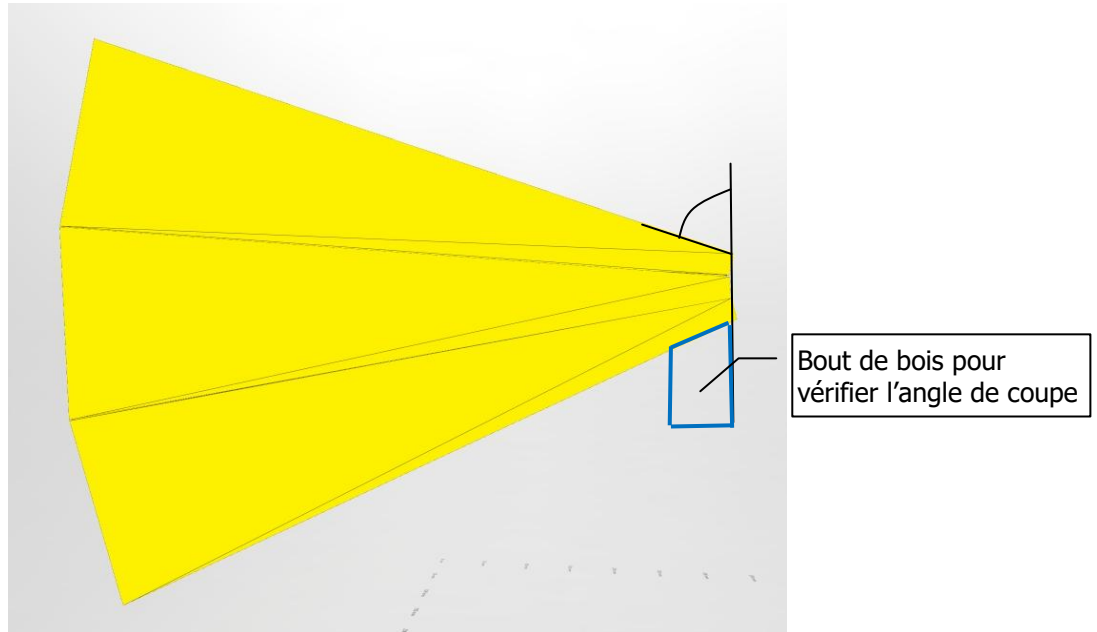
- Découper les 2 côtés verts à la scie sauteuse en inclinant la lame pour obtenir l'angle mesuré précédemment
- Découper à la scie sauteuse à 90° les 2 côtés rouges
- Faire les coins à 90° à la râpe
- Incliner un peu les bords rouges à la râpe aux endroits repérés par les flèches, la zone médiane de traits rouges restera à 90° aux endroits où elle ne touche pas les cellules
- Présenter la pièce de bois à la gorge du pavillon et essayer de l'insérer
- Ajuster à la râpe jusqu'à ce que la pièce puisse s'insérer comme le dessin ci-dessous, ne pas s'inquiéter s'il y a un peu de jeu



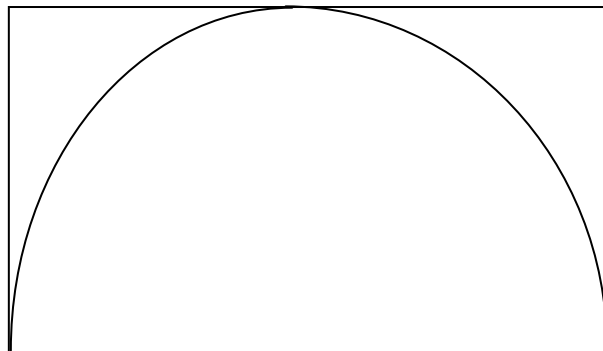
- Une fois la pièce achevée, l'insérer sur la gorge du pavillon et tracer aux 4 coins sur les cellules en contact avec la pièce un trait pour faire un repère autour de la gorge
- Retirer la flasque du pavillon
- Tracer des repères sur les cellules de chaque côté du pavillon à 6 cm de la gorge comme ci-dessous :



- Mesurer l'angle repéré ci-dessous (la vue est du côté vertical du pavillon)

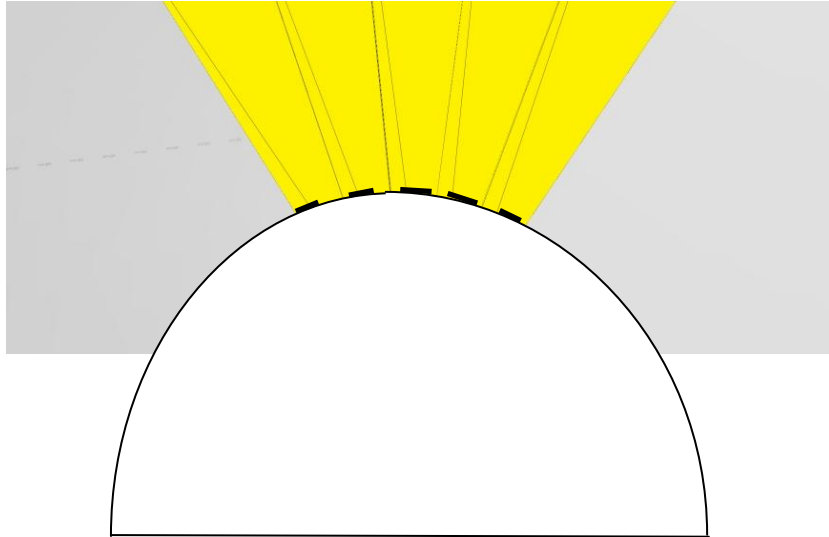


- Couper à la scie sur table inclinée une chute de bois pour obtenir l'angle mesuré ci-dessus, présenter ce bout de bois sur le pavillon pour vérifier si l'angle de coupe est correct. Recommencer si nécessaire
- Se procurer 4 bouts de bois dur ou CP de 16 cm et 32 cm de côté de 10 mm d'épaisseur
- Prendre un des 4 bouts de bois
- Tracer un demi-cercle de 16 cm de rayon

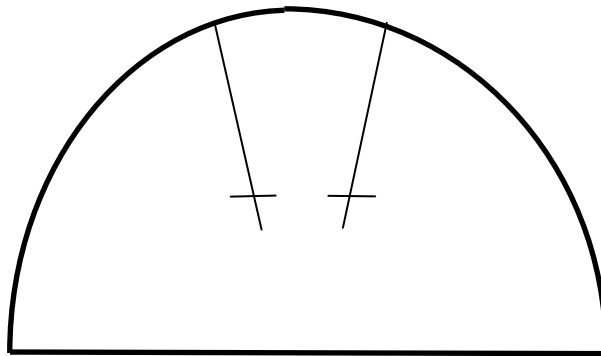


- Découper à la scie sauteuse la demi-lune

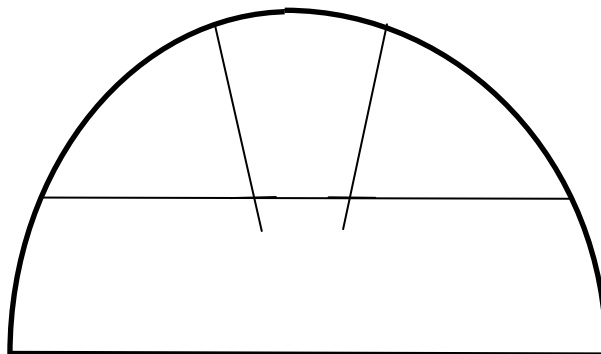
- Poser la demi-lune sur la gorge du pavillon les bords du demi-cercle « contre » les repères placés à 6 cm de bout des cellules



- À l'aide des repères tracés précédemment, faire des repères en dessous de la demi-lune en traçant les 2 côté du pavillon, les repères « position de la flasque »
- On obtient les repères ci-dessous :



- Tracer la ligne « position de la flasque »



- Couper le long du trait « position de la flasque » à la scie circulaire sur table la lame de scie réglée inclinée comme précédemment et en s'appuyant sur le guide de la scie



- Couper à 90° les deux côtés (attention les doigts)

Collage

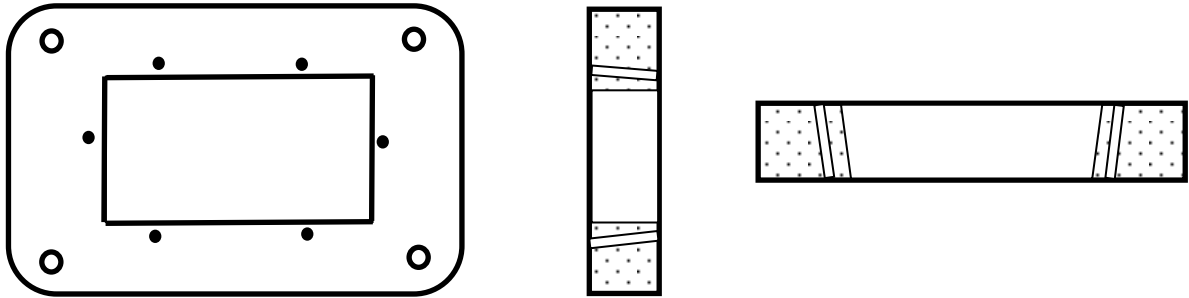
- Commencer par le dessus du pavillon
- Préparer des petites cales en bois de différentes épaisseur pour insérer entre la pièce en bois et le pavillon, la pièce n'est pas en contact partout avec le pavillon. Pas de problème d'esthétique ici, on ne verra pas les cales



Cette image a été trouvée sur la toile uniquement pour l'exemple des cales

- Mettre de la colle d'abord sur les cales, les positionner, mettre de la colle sur la pièce en bois puis la poser par-dessus en l'ajustant bien par rapport au repère « position de la flasque »
- Serrer modérément avec un serre-joint abs
- Faire de même pour la face opposée
- Attendre 24h
- Faire de la même manière les deux côtés (pas de cales sur les côtés). Attendre 24h

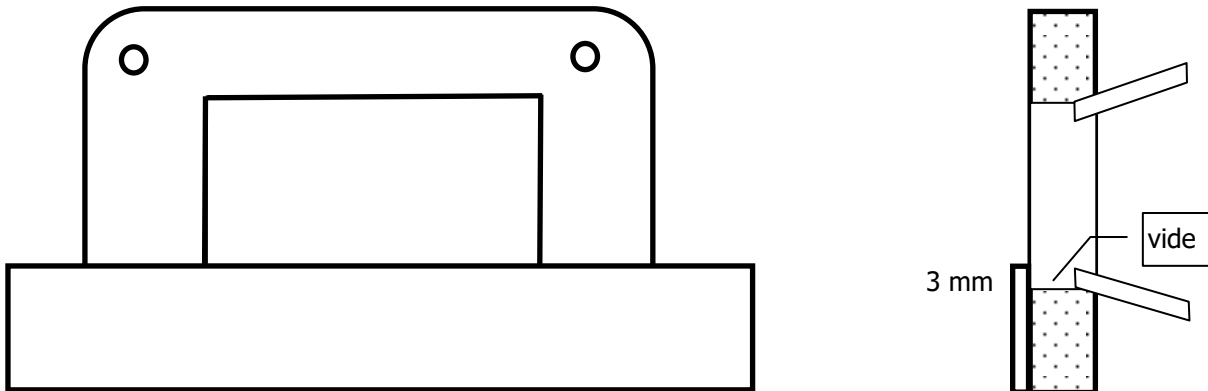
- Percer 5 trous inclinés de 3 mm sur les bords de la flasque



- Fraiser les trous côté opposés au pavillon
- Présenter la flasque sur la gorge du pavillon
- Faire des pré-trous de 1,5mm dans le bois formant la couronne autour de la gorge du pavillon
- Retirer la flasque
- Enduire de colle les bords du rectangle intérieur et le tour du rectangle intérieur qui sera en contact avec le 4 bouts de bois formant une couronne autour de la gorge du pavillon
- Visser au tournevis 5 vis de 3/25, serrer modérément
- Attendre 24h
- Mastiquer les têtes de vis

Finition

- Prendre un bout de CP et le plaquer à l'aide d'un serre joint abs contre la flasque de la manière suivante :



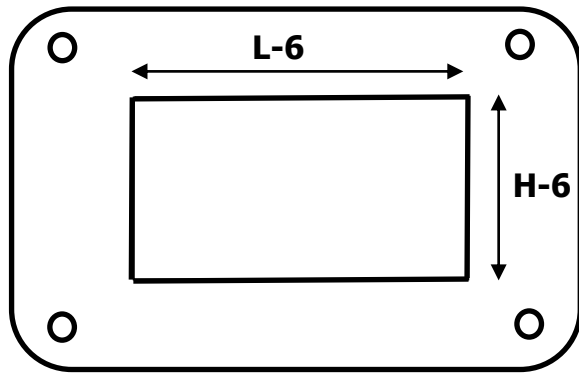
- À l'aide d'une petite spatule, combler les vides entre la flasque et les cellules du pavillon, bien lisser
- Faire les 4 côtés
- Mastiquer les espaces vides entre les cellules et les « demi-lunes »

Le plus difficile a été fait !!!



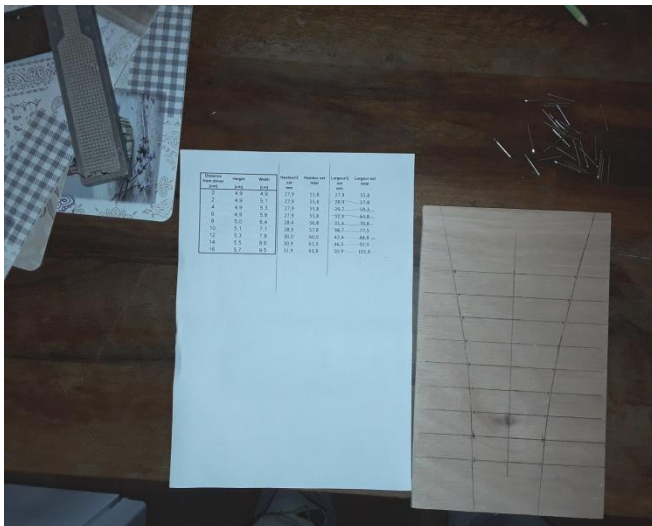
Fabrication de l'adaptateur

- L'ouverture de l'adaptateur sera de

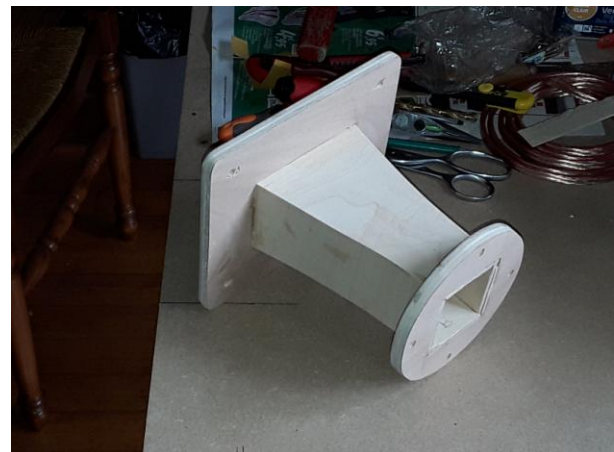


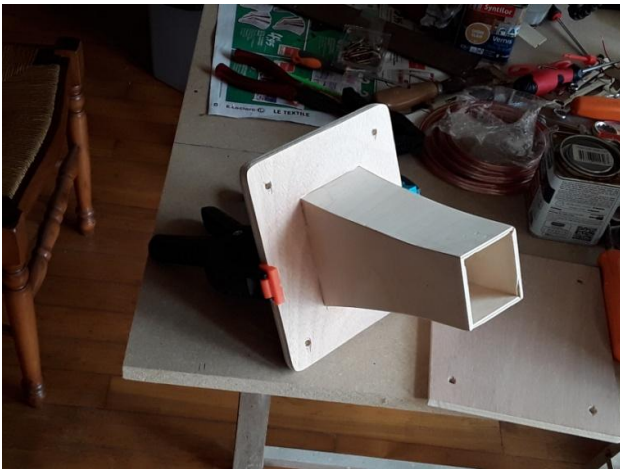
L – 6 mm et H – 6 mm

- Choisir sur la feuille Excel l'expansion en fonction de la compression 1 pouce ¼ ou 2 pouces
- Si votre sortie est plus petite que 9,5 x 5,7 cm il suffira de raccourcir la longueur des côtés de l'adaptateur pour arriver à vos dimensions
- Une 2^{ème} flasque est fabriquée et une 3^{ème} pour la compression
- La méthode de fabrication est la même que celle utilisée pour les cellules
- 2 gabarits sont nécessaires, encore du boulot !!



L'assemblage avec les flasques se fait par collage





L'adaptation « carré vers rond » se fait à l'aide d'une rondelle en bois au diamètre de l'ouverture de la compression que l'on cloue sur l'adaptateur



Image de Petter

J'ai fait cela avec du mastic à bois et à la main, Petter fait cela avec un bâton rond, je ne sais pas ce qu'il a utilisé comme mastic.



Voilà le résultat final :



Bon courage !!!!