

COMMENT CONSTRUIRE SON ORGUE DE BARBARIE

Jean-Claude GERMAIN germain9@free.fr
Jean-Marc GUEGUEN jeanmarc.queguen@aliceadsl.fr



Et moi pendant c'temps là, j'tournais la manivelle...

PREAMBULE

Qui n'a pas été un jour sensible au son de l'orgue de barbarie, mis à part les plus jeunes qui lui préfèrent le son « boum boum » distillé par les lecteurs MP3 en tous genres.

Pour les autres dont vous faites peut-être partie, il en est certains qui souhaiteraient tourner la manivelle au détour d'une rue.

Pour arriver à ce stade, il faut bien sûr un orgue. Plusieurs solutions s'offrent (ou se payent) à vous :

- Acheter un orgue tout beau tout neuf - le premier prix pour un tel instrument est de l'ordre de 4 à 5000 euros - compte tenu des matériaux et le nombre d'heures de boulot pour des professionnels, le prix est largement fondé.
- Acheter un orgue en kit - à voir sur le Net.
- Enchérir sur un orgue d'occasion sur EBAY ou le BON COIN - Les prix ne sont pas forcément moins élevés que pour un orgue neuf, et c'est une loterie pour son état...
- Ou encore avec beaucoup de chance, dénicher un orgue dans le grenier de son grand-père.

Si aucune de ces solutions ne vous correspond, il ne vous reste plus qu'à retrousser vos manches, et construire vous-même votre propre instrument.



Au niveau budget, et en fonction de vos possibilités d'apros de bois et des fournitures diverses (tubes cuivre et alu, tuyaux cristal, cuir, etc.) vous devriez vous en sortir pour 300 à 400 euros.

La construction n'est pas aussi compliquée qu'il n'y paraît. Il faut se faire aider par ceux qui savent !

Pour ce faire, il est possible de participer à des stages organisés par des facteurs d'orgues. C'est une bonne solution à condition de pouvoir se libérer quelques jours. Autre solution : aller chercher les infos pratiques sur Internet. C'est ce que nous avons fait.

Là, nous avons trouvé les 2 papes français de l'orgue de barbarie !

L'un comme l'autre ont été d'une aide précieuse pour faire face à tous les petits points particuliers qui ponctuent l'aventure.



N'hésitez pas à aller naviguer sur leur site perso :

Pierre PENARD	http://pagesperso-orange.fr/orgue-de-barbarie
Jean-Pierre COSSARD.	http://pagesperso-orange.fr/jean-pierre.cossard/orgue/index.htm

Il y a aussi d'autres papes et aussi des « sous-papes ». Qu'ils ne nous en veuillent pas s'ils ne sont pas cités ici.



Le fait de jouer sur un instrument de votre fabrication procure un plaisir sans commune mesure par rapport à un orgue acheté dans le commerce.

En contrepartie, s'il faut 2 minutes pour expédier un chèque, il faut de longs mois pour fabriquer son orgue. Aussi armez-vous de patience.

Un conseil : Ne partez pas seul dans l'aventure. C'est plus motivant et plus sympa de ne pas être isolé. Un ami et moi-même avons trouvé la solution de « l'association de compétences ». Tous deux avons dans la tête de nous lancer dans la construction d'un orgue.

En fonction du savoir faire et de l'outillage de chacun, nous nous sommes répartis les différentes tâches pour construire chacun sa bestiole. Avantage supplémentaire : nous pouvons jouer en stéréo...



Jean-Claude pour les plans, les calculs, les débits, l'assemblage, les tests.



Jean-Marc pour tous les usinages très délicats (flûtes - rouleaux presseurs - flûte de pan)

Comme pour le consortium AIRBUS, la fabrication des sous-ensembles s'est faite dans des lieux distincts.

Mais alors que les pièces de l'A380 proviennent de toute l'Europe, les pièces des 2 orgues ont été réalisées dans le triangle ERGUE ARMEL / ERGUE GABERIC / KERFEUNTEUN.



Précision pour les non-finistériens, ces noms exotiques correspondent à trois quartiers de QUIMPER....



Sans être le Mozart de la scie égoïne, de la ponceuse à bande, et du ciseau à bois, il faut quand même une certaine habileté manuelle, bien qu'il soit toujours possible de se faire aider pour les pièces très particulières.

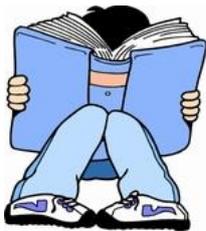
Le bon fonctionnement de certains composants est très lié à la précision de leur fabrication (flûtes / boîte à soupapes).

Au niveau de l'outillage, si l'on est uniquement équipé de sa b... et de son couteau, et quelque soit la performance de ces deux outils, la partie n'est pas gagnée. Il faut un minimum, voire un maximum dans notre cas...



Il est évident que tout le monde n'a pas à sa disposition de telles machines. Il y a des solutions alternatives :

- Utiliser un outillage plus courant au risque de passer beaucoup plus de temps, avec un résultat probablement moins bon
- Faire faire les pièces très délicates par un professionnel - cela va alourdir l'addition
- Se rapprocher d'un lycée technique - Quel beau projet pédagogique !



Remarque 1 : Quoiqu'il en soit, nous vous conseillons vivement de **lire l'intégralité de ce document avant de vous lancer**. Il serait dommage de devoir arrêter la construction en cours de route du fait du manque de connaissances, de savoir faire, ou d'outillage.



Remarque 2 : Malgré tout le soin apporté à la rédaction de ce document, nous ne saurions être rendus responsables pour une éventuelle erreur ou mauvaise explication qui vous obligerait à recommencer la fabrication d'une pièce.



Remarque 3 : ce document ne peut être vendu pour 2 raisons :

- 1 - il ne nous a rien coûté mis à part du temps. Si on devait chiffrer le nombre d'heures, ce serait très cher...
- 2 - il est en très grande partie basé sur des éléments communiqués par Pierre PENARD et Jean-Pierre COSSARD. Chez ces deux personnes tout est gratuit. Chez nous aussi !



Remarque 4 : **Nous avons un seul souhait !**

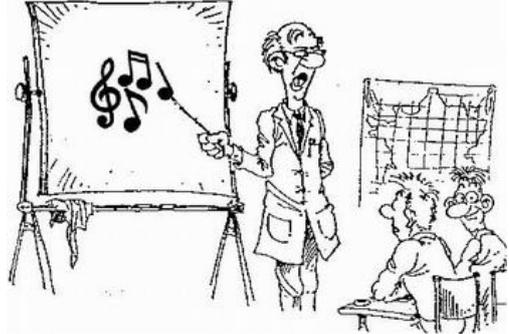
Nous serions contents d'avoir un retour d'infos de votre part. Aussi, n'hésitez pas à nous faire part de vos commentaires, et de nous envoyer des photos de vos réalisations en cours et bien sûr aussi terminées (voir adresse emails en première page de ce document)

1 - QUELLES SONT LES NOTES JOUEES PAR L'INSTRUMENT

Vous ne trouverez pas ici une longue partie théorique sur le solfège. Nos connaissances en la matière sont équivalentes à notre faculté de parler le serbo-croate !

Sachez tout de même que l'orgue décrit ici est du type « pneumatique » et répond au standard « ERMAN »

Par rapport à un instrument chromatique standard (ex : guitare, piano), un orgue standard ne peut jouer que 27 notes.



Mais grâce à une astuce, deux notes ont été rajoutées, ce qui fait 29 notes en tout. (Pour les explications très détaillées, voir le site perso de Pierre PENARD).

Voici les 29 notes qui sont générées par les flûtes :

Do2 + Ré2 + Fa2 + Sol2 + La2 + Do3 + Ré3 + Mi3 + Fa3 + Fa#3 + Sol3 + Sol#3 + La3 + La#3 + Si3 + Do4 + Do#4 + Ré4 + Ré#4 + Mi4 + Fa4 + Fa#4 + Sol4 + Sol#4 + La4 + La#4 + Si4 + Do5 + Ré5.

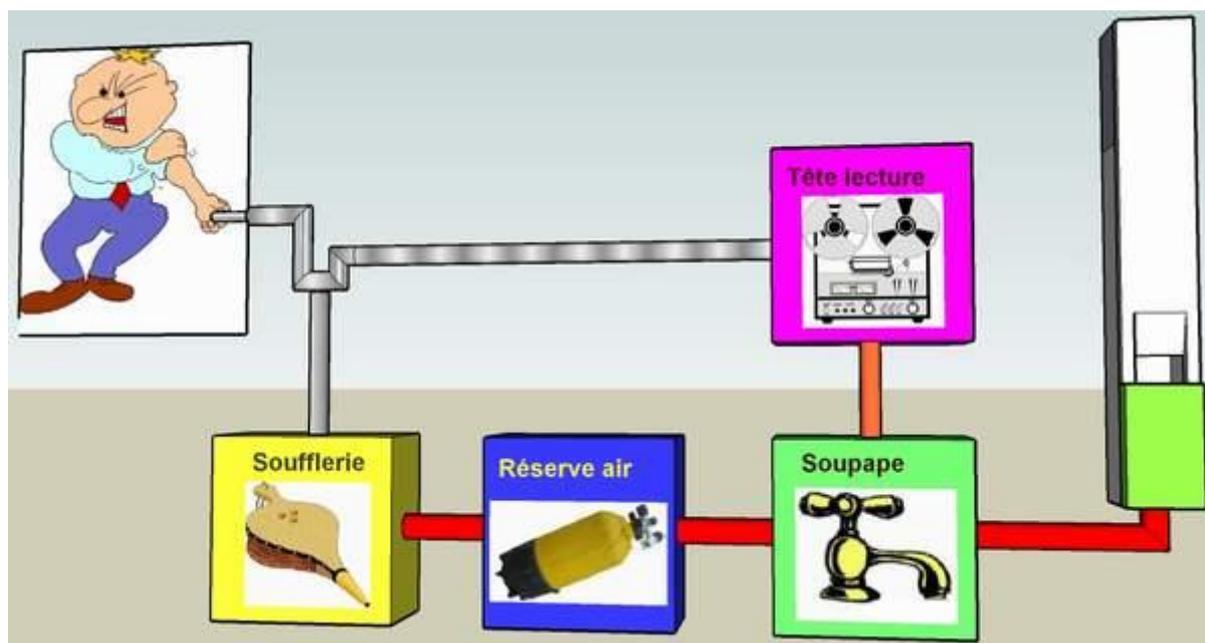
Un instrument 29 notes peut donc utiliser des cartons prévus pour un 27 puisque l'on retrouve les mêmes notes aux mêmes endroits. De ce fait, la musique n'en sera que meilleure.

La limitation des notes aura une incidence au niveau de l'arrangement des cartons. En effet, pour fabriquer des cartons, on part d'un fichier MIDI que l'on va triturer pour le rendre compatible avec les possibilités de l'instrument.

Si la théorie musicale vous branche, allez sur le Net, et vous serez comblés.

2- UN ORGUE, COMMENT CA MARCHE ?

Afin de mener à bien la construction de l'instrument, il est préférable de bien comprendre son principe de fonctionnement.



En tournant la manivelle, il se passe trois choses bien distinctes :

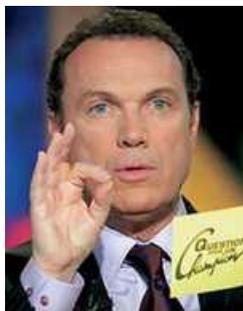
1. On fait avancer le carton perforé dans un système de lecture
2. On actionne les battants d'une soufflerie pour produire de l'air
3. On attrape mal au bras au bout de quelques heures

L'air produit par la soufflerie est stocké dans une réserve pour le maintenir sous pression. Il est ensuite envoyé dans une chambre dotée de soupapes, et remonte aussi jusqu'au système de lecture où est exploré le carton perforé qui défile.

En fonction de la présence de trous dans le carton, la tête de lecture envoie des ordres d'ouverture et de fermeture aux soupapes qui laissent passer ou bloquent l'air vers les flûtes.

Voilà, c'est tout ! Enfin presque....

La description plus complète de chacun des composants se fera de façon beaucoup plus détaillée au fur et à mesure qu'ils seront abordés dans ce fascicule.



Question :

A votre avis, combien y-a-il de pièces distinctes dans l'orgue complet ?

L'orgue complet est composé de 1986 parties élémentaires.
Cela donne une idée de l'ampleur du projet.

Réponse :

Pour ne pas participer à la déforestation de la forêt amazonienne, ou bretonne dans notre cas, en gaspillant trop de bois, il est préférable de bien réfléchir sur les différentes pièces en les dessinant avant de les usiner. Pour ce faire, nous avons deux logiciels à notre disposition :

- le logiciel PCG (papier / crayon / gomme) - simple, économique, ne « bug » que très rarement, mais un peu « has-been »
- le logiciel SKETCHUP - assez simple d'utilisation, gratuit et téléchargeable sur le Net, alors pourquoi s'en priver.

Par ailleurs, la maîtrise du tableur permet de faire plus facilement qu'à la main, tous les calculs notamment ceux des longueurs de bois pour les appros.

Comme nous l'avons signalé précédemment, nous avons construit deux orgues. On peut dire que la plupart des composants sont les mêmes. La différence principale réside dans la disposition des flûtes, ce qui a parfois une petite incidence sur la fabrication de certaines pièces (exemple des supports de flûtes)

Nous verrons aussi que des solutions alternatives ont aussi été prises en compte entre les 2 constructions. Dans ce fascicule, les deux orgues porteront le nom « orgue n°1 » et « orgue n°2 » (oui ce n'est pas très original, mais cela a le mérite d'être simple.)

Toutes les informations spécifiques à la construction de l'orgue n° 2 seront notées en caractères bleus.

Notre choix de solutions peut toujours être remis en cause par d'autres personnes ayant déjà construit leur orgue, mais ce n'est pas à eux que s'adresse ce document. De toute façon, ce qui est décrit ici fonctionne !

Rien ne vous empêche de faire une version « orgue n° 3 » avec un mixte des deux premières versions, et même une version « orgue n°4 » avec vos idées à vous....

Bien qu'il soit possible de construire les différents éléments dans n'importe quel ordre, il est plus logique de suivre le déroulement ci-dessous :

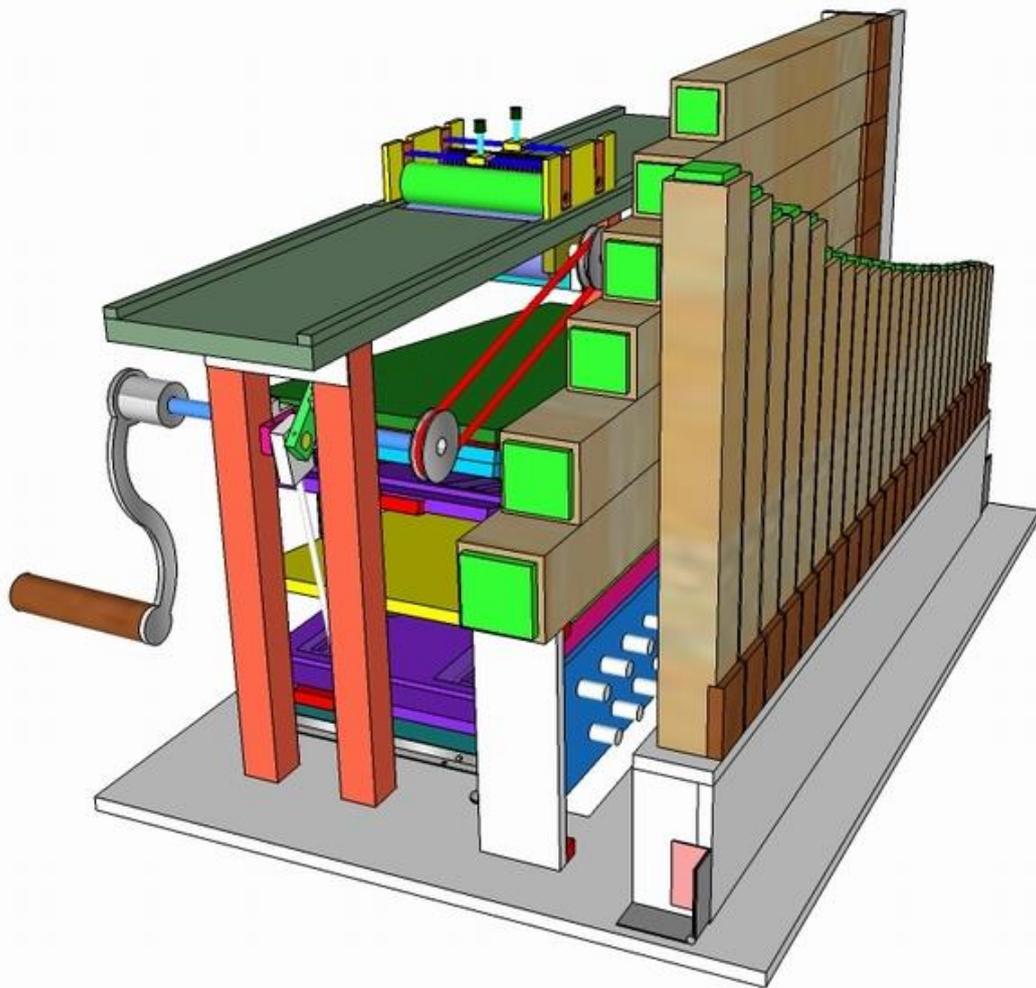
- Les flûtes - c'est plus motivant si assez tôt on peut les entendre chanter
- La soufflerie - permet réellement de tester les flûtes dans les meilleures conditions
- Le mécanisme d'activation de la soufflerie - indispensable, autrement la soufflerie ne servirait à rien...
- Le système de lecture des cartons - permet de lire les infos pour commander la boîte à soupapes
- La boîte à soupapes - permet d'envoyer l'air dans les flûtes quand il le faut (ou de ne pas l'envoyer quand il ne le faut pas...)
- L'accordage des flûtes et le réglage de la boîte à soupapes
- L'habillage de l'ensemble

C'est aussi dans cet ordre que seront abordés les différents sujets dans ce fascicule.

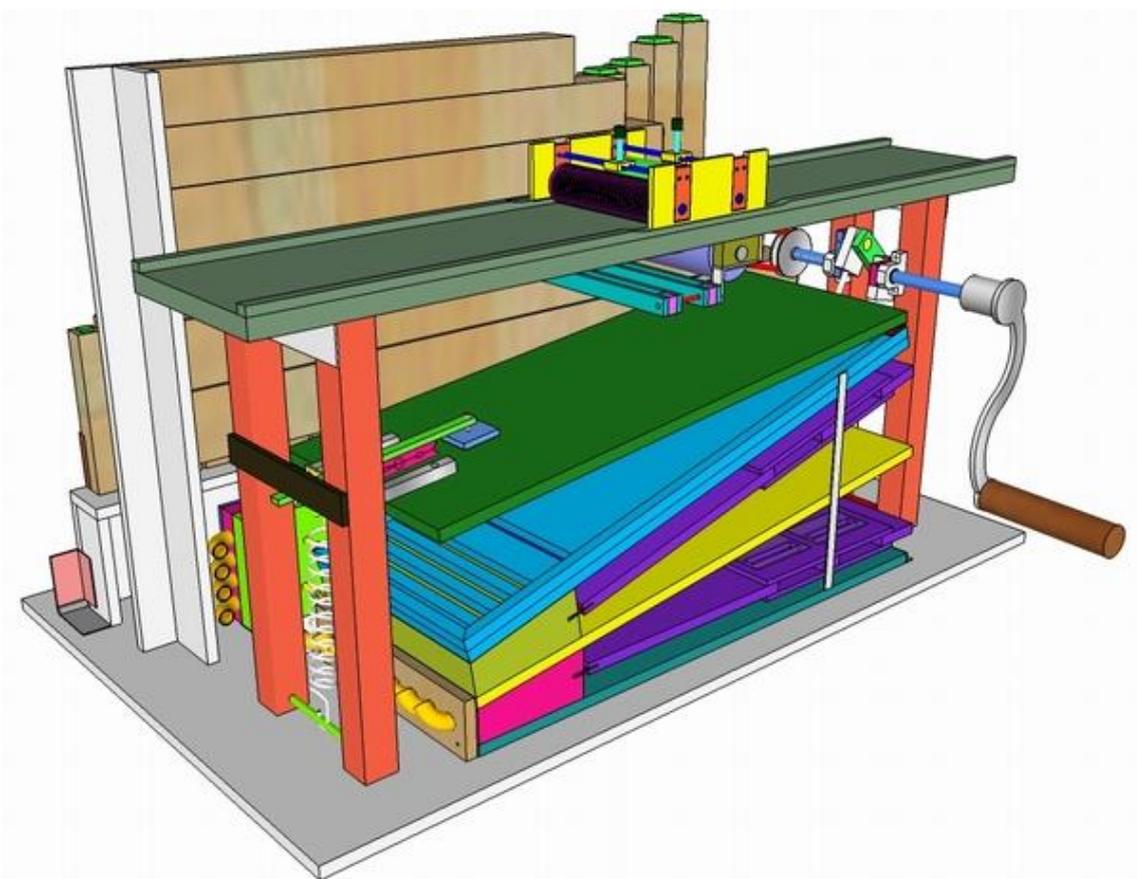
Il faut garder en tête de ne pas faire un orgue trop volumineux et trop lourd.

Vérifier la taille de votre coffre, ou il vous faudra investir dans un véhicule adapté avec haillon arrière et transpalette.

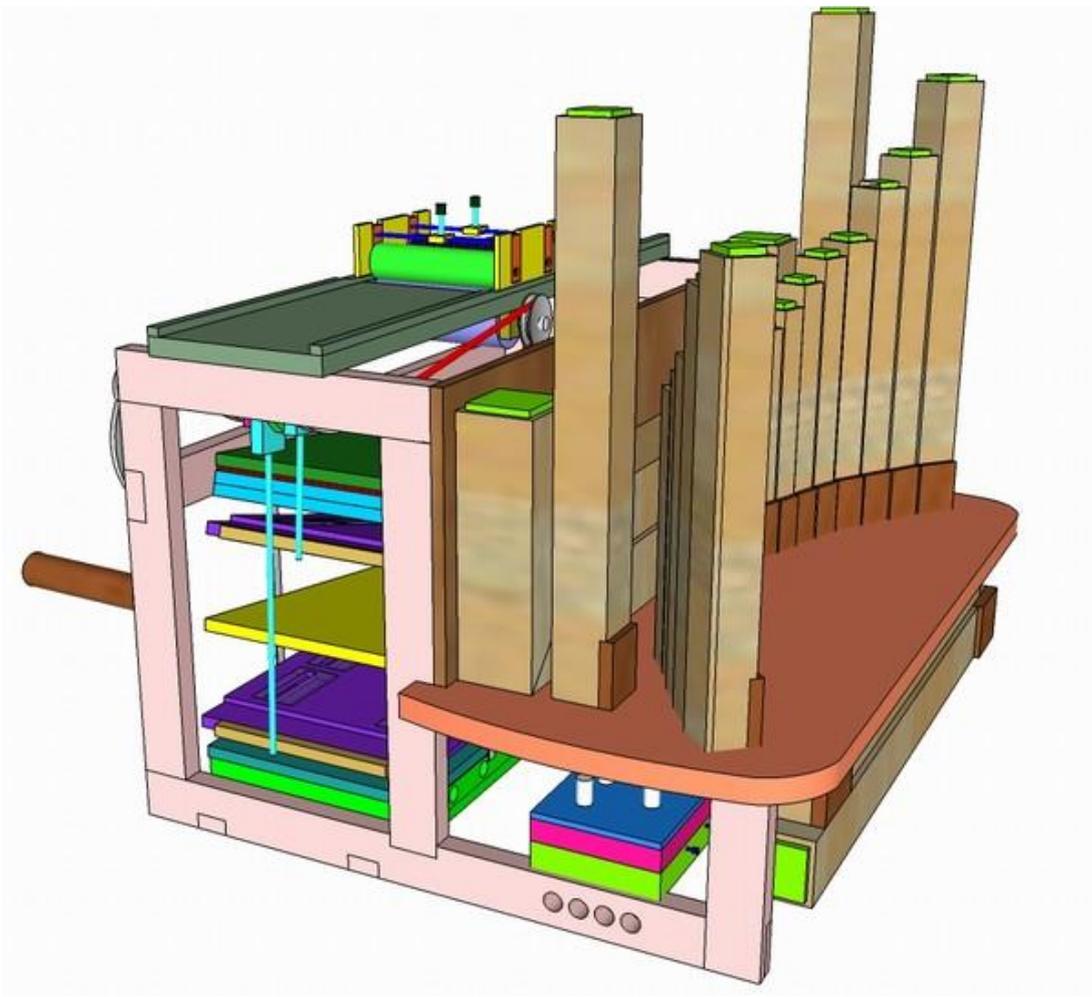




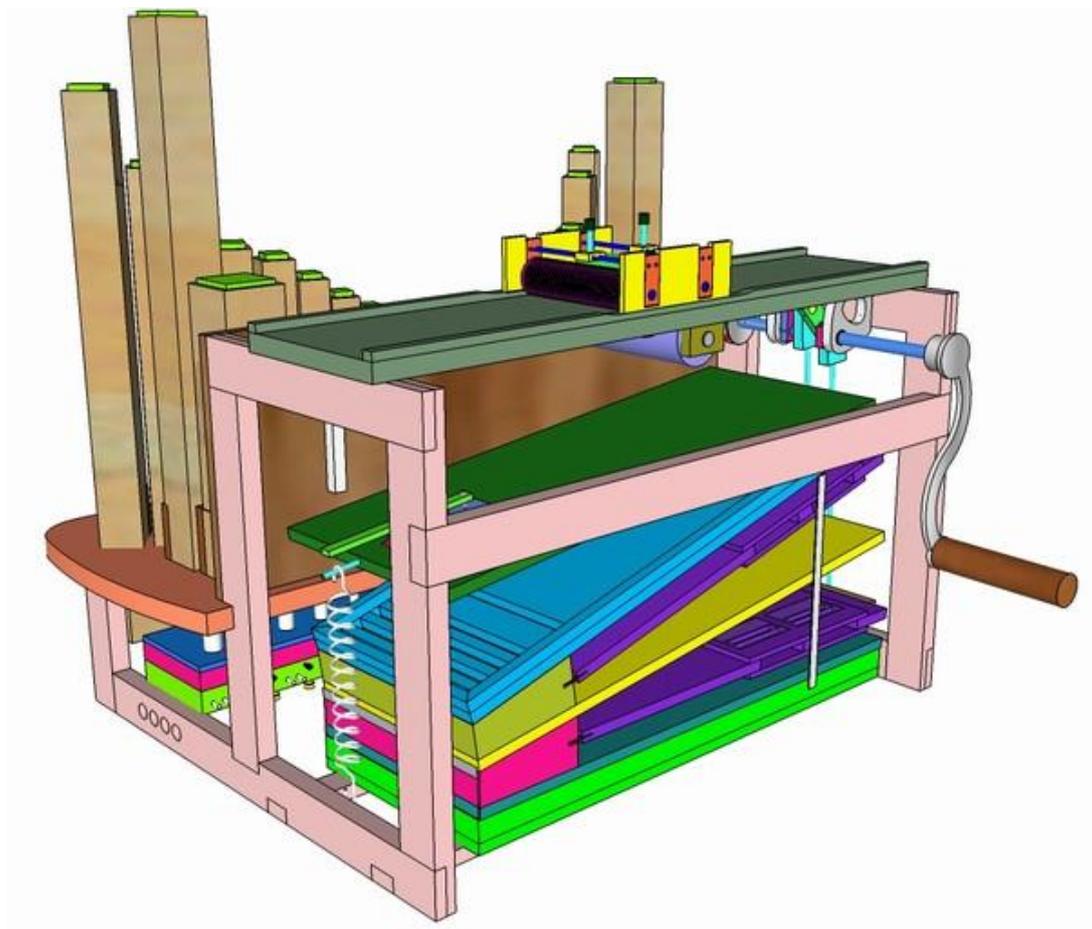
Vue avant de l'orgue n° 1



Vue arrière de l'orgue n° 1



Vue avant de l'orgue n° 2



Vue arrière de l'orgue n° 2

Voici le film complet du montage pour l'orgue n° 1.

Le même scénario s'applique à l'orgue n° 2.



Rien ou presque



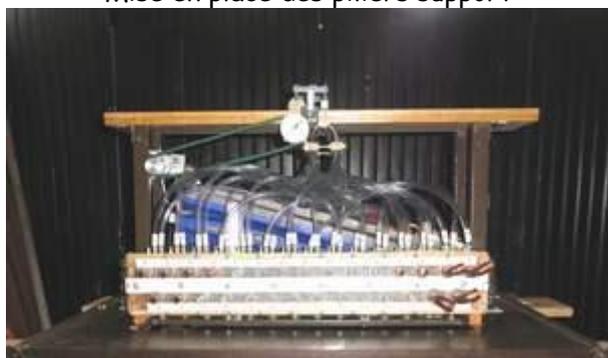
Mise en place de la soufflerie



Mise en place des piliers support



Fixation du chemin de défilement



Branchement de la boîte à soupapes



Mise en place des flûtes horizontales



Mise en place des flûtes verticales



Habillage de l'ensemble

Allez, on y va !

4 - 1 - LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Logiquement, on devrait plutôt parler de bourdons de que flûtes ! En voici la différence :

- Une flûte est ouverte à son extrémité
- Un bourdon est une flûte bouchée à son extrémité

Pour une même hauteur, la flûte chante une octave plus haute que le bourdon. Eh oui, dans le jargon des facteurs d'orgue, une flûte ne sonne pas, elle chante !

En résumé, à longueur égale, un bourdon produit une note plus grave qu'une flûte ouverte. La conséquence directe est donc qu'un bourdon est 2 fois moins long qu'une flûte, d'où une réduction des dimensions hors tout, ce qui est appréciable pour le transport.

Par contre, le « chant du bourdon » est un peu plus "terne" que celui d'une flûte. Mais le résultat reste tout à fait acceptable.

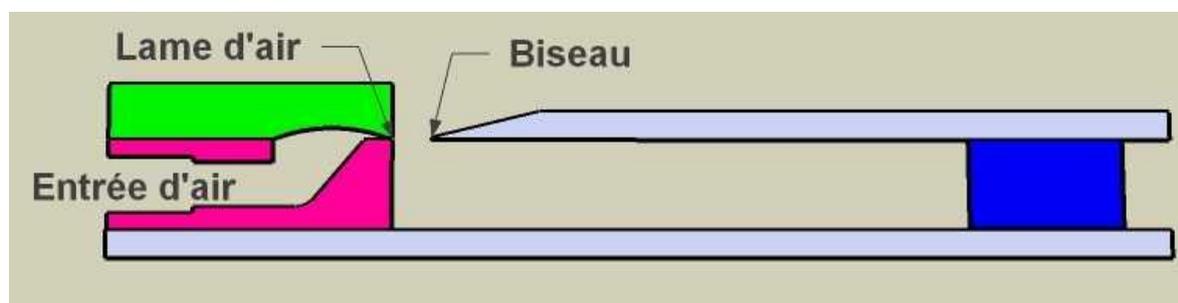
Le principe de fonctionnement est identique à celui d'une flûte à bec.

Mis à part qu'une flûte à bec n'est pas bouchée, et est dotée de trous qui permettent de jouer les différentes notes. Dans notre cas, il n'y a pas de trous, donc il faut une flûte par note.



Dans notre orgue, il y aura 29 flûtes. Au niveau dimensionnel, elles sont toutes différentes les unes des autres.

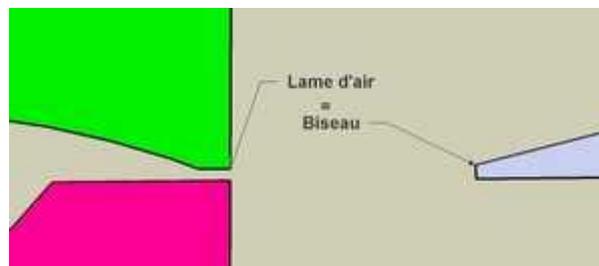
Dans la vue en coupe qui suit, l'air rentre par le côté gauche, remonte dans la partie supérieure, sort par la lame d'air, et vient déboucher juste en face du biseau.



Un point capital pour que cela fonctionne :

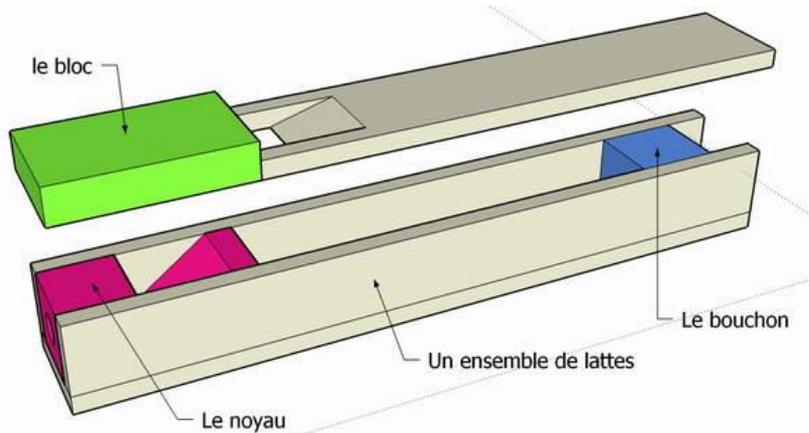
Il faut que la hauteur de la lame d'air soit égale à l'épaisseur du biseau.

De plus, il doit avoir un alignement parfait entre les deux.



Comme les 3 mousquetaires, une flûte est constituée de 4 éléments principaux :

- Un noyau
- Un ensemble de lattes
- Un bouchon
- Un bloc



Comment calculer les dimensions des flûtes ?

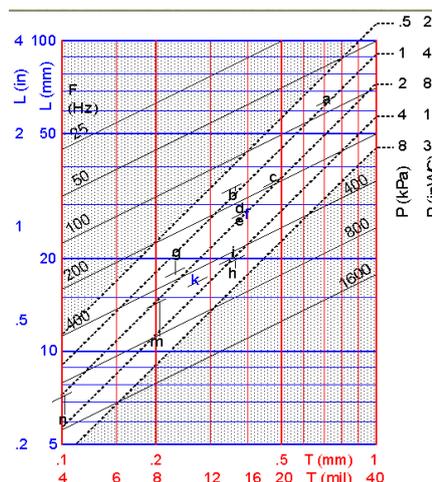
Les lois physiques qui régissent le sujet furent découvertes à la fin du XVIIIe siècle par Daniel BERNOULLI qui en établit les équations élémentaires.

Dans une flûte d'orgue, aucune pièce n'est mobile. Le son est produit par l'action d'une arête solide, ici un biseau, sur le jet d'air insufflé dans l'instrument. Cette interaction conduit à une oscillation du jet d'air de part et d'autre du biseau. Ce sont donc les dimensions des flûtes qui déterminent les fréquences de cette oscillation.

Nous sommes partis d'un savant et complexe fichier excel, dont la structure va bien au delà de ce document qui se veut facilement compréhensible par la plupart d'entre nous.

Le jeu de paramètres pour un orgue 29 notes vient de Pierre PENARD. sur la base d'une première version du suédois Johan LILJENCRANTS

A noter qu'Internet regorge de sites expliquant de façon très pointue le fonctionnement des flûtes en faisant appel à des lois de physique et d'acoustique assez velues....



Voici tout de même un extrait du fameux tableau magique :

Dimensions de tuyaux d'orgue bouchés, à section carrée													
Constantes de construction													
Position tuyau		Arrière		Avant									
<i>H pied</i>		0.060	0.050										
<i>H bouchon</i>		0.040	0.030										
<i>Epaisseur paroi</i>		0.006	0.005										
Paramètres													
F (Hz)		c (m/s)	LW(69)	M	N Ising	V air (m/s)	Pression (cm H ₂ O)						
440		343.32	18	18	2.50	47.000	13.806						
Dimensions													
Note	N° MIDI	Fréq. (Hz)	Long. théor. (m)	Section int. (m)	E. lame d'air (mm)	Hauteur bouche (mm)	Longueur Accous. (m)	Longueur totale Lcl (m)	Section ext. Wa (m)	Surf. paroi	Larg. face	Jeu	Rang tube
B	Si	47	123	1.390	0.030	0.60	0.665	0.765	0.042	0.000			
c	Do	48	131	1.312	0.029	0.60	0.627	0.727	0.041	0.098	0.04	1	1
d	Ré	50	147	1.169	0.027	0.60	0.558	0.658	0.039	0.181	0.08	1	2
f	Fa	53	175	0.983	0.024	0.50	0.468	0.568	0.036	0.246	0.12	1	3
g	Sol	55	196	0.876	0.022	0.50	0.416	0.516	0.034	0.302	0.15	1	4
a	La	57	220	0.780	0.020	0.50	0.370	0.470	0.032	0.349	0.18	1	5
c'	Do	60	262	0.656	0.018	0.50	0.310	0.410	0.030	0.386	0.21	1	6

Pour avoir la version complète, allez sur le site de Pierre PENARD.

Dans les lignes qui suivront, nous vous donnerons une version simplifiée de ce document, se limitant aux seules données nécessaires à la fabrication des 29 flûtes que nous allons maintenant décrire.

4 - 2 - LES LATTES

L'idéal est de les faire en hêtre. C'est un bois qui se travaille bien et qui se ponce facilement.

Cela permet d'avoir un bel aspect de surface à la fois extérieur pour le coup d'œil, et aussi à l'intérieur pour obtenir une bonne sonorité.

D'autres essences de bois peuvent également convenir, dont le pin qui se trouve facilement.

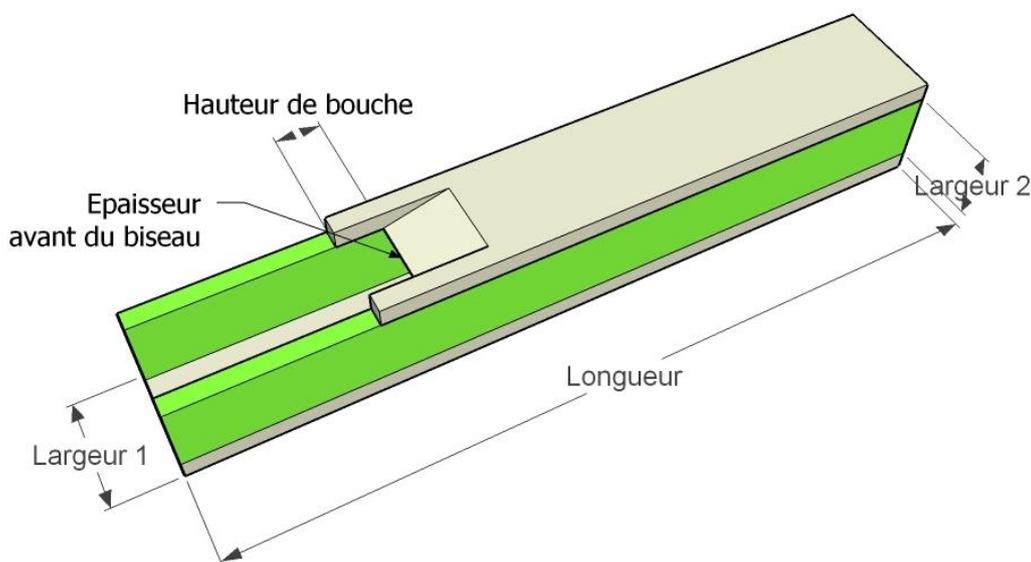
Pour chaque flûte, il y a 4 lattes. Dans un premier temps, il est plus facile de les tailler toutes à la longueur maxi, bien qu'une d'entre elles soit plus courte.



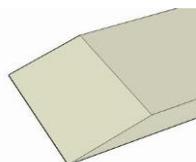
Attention, il est toujours plus facile de recouper une flûte que de la rallonger.

C'est la raison pour laquelle, il est fortement conseillé de prévoir une surlongueur de 10 mm sur chaque latte.

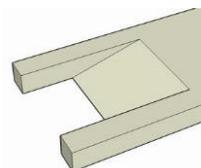
Ce n'est qu'une fois la flûte parfaitement accordée que l'on pourra éventuellement réduire sa longueur.



Sur la latte du dessus, il faut faire un biseau. A ce stade, il y a deux solutions :



Solution n° 1 : biseau sans joue



Solution n° 2 : biseau avec joues

Bien sûr la solution n° 1 est la plus simple à réaliser. La solution n° 2 est la version luxe. Elle permettra de positionner la latte en butée contre le bloc lors de l'opération d'assemblage de la flûte.

Sur le plan musical, la solution n°2 est sensée diminuer le « tchack » à l'attaque de la note. Ce « tchack » est un bruit parasite. Mais bon il faut être très grand mélomane pour le remarquer.

C'est donc la raison pour laquelle, nous avons opté pour la solution n° 2 avec joues.....

Toutes les lattes ont une épaisseur de 5 mm. Cette épaisseur n'est pas critique au niveau musical, mais a forcément une incidence dans les dimensions des lattes qui sont données dans le tableau de dimensions ci-après. A noter que les hauteurs ne sont pas ici majorées de 10 mm.

n° flûte	Note	Longueur	Largeur 1	Largeur 2	Hauteur de bouche	Epaisseur avant du biseau	Pente
1	Do 2	707	59	49	25	0.8	8 à 12°
2	Ré 2	639	55	45	24	0.8	8 à 12°
3	Fa 2	551	50	40	20	0.7	8 à 12°
4	Sol 2	501	47	37	19	0.7	8 à 12°
5	La 2	456	44	34	16	0.6	8 à 12°
6	Do 3	397	41	31	15	0.6	8 à 12°
7	Ré 3	364	38	28	13	0.6	8 à 12°
8	Mi 3	334	36	26	12	0.6	8 à 12°
9	Fa 3	320	35	25	12	0.6	8 à 12°
10	Fa # 3	308	34	24	11	0.5	8 à 12°
11	Sol 3	296	33	23	10	0.5	8 à 12°
12	Sol # 3	264	33	23	10	0.5	8 à 12°
13	La 3	253	32	22	10	0.5	8 à 12°
14	La # 3	243	31	21	9	0.5	8 à 12°
15	Si 3	234	30	20	9	0.5	8 à 12°
16	Do 4	225	29	19	9	0.5	8 à 12°
17	Do # 4	216	29	19	8	0.5	8 à 12°
18	Ré 4	208	28	18	8	0.5	8 à 12°
19	Ré # 4	201	27	17	8	0.5	8 à 12°
20	Mi 4	194	27	17	7	0.5	8 à 12°
21	Fa 4	187	26	16	7	0.5	8 à 12°
22	Fa # 4	181	25	15	6	0.4	8 à 12°
23	Sol 4	175	25	15	6	0.4	8 à 12°
24	Sol # 4	169	24	14	6	0.4	8 à 12°
25	La 4	164	24	14	6	0.4	8 à 12°
26	La # 4	159	23	13	5	0.4	8 à 12°
27	Si 4	154	23	13	5	0.4	8 à 12°
28	Do 5	150	22	12	5	0.4	8 à 12°
29	Ré 5	142	21	11	5	0.4	8 à 12°



Si vous deviez avoir des lattes dans une épaisseur différente de 5 mm, il faudrait bien sûr recalculer les largeurs de lattes mentionnées ci-dessus.

Comment calculer les longueurs de lattes nécessaires ? Il faut optimiser le calcul :

Une lecture attentive du tableau ci-dessus aura certainement attiré votre attention sur le point suivant :



La largeur 1 d'une latte d'une flûte peut parfois correspondre à la largeur 2 d'une latte d'une autre flûte.

Exemple : la largeur de la latte extérieure de la flûte n° 21 est la même que la largeur de la latte intérieure de la flûte n° 8, à savoir 26 mm.

Partant de là, on peut regrouper les lattes de même largeur, et ainsi calculer la longueur totale nécessaire.

Commander les lattes directement à la bonne largeur ne semble pas la bonne solution, pour les raisons suivantes :

- C'est une solution trop rigide qui ne laisse pas le droit à l'erreur dans les calculs et dans la fabrication
- C'est une solution coûteuse - effectivement un menuisier ne travaille pas gratuitement

Le plus simple est alors de regrouper par tranches de largeurs les différentes lattes et ensuite calculer les différentes sommes.



Sachant aussi qu'il sera parfois nécessaire de refaire une ou plusieurs flûtes, il serait aussi judicieux de commander du bois en plus.

Mais ce surplus de sécurité n'est pas facile à estimer sachant qu'il y a de grandes différences dans les longueurs de flûtes. On passe de 142 mm pour la plus petite flûte pour arriver à 707 mm pour la plus grande.

Qui sait dire celles que vous aurez à refaire ?

Il y aurait bien moyen de tout approvisionner en double, mais la facture serait aussi doublée. Alors voilà une solution intermédiaire :



- Prévoyez une majoration de l'ordre de 15% pour l'ensemble (en plus des 10 mm pour chaque flûte)
- Prenez la précaution d'arrondir toutes ces longueurs au mètre linéaire supérieur.
- Commander 4 ou 5 mètres linéaires de latte de la plus grande largeur à savoir 59 mm. Cela permettra de refaire si besoin la plus grande flûte, et aussi quelques autres en réduisant la largeur des lattes à la scie circulaire.

Nous avons prévu d'approvisionner les lattes pré-débitées dans 4 largeurs différentes :

- En largeur 59 mm pour les lattes en largeur 59 à 41 mm
- En largeur 40 mm pour les lattes en largeur 40 à 31mm
- En largeur 30 mm pour les lattes en largeur 30 à 21 mm
- En largeur 20 mm pour les lattes en largeur 20 à 11 mm

Un petit coup de tableur, et le tour est joué. Voici le résultat pour des lattes en épaisseur 5 mm :

	largeur 59/41	longueur totale	largeur 40/31	longueur totale	largeur 30/21	longueur totale	largeur 20/11	longueur totale
	59	1 435	40	1 123	30	487	20	487
	55	1 299	38	748	29	922	19	922
	50	1 123	37	1 022	28	1 184	18	437
	49	1 435	36	688	27	829	17	829
	47	1 022	35	661	26	1 082	16	394
	45	1 299	34	1 567	25	1 412	15	751
	44	931	33	1 159	24	1 341	14	706
	41	815	32	527	23	1 826	13	666
			31	1 321	22	846	12	320
					21	810	11	304
totaux sans majoration		9 358		8 816		10 740		5 815
majoration 15%		1 404		1 322		1 611		872
totaux avec majoration		10 762		10 138		12 351		6 687
totaux arrondis en ml		11		11		13		7
marge supplémentaire pour les lattes les plus larges		4		0		0		0
longueurs à approvisionner	largeur 59	15 ml	largeur 40	11 ml	largeur 30	13 ml	largeur 20	7 ml



Solution alternative pour s'affranchir de tous ces calculs : acheter un lot de lambris sans nœud en faible largeur, et réduire son épaisseur à la raboteuse.

Compte tenu du nombre important de lattes à mettre à dimensions en largeur, rien ne vaut une scie circulaire sur table, avec un guide.

Chez les discounters en bricolage, on en trouve à pas très cher. La précision n'est pas extrême, mais suffisante pour l'application envisagée.



Recoupe en largeur à la scie circulaire sur table



Mise à longueur à la scie égoïne et boîte de découpe



Ponçage en série

Comment usiner les lattes préalablement mises à dimensions ?



A l'ancienne, au ciseau à bois.
Là, il faut être un pro (n'est-ce pas Pierre...)



Tout simplement à la fraiseuse numérique
(un beau cadeau pour la fête des pères)

En ce qui nous concerne, nous n'avons pas trouvé de ciseau à bois, et avons du nous rabattre sur la machine outil...

Voici quelques photos de la fabrication de la latte du dessus :



Dressage du chant en bout



Défonçage de la hauteur de bouche



Calage de la latte sur une « barre à sinus » pour
maintenir un axe horizontal de la fraise



Usinage de la pente



L'extrémité avant du biseau ne doit pas être affinée en couteau, mais doit garder une certaine épaisseur équivalente à celle de la lame d'air.

Nous, on ne lésine pas. Dans le tableau donné précédemment, il est spécifié 0.80, c'est donc 0.80 et pas 0.79 ou 0.81...

Contrôle de l'épaisseur de l'extrémité du biseau.

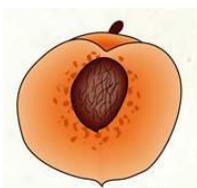
Le fait d'avoir coupé la latte du dessus à la même longueur que les 3 autres permettra si besoin de recommencer l'usinage de la pente qui est assez délicat.

Compte tenu du nombre important de lattes, il faut être assez méthodique dans leur fabrication. Dans le cas contraire, on risque de se retrouver avec soit des éléments en trop, soit en moins, soit en doublon, ou aussi d'assembler des morceaux qui ne sont pas sensés aller ensemble



Il faut les identifier et les regrouper au fur et à mesure sous forme de fagots.

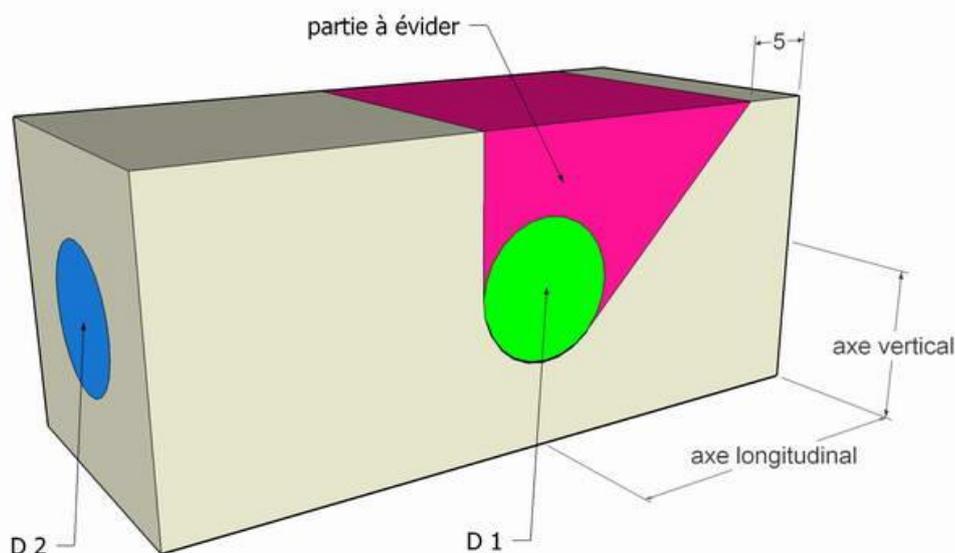
4 - 3 - LE NOYAU



C'est par cette pièce située à la base de la flûte que rentrera l'air en provenance de la soufflerie (via la boîte à soupapes)

Grâce au pan incliné, l'air sera amené sur la partie supérieure juste au niveau du pan incliné usiné sur la latte supérieure de la flûte.

Les noyaux sont taillés dans des tasseaux de chêne.



Voici la méthode « manuelle » pour évider la partie en forme de triangle :

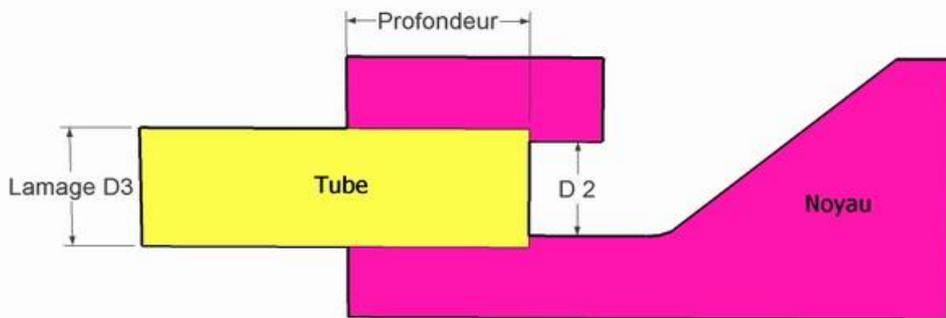
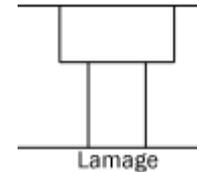
1. Percer un trou D1 dans le travers de la pièce (voir tableau ci-après)
2. Donner un premier coup de scie à 90°
3. Donner un second coup de scie à 135°
4. Dégager « la vache qui rit »
5. Bien poncer les surfaces au papier de verre.



Le trou à la base est du même diamètre que le trou en travers, donc $D_1 = D_2$. Ce trou recevra ensuite le tube qui permettra de maintenir la flûte sur la table et aussi servira pour le raccordement du tuyau en provenance de la boîte à soupapes.

Pour le perçage en bout destiné à recevoir le bout de tube, il est conseillé de réaliser un « lamage ».

Ce sont deux perçages concentriques avec 2 diamètres différents.



Dans un premier temps, le noyau est percé en bout sur toute sa longueur avec un diamètre D2.

Ensuite avec un foret à lamer, deux tiers de la longueur du perçage sont amenés à un diamètre de lamage D3 légèrement supérieur à D2. De ce fait, le bout de tube vient en butée contre l'épaulement intérieur.

De plus le diamètre intérieur du bout de tube étant égal à D2, la surface du trou n'est pas réduite, d'où une meilleure entrée d'air.

Pour des raisons esthétiques et pratiques, il est recommandé de positionner les 29 flûtes sur au moins 2 rangées distinctes. Aussi, il est coutume d'avoir des noyaux de hauteurs 50 sur les flûtes de devant, et 60 mm sur les flûtes de derrière (si le pied de celles-ci est visible).

C'est la raison pour laquelle, dans le tableau ci-dessous, il y a changement de hauteur à partir de la flûte n° 7.

Cela peut varier en fonction de la disposition de vos flûtes (voir chapitre suivant)

Compte tenu de la disposition un peu particulière des flûtes de l'orgue n°2, certaines seront modifiées en faisant entrer l'air sur l'arrière de la flûte et non à la base de celle-ci. Nous verrons cela un peu plus tard.

Voici le tableau qui donne toutes les dimensions pour la fabrication des noyaux.

N° flûte	longueur noyau	section noyau	diamètre perçage D1	axe longitudinal perçage D1	axe vertical perçage D1	diamètre perçage D2	diamètre lamage D3
1	60	49	14	39.2	24.3	14	16
2	60	45	14	37.4	22.5	14	16
3	60	40	12	33.6	20.1	12	14
4	60	37	12	32.1	18.6	12	14
5	60	34	12	30.7	17.2	12	14
6	60	31	10	27.4	15.3	10	12
7	50	28	10	26.3	14.2	10	12
8	50	26	10	25.2	13.1	10	12
9	50	25	10	24.7	12.6	10	12
10	50	24	10	24.2	12.2	10	12
11	50	23	10	23.8	11.7	10	12
12	50	23	10	23.3	11.3	10	12
13	50	22	8	21.5	10.8	8	10
14	50	21	8	21.1	10.4	8	10
15	50	20	8	20.7	10.0	8	10
16	50	19	8	20.3	9.7	8	10
17	50	19	8	19.9	9.3	8	10
18	50	18	8	19.6	8.9	8	10
19	50	17	8	19.3	8.6	8	10
20	50	17	8	18.9	8.3	8	10
21	50	16	8	18.6	8.0	8	10
22	50	15	8	18.3	7.7	8	10
23	50	15	8	18.0	7.4	8	10
24	50	14	6	16.3	7.1	6	8
25	50	14	6	16.1	6.8	6	8
26	50	13	6	15.8	6.6	6	8
27	50	13	6	15.6	6.3	6	8
28	50	12	6	15.3	6.1	6	8
29	50	11	6	14.9	5.6	6	8

Sans vouloir griller les étapes, il faut savoir que vous aurez besoin de tailler des bouchons qui viendront s'emmancher dans les flûtes pour régler la note.

Ces bouchons sont des sections carrées, qui dans un premier temps, sont les mêmes que celles des noyaux.

Donc pourquoi ne pas profiter pour grouper les opérations de mise à la bonne côte à la fois pour les noyaux et les bouchons.

La longueur des bouchons est égale à la longueur des noyaux divisée par 2. A noter que cette longueur n'est pas critique.

n° de flûte	Largeur des noyaux et des bouchons	longueur des noyaux	longueur des bouchons	longueur des noyaux et des bouchons
1	49	60	30	90
2	45	60	30	90
3	40	60	30	90
4	37	60	30	90
5	34	60	30	90
6	31	60	30	90
7	28	50	25	90
8	26	50	25	90
9	25	50	25	90
10	24	50	25	90
11	23	50	25	90
12	23	50	25	75
13	22	50	25	75
14	21	50	25	75
15	20	50	25	75
16	19	50	25	75
17	19	50	25	75
18	18	50	25	75
19	17	50	25	75
20	17	50	25	75
21	16	50	25	75
22	15	50	25	75
23	15	50	25	75
24	14	50	25	75
25	14	50	25	75
26	13	50	25	75
27	13	50	25	75
28	12	50	25	75
29	11	50	25	75

Comme nous l'avions fait pour le calcul des lattes des flûtes, nous avons prévu d'approvisionner les tasseaux pré-débités dans 3 largeurs différentes :

- En largeur 49 mm pour les tasseaux en largeur 49 à 31 mm
- En largeur 28 mm pour les tasseaux en largeur 28 à 20 mm
- En largeur 19 mm pour les tasseaux en largeur 19 à 11 mm

Voici le tableau qui permet de calculer les longueurs de tasseaux à commander pour la fabrication à la fois des noyaux et des bouchons :

	largeur 49 à 31	longueur totale en mm	largeur 28 à 20	longueur totale en mm	largeur 19 à 11	longueur totale en mm
	49	90	28	90	19	75
	45	90	26	90	18	75
	40	90	25	90	17	75
	37	90	24	90	16	75
	34	90	23	165	15	75
	31	90	22	75	14	75
			21	75	13	75
			20	75	12	75
					11	75
totaux sans majoration		540		750		675
totaux arrondis en ml		600		800		700
longueurs à approvisionner	en largeur 49	longueur en ml 0.60 ml	en largeur 28	longueur en ml 0.80 ml	en largeur 19	longueur en ml 0.70 ml

A noter que contrairement au calcul des lattes de flûtes, les largeurs des noyaux et des bouchons sont indépendantes de l'épaisseur des lattes utilisées pour la fabrication des flûtes.

Revenons maintenant à l'usinage des noyaux à la fraiseuse dont voici quelques photos :



Première passe pour la partie verticale



Calage dans l'étau avec un rapporteur d'angle



Deuxième passe pour la partie inclinée



Perçage en bout

Quelque soit la façon de fabriquer ces pièces, à la scie égoïne ou à la fraiseuse, il faut parfaitement poncer les faces usinées.

Il est conseillé de graphiter la partie inclinée et la petite partie plane à la sortie.

Ceci pour éviter les effets de l'humidité qui soulèvent les fibres du bois, quand on souffle dedans pour les essais.

Il suffit de noircir ces surfaces au crayon noir.



4 - 4 - LE TUBE DE SORTIE



A la base des noyaux sont insérés des bouts de tubes en cuivre ou en alu.

Leur diamètre doit bien sûr tenir compte du diamètre deamage (voir explications antérieures)

Calcul de la longueur des tubes : nous allons avoir besoin de tubes pour 2 utilisations différentes, donc autant prévoir dès maintenant les longueurs pour l'ensemble des besoins :

Localisation	Détail du calcul
A la sortie des noyaux	<ul style="list-style-type: none"> Longueur dans le bloc = 2/3 de la matière restante après usinage de la pente Longueur pour traverser le table support = environ 10 mm Longueur pour le raccordement du tuyau plastique « cristal » venant de la boîte à soupapes = 25mm
Pour les sièges de soupape	<ul style="list-style-type: none"> Longueur à l'intérieur de la boîte = 11 mm (à confirmer selon votre propre boîte) Longueur pour traverser le couvercle = 5 mm (à confirmer selon votre couvercle) Longueur pour le raccordement du tuyau plastique « cristal » vers des flûtes = 25mm

En résumé, pour l'ensemble des 3 postes, il faut au minium :

Diamètre des tubes	Longueurs totales sans marge
16 mm	830 mm
14 mm	296 mm
12 mm	679mm
10 mm	1088 mm
8 mm	605 mm

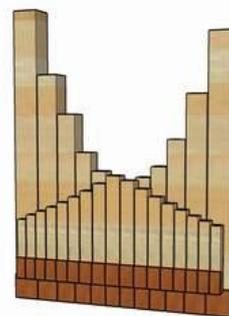
Sachant qu'il est peu probable que le tube se vende sur mesure, vous serez contraints d'acheter la longueur fixe la plus proche.

Pour découper les tubes, rien n'est plus efficace qu'un coupe-tube.



A noter aussi que la longueur des tubes est curieusement en relation avec la disposition des flûtes !

Effectivement, si l'on place toutes les flûtes verticalement sur deux rangs, il faut surélever la première rangée pour que les flûtes arrière ne soient pas étouffées par celles de devant.



Il faut donc tenir compte de ces tubes lors de vos appros.

Vous avez aussi la possibilité de mettre toutes les flûtes au même niveau, mais en laissant un espace suffisant entre les 2 rangées, à savoir environ 2 fois la hauteur de bouche.

En prenant la hauteur de bouche la plus grande, à savoir 25 mm pour la flûte n° 1 en Do 2, l'espace est donc de 50 mm. On vérifiera cela beaucoup plus tard lorsque les différents sous-ensembles seront placés les uns par rapport aux autres

On peut bien sûr combiner les deux solutions : surélévation + espacement. C'est vous qui voyez !

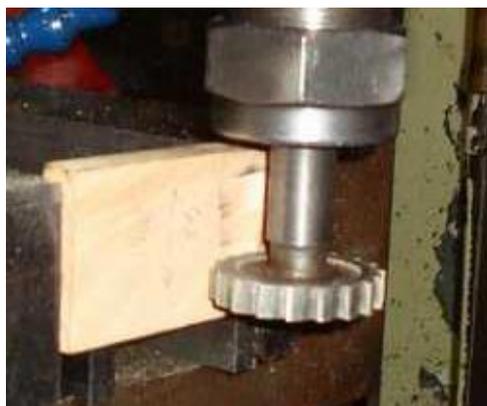
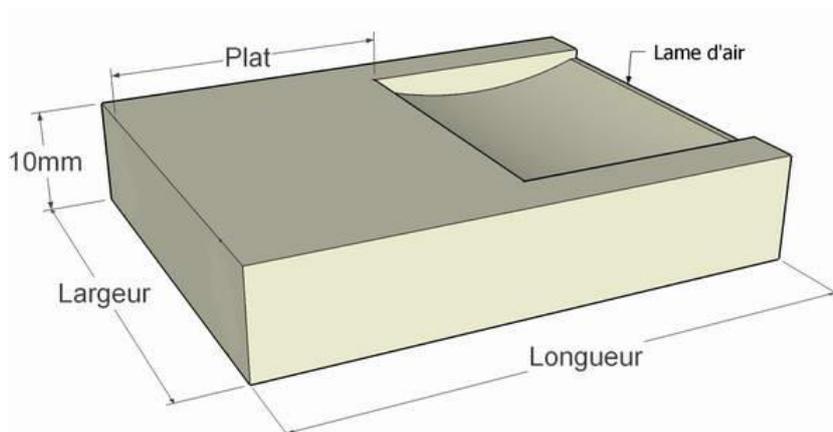
4 - 5 - LE BLOC

Cette pièce en chêne vient se superposer juste au dessus du noyau. Elle permet de diriger l'air vers la sortie du noyau.



On taille ces pièces dans des lattes plus épaisses que celles utilisées pour les flûtes.

Les pièces sont ensuite usinées en creux. Une très légère réduction en hauteur a été faite à la lime pour avoir ce que l'on appelle une lame d'air.



La longueur du plat n'est pas critique, et est plus ou moins égale à la longueur du bloc divisée par deux.

Elle découle surtout du diamètre de la fraise utilisée lors de l'usinage en creux de la pièce.

En fonction de vos possibilités, il existe d'autres moyens peut-être plus simples d'arriver à un résultat satisfaisant pour la mise en forme de ces blocs.

Voir le site de Pierre PENARD pour les détails.

Il faut parfaitement poncer ces pièces.

Là encore, et pour les mêmes raisons que précédemment, il est conseillé de graphiter la partie usinée.



Le tableau ci-dessous donne les différentes valeurs pour la fabrication des blocs pour des lattes en épaisseur 5 mm :

N° flûte	longueur du bloc	largeur du bloc	Hauteur de la lame d'air
1	60	59	0.8
2	60	55	0.8
3	60	50	0.7
4	60	47	0.7
5	60	44	0.6
6	60	41	0.6
7	50	38	0.6
8	50	36	0.6
9	50	35	0.6
10	50	34	0.5
11	50	33	0.5
12	50	33	0.5
13	50	32	0.5
14	50	31	0.5
15	50	30	0.5
16	50	29	0.5
17	50	29	0.5
18	50	28	0.5
19	50	27	0.5
20	50	27	0.5
21	50	26	0.5
22	50	25	0.4
23	50	25	0.4
24	50	24	0.4
25	50	24	0.4
26	50	23	0.4
27	50	23	0.4
28	50	22	0.4
29	50	21	0.4



L'usinage de la hauteur de la lame d'air à une extrême importance, dans la mesure l'on fait dans l'approximatif, la flûte aura très peu de chance de chanter !

Comme nous l'avons fait pour le calcul des lattes des flûtes, des noyaux et des bouchons, nous avons prévu d'approvisionner les lattes pré-débitées dans 3 largeurs différentes :

- En largeur 59 mm pour les tasseaux en largeur 59 à 41 mm
- En largeur 38 mm pour les tasseaux en largeur 38 à 30 mm
- En largeur 29 mm pour les tasseaux en largeur 29 à 21 mm

Voici le tableau qui permet de calculer les longueurs de à commander pour la fabrication des blocs :

	largeur 49 à 31	longueur totale en mm	largeur 28 à 20	longueur totale en mm	largeur 19 à 11	longueur totale en mm
	49	60	28	50	19	50
	45	60	26	50	18	50
	40	60	25	50	17	50
	37	60	24	50	16	50
	34	60	23	100	15	50
	31	60	22	50	14	50
			21	50	13	50
			20	50	12	50
					11	50
totaux sans majoration		360		450		450
totaux arrondis en ml		400		5 ml		5 ml
longueurs à approvisionner	en largeur 49	longueur en ml 0.40 ml	en largeur 28	longueur en ml 0.50 ml	en largeur 19	longueur en ml 0.50 ml



Rappel : Ces longueurs sont basées sur l'utilisation de lattes en épaisseur 5 mm pour la fabrication du fût des flûtes.

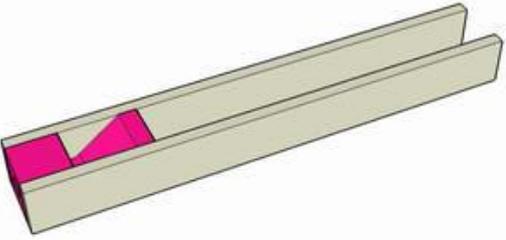
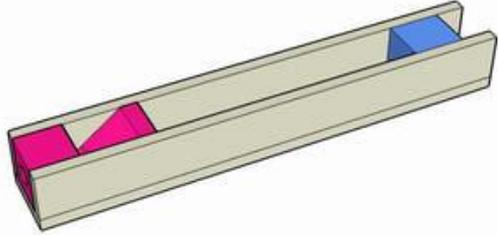
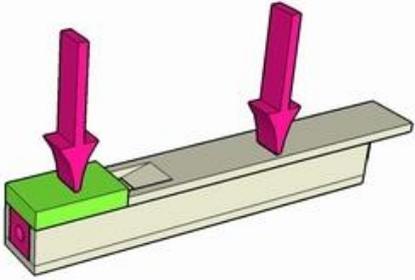
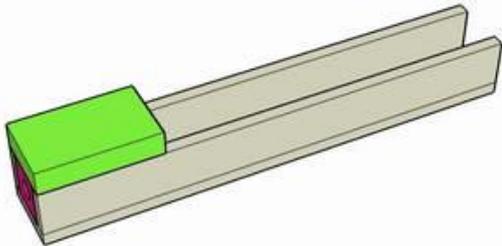
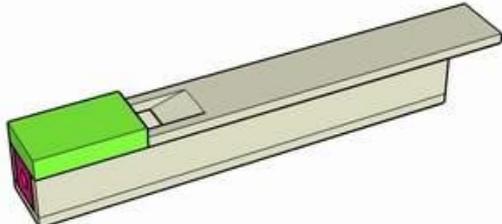
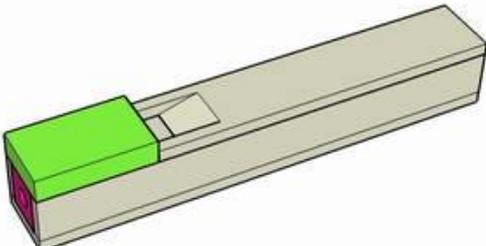
4 - 6 - L'ASSEMBLAGE DES FLUTES

Attention, quand c'est bien collé, et bien sec, il est quasiment impossible de faire machine arrière sans faire de dégâts sur la flûte.

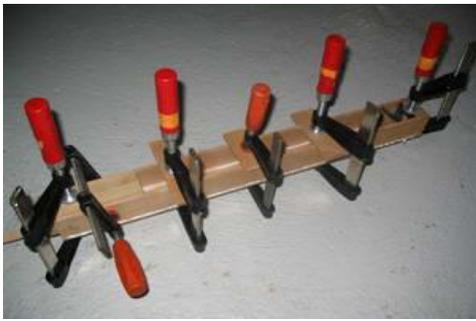
Pour coller le bois, rien de mieux que de la colle vinylique blanche.

Après avoir fait quelques essais sur les premières flûtes, voici la procédure qui nous semble la mieux adaptée pour l'assemblage des différents composants.



<p>1 Tartiner au pinceau de la colle vinylique sur les deux grandes faces latérales du noyau, et appliquer les 2 lattes latérales de part et d'autre.</p> <p>Positionner le tout sur une surface bien plane avant le serrage par un serre-joint. Attention à ne pas inverser le sens du noyau...</p> <p>Une fois sec, bien poncer le dessus pour avoir un affleurement parfait entre les faces inférieures et supérieures du noyau et celles des lattes.</p>	
<p>2 Encoller l'ensemble sur sa partie inférieure et l'appliquer sur la grande latte, en prenant soin d'insérer une cale de même largeur que le noyau pour conserver un bon alignement. Le bouchon décrit après peut servir de cale.</p> <p>Attention à ne pas coller la cale ou le bouchon par un excédent de colle.</p>	
<p>3 Avant de coller le bloc, vérifiez le bon fonctionnement de la flûte en plaquant fermement le bloc et la latte biseautée.</p>	
<p>4 Coller le bloc en alignant sa petite face juste au nu du noyau.</p> <p>Attention à ne pas inverser le bloc.</p> <p>Attention à ne pas laisser un excédent de colle au niveau de la lame d'air.</p>	
<p>5 Une fois l'ensemble ci-dessus bien sec, appliquer la latte biseautée en la mettant en butée contre le bloc.</p>	
<p>6 Il restera plus qu'à recouper la latte supérieure au même niveau que les autres.</p>	

Pour un meilleur rendu visuel, toutes les arêtes verticales ont été cassées au papier de verre.



A chaque étape, il est conseillé d'enlever rapidement les excédents de colle. Cela évite un laborieux ponçage ultérieur.

Ne pas être avare sur le nombre de serre-joints.

En regardant bien la photo ci-contre on peut apercevoir, entre les serre-joints, la flûte en cours de collage....

4 - 7 - LE BOUCHON



Pour réduire la taille des flûtes de moitié par rapport à des flûtes ouvertes, il a été choisi la solution des flûtes en « bourdon ». Qui dit bourdon, dit « bouchon ».

Il faut donc insérer en bout de chaque flûte un petit bloc de chêne. Au départ, il faut débiter ces petites longueurs en même temps que les longueurs servant à fabriquer les noyaux. La section étant la même, cela simplifie l'opération.

Il faut que ce bloc puisse coulisser dans la flûte. C'est ce qui permettra de l'accorder à la bonne note dans une plage de +/- $\frac{1}{2}$ ton.

Il doit donc avoir un jeu suffisant permettant le coulisement, mais pas trop grand pour assurer l'étanchéité du bouchon.

Là encore, il y a deux solutions pour la mise à dimensions de la section :

1. Ajustage très précis - nous déconseillons cette solution que nous avons envisagée dans un premier temps.

Outre le fait que cela demande une assez grande précision dans l'usinage, cette solution n'offre pas un coulisement facile du bouchon.

De plus, le bois est sensible aux variations de températures et d'hygrométrie, ce qui provoque des coincements.

2. Réduction de la section du bouchon avec étanchéité assurée par une petite pièce de peau de chamois.

Malgré le fait que nous soyons très sensibles à la conservation de l'espèce animale, nous avons opté pour cette solution.

Il faut par contre reprendre tous les bouchons et réduire leur section afin qu'il y ait de la place pour la peau de chamois.



On estime à un petit millimètre la réduction en épaisseur sur chacune des faces des bouchons. Cela est à ajuster au mieux pour chaque flûte.

Placer le bouchon sur la peau

Découper en laissant un excédent de l'ordre de 5 mm.

La peau doit être rendue solidaire au bouchon par un point de colle forte (néoprène par exemple)

Cela évite de laisser la peau dans le corps de la flûte lorsque l'on tire le bouchon vers l'extérieur.

Pendant les réglages, le bouton s'enfoncera peut-être complètement à l'intérieur de la flûte. Il faut donc prévoir un piton à anneau pour le récupérer sans avoir à éclater la flûte.



Lors de la finition de l'orgue, nous nous arrangerons pour dissimuler ces disgracieux pitons.

Vous verrez un peu plus tard que ce petit piton aura une seconde utilisation. Quel suspens !

Pour pouvoir accrocher facilement les pitons non visibles, nous avons confectionné un outil très simple. C'est une tige de métal coudée sur 5 mm à une de ses extrémités.



Le bouchon doit coulisser « dur » à savoir assez pour pouvoir être positionné à sa bonne place, mais pas trop pour qu'il ne bouge pas tout seul lors du transport de l'instrument.

Attention aussi à ce qu'il n'y ait pas de fuite d'air à ce niveau.

Pour pouvoir localiser les fuites, nous avons « inventé » un système très simple.

Il suffit d'approcher une bougie, et surveiller la flamme pour qu'elle ne vacille pas.



Si vous avez été trop généreux sur les coups de lime lors des opérations de réduction de la section des bouchons, il est possible de faire machine arrière en entourant leur pied avec du ruban adhésif.

Vous avez un très bon moyen de vérifier si le bouchon ne bougera pas tout seul. Il suffit pour cela de poncer la flûte avec une ponceuse électrique !!!!!

Eh oui, si le bouchon est mal ajusté, les vibrations de la ponceuse vont le faire bouger tout seul.

Prenez le temps de noter le numéro de la flûte et sa note sur sa face arrière.



Pour en finir avec la fabrication des flûtes, il est conseillé d'en pulvériser l'intérieur avec du vernis en bombe.

Cela améliore la circulation de l'air, donc la musicalité



Le vernis ne coûte pas très cher, mais ce n'est pas une raison pour en tartiner un $\frac{1}{4}$ de litre dans chaque flûte.



Si on pulvérise un peu trop de vernis, on risque de boucher la sortie d'air du noyau au niveau de la lame d'air.

Si cela vous arrive (comme cela nous est arrivé) il est possible de déboucher la lame d'air à l'aide d'un réglet.



En fait pour éviter qu'un excédent de vernis ne vienne boucher la lame d'air, il est préférable de poser horizontalement la flûte avec son ouverture vers le haut pendant la pulvérisation.

Avant de teinter ou de vernir les flûtes il faut les tester...

4 - 8 - TEST DES FLUTES

Bien qu'il soit déconseillé de souffler dans une flûte pour la tester, il est difficile de résister. Cela a pour conséquence de mettre de l'humidité à l'intérieur.

En outre, cela permet d'avoir rapidement une idée sur le fait que la flûte « chante » ou pas.

L'accordage d'une flûte ne peut se faire qu'une fois raccordée à sa propre soufflerie, et via la boîte à soupapes. Ces deux éléments seront décrits plus tard.



Dans l'immédiat, si la flûte chante, c'est bon signe, il restera à l'accorder de façon précise à la bonne note en réglant la position de son bouchon. Ceci fera aussi l'objet d'un sujet dans ce fascicule. Par contre, si la flûte ne chante pas, ce n'est pas gagné de trouver la cause de son mutisme.



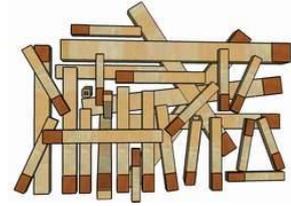
- Est-ce qu'il y a bien de la colle sur toute la longueur des lattes pour empêcher les fuites ?
- Est-ce qu'un excès de colle n'est pas venu obturer la sortie d'air au niveau de la lame d'air à la sortie du bloc ?
- Est-ce que le bloc aurait été collé à l'envers ? (on peut assurer que cela arrive...)
- Est-ce que le bouchon est bien étanche ? (on peut assurer que cela arrive aussi....)

Si une flûte refuse catégoriquement de chanter, on aura parfois intérêt à repartir de zéro en la re fabriquant complètement.

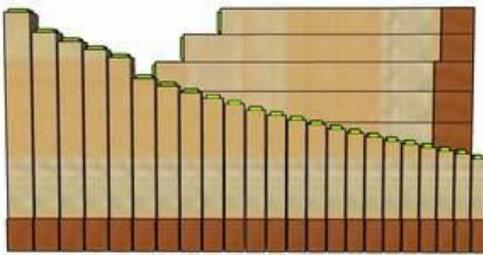
4 - 9 - DISPOSITION DES FLUTES ET SUPPORTS DE FLUTES

Une fois les flûtes terminées, vous avez le choix dans leur disposition.

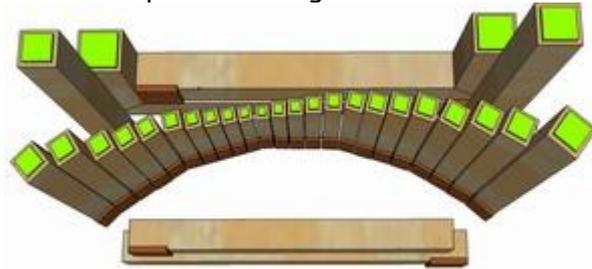
Gardez tout de même en tête qu'il faudra les raccorder, et que la disposition retenue aura forcément une incidence sur le volume hors tout de l'instrument.



Voici les deux types de disposition que nous avons retenus pour nos 2 orgues :



Disposition pour l'orgue n° 1
Flûtes 1 à 6 à l'horizontale sur l'arrière
Flûtes 7 à 29 à la verticale sur l'avant



Disposition pour l'orgue n° 2
Flûtes 1 et 2 coudées derrière l'arc de cercle
Flûtes 3 et 4 horizontales devant l'arc de cercle
Flûtes 5 et 6 verticales derrière l'arc de cercle
Flûtes 7 à 29 en arc de cercle

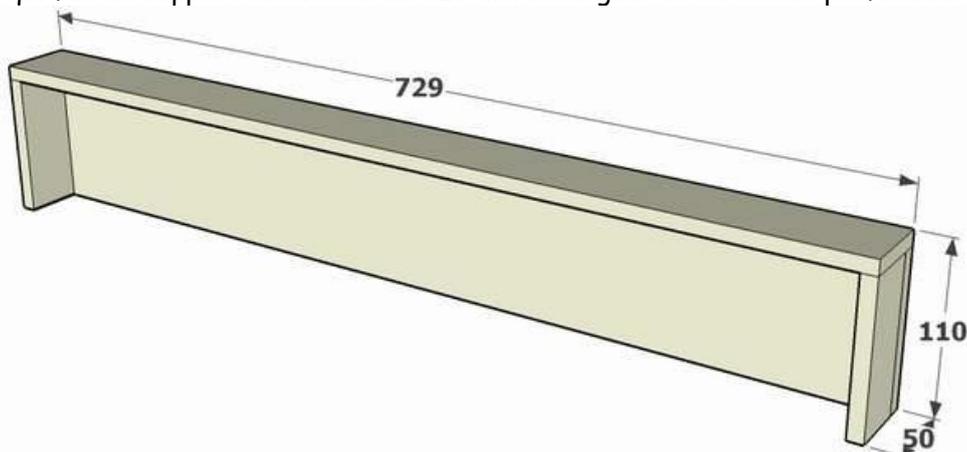
Voici les infos pour la disposition de l'orgue n° 1 :

Il est fait appel à deux supports distincts qui sont découpés dans du contreplaqué de 10 mm d'épaisseur. Les flûtes seront maintenues en position en insérant le tube qui est emmanché dans le noyau, dans les trous réalisés dans les 2 supports.

De la précision des perçages dans le support dépend bien sûr le bon espacement entre les différentes flûtes.

Dimensions du support horizontal pour les flûtes 7 à 29

- 655 mm pour l'ensemble des flûtes
- 66 mm pour les espaces entre flûtes (à raison de 2 mm entre chaque flûte)
- 30 mm pour les 2 espaces de fixation en bout (à raison de 15 mm de chaque côté)
- Ce qui fait un support horizontal de 729 mm en largeur et 50 mm en profondeur



Pour les perçages destinés à recevoir les flûtes, vous devez faire un choix plus esthétique que technique, à savoir : Aligner les flûtes sur leur face avant ou sur leur face arrière ? C'est vous qui voyez !

Une fois le support horizontal terminé, vous allez vivre un tournant dans la construction de votre orgue.

Effectivement, en insérant avec fébrilité les flûtes les unes après les autres, vous allez voir progressivement se transformer ce qui n'était que des petits sous-ensembles en un composant majeur de l'instrument.

Ce grand moment de bonheur va certainement être terni par une petite imperfection....

Malgré tout le soin que vous aurez apporté à la fabrication des flûtes et au perçage du support, il y a peu de chance que les flûtes aient un alignement parfait une fois positionnées les unes contre les autres.



Afin d'obtenir une bonne verticalité de chaque flûte, il est nécessaire de les rendre solidaires entre elles par deux lattes de bois situées sur l'arrière, donc quasiment invisibles.



Dans ces lattes, il faut faire autant de trous qu'il y a de flûtes (23 dans notre cas). Une courte vis traverse la grande latte de fixation et vient rentrer dans la latte arrière de la flûte.

Grâce à une série de cales en carton, on recherche la bonne verticalité.

Une fois celle-ci obtenue, on peut passer à leur fixation.

Mettre la vis environ au 2/3 de la hauteur de la flûte en vérifiant bien que l'on ne vienne pas visser dans la zone où doit coulisser le bouchon. Le fait de faire pénétrer un bout de vis dans le volume de la flûte n'est pas gênant, car cela est pris en compte lors des opérations d'accordage.

Si l'on a opté pour un alignement des flûtes sur la partie frontale, il faudra insérer des épaisseurs de cartons en nombre différent d'une flûte à l'autre.



Dans un premier temps, nous avons mis en place deux plats en alu. Vu de devant, c'est pas top !

Donc priorité au bois

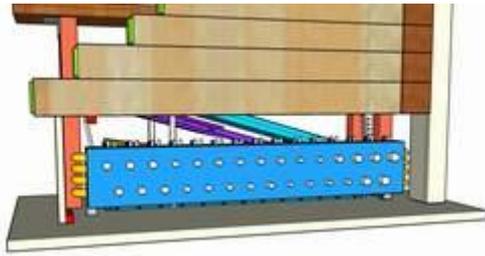
Il ne faut pas coller les flûtes sur le support.

Cela compliquerait leur démontage si un jour, il fallait intervenir sur l'une d'entre elles.

Pour assurer une bonne fixation, nous avons simplement mis une petite vis qui traverse le support par le dessous.



Dimensions du support vertical pour les flûtes 1 à 6



Projetons-nous un peu dans l'avenir pour prévoir l'emplacement de la boîte à soupapes.

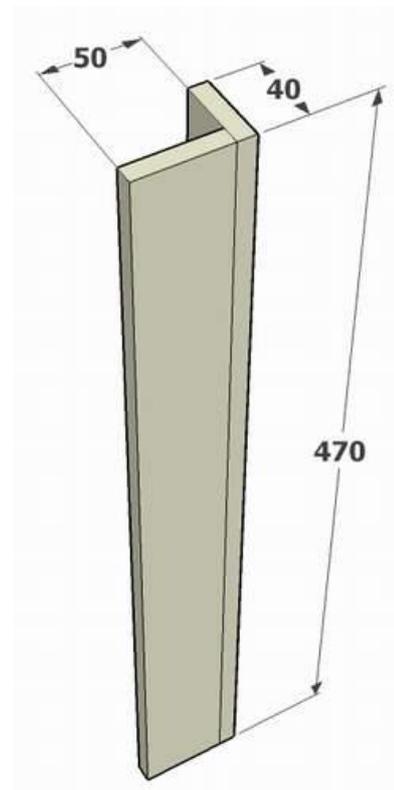
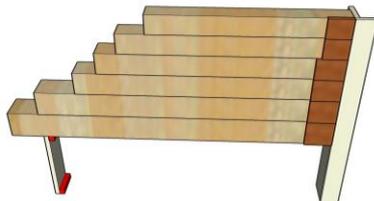
Effectivement avec les flûtes de la disposition n°1, il est prévu de loger la boîte sous les flûtes horizontales. Il faut donc surélever l'ensemble des flûtes.

Contrairement aux flûtes verticales, les flûtes horizontales ne sont pas espacées les unes des autres, mais sont empilées les unes sur les autres.

Calcul de la hauteur hors tout :

- 296 mm pour l'ensemble des flûtes
- 174 mm pour laisser la place pour la boîte à soupapes
- Ce qui fait un support vertical de 470 mm de longueur.

Pour maintenir l'ensemble sur le côté opposé au support vertical, il faut mettre une petite planchette maintenue en place par une équerre en bas et un tasseau en haut.



Pour la fixation de la planchette sous la flûte, vous allez certainement tomber dans la zone où est censé se trouver le bouchon de la flûte. Donc il est préférable de coller le tasseau sous la flûte, évitant ainsi les vis.

Comme nous l'avons fait pour les flûtes verticales, il faut prévoir un système pour maintenir en place les flûtes horizontales.

Compte tenu des différences plus importantes à compenser, nous avons fait une réglette en bois étagée sur plusieurs niveaux.



Voilà le résultat de l'ensemble tel que décrit précédemment



Disposition retenue pour l'orgue n° 1
(Après les opérations d'accordage, les pitons disgracieux seront dissimulés et l'ensemble sera verni)

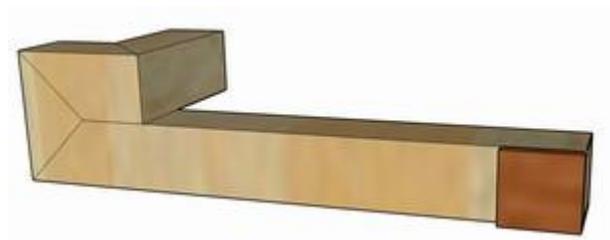
Voici les infos pour la disposition de l'orgue n° 2 :

Dans cette disposition, il est fait appel à 2 flûtes coudées.

Cela permet de réduire dans de grandes proportions la longueur des flûtes, et donc par conséquent l'encombrement total de l'instrument.

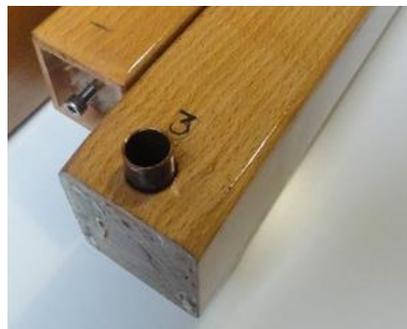


Dans le cas de flûtes coudées, la longueur à prendre en compte est celle de l'axe médian.



Si l'on désire construire « un orgue de voyage » on peut avoir recours à des flûtes coudées dans plusieurs directions.

Pour les flûtes les plus grandes (1 à 4), la position d'entrée du tube raccord a été modifiée.



L'entrée du tube ne se fait plus à la base de la flûte, mais à l'arrière de celle-ci.

Cela permet de réduire un peu l'encombrement.

Pour cet orgue n° 2, un seul support est suffisant. Il sera découpé dans une belle planche en bois massif car une fois terminé, le support sera bien visible.

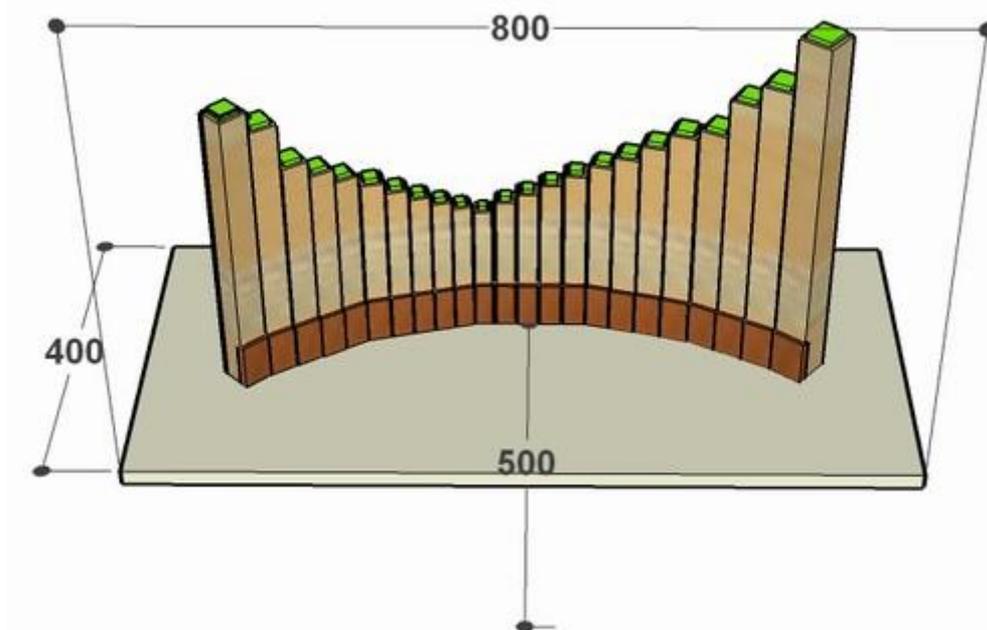
Pas facile de déterminer avec précision les dimensions finales de la planche support.

Effectivement, et contrairement à ce que l'on pourrait penser au départ, la flûte n° 29 ne se trouve pas forcément pile-poil au centre de l'arc de cercle. Cela s'explique par la largeur différente des flûtes. Voici un moyen simple d'arriver au résultat escompté.

Partir sur une planche plus grande, disons une planche 800 mm x 400mm. A l'aide d'une ficelle et une punaise, ou d'une règle percée, tracer un grand arc de cercle de +/- 500 mm de diamètre. Positionnez vous flûtes sur l'arc afin de trouver le point d'origine pour la flûte n° 29

A partir de ce point d'origine, on partira :

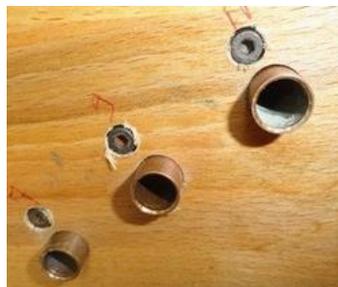
- Vers la droite avec les flûtes impaires (27/25/23/21/19/17/15/13/11/9/7)
- Vers la gauche avec les flûtes paires de (28/26/24/22/20/18/16/14/12/10/8)



Les flûtes 5 et 6 sont fixées verticalement sur la planche support, un peu en retrait des flûtes en arc de cercle.



Comme pour l'orgue n° 1, chaque flûte est maintenue en place avec une vis.



Les flûtes 3 et 4 sont fixées sous la planche support à l'aide d'équerres.



L'alimentation en air des flûtes 1 et 2 se fait sur l'arrière en traversant la face avant du coffre.



Une fois toutes les flûtes bien en place, il suffit de recouper la table support à ses bonnes dimensions. Pour une meilleure esthétique certaines parties sont arrondies.



Voilà le résultat de l'ensemble tel que décrit précédemment



Disposition retenue pour l'orgue n° 2

5 - 1 - PRESENTATION DE L'ENSEMBLE

C'est le poumon de l'instrument et c'est sans doute, avec la boîte à soupapes, une des parties les plus délicates à réaliser.



De sa conception, et de sa bonne construction dépend le bon volume d'air et le bon débit nécessaires à faire chanter les flûtes. Une soufflerie asthmatique n'arriverait pas à alimenter les flûtes notamment dans le cas où plusieurs d'entre elles seraient amenées à chanter ensemble.

Au départ, c'est le facteur d'orgue Robert HOPP qui a eu l'idée d'une telle soufflerie avec les 2 pompes superposées accompagnées d'une réserve. Pierre PENARD s'en est inspiré dans ses constructions, et Jean-Pierre COSSARD en a fait les plans.

A notre tour, nous avons fait ce croquis montrant en détail les différentes parties :

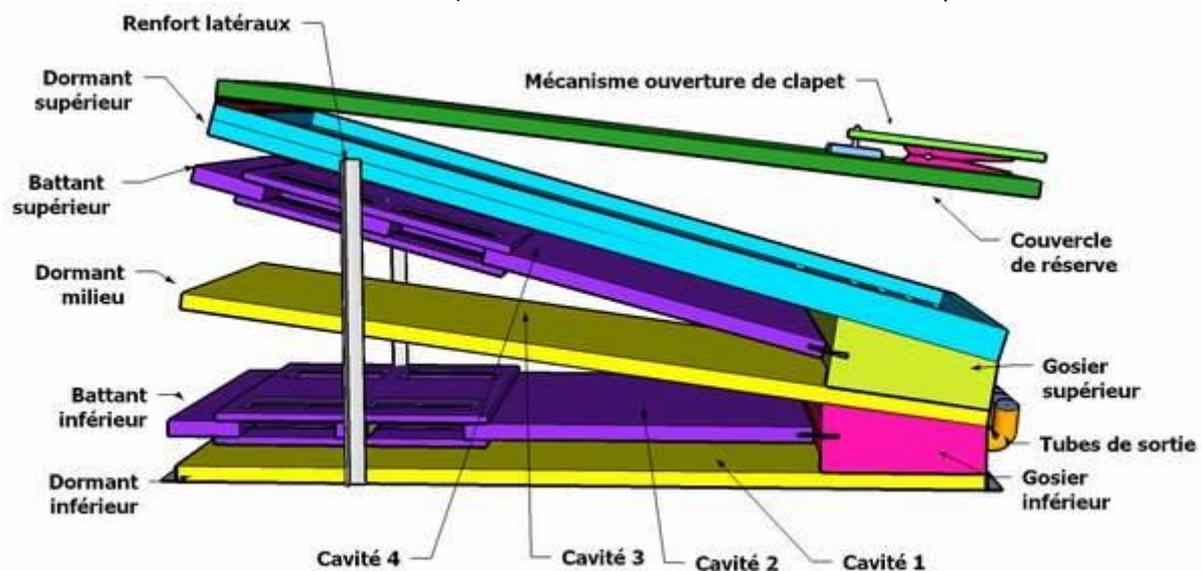


Photo de la soufflerie à moitié garnie des peaux (cela permet de voir l'intérieur)

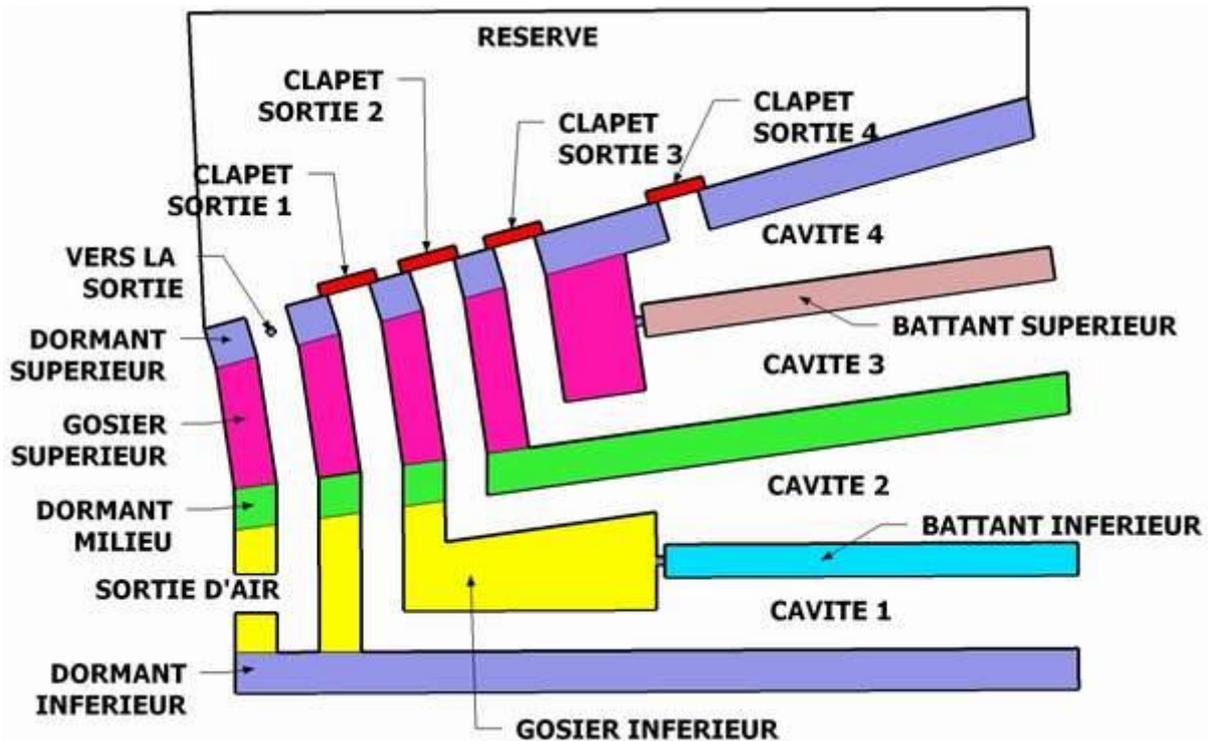
5 - 2 - LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Avant de passer à la construction, il est bien utile de comprendre le principe de fonctionnement.

Celui-ci est identique à celui du soufflet qui sert pour attiser le feu de la cheminée, mis à part que notre soufflerie produit beaucoup plus d'air du fait qu'elle ne possède pas qu'un seul volume de production mais quatre.



L'air rentre par les 8 ouïes latérales qui sont sur les 2 battants mobiles. Ensuite on fait appel à deux blocs de bois que l'on appelle des gosiers dont les différents usinages seront utiles pour canaliser les différents flux d'air. Voici un croquis destiné à bien expliquer le cheminement de l'air.



Par l'intermédiaire des deux gosiers, l'air produit dans les 4 cavités est remonté dans la réserve située sur le dessus de la soufflerie.

L'air est temporairement stocké dans cette réserve et ressort selon les besoins d'air nécessaires pour faire chanter les flûtes.

La pression est rendue constante dans la réserve grâce à un ressort qui exerce une traction sur le couvercle vers le bas.



Ne pouvant redescendre par le même chemin du fait de la présence de 4 clapets, l'air n'a qu'une porte de sortie pour redescendre vers les tubes plastique « cristal » qui le mèneront vers la boîte à soupapes.

Le débit d'air produit et sa pression doivent être constants.

Le débit s'obtient en utilisant plusieurs soufflets (4 dans notre cas). Ces soufflets fonctionnent deux par deux à tour de rôle. Il y en a toujours deux qui soufflent pendant que les deux autres refont le plein d'air.

Leur débattement est déphasé de 180 ° grâce à un vilebrequin, lui-même entraîné par une manivelle.

C'est cet ensemble de 4 soufflets que l'on appelle la soufflerie. La pression, dont on connaît le niveau nécessaire, se mesure assez facilement. On le verra !

Par contre en ce qui concerne le débit d'air, l'exercice est un peu plus délicat. Pour s'en affranchir, il suffit de ne pas mégotter sur les dimensions de la soufflerie en la fabriquant d'après les dimensions qui vous seront données.

Si vous deviez construire votre soufflerie sans suivre nos préconisations, vous vous exposeriez au risque de ne pas avoir un débit suffisant pour alimenter les flûtes. Dans ce cas, il faudrait :

- soit revoir les dimensions en reconstruisant une seconde soufflerie plus volumineuse
- soit produire plus d'air en tournant plus vite la manivelle. Attention, dans ce cas, la musique sera jouée plus rapidement à moins de jouer sur le rapport de transmission des poulies...

Dans les lignes qui suivent, la description complète de la soufflerie va se faire en partant du bas vers le haut.



Lors de la fabrication de la soufflerie, vous devez absolument toujours garder en tête le fait de soigner les assemblages et les collages afin d'éliminer tout risque de fuites d'air. Outre le fait qu'elles sont parfois difficiles à localiser, elles sont aussi souvent difficiles à colmater.

5 - 3 - SOUFFLERIE DEMONTABLE OU PAS ?

Avant de commencer dans la fabrication, il faut savoir que certains facteurs d'orgues « concurrents » ont opté pour un système de soufflerie démontable, partant du principe que les clapets internes peuvent un jour décider de se mettre en grève.

A vous d'estimer avant la construction votre niveau d'optimisme sur l'éventualité d'un dysfonctionnement. Comment fait-on pour rendre la soufflerie démontable ?

Il faut positionner les deux parties non pas l'une sur l'autre comme nous l'avons fait, mais côte à côte. Il faut aussi séparer la réserve des cavités en faisant en sorte le plancher de la réserve soit un morceau de contreplaqué différent et distinct du dormant supérieur des soufflets.



- En démontant la réserve, on a accès aux clapets du dessus via une trappe de visite
- En démontant le soufflet de sa base, on a accès aux clapets du dessous via une autre trappe de visite.

Toujours pour les mêmes raisons, il est possible de prévoir une trappe de visite sur le dessus de la réserve pour avoir un accès aux 3 clapets.

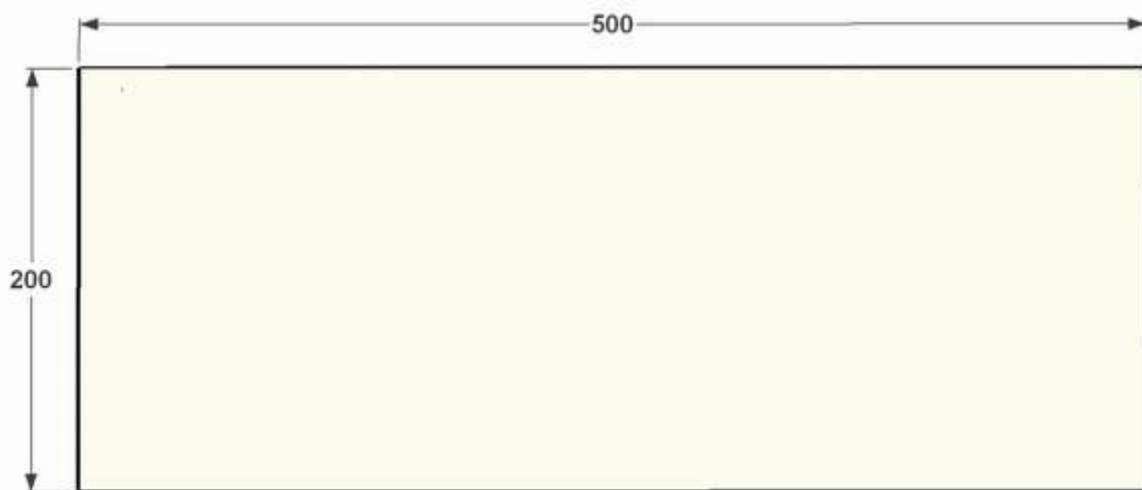
Pour de plus amples renseignements, allez surfer sur les forums internet.

Les explications qui suivent sont basées sur une soufflerie non démontable.

5 - 4 - LE DORMANT INFÉRIEUR (pour l'orgue n° 1 seulement)

Cette pièce sert de base à l'ensemble.

Il faut un morceau de contreplaqué de 500 x 200 mm en épaisseur 10 mm.



Croquis très complexe du dormant inférieur

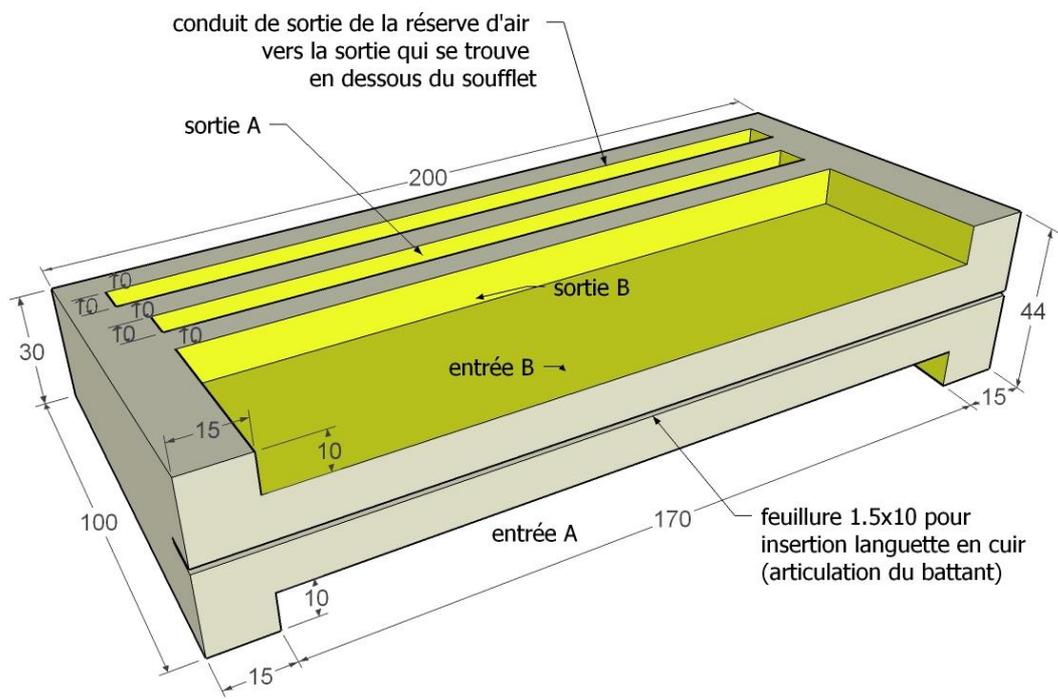
Pour l'orgue n° 2, il y aura en plus une lumière à découper (voir chapitre au 5 -6)

5 - 5 - LE GOSIER INFÉRIEUR

C'est le nom de la pièce en bois qui permet de faire remonter l'air des 2 premières cavités vers la réserve supérieure. Un usinage permet aussi de faire redescendre tout l'air de la réserve vers la sortie allant vers la boîte à soupapes. Un bloc de chêne fera parfaitement l'affaire.

Il est certain qu'avec une fraiseuse ou une défonceuse, c'est plus facile à faire qu'au ciseau à bois (à condition de savoir se servir de la machine).

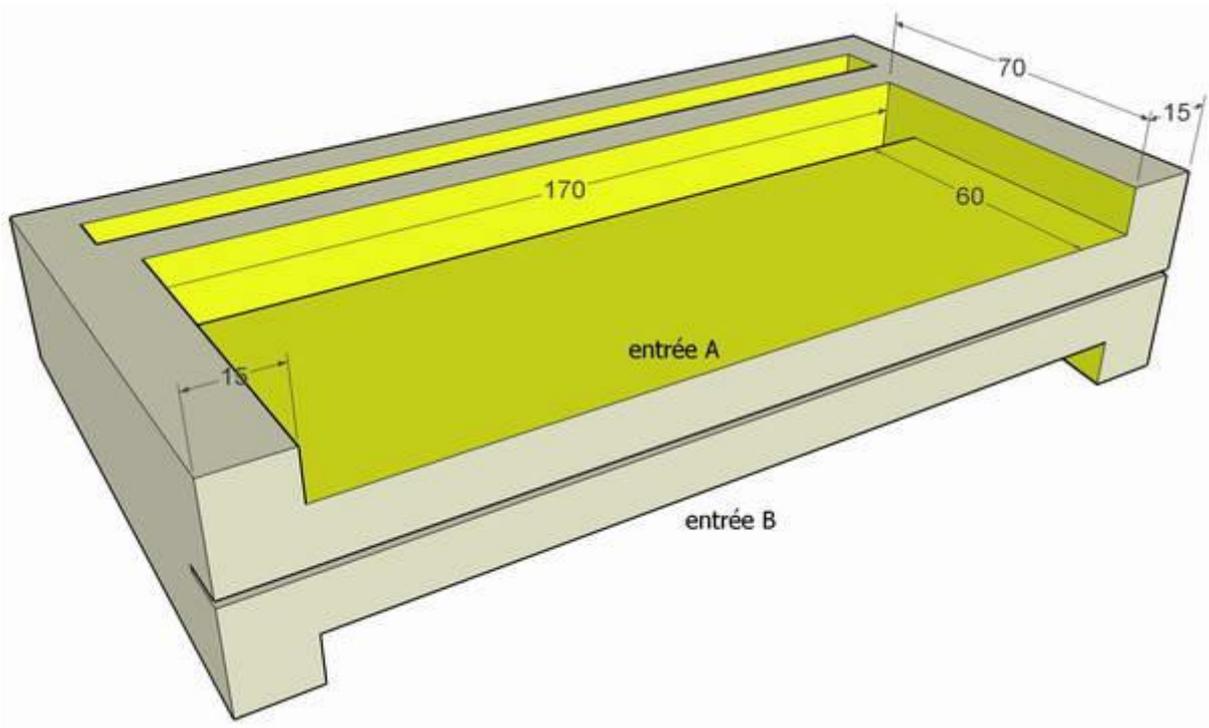
A noter que les usinages ont été dessinés à angle droit mais dans la réalité, ils sont faits en arrondi ce qui est plus simple.



Croquis du gosier inférieur - vue de dessus



Photo du gosier inférieur - vue de dessus



Croquis du gosier inférieur - vue de dessous



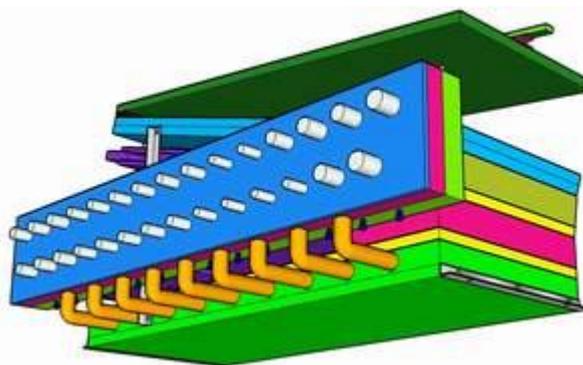
Photo du gosier inférieur - vue de dessous

5 - 6 - LA SORTIE D'AIR VERS LA BOITE A SOUPAPES

C'est bien beau de produire de l'air, Encore faut-il qu'on lui laisse la possibilité d'aller vers la boite à soupapes et après vers les flûtes.

Dans un premier temps, nous avons imaginé sur la planche à dessin, un raccordement en « dur » à savoir, la mise en place à la base de la soufflerie d'une nourrice recevant l'air, et ensuite des tubes et des coudes en cuivre pour rejoindre des trous réalisés dans la partie inférieure de la boite à soupapes.

Le projet est même passé du bureau d'études à l'atelier de fabrication.



La nourrice
sous la soufflerie



Les tubes de liaison



Les raccords
sous la boite à soupapes

L'idée est bonne sur le papier, mais dans la réalité c'est pas le Pérou, et cela pour les raisons suivantes :

- Malgré un bon alignement des perçages, la mise en place de la boite à soupapes sur les sections qui sortent de la soufflerie n'est pas des plus faciles. L'ensemble est emmanché en force. Lors du démontage pour les interventions sur la boite à soupapes, il faut même y aller au marteau. Ce qui n'est pas conseillé sur des pièces fragiles.
- La présence des coudes sous la boite à soupapes gêne en partie l'accès aux vis de réglage de la vitesse de répétition (le sujet sera vu ultérieurement).

Devant cet essai infructueux, nous sommes alors partis sur une autre piste en ce qui concerne [l'orgue n° 1](#). [Nous verrons un peu plus loin la solution retenue pour l'orgue n° 2](#)

L'idée étant d'opter cette fois pour une liaison souple avec des tuyaux plastiques « cristal » partant de l'extrémité de la soufflerie et allant se raccorder de part et d'autres sur les petits côtés de la boite à soupapes.



Sortie de l'air en bout de soufflerie.



Entrée de l'air de part et d'autres
sur les côtés de la boite à soupapes

Voulant conserver la possibilité de pouvoir démonter l'ensemble, nous avons inséré en force les tuyaux plastiques « cristal » dans les raccords coudés. Cette nouvelle solution échouera malheureusement au test implacable de mise sous pression.

Pour mettre les fuites d'air en évidence, nous avons plongé verticalement l'extrémité de la boîte à soupapes dans un récipient rempli d'eau.

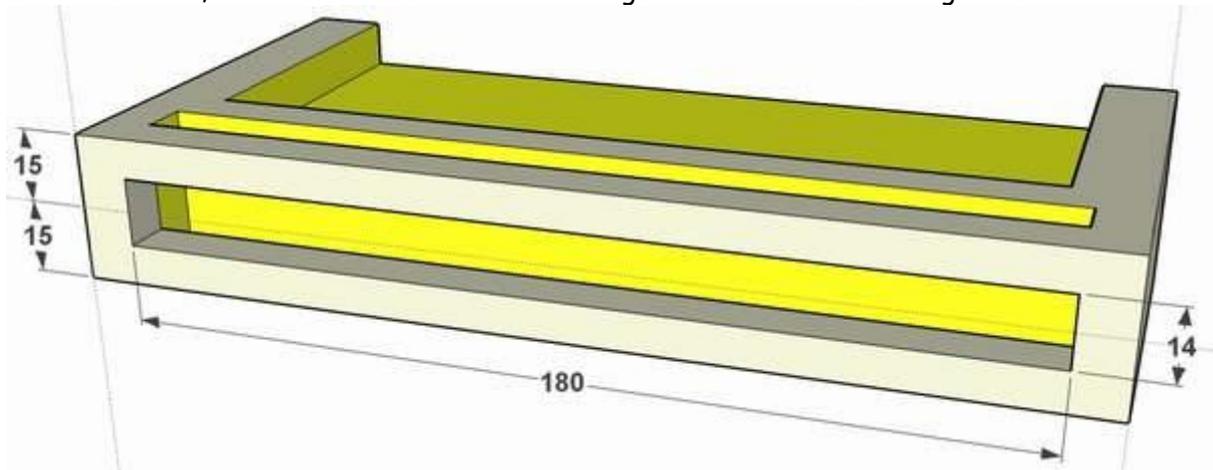
En fait, tout ce que nous avons réussi à fabriquer, c'est une machine à faire des bulles,

C'est bien, mais ce n'est pas vraiment le but recherché.



La « bonne solution » consiste tout de même à disposer des coudes sur la soufflerie et sur la boîte à soupapes, mais au lieu de faire rentrer les tuyaux plastiques dans les coudes, on fera rentrer les coudes dans les tuyaux plastiques. L'emboîtement devra être « dur » pour être étanche.

Dans l'immédiat, contentons-nous de faire une longue lumière à l'arrière du gosier.



En faisant cette lumière, il ne faut pas forcer comme un malade sur la perceuse, au risque de traverser la cloison intérieure du gosier.

Nous verrons à la fin du chapitre de la soufflerie, comment fixer les raccords permettant le raccordement des tuyaux.

A noter que l'idée de la nourrice a tout de même été conservée pour l'orgue n° 2, mais en remplaçant la liaison en dur par une liaison souple à base de tuyaux plastique.



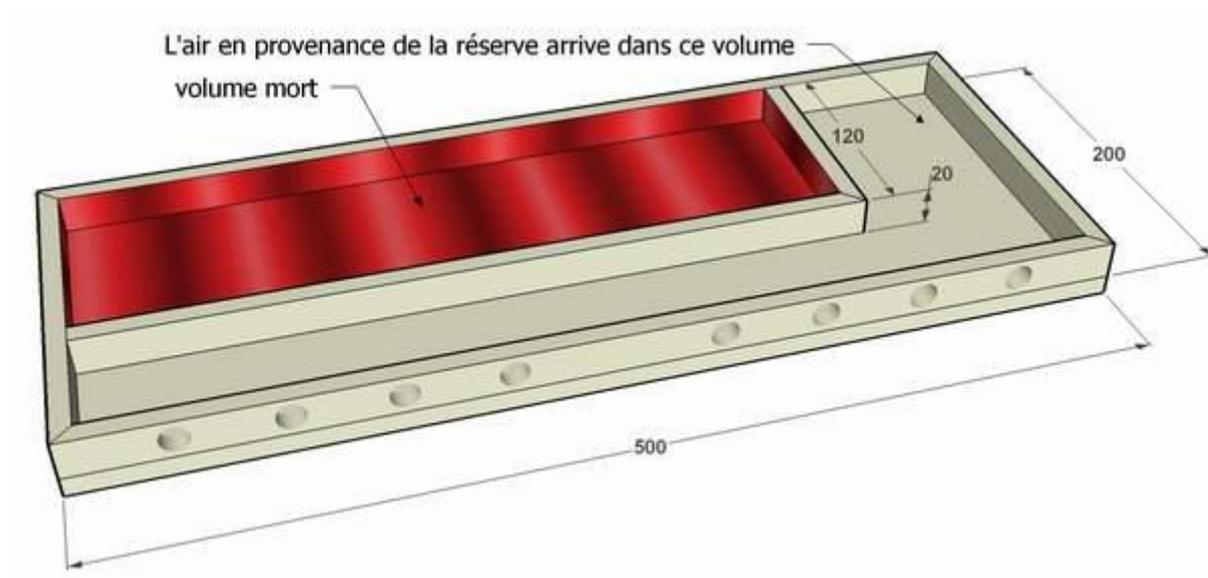
Dans cette nourrice, on réserve un volume « mort » pour éviter une consommation d'air trop importante, pouvant empêcher le gonflement rapide de la réserve d'air au démarrage.

Le plancher de la nourrice est en contreplaqué de 10 mm et mesure 500 x 200 mm.

Les tasseaux pour le périmètre et pour le cloisonnement intérieur sont de section 10x20 mm.

Sur un des grands tasseaux, on fait 8 perçages en diamètre 14 mm pour les sorties vers la boîte à soupapes.

Lors de l'assemblage, ne pas être radin sur la colle vinylique afin d'assurer une parfaite étanchéité de la cavité.

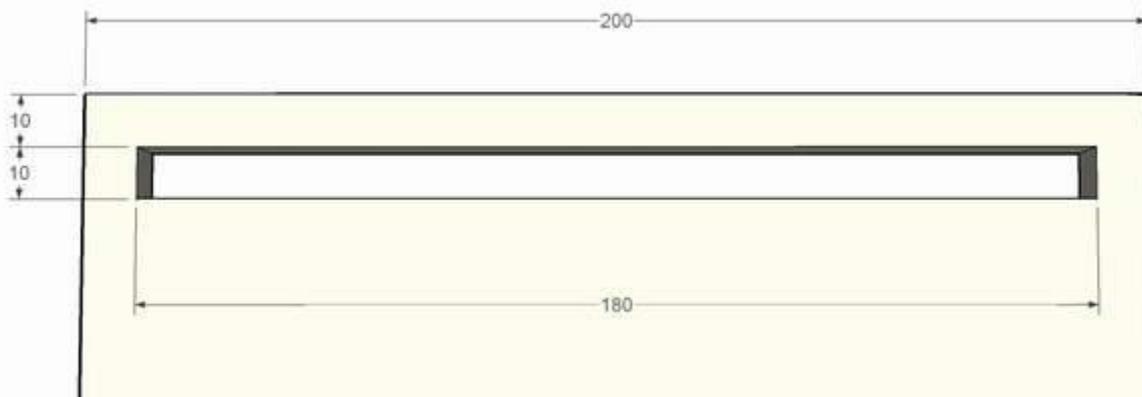


Croquis de la nourrice



Photo de la nourrice (en cours de séchage)

Pour que l'air, en provenance de la réserve, puisse aussi avoir accès à la nourrice, il faut découper une lumière de 180 x 10 mm à 10 mm du bord dans le plancher de la soufflerie qui devient alors le couvercle de la nourrice.



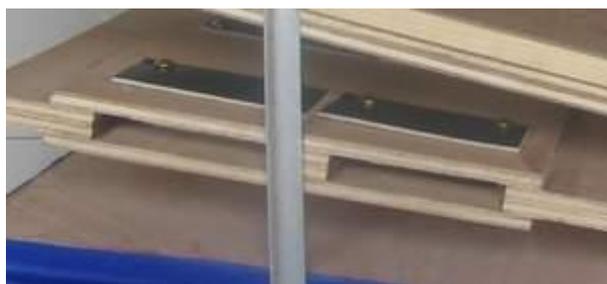
Croquis du dormant inférieur pour l'orgue n° 2 avec utilisation de la nourrice



Photo du dormant inférieur pour l'orgue n° 2

5 - 7 - LE BATTANT INFÉRIEUR

Ensemble de plusieurs pièces destiné à produire une compression d'air. Il faut deux ensembles identiques (battant inférieur et battant supérieur)

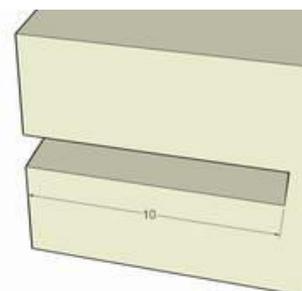


Il faut un morceau de contreplaqué de 400 x 200 mm en épaisseur 10 mm pour le battant, et deux morceaux de contreplaqué de 165 x 200 mm en épaisseur 5 mm, qui sont collés sur le battant et qui supportent les clapets.

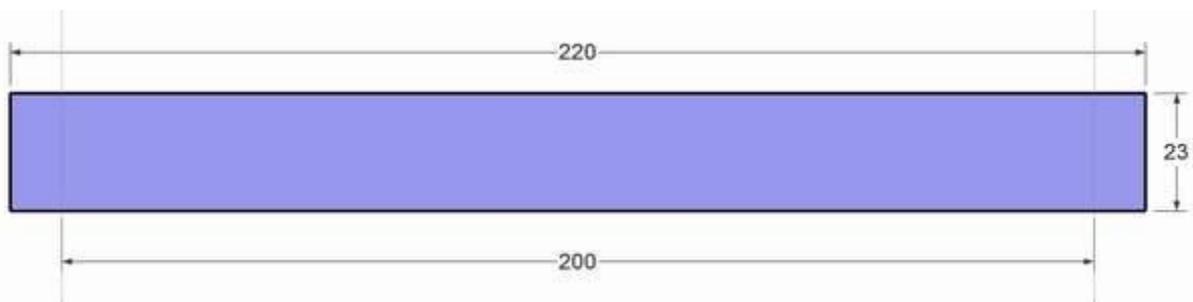
Sur le petit chant arrière du battant, il faut faire une feuillure pour recevoir une bandelette de cuir faisant office de charnière.

La profondeur de la feuillure est de 10 mm.

La hauteur de la feuillure doit légèrement supérieure à l'épaisseur du cuir pour permettre son insertion facile.



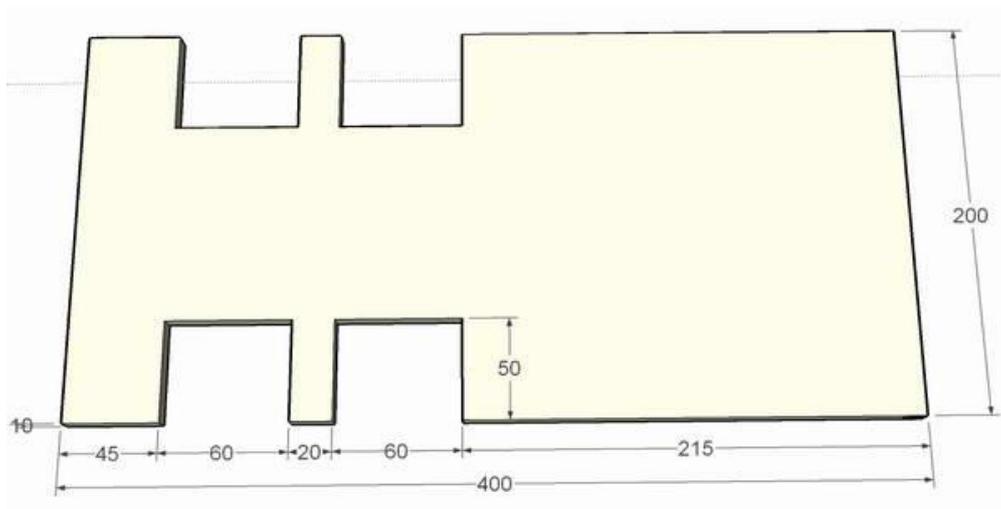
La charnière du battant est constituée d'une simple bandelette de cuir de forte épaisseur, de l'ordre de 1.5 à 2 mm, dont la largeur doit être de 23 mm, soit 10 mm pour rentrer dans chaque feuillure + 1 jeu de 3 mm entre le battant et le gosier.



La longueur de la bandelette est au départ de 220 mm pour être ensuite recoupée à la largeur exacte du battant et du gosier.

Avant sa mise en place, la bandelette de cuir sera tartinée sur ses deux faces de colle vinylique.

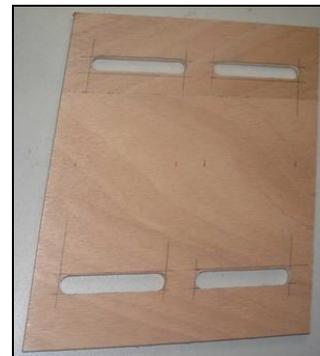
Au moment de l'assemblage du battant sur le gosier, il faut veiller à ce qu'un excédent de colle ne vienne pas gêner son mouvement.



Croquis du battant



Partie principale

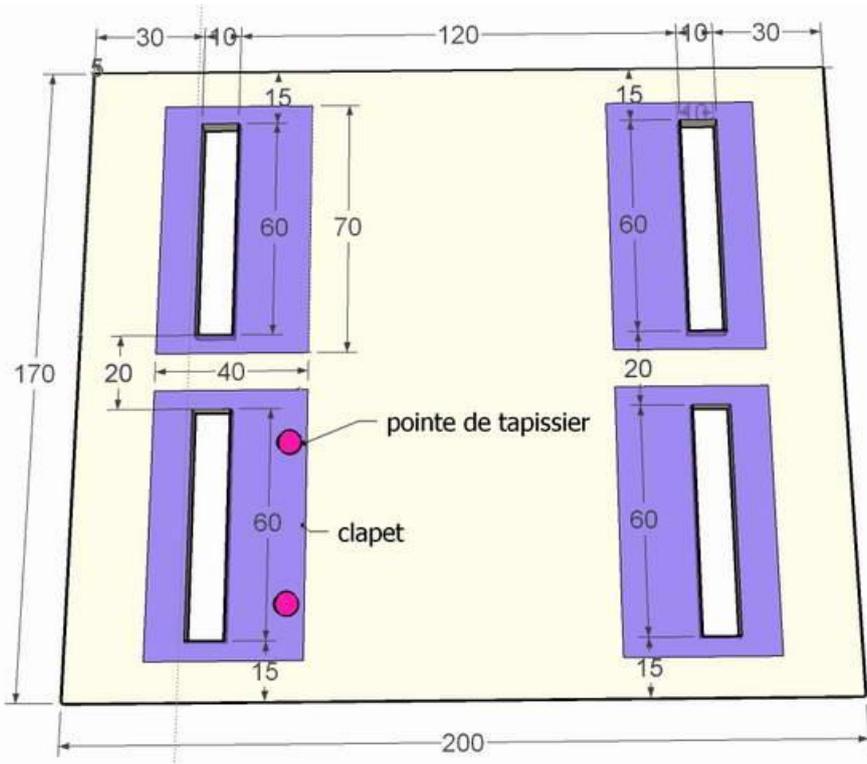


Support de clapets

Les clapets internes ne doivent pas fuir. Ils sont constitués d'un empilage d'une petite pièce de cuir de 1 mm d'épaisseur, et de dimensions 40x70 mm. Le cuir est collé à la néoprène sur un film plastique de 2/10ème d'épaisseur.

C'est le côté lisse du cuir qui doit être collé contre le film plastique et non le côté pelucheux. Voir ci-contre la fabrication à la chaîne des clapets. Il en faudra 16 en tout (8 pour le battant inférieur et 8 pour le battant supérieur)





Croquis du porte clapet



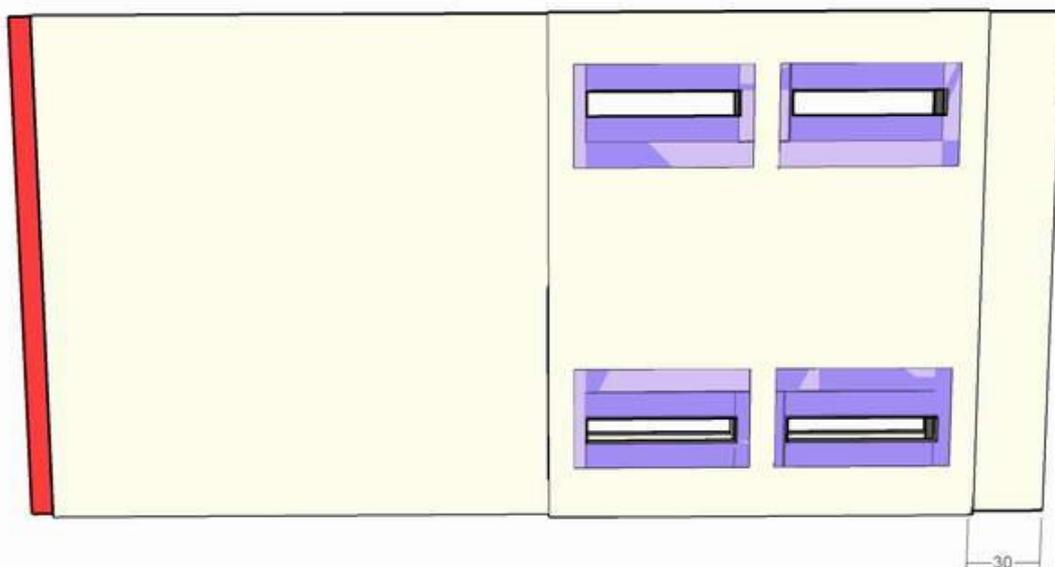
Où trouver du cuir à pas cher : le plus simple est d'aller dans les revendeurs de salons !

A longueur d'année ils polluent votre boîte aux lettres avec leurs invitations bidon. C'est le moment de leur rendre visite...

Le côté pelucheux de la pièce en cuir du clapet doit être appliqué sur le battant. L'ensemble est fixé par deux pointes de tapissier.



Pour éviter que le clapet ne gondole, il est conseillé de faire des avant trous dans les clapets, à l'aide d'une grosse pointe.



Croquis du battant inférieur complet



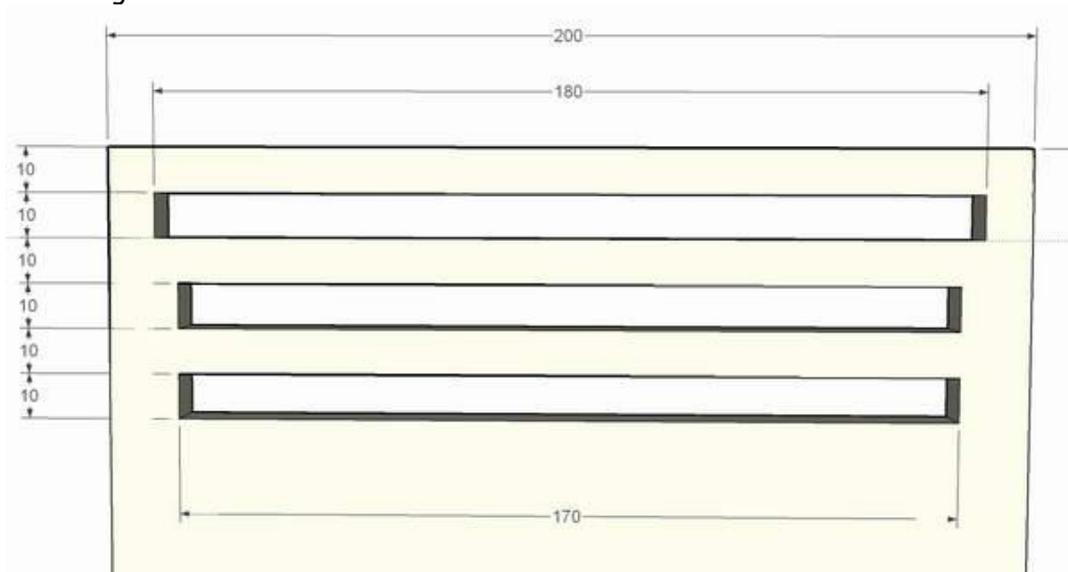
Photo du battant inférieur sans ses clapets



Photo du battant inférieur avec ses clapets

5 - 8 - LE DORMANT DU MILIEU

Il faut un morceau de contreplaqué de 500 x 200 mm en épaisseur 10 mm. Trois lumières de dimensions inégales sont réalisées.



Croquis du dormant du milieu



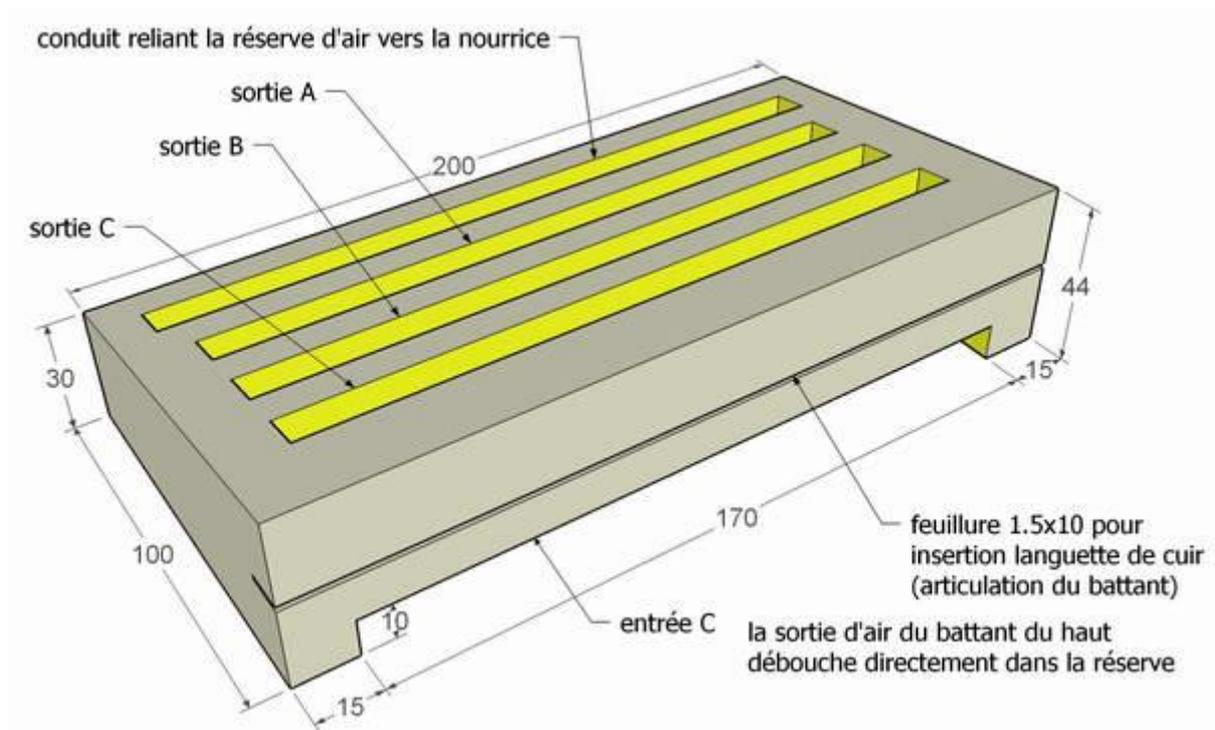
Photo du dormant du milieu

Comme pour le gosier inférieur, toutes les faces doivent être enduites soigneusement de colle pour éviter les fuites d'air.



5 - 9 - LE GOSIER SUPERIEUR

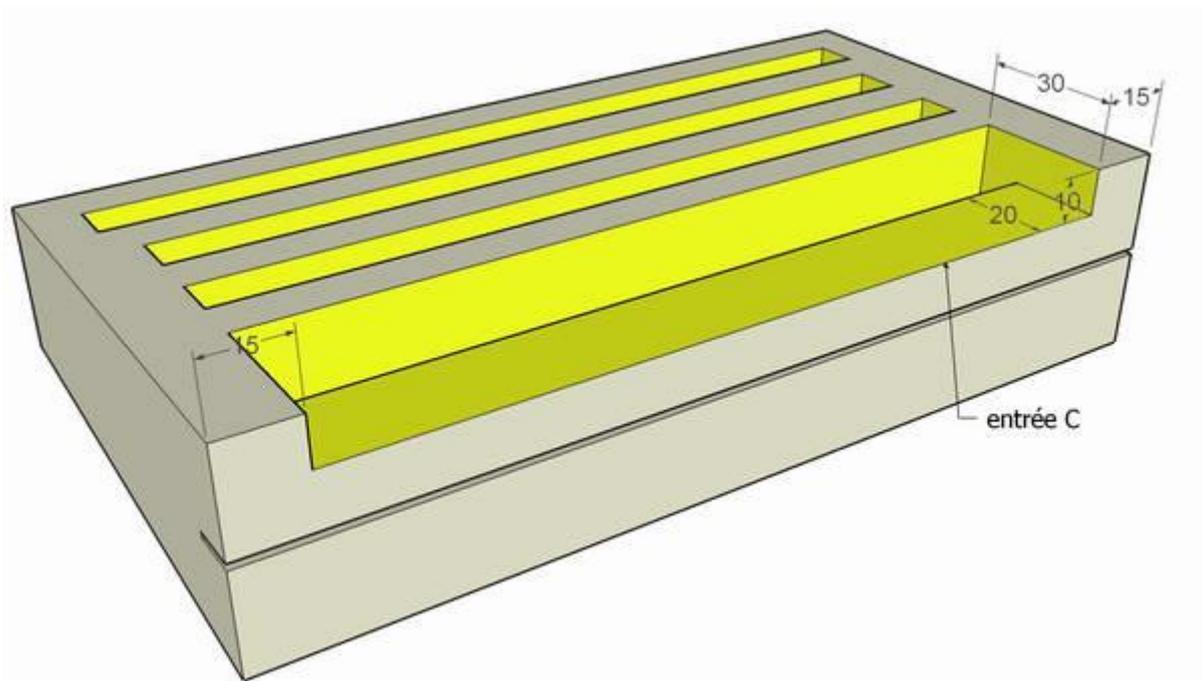
Permet de faire remonter l'air des 2 cavités du haut vers la réserve. Un usinage permet aussi de faire redescendre tout l'air de la réserve vers la sortie.



Croquis du gosier supérieur - vue de dessus



Photo du gosier supérieur - vue de dessus



Croquis du gosier supérieur - vue de dessous



Photo du gosier supérieur - vue de dessous

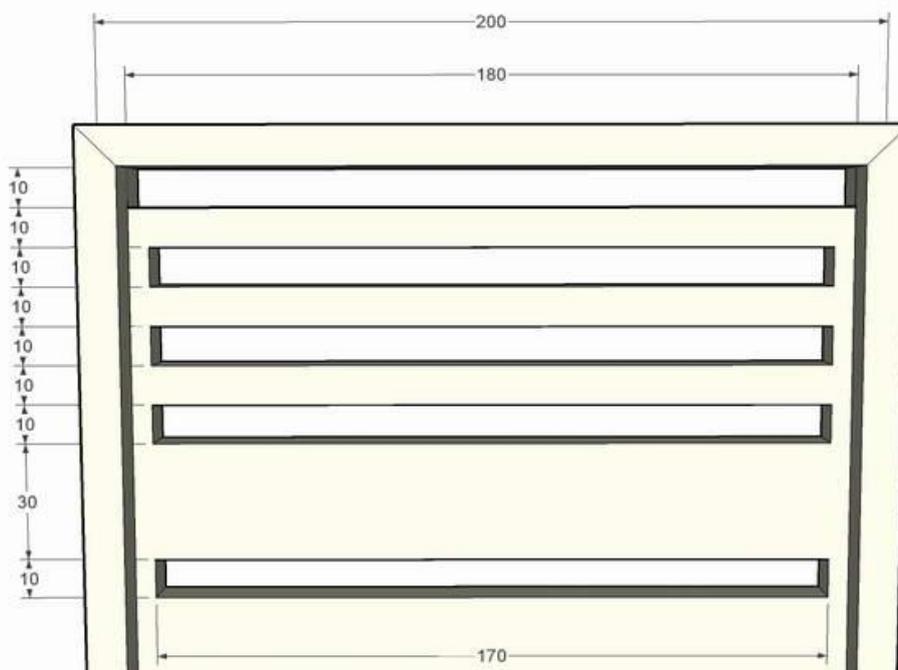
5 - 10 - LE BATTANT SUPERIEUR

Exactement identique au battant inférieur - Voir description faite précédemment.

5 - 11 - LE DORMANT SUPERIEUR

Cette pièce sert à la fois le plafond de la dernière cavité, et le plancher de la réserve. Il faut un morceau de contreplaqué de 500 x 200 mm en épaisseur 10 mm.

Un petit tasseau de 10x10 mm est positionné sur tout le périmètre du battant. Il évite que le couvercle de la réserve empêche l'ouverture des clapets au démarrage. Cinq lumières de dimensions inégales sont réalisées. Les quatre lumières moins longues permettent aux clapets de ne pas frotter contre les tasseaux latéraux.



Croquis du dormant supérieur

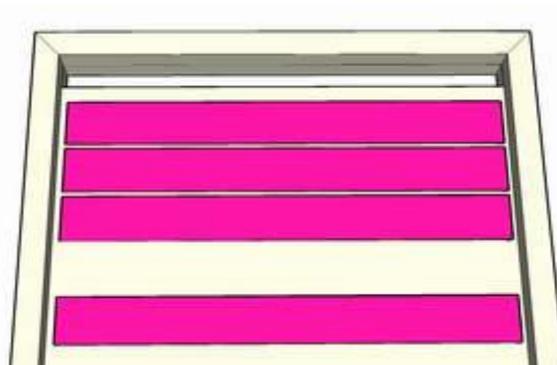


Photo du dormant supérieur (sans ses clapets)

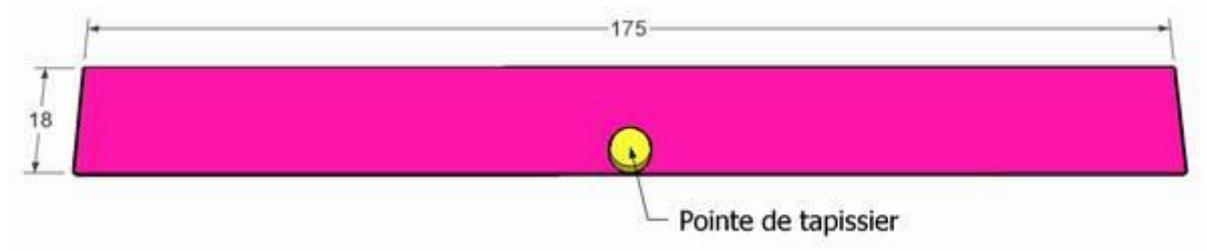
Pour empêcher à l'air de la réserve de redescendre de là où il vient, à savoir vers les cavités via les gosiers, il faut positionner 4 clapets juste au dessus des lumières du dormant supérieur.

Ne pas mettre de clapet sur la lumière en bout !

On vous laisse en chercher la raison...



Comme pour les battants, ces clapets sont constitués d'un empilage fait d'une bandelette de cuir 175x18 mm collée à la néoprène sur un film plastique de 2/10ème d'épaisseur.



Croquis des clapets du dormant supérieur

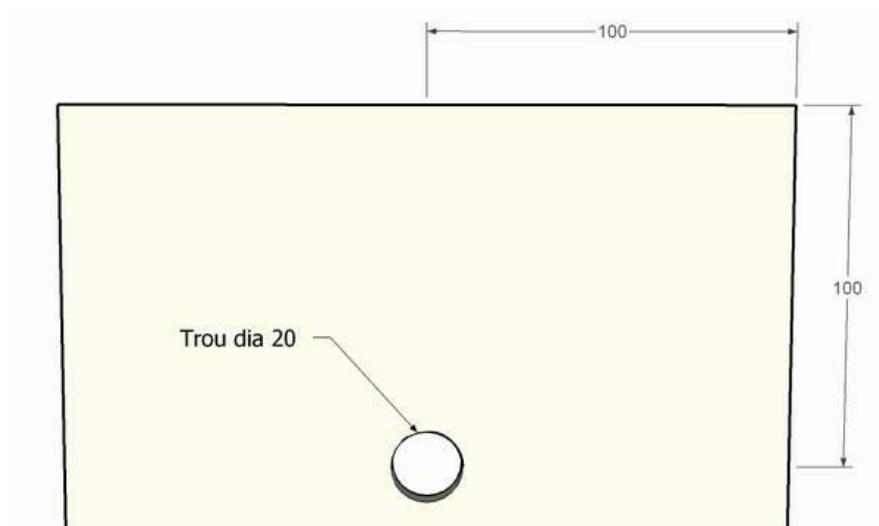
Pour permettre une bonne mobilité de ces clapets, il suffit de les fixer par une seule pointe de tapissier insérée au milieu de leur grand côté.

De ce fait, les deux parties à gauche et à droite pourront facilement s'écarter du dormant en se relevant.



5 - 12 - LE COUVERCLE DE LA RESERVE

Permet de fermer la réserve. Ce couvercle est percé d'un trou de 20 mm de diamètre qui permet à l'air de s'échapper en cas de suppression. Le mécanisme d'obturation sera décrit plus loin. Il faut un morceau de contreplaqué de 500 x 200 mm en épaisseur 10 mm.



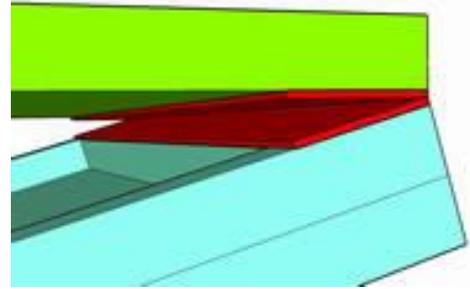
Croquis du couvercle de la réserve



Photo du couvercle de la réserve

Ce couvercle sera fixé sur le dormant supérieur par l'intermédiaire d'une languette de cuir faisant office de charnière.

Le cuir doit être plus épais que celui qui sera utilisé pour le garnissage des cavités, à savoir 1 à 2 mm d'épaisseur.



Avant sa mise en place, laisser la languette repliée sur elle-même dans un étau une nuit entière pour bien marquer le pliage.

5 - 13 - LE CLAPET DE LA RESERVE

Dans le cas plus que possible où la soufflerie produirait plus d'air que n'en consomment les flûtes, la réserve d'air pourrait éclater.



Il faut donc une sécurité comme sur une cocotte minute.

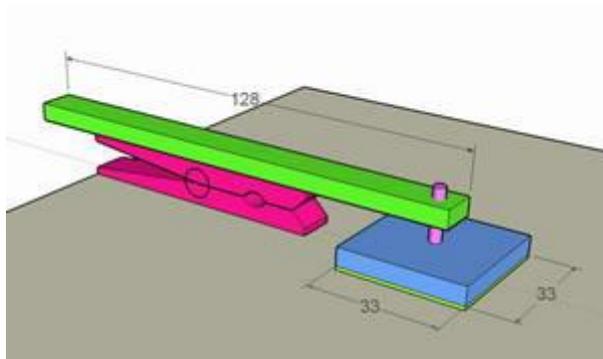
Un mécanisme à ressort permet de contrôler l'ouverture d'un clapet qui est positionné juste au dessus du trou de 20 mm.

Au lieu de construire de toutes pièces ce mécanisme à ressort, nous avons fait appel à un objet déjà existant, d'une grande ingéniosité, d'une redoutable simplicité, et d'un coût dérisoire.

La pince à linge en bois répond à ces critères. Il suffit de la rendre solidaire en la vissant sur le couvercle de la réserve d'air, et de visser une barrette de bois sur le dessus qui fera office de levier.

En position haute du couvercle de la réserve, ce levier viendra en butée contre une barrette de bois fixée sur la structure support du chemin de défilement (la description suivra)

Au bout de ce levier on fixe une vis, quelques contre-écrous, et un ressort de stylo destiné à bien plaquer le clapet contre le couvercle de la réserve. Ce clapet est constitué d'une plaquette de hêtre taillée dans les chutes des flûtes, et est doublé par une mince couche de cuir, elle aussi taillée dans les chutes de peau qui serviront à garnir les soufflets.



Croquis et photo du clapet de la réserve

Pour éviter un débattement latéral de la partie mobile, il est bon de prévoir deux petits guides latéraux taillés dans un bout de cornière en alu.



Il faut bien reconnaître que pour fabriquer nos deux orgues, nous avons le plus souvent « pompé » le travail déjà fait par d'autres amateurs ou professionnels.

Mais en ce qui concerne le recours à une simple pince à linge, Jean-Claude en revendique la paternité.

Il fallait bien apporter notre contribution à la confrérie des constructeurs d'orgues de barbarie.

5 - 14 - LE GARNISSAGE DES CAVITES

C'est là que cela devient un peu chaud !

Pourquoi ? Les dimensions des pièces de contreplaqué sont simples à déterminer, et il est assez rare de se planter lors de leur découpe. Même si c'était le cas, il est facile et pas très coûteux de les recommencer.

En ce qui concerne le cuir c'est différent. Du fait du mouvement des battants, les pièces de cuir sont à géométrie variable et il faut bien cogiter avant de sortir la paire de ciseaux. De plus, le prix des peaux n'est pas le même que celui du contreplaqué...



Si l'on néglige de prendre toutes les précautions qui vont suivre, on s'expose à devoir recommencer plusieurs fois.

La photo ci-contre en est la preuve.

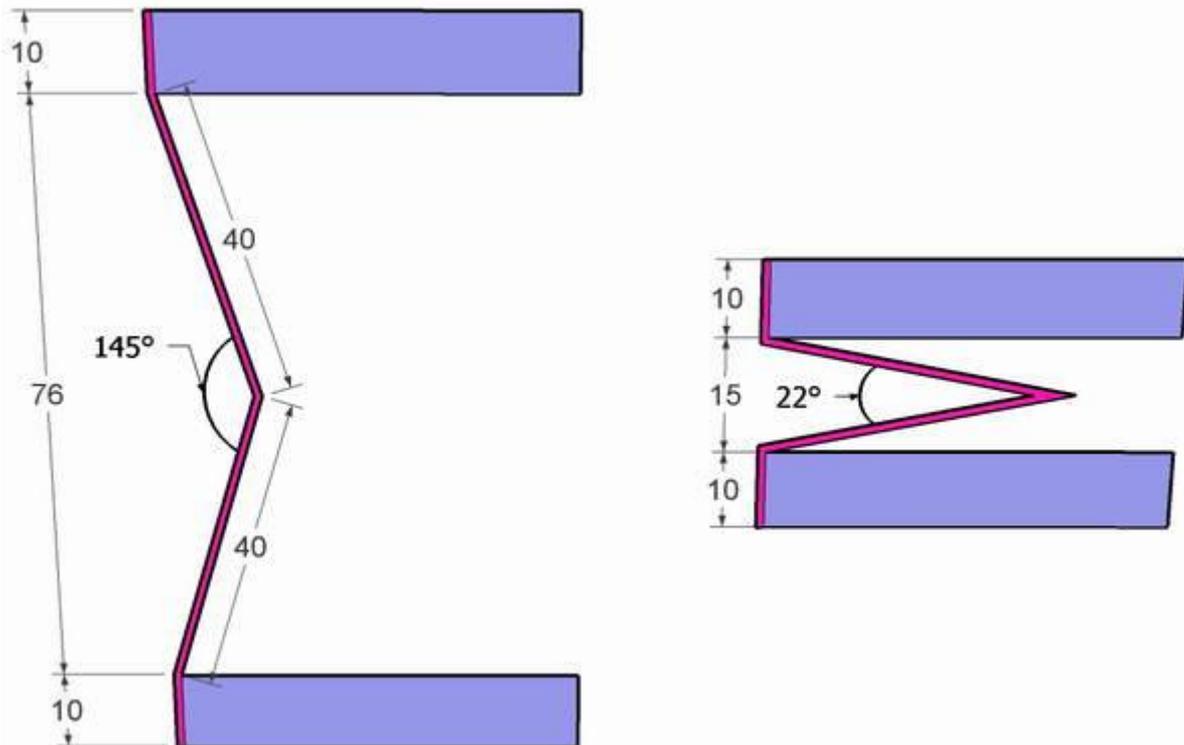
On la garde en souvenir....

Il faudra garnir les 4 cavités de la soufflerie, mais aussi la cavité de la réserve d'air.

Commençons par les explications pour les cavités de la soufflerie.

Attention : il ne faut pas que, une fois le battant complètement ouvert, la peau soit rectiligne. En position extrême, il faut que le cuir conserve un angle de l'ordre de 145 ° pour que, lorsque le battant reparte dans l'autre sens, la peau « sache » où elle doit aller, à savoir vers l'intérieur et non pas vers l'extérieur de la cavité.

Voir ci-dessous les deux angles formés par le cuir des cavités, selon les deux positions extrêmes du battant.



On vous rassure : il n'y a pas besoin d'une extrême précision pour l'angle formé par la peau. Les valeurs indiquées ci-dessus sont là pour donner un ordre de grandeur.



les dimensions ci-dessus sont celles du cuir pour les cavités et non pour la réserve, qui nécessite un débattement plus important.

En fait avant de tailler dans les peaux, il faut faire des essais en taillant un patron rigide (des patrons rigides, on en trouve...)

Du papier peint épais convient très bien à cette utilisation.

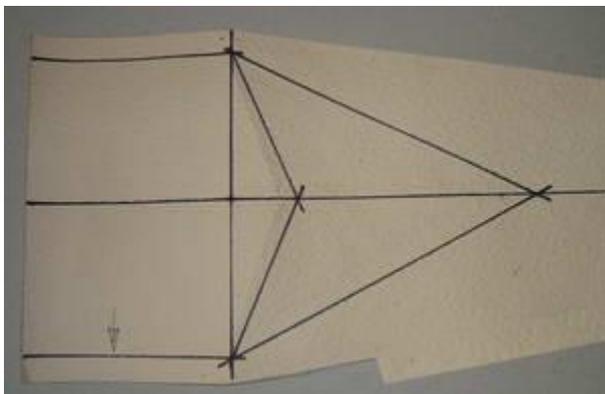


Autre point important : Il faut bien prendre en compte le fait que le débattement maxi doit correspondre à celui de votre vilebrequin.

Avant de mettre en place le patron sur le soufflet il faut marquer les pliages sur le papier pour que ceux-ci se fassent parfaitement là où ils doivent se faire.

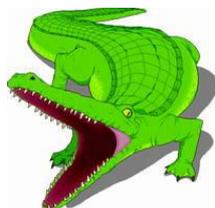
Le patron ainsi découpé doit être maintenu sur les dormants et battants à l'aide de punaises.





Une fois le bon fonctionnement validé, il faut marquer au feutre les axes de pliage.

Cela sera utile plus tard pour reporter ces axes sur les pièces de cuir.



La peau de crocodile n'est pas conseillée pour la fabrication de la soufflerie

On lui préfère celle de l'agneau dont l'épaisseur 0.5 à 0.7 mm la rend très souple pour permettre son pliage. La peau doit être parfaitement étanche à l'air.

La couleur n'a aucune importance. Dans notre cas, il y a deux couleurs du fait de 2 approvisionnements distincts dus à une seconde commande (à la suite d'erreurs de découpe...)

Les peaux ne se trouvent pas au coin de la rue. On en trouve dans des peausseries. Voici une adresse parmi d'autres :

Société MAZAMETHAINE BARTHAS - 81000 MAZAMET

Estimation des surfaces nécessaires :

- Pour les côtés des soufflets = 8 pièces de 100 mm x 600 mm
- Pour les côtés de la réserve = 2 pièces de 160 mm x 600 mm

Cela doit faire une surface totale d'environ 0.60 m². Une peau d'agneau complète fait dans les 0.40 à 0.60 m² (en fonction de la taille de la bestiole)

Mais attention les agneaux parfaitement rectangulaires ne courent pas les champs, ce qui fait que toute la surface n'est pas exploitable.



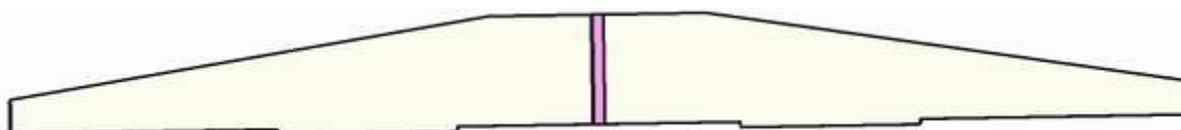
Donc il faut approvisionner 2 peaux.

Au moment de la rédaction de ce dossier, une paire de peau coûte +/- 50 euros.

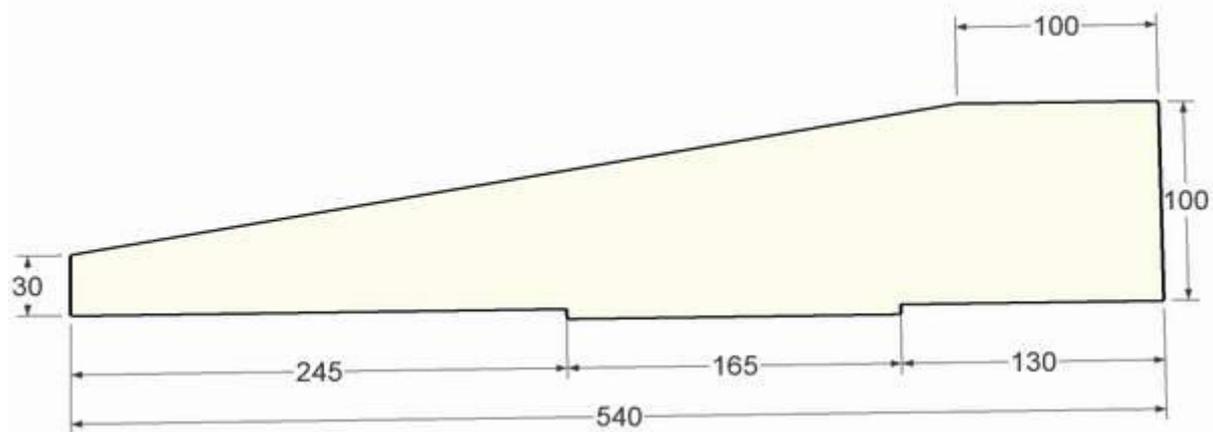
Dans de cas d'un budget réduit, il est possible d'avoir recours à de la toile cirée en remplacement du cuir, mais cela reste tout de même déconseillé.

En moyenne, et à son maximum, une peau d'agneau fait environ 1000 mm dans sa plus grande longueur.

La longueur maxi nécessaire est de l'ordre de 540 mm. Il n'est donc pas possible d'obtenir une pièce d'un seul tenant. Une peau pour une cavité sera en fait constituée de deux peaux mises bout à bout, dont la jonction sera recouverte par une bandelette de peau de 10x100 mm.



Voir ci-dessous une estimation des dimensions d'une peau pour garnir une moitié de cavité..



Pourquoi nous parlons d'estimation. En fait, les dimensions réelles de la peau sont très largement fonction de la précision (ou de la non précision) des côtes des battants et dormants.



Il faut prendre en compte que les battants font 10 mm d'épaisseur, sauf au niveau des portes clapets, où là l'épaisseur vient réduire de 5 mm en hauteur la surface disponible pour l'éclisse. C'est ce qui explique la partie en saillie sur 165 mm.

Ne pas tailler toutes les pièces d'un coup. Il est recommandé d'en tailler juste assez pour garnir une cavité.



Il faut positionner le patron sur la peau pour optimiser les découpes.

Sachant qu'il y a 8 peaux à découper, il est conseillé de tailler un gabarit dont les dimensions correspondent exactement à celles du patron.



Un carton de 2 mm d'épaisseur fera parfaitement l'affaire.



Pensez à retourner le gabarit sur lui-même avant de découper la deuxième demi-peau d'une même cavité pour ne pas se retrouver avec une demi-peau coté lisse et une demi-peau coté pelucheux mises bout à bout.

Une peau présente deux faces : une face pelucheuse + une face lisse. Pour une parfaite adhésion sur les battants et les dormants, c'est la face pelucheuse qui doit être encollée. La colle vinylique (simple colle à bois de couleur blanche) est parfaitement indiquée dans ce cas.

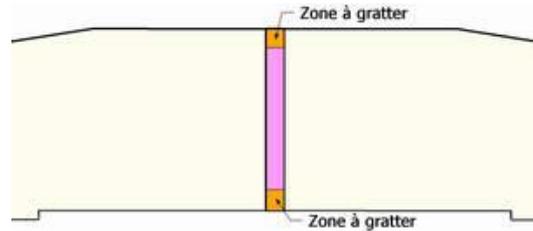
Les différentes peaux vont se chevaucher au niveau des battants et dormants, et aussi au niveau du raccordement bout à bout des deux $\frac{1}{2}$ peaux.

Il semble difficile de faire un bon collage du côté pelucheux d'une peau sur le côté lisse d'une autre. Nous avons essayé différents types de colle, mais à l'arrachement, aucune d'elles ne remplit parfaitement son office.

Voici donc une astuce : avant d'appliquer une peau sur l'autre, il faut à l'aide d'une toile émeri gratter la pellicule brillante de la peau inférieure.

De ce fait, on obtient deux côtés pelucheux qui, toujours avec de la colle vinylique deviendront presque inséparables.

Pour la mise bout à bout des deux $\frac{1}{2}$ peaux, la bandelette de peau a son côté pelucheux collé contre les 2 demies-peaux. Son côté lisse sera donc appliqué sur les dormants et battants.



En tenant compte ce qui a été expliqué ci-dessus, il est conseillé de gratter les 2 petites surfaces de 1 cm² aux extrémités de la bandelette, pour une adhésion parfaite sur le bois.

Pendant toutes les opérations de collage, il faut bien veiller à exercer une forte pression sur les assemblages.

Dans le cas contraire, cela peut générer des fuites qui en plus d'être difficiles à localiser, empêcheront le gonflement de la réserve.

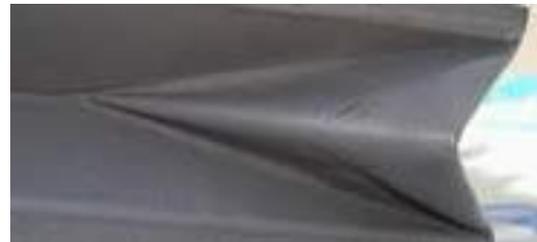
5 - 15 - LES ECLISSES DES CAVITES



Avant de garnir les soufflets de cuir, il est indispensable de renforcer les différentes parties.

Pour « dire » aux peaux de se plier correctement là où il faut, il est nécessaire de doubler certaines parties avec des renforts en carton de 1 mm d'épaisseur. Le nom savant pour ces pièces de carton est « éclisses ».

Les éclisses seront collées sur les faces internes des peaux et ne seront donc pas visibles de l'extérieur.



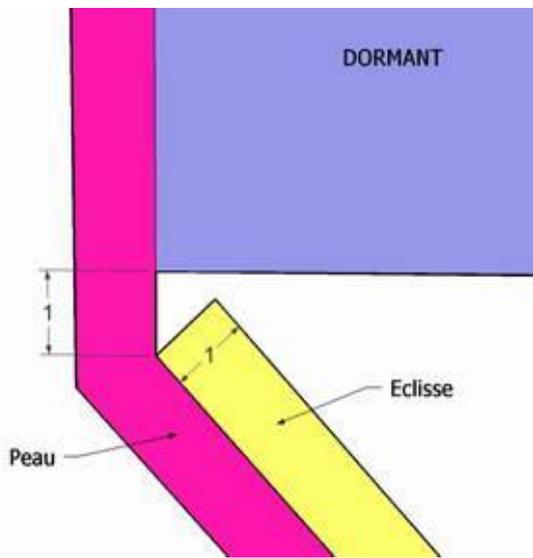
Ces renforts intérieurs doivent être très solidement collés à la colle vinylique (colle blanche pour le bois).



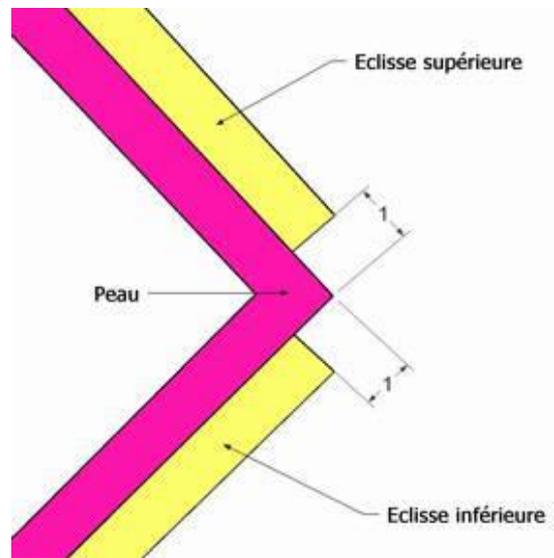
Si vous utilisez du carton brillant, du type de celui qui sert à imprimer les grands calendriers, la pellicule de finition va empêcher la colle de rentrer en profondeur dans les fibres du carton.

Vous devrez préalablement poncer légèrement la surface au papier de verre.

Dans le cas contraire, un décollement des éclisses est à redouter. Nous en avons fait l'expérience....



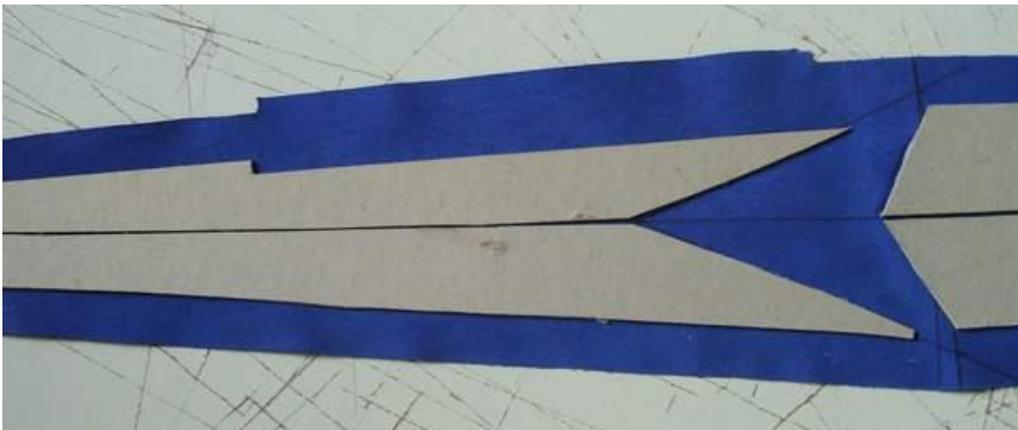
L'espace entre le bord extérieur de l'éclisse et le battant ou dormant est de l'ordre de 1 mm, ce qui équivaut à l'épaisseur de l'éclisse.



L'espace entre 2 éclisses côte à côte est de l'ordre de 2 millimètres.

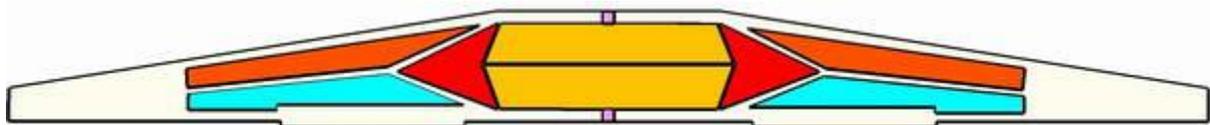
Pour déterminer les dimensions des éclisses, et leur emplacement, il est conseillé de tracer sur le cuir des axes délimitant les surfaces théoriquement destinées à recevoir les éclisses.

Ensuite en se réservant une petite marge de 1 à 2 mm, ça devrait faire l'affaire.



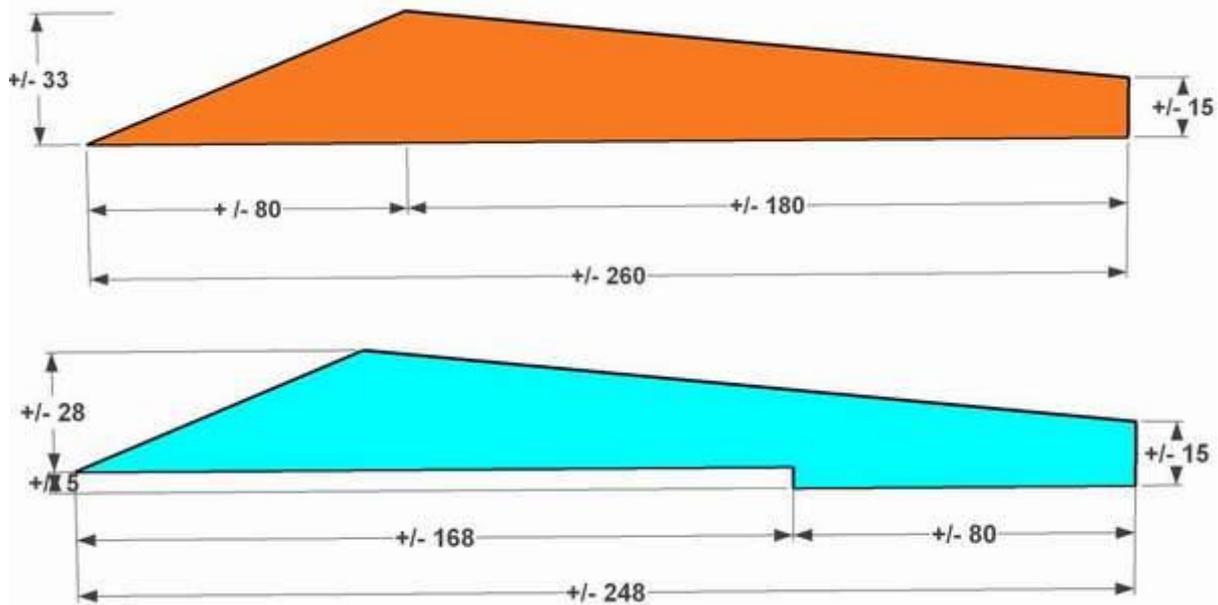
Quand ça se plie et déplie tout seul, on tient le bon bout. Il suffit alors de les faire toutes pareilles. (Sauf celles de la réserve).

Voilà le positionnement des différentes éclisses, dont 2 sur les 6 recouvrent la jonction entre les deux bandes de cuir raccordées bout à bout.

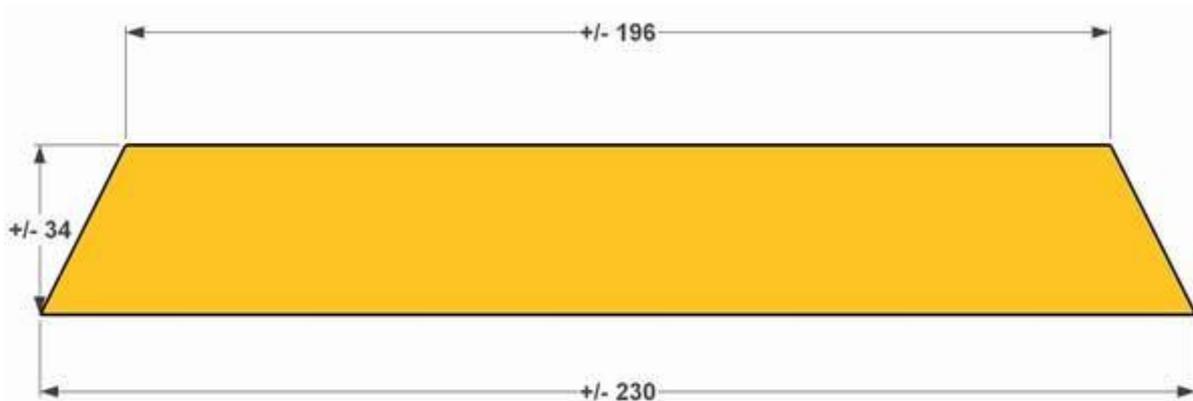


Une fois les 4 éclisses latérales et les 2 éclisses frontales mises en place, il doit subsister deux secteurs en forme de triangle non doublés d'éclisses. Ci-dessus, ils apparaissent en rouge.

Toujours à titre indicatif, voilà les dimensions des éclisses latérales et frontales pour les cavités



Croquis des éclisses latérales pour les cavités
(il y a deux découpes différentes pour tenir compte de la surépaisseur des battants à l'endroit où sont situés les porte-clapets)



Croquis des éclisses frontales pour les cavités

Pour les cavités, il faut en tout 8 paires de grandes éclisses de forme triangulaire pour les retours latéraux + 4 paires de petites éclisses de forme trapézoïdale pour la partie frontale. Prévoir du carton de 1 mm d'épaisseur.

Une fois les éclisses parfaitement collées sur les peaux, il faut coller l'ensemble sur la structure du soufflet.

Ne pas faire l'opération en 1 seule fois : on prend son temps, en collant la peau sur le devant du soufflet et on attend que cela sèche avant de coller les peaux sur les côtés



Encollage méticuleux de la main gauche (la main droite tient l'appareil photo...)



Appliquer un poids sur les peaux lors du séchage

Les deux éclisses en bout font faire naître des parties en saillies débordant du soufflet lui même. Le soufflet devient donc assez fragile à ces endroits.

A noter aussi que ces oreilles augmentent la largeur hors tout du soufflet qui passe de 200 mm à 250 mm. Cela aura une incidence dans le calcul des dimensions du coffre d'habillage.

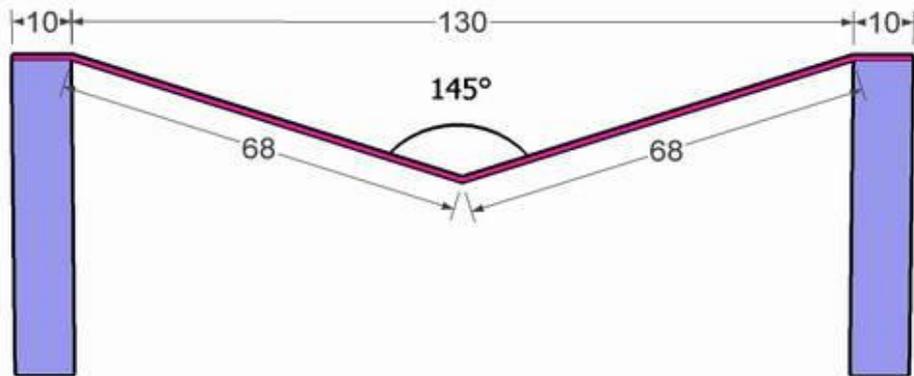
5 - 16 - LE GARNISSAGE DE LA RESERVE

Tout ce qui a été expliqué pour le garnissage des cavités reste valable pour la réserve, à l'exception des dimensions qui sont légèrement plus grandes.

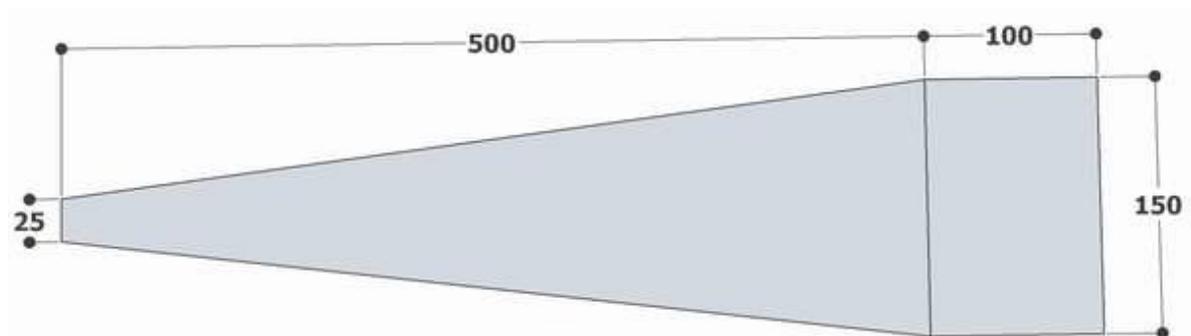
Voilà déjà une estimation de la largeur maxi de la peau.

$$10+68+68+10 = 156 \text{ mm}$$

arrondi à 160 mm



Voir ci-dessous une estimation des dimensions d'une peau pour garnir une moitié de la réserve.

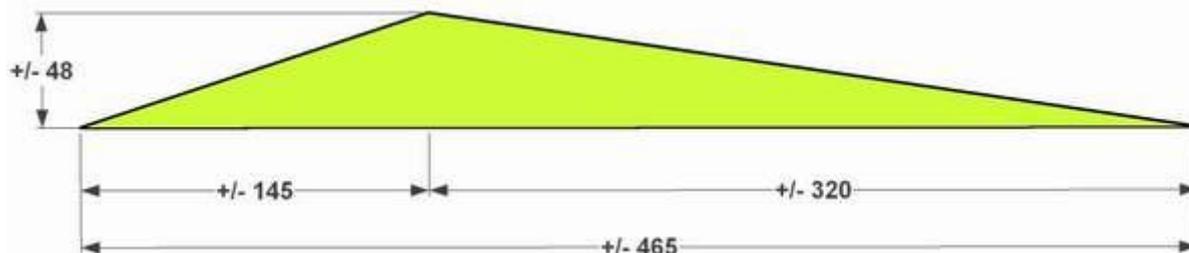


5 - 17 - LES ECLISSES DE LA RESERVE

Si les éclisses sont indispensables pour les cavités, elles le sont encore plus pour la réserve où la pression est encore plus forte.

Pour les retours latéraux de la réserve, il faut 2 paires de grandes éclisses de forme triangulaire.

Les dimensions sont toujours données à titre indicatif et sont à valider selon votre soufflet.

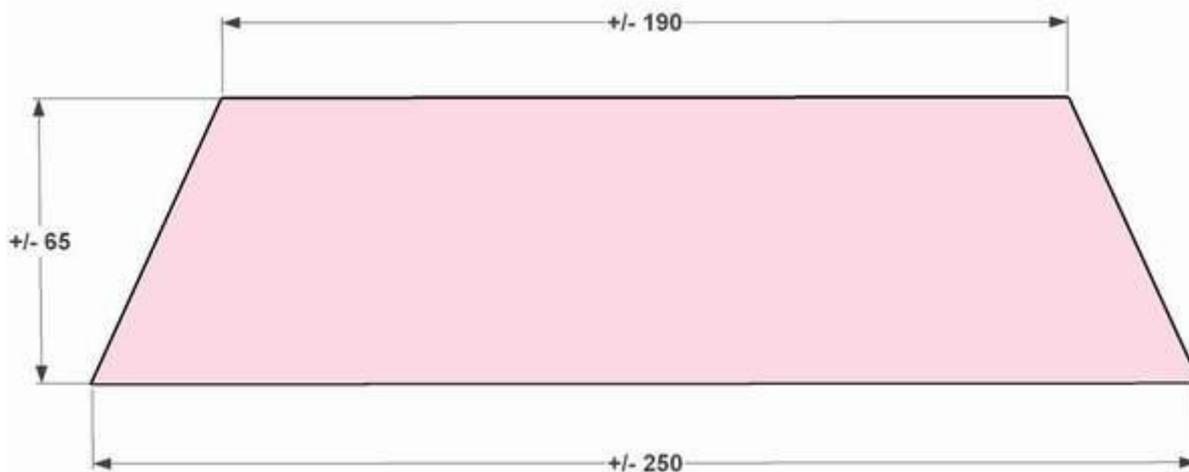


Pour la partie frontale de la réserve, il faut une paire de petites éclisses de forme trapézoïdale.

Pour ces éclisses de la réserve d'air, il est conseillé de mettre du carton de 2 mm d'épaisseur.

Le carton des calendriers est parfait pour cet usage. Mais attention à ne pas tailler une éclisse sur le mois de février - elle serait plus courte que les autres !

Comme précédemment, les dimensions sont toujours données à titre indicatif et sont à valider selon votre soufflet.



Les 2 éclisses en bout



On prend la photo juste avant de fermer la cavité.

Cela met bien en évidence la forme et la fonction des éclisses.

Si la photo est loupée, on aura peu l'occasion de la refaire par la suite.

Quoique dans notre cas, un décollement d'éclisse obligera à faire une opération chirurgicale pour réparer les dégâts.

5 - 18 - OUVERTURES DES OUIËS ET RENFORTS LATÉRAUX EXTERIEURS



Attendre que le collage soit bien sec, et enlever le cuir aux niveaux des 8 ouïes latérales.

Utiliser un cutter avec une lame neuve pour un découpage propre et net.

La soufflerie va être soumise à des efforts assez importants durant son fonctionnement.

Il faut mettre des renforts latéraux extérieurs reliés sur les 3 dormants.

Cela évite au battant du milieu et au battant supérieur de se relever du fait de leur faible épaisseur (10 mm dans notre cas), avec le risque de voir les replis de cuir sortir vers l'extérieur lors de la compression.



Ces renforts sont tout simplement constitués d'un plat alu, ou encore des lattes de hêtre récupérées lors de la fabrication des flûtes.

Utiliser de longues vis de faible diamètre et prévoir des entretoises de 2 mm au niveau des 3 points de fixation, pour éviter que les battants ne viennent frotter contre les renforts.

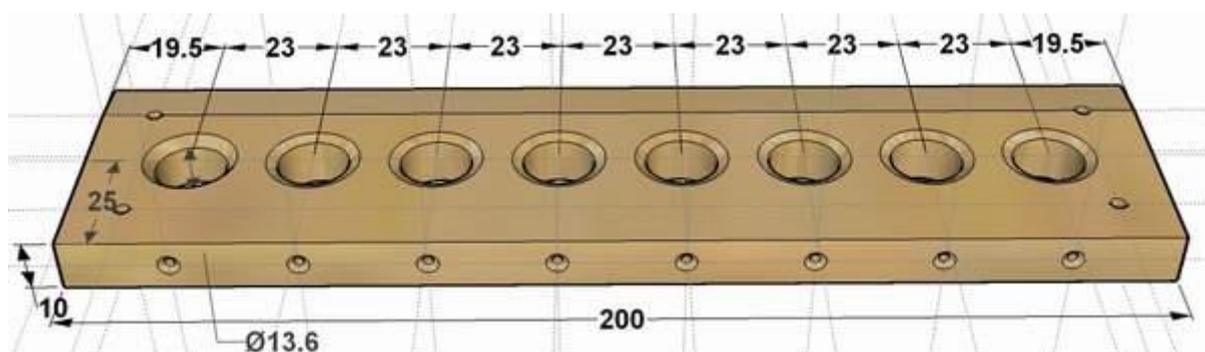
Il est préférable de pré-percer le contreplaqué pour éviter son éclatement.

5 - 19 - RACCORDEMENT ENTRE LA SOUFFLERIE ET LA BOITE A SOUPAPES

Comme nous l'avons prévu lors de la fabrication du gosier inférieur, l'air va transiter par des tubes plastiques « cristal » eux-mêmes emmanchés à force sur 8 coudes à chaque extrémité.

Sur la soufflerie de l'orgue n° 1, nous avons opté pour la solution suivante :

Pour maintenir solidement les coudes en place, il suffit de les insérer toujours en force dans un tasseau en chêne ou autre bois dur dans lequel 8 trous de 13.6 mm auront été faits. Le recours à une mèche à bois de 13 mm est indispensable, et on agrandit à la râpe ronde à bois.



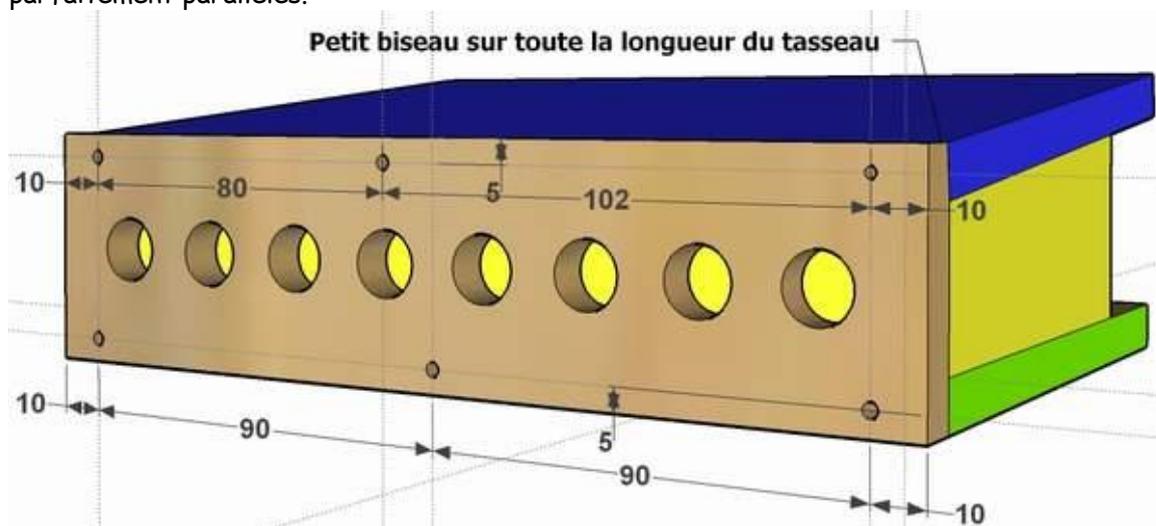
8 petits trous seront également faits sur le dessous du tasseau.

8 petites vis viendront s'y loger en débouchant sur 1 ou 2 millimètres dans les coudes, évitant ainsi leur rotation sur eux-mêmes.



Sur la face intérieure du tasseau, celle opposée aux coudes et qui viendra se plaquer sur le gosier, on fait un petit chanfrein circulaire à la sortie des trous de 13.6 mm, juste assez pour pouvoir y déposer un filet de joint de silicone, une fois que les coudes auront été emmanchés.

Ce tasseau doit venir s'appliquer parfaitement sur la surface arrière du gosier. Vu la forme très légèrement trapézoïdale du gosier, le dormant inférieur et le dormant du milieu ne sont pas parfaitement parallèles.



Il est donc nécessaire de pratiquer sur toute la largeur en partie haute du tasseau un petit biseau de 10 mm de hauteur. A votre convenance, vous pouvez à la place biseauter la partie arrière du dormant qui vient en butée.



Prévoir aussi 6 trous de fixation. Attention, un de ces trous est non symétrique pour tenir compte de la position à 45° des coudes en cuivre.

Le premier coude à gauche est à l'horizontale pour pouvoir mettre en place la vis de fixation dans l'angle supérieur gauche.

Le tasseau ainsi équipé de ses coudes viendra se fixer sur la soufflerie comme une bernique à son rocher. Enduire la face interne du tasseau de joint silicone et le fixer par quelques vis.

Pour info, nous avons tenté une solution alternative, à savoir une platine de raccordement taillée dans du circuit imprimé époxy. Mais la matière supporte mal la chaleur du chalumeau lorsque l'on veut y souder les coudes.



Les coudes sont du type « femelle / femelle » pour tube diamètre 12 mm.

Combien faudra-t-il de coudes en tout ?

- 8 pour les sorties d'air de la soufflerie
- 4 pour courber 4 tuyaux plastiques à 90° à la sortie de la soufflerie
- 4 pour courber 4 tuyaux plastiques à 90° à l'entrée de la boîte à soupapes (1 seul côté)
- 8 pour les entrées d'air dans la boîte à soupapes

Soit 24 coudes au total. Autant tous les acheter d'un coup.

Sur la soufflerie de l'orgue n°2, les tuyaux plastiques « cristal » viendront se raccorder directement sur de petites sections de cuivre insérées et collées dans la nourrice.



Nous verrons plus tard la façon de raccorder les tuyaux plastiques « cristal » vers la boîte à soupapes.

5 - 20 - TEST DE LA SOUFFLERIE - 1^{er} EPISODE (il y en aura bien sûr un 2^{ème})

Quelque soit la solution retenue (sortie d'air en bout de soufflerie ou via la nourrice), il va falloir tester l'ensemble.



Tant que le clapet de sécurité et sa butée de commande n'auront pas été mis en place sur la réserve, il faut éviter de faire osciller les battants. Dans le cas contraire, la surpression pourrait entraîner le décollement des peaux.

Il est cependant difficile de résister à la tentation de tester immédiatement la soufflerie, ne serait-ce qu'en actionnant manuellement les battants, juste pour vérifier si la réserve se gonfle.

Oh malheur, elle ne se gonfle pas ! Pourquoi ? Et là le cerveau se met à bouillonner...

- Est-ce que les gosiers sont bien dans le bon sens ?
- Est-ce que les clapets ne sont pas trop rigides ?
- Est-ce que un excès de colle n'empêcherait pas le bon fonctionnement des clapets ?

Non, il se peut que la raison soit toute simple :

Il semble évident que le test de la soufflerie ne peut se faire que si les trous de sortie d'air de la réserve sont tous bouchés.



Comment boucher temporairement ces trous de sortie ?

Ne pas utiliser de scotch : c'est galère à mettre, et à enlever. De plus, il est difficile de ne pas avoir de fuites.

La solution consiste à fabriquer 8 petits bouchons constitués de tubes plastiques « cristal » dont une extrémité est obstruée au pistolet à colle.

Faire sécher la colle en position horizontale, pour ne pas qu'elle sorte vers l'extérieur, ou qu'elle coule à l'intérieur du tube, avec dans les deux cas un manque d'étanchéité du bouchon.



Il ne faut pas coller les tuyaux plastiques « cristal » sur les coudes. L'emboîtement doit rester démontable,

Il ne faut pas en effet que les deux sous-ensembles (soufflerie et boîte à soupapes) soient liés définitivement entre eux comme deux frères siamois, il faut pouvoir le cas échéant déboîter assez facilement les tubes plastiques « cristal » des coudes.



Pour faciliter l'insertion des tuyaux plastiques sur les coudes sans exercer trop d'effort, il est conseillé d'en tremper les extrémités dans une gamelle d'eau bouillante afin de les ramollir.

Le tuyau s'adaptera au diamètre du coude par thermoformage.

L'opération est également possible en utilisant un décapeur thermique.

Une fois les 8 bouchons en place, il faut vérifier s'il n'y a pas de mini fuites à l'endroit où les coudes en cuivre ont insérés dans le tasseau de bois.

Ressortez la bougie qui vous avait servi pour tester les flûtes et la soufflerie. La flamme ne doit pas vaciller.





Bien qu'une fois l'orgue fermé, la soufflerie ne soit plus visible, il est quand même conseillé de lui donner 2 couches de vernis.

Le jour où vous présenterez les entrailles de la bête à un spectateur curieux, cela fera plus « pro ».

Faire en sorte de ne pas mettre de vernis sur la peau de la soupape.

Pour l'orgue n°1, la soufflerie a été posée au beau milieu d'une planche martyre.

Ce n'est qu'une fois que tous les composants auront trouvé leur place idéale que l'on calculera les dimensions précises de la base de l'orgue.



La fixation de la soufflerie se fait simplement à l'aide de cornières en alu en L de 10x10 mm.



Deux petites cornières de 30 mm côté des sorties d'air



Une grande cornière de 200 mm côté vilebrequin.

Pour l'orgue n°2, le soufflet repose sur deux tasseaux eux mêmes solidaires d'une structure qui sert aussi de support au chemin de défilement du carton et à la table support de flûtes.



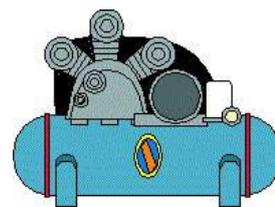
Cette structure sera décrite au chapitre 6 - 4.

Mis à part la phase de test qui vous amènera peut être à revenir en arrière, on peut considérer que votre soufflerie est terminée et que vous pouvez passer à l'étape suivante.

On vous avait prévenu au début de ce chapitre en disant que la soufflerie était délicate à réaliser.

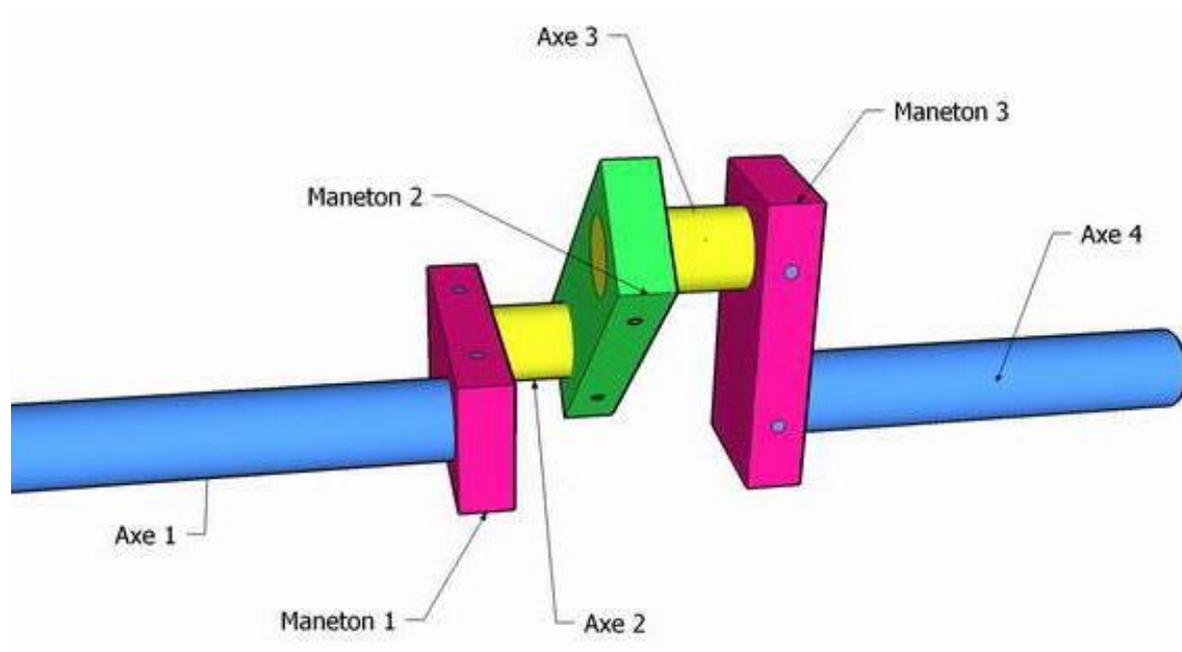
Si la fabrication vous effraie un peu, vous avez toujours la possibilité d'alimenter vos flûtes avec un compresseur.

Dans ce cas, choisir un modèle silencieux, afin que son bruit ne couvre pas la musique...



6 - 1 - LE VILEBREQUIN

Cette pièce, commandée par la manivelle, permet d'actionner les deux bielles qui à leur tour actionneront les battants.



Croquis du vilebrequin (sans ses paliers)

Le débattement du vilebrequin va de + 22 mm à - 22 mm.

L'espace entre deux manetons est de 13 mm. Ils sont décalés de 45°.



Le vilebrequin n'est pas une pièce facile à fabriquer, et réclame une extrême précision, qui si on la néglige, fait que le vilebrequin tournera mal, voire même pas du tout. La manivelle sera aussi dure à faire tourner. Attention à ne pas chopper une tendinite à chaque fois que vous jouerez.

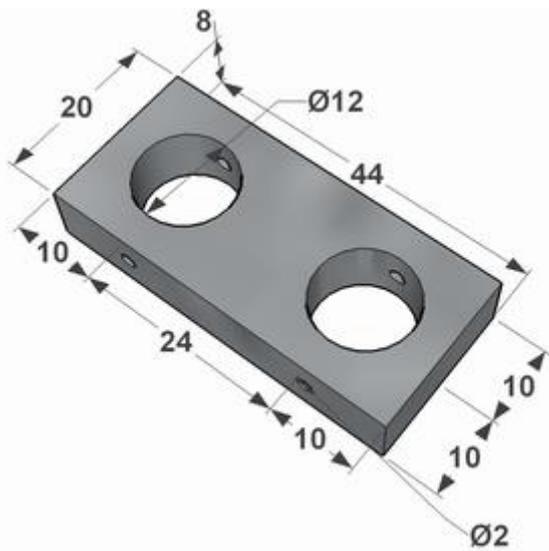
Pour ce faire, les deux axes n° 1 et n° 4 doivent être dans un alignement parfait, et une côte du maneton n°2 doit être parfaitement respectée.

Nous avons réalisé les manetons en alu. L'avenir nous dira si ce choix est judicieux. Pourquoi ?

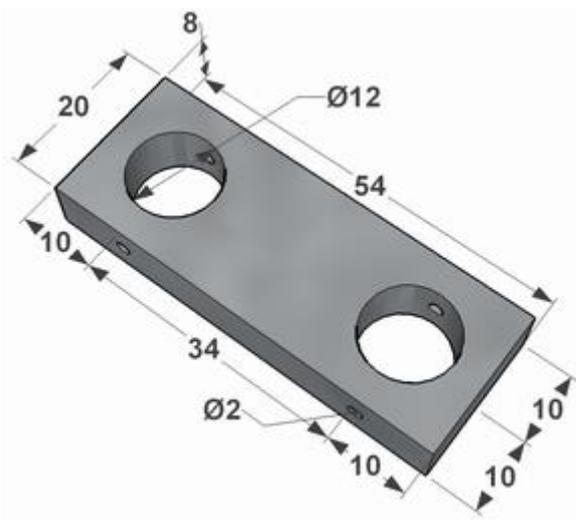
Certains facteurs d'orgues préconisent des solutions diverses pour la fixation sur les axes :

- 1 Mise en place de goupilles type « mécanindus »
- 2 Brasure des manetons sur les axes à l'aide d'un chalumeau à condition de les réaliser en acier et non en alu
- 3 Mise en place des goupilles ET brasure au chalumeau

Si vous voulez mettre les chances de votre côté, vous pouvez opter pour le système « ceinture + bretelles » à savoir la solution n°3.



Manetons 1 et 3



Maneton 2

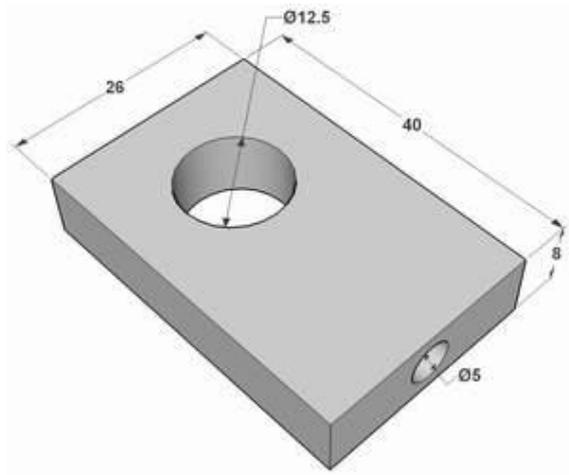


La cote de 34 mm séparant les deux perçages sur le maneton 2 est critique. Pour que le vilebrequin puisse tourner, cette cote doit être égale à la cote de 24 mm du maneton 1 multipliée par 1.414 soit 33.936 mm (arrondi à 34 mm)

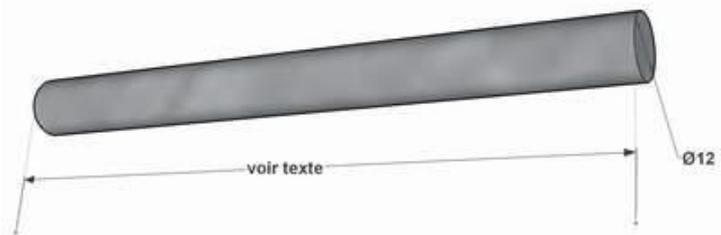
Il faut aussi 2 paliers en rilsan pour le raccordement des bielles.

La texture du rilsan assure une bonne rotation. A défaut de cette matière, vous pouvez utiliser du bois dur.

Ces bielles seront fixées à la base des paliers par une tige filetée M6.



Il faut 4 axes en acier de diamètre 12 mm.



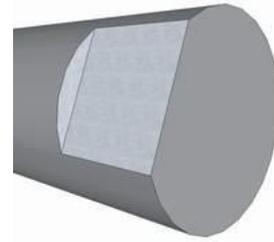
La longueur de l'axe n° 1 (celui qui reçoit la poignée) est difficile à définir au départ car elle a aussi une incidence sur la possibilité d'enlever le coffre de l'orgue par le dessus. Si l'axe est trop long, on aura des difficultés pour le démontage, s'il est trop court, la manivelle ne pourra pas être fixée. Il est donc préférable dans un premier temps de prendre un peu de marge sur sa longueur.

La longueur de l'axe n° 4 (celui qui reçoit la poulie) est aussi un peu difficile à définir. Elle est fonction du type de la poulie employée (rapport de réduction). Donc là aussi, on prend un peu plus long et on recoupera.

Voilà ce que cela donne

- axe n° 1 = longueur 150 (à ajuster ensuite)
- axes n° 2 et n° 3 = longueur 31
- axe n° 4 = longueur 100 (à ajuster ensuite)

Sur les axes n° 1 et n° 4, il faut faire un léger plat à la lime pour assurer un parfait serrage de la vis de fixation solidaire de la manivelle et de la poulie.



Ne pas oublier d'insérer sur les axes n° 2 et n° 3 deux blocs de rilsan pour le raccordement des bielles, avant de mettre les goupilles ou de braser l'ensemble.

Quelle débauche de moyens pour sa fabrication !



Scie automatique
pour la mise à longueur des axes



Tour pour dressage
et chanfreinage des extrémités

Mise en place des goupilles type « mécanindus ».

Entre le vilebrequin et le marteau, il ne reste que très peu d'espace pour mettre les doigts...



Photo du vilebrequin complet

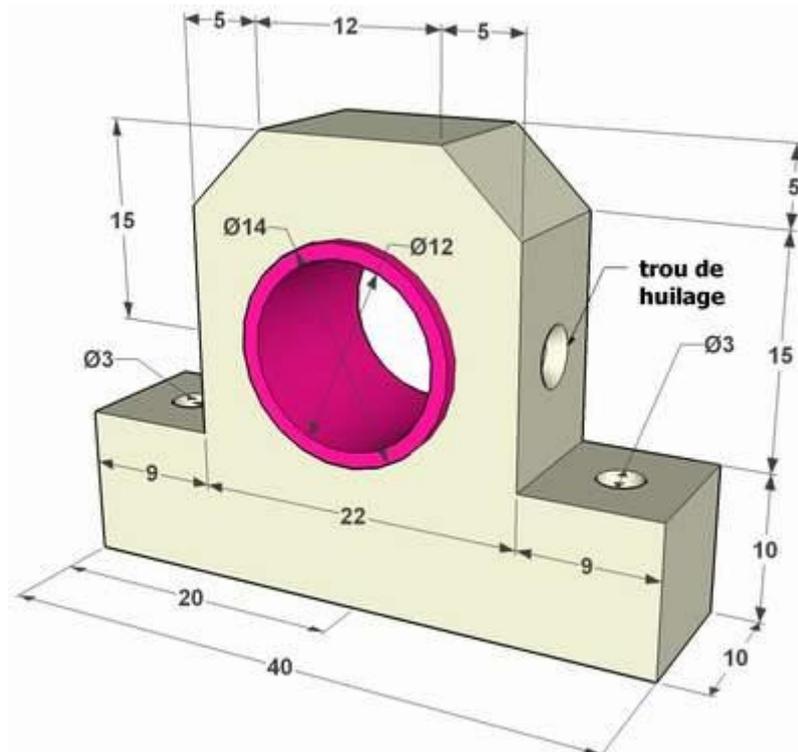
6 - 2 - LES PALIERS DE VILEBREQUIN

Il faut une paire de paliers pour assurer la fixation et la rotation du vilebrequin.

Nous sommes tombés dans le luxe en taillant un bloc d'aluminium et en insérant en force une bague en bronze. La longévité de l'instrument est, dans ce cas, estimée à 5 siècles....

En fonction de vos possibilités, il y a aussi moyen de faire ces paliers en chêne. Dans ce cas, la durée de vie de l'instrument sera limitée à 2 siècles seulement. A vous de voir !

Les deux paliers seront solidement fixés sur les piliers qui supportent le chemin de défilement des cartons. La description des piliers sera faite plus tard.



Un petit trou fraisé sur le dessus de chaque palier, permet d'y insérer facilement quelques gouttes d'huile.



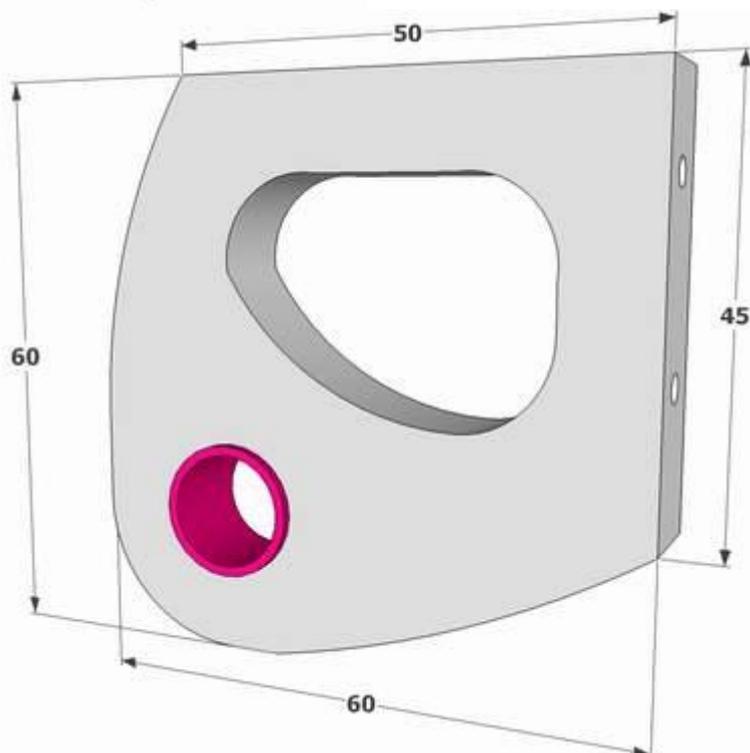
Cela limitera la friction, et diminuera le bruit

La forme du palier ci-dessus a été choisie pour l'orgue n°1.

En ce qui concerne l'orgue n° 2, ils sont de forme légèrement différente pour pouvoir en même temps assurer la fixation du chemin de défilement du carton.

La partie centrale est évidée pour gagner un peu de poids.

Avec ce type de paliers, il faudra faire des trous dans le chemin de défilement du carton pour y noyer les têtes de vis.





Vue du vilebrequin complet et des paliers sur l'orgue n° 2.



Les têtes de vis visibles sur le chemin de défilement seront à cacher avec de la pâte à bois.

6 - 3 - LA MANIVELLE

Pour les premiers essais, on peut très bien se contenter d'une manivelle de fortune.

Un simple tasseau 20x20, un bout de tige filetée en guise de poignée, et une vis qui vient buter sur l'axe du vilebrequin.



Rudimentaire mais efficace....Il est quand même préférable de fabriquer dès maintenant un modèle plus ergonomique et plus esthétique.

Vous pouvez utiliser une roue de machine à coudre

On voit bien sur cette photo la main de ma sœur, qui a trouvé ce joyau dans un vide grenier du pays nantais.



La roue de machine à coudre a été sablée et laquée. Cela a fière allure, avec cependant un inconvénient, à savoir un poids de 4 kg qui viendra forcer sur les paliers.

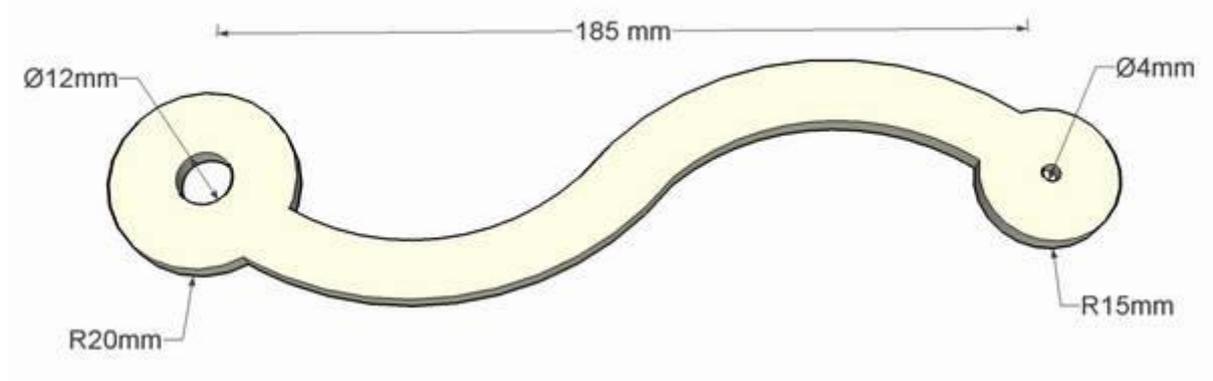


Après une cure d'amaigrissement à la disqueuse, on tombe à 200 grammes. Ce qui est mieux, mais....



Inconvénient : la fonte est dans ce cas très cassante. La durée de vie n'aura été que de quelques jours !

Si errer dans les vides-greniers n'est pas votre tasse de thé, vous pouvez fabriquer votre propre manivelle. Dans un premier temps, il faut faire un croquis soit sur papier, soit avec un logiciel de dessin (SketchUP par exemple).



Une fois la forme parfaitement définie, il faut passer à la fabrication.

Voici les 3 étapes pour une simple manivelle taillée dans une plaque d'aluminium de 5 mm d'épaisseur.



Tracage de la forme sur la plaque d'aluminium



Découpe grossière à la scie sauteuse



Finition à la lime (s'armer de patience)

Pour terminer, il faut faire un trou de diamètre différent à chaque extrémité : un pour se raccorder sur l'axe du vilebrequin par l'intermédiaire d'un manchon, et un autre pour recevoir l'axe de la poignée.

C'est sur ce principe qu'a été fabriquée la première manivelle de l'orgue n° 1.

En ce qui concerne la poignée, on fait dans le bon goût. Il est certain que cette poignée particulière est réservée à un public « averti », ce qui n'est pas le cas d'une prestation dans une école par exemple...

D'où la nécessité de prévoir une poignée supplémentaire « passe-partout »





Pour l'orgue n° 2, nous avons choisi un autre mode de fabrication, à savoir une tige en acier chauffée au chalumeau, et déformée en forme de S.



Un embout plat est soudé à une extrémité pour recevoir l'axe de la poignée.

Quelque soit sa forme, il faut fabriquer un système pour assurer une parfaite fixation de la manivelle sur l'axe du vilebrequin. Le fait d'être démontable est indispensable pour pouvoir enlever le coffre de l'orgue n° 1, et aussi pour faciliter le transport.

Le système que nous avons trouvé se compose de 2 pièces :

1 - Un bouchon de vidange de carter de moteur, dans lequel on a fait un trou correspondant au diamètre de l'axe du vilebrequin (diamètre 12 dans le cas présent).

Un petit trou de 3.3 mm est fait sur un des pans et est taraudé pour une vis M4. Cette vis viendra s'appuyer sur un plat fait à la lime sur l'axe.

Cette pièce restera toujours en place sur l'axe du vilebrequin.



2 - Une bague « raccord » en métal.

Pour l'orgue n° 1



- un trou de 17.5 mm et taraudé à 20 mm correspondant au diamètre du bouchon de vidange du carter
- A 120° d'écart, 3 petits trous de diamètre 1.6 mm, et taraudé à 2 mm pour les vis de fixation qui traverseront le plat de la manivelle.

Pour l'orgue n° 2

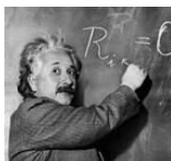


- un trou de 17.5 mm et taraudé à 20 mm correspondant au diamètre du bouchon de vidange du carter
- à la base de la bague est percé un trou d'un diamètre équivalent à celui de la tige de la manivelle, qui est rentrée en force, et bloquée par une mini vis tête creuse 6 pans.

Pour l'orgue n° 1, une rallonge de 40 mm est ajoutée à la bague raccord décrite ci-dessus.

Cela est dû au fait de vouloir rendre facilement démontable le coffre qui coiffera l'ensemble. Pour pouvoir enlever le coffre par le haut, il faut que le bout de l'axe du vilebrequin soit forcément en retrait de la paroi du coffre.

Il faut donc que la bague raccord soit assez longue pour pouvoir se visser sur le bouchon de vidange.



Pour démonter la manivelle, il suffit de mettre la manivelle en position horizontale et de taper un coup sec dessus pour qu'elle tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

On met à profit le phénomène de l'énergie cinétique. Pour que cela fonctionne, il faut que la courroie soit en place.

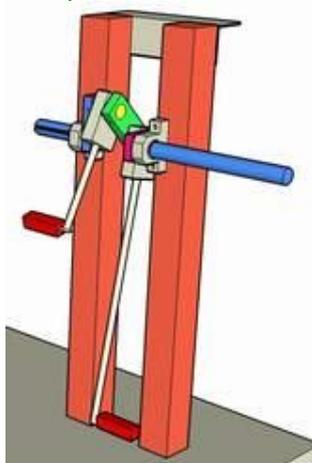
Si malgré tout la manivelle ne se démonte pas comme prévu, il est possible de bloquer la courroie sur la poulie en passant la main dans une ouverture pratiquée dans le coffre.



6 - 4 - LA STRUCTURE SUPPORT

Pour l'orgue n° 1, nous sommes simplement partis avec des tasseaux en pin de section 28x28 mm. Il y a 4 montants verticaux qui font office de piliers.

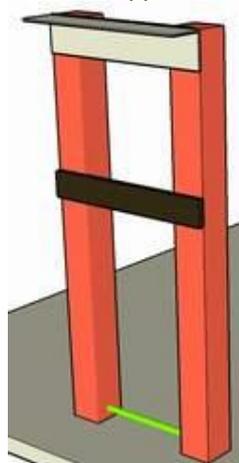
Les 2 piliers côté manivelle



Ces piliers vont servir à maintenir :

- Le chemin de défilement du carton grâce à une cornière en alu.
- Le vilebrequin

Les 2 piliers côté opposé à la manivelle



Ces piliers vont servir à maintenir :

- Le chemin de défilement du carton grâce à une cornière en alu.
- La latte de butée pour le levier du clapet de sécurité.
- La tige filetée pour accrocher le gros ressort de mise en pression de la réserve (voir explications plus loin)

Il est impératif que les 4 piliers soient de hauteur strictement identique. Cela facilitera la réalisation du coffre qui couvrira l'ensemble. Dans notre cas, la hauteur des piliers est de 340 mm. La fixation de ces piliers support sur le plancher de l'orgue se fait à l'aide de cornières métalliques.

Lors de premiers essais, nous étions partis sur de petites cornières alu en L de 20x20.

Ce n'est pas un bon choix, car la structure support de paliers va osciller au rythme des tours de manivelle, avec l'inconvénient majeur suivant :

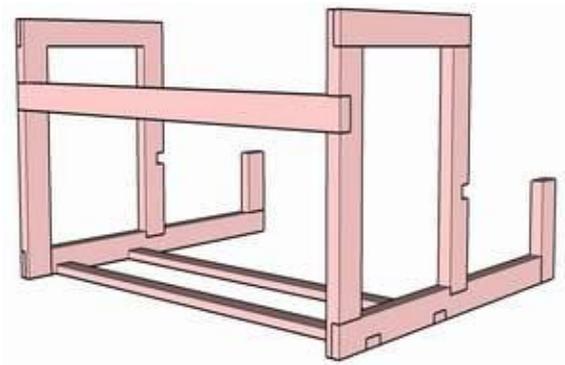
C'est la structure support qui va absorber une partie de l'énergie produite par les battants, qui ne rempliront pas pleinement leur office, à savoir la production d'air - Résultat des courses : manque d'efficacité de la soufflerie.

Donc pour éviter cela, il faut maintenir la structure support de paliers fermement en place à l'aide d'équerres de fortes épaisseurs.

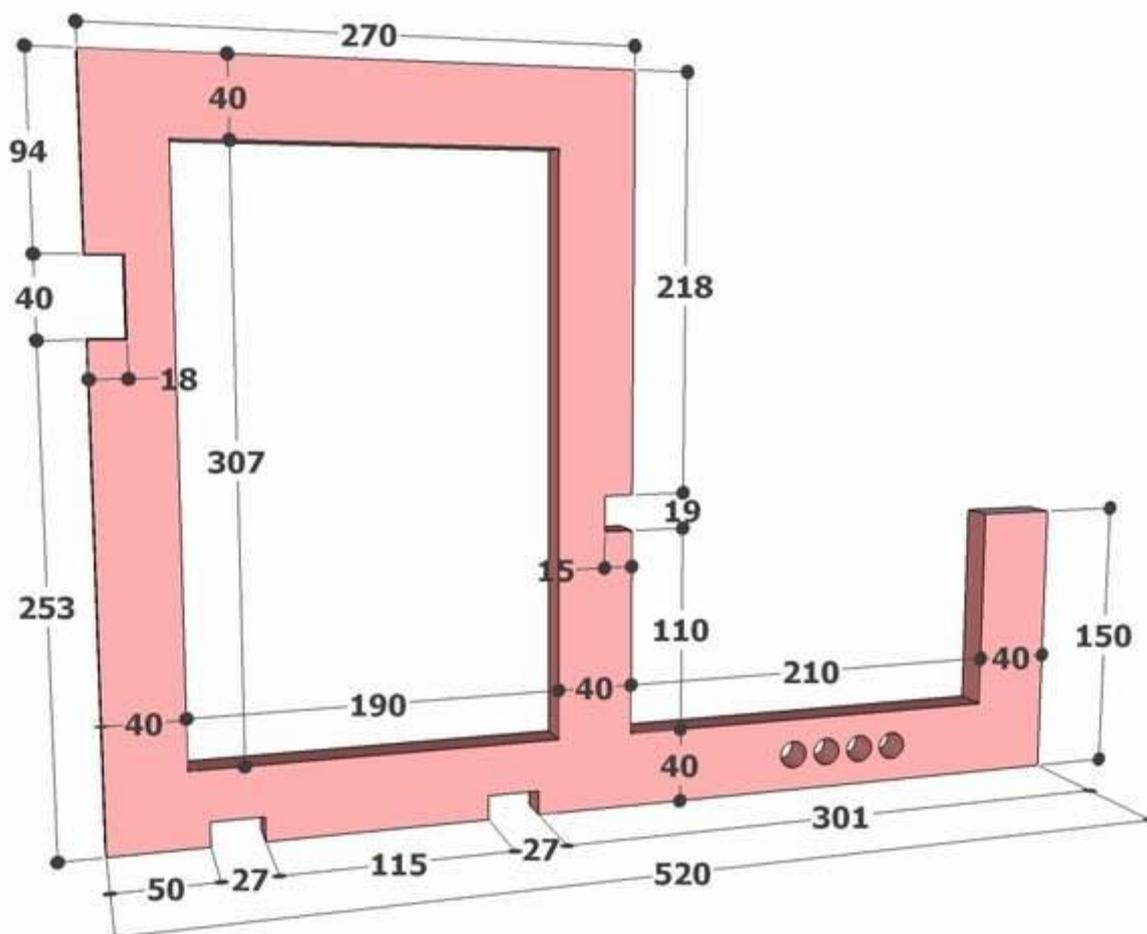
Elles seront solidement fixées à la fois sur le plancher de l'orgue et sur les piliers.



Pour l'orgue n°2, c'est un peu plus élaboré, du fait de l'utilisation d'une structure qui maintient en place à la fois la soufflerie, le chemin de défilement du carton, et la table support de flûtes.



Tous les assemblages se font en « mi-bois » pour une meilleure rigidité.



Les côtes des encoches sont à adapter à la section de vos tasseaux qui relient les 2 cadres

4 trous sont faits dans la traverse basse pour laisser le passage aux tubes plastiques « cristal » reliant la soufflerie à la boîte à soupapes.

6 - 5 - LA FIXATION DU VILEBREQUIN

Ce n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît. Si l'on visse les 2 chapes de support du vilebrequin à la va-vite, il y a peu de chance qu'il tourne très librement. En fait l'écartement et le parallélisme entre les 2 pieds supports ont une importance sur la bonne rotation des axes.

Le plus simple est de procéder comme indiqué ici :

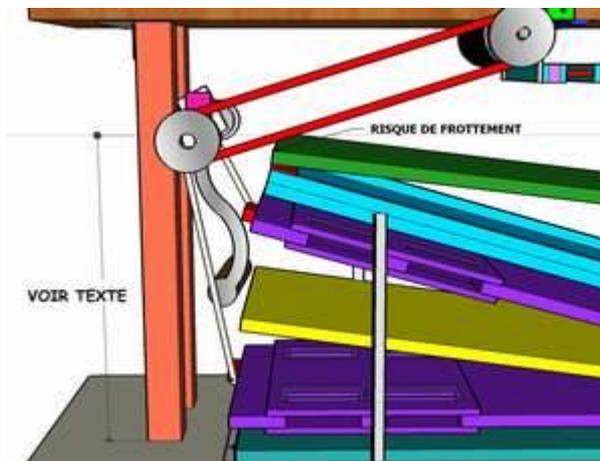
- En premier, faire deux trous à la base des piliers, pour y insérer un bout de tige filetée, avec 4 rondelles et 4 écrous.
- Rendre solidaire le haut des 2 piliers par une petite traverse de bois vissée sur le dessus. L'écartement est égal à la distance hors tout des 2 manetons extérieurs + 1 millimètre de jeu.
- Régler l'écartement en bas de la même façon qu'en haut, sans trop serrer les écrous.



Il va falloir bien calculer la hauteur à laquelle se situera l'axe du vilebrequin.

Il faut dès maintenant penser au fait que la manivelle et le vilebrequin vont aussi entraîner un ensemble « poulies + courroie »

En effet, pour éviter que la courroie ne vienne frotter sur le haut du couvercle de la réserve, il faut que l'axe de la poulie soit au moins à 260 mm de la base.



Si vous êtes partis avec la solution « nourrice sous la soufflerie », il faut augmenter la côte d'autant.

Donc une fois la hauteur correctement calculée, il faut fixer les chapes de la façon suivante :

- Fixer l'ensemble « vilebrequin + 2 chapes » sur le bord des piliers, avec une seule vis de chaque côté et non deux
- Tourner la manivelle, les deux piliers vont ainsi trouver leur position idéale - serrez les écrous
- Tourner encore la manivelle, pour que les 2 chapes trouvent leur position, et terminer en mettant les deux vis manquantes sur les chapes.
- Une fois les 2 piliers raccordés à la base par les équerres de fixation, il est possible de retirer la tige filetée.



6 - 6 - LES BIELLETTES ET LEUR FIXATION

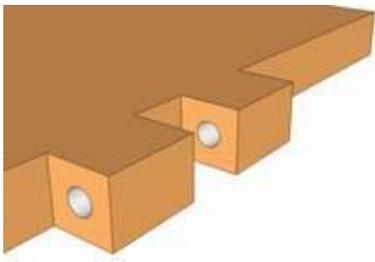
Ce sont deux tiges qui, d'un côté sont reliées à une extrémité au vilebrequin et à l'autre sur le système de fixation sur les battants. Leur fonction sera de transmettre le mouvement du vilebrequin aux deux battants.

Pour déterminer la longueur précise, il faut procéder par des essais en positionnant dans un premier temps le battant en position basse, puis en position haute afin de déterminer la position médiane.

Faire de même pour les paliers du vilebrequin. La distance entre les deux positions médianes doit correspondre à la longueur de la bielle. Les biellettes seront ensuite percées en bout, puis filetées pour recevoir un bout de tige filetée diamètre M5.

Cette opération sera à mener deux fois, dans la mesure où les deux biellettes sont de longueur différente. Les biellettes seront vissées dans les paliers en rilsan du vilebrequin.

Il y a plusieurs façons de réaliser ces biellettes : tiges filetées, tasseaux en bois, etc.



Bien qu'il ait été possible de découper les battants en tenant compte d'une partie en saillie pour le raccordement de la biellette, il est préférable de partir sur une fixation rapportée.

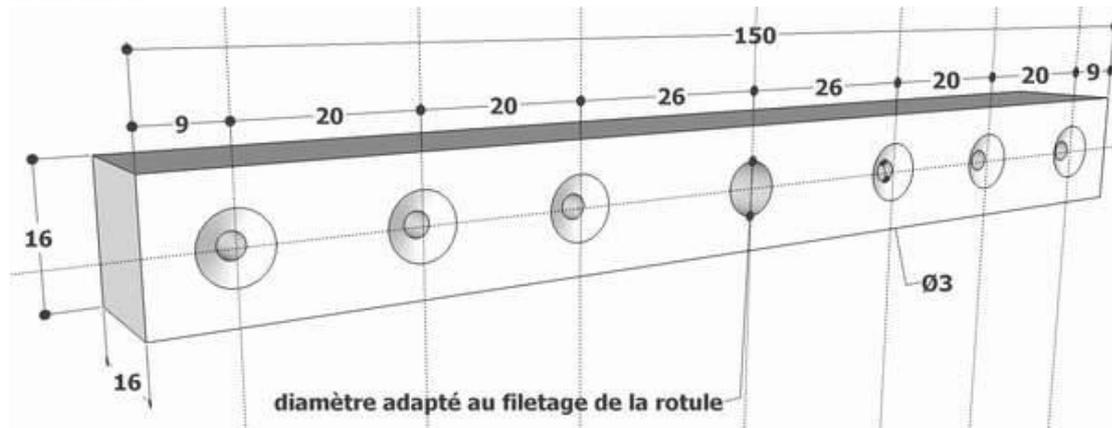
Cela évite de faire des bidouilles avec le cuir lors de l'opération de garnissage des cavités.

Nous avons porté notre choix sur un mécanisme presque tout fait, à savoir les biellettes qui servent à maintenir ouvert le coffre arrière des voitures.



Ce système possède généralement une rotule qui permet une rotation parfaite dans plusieurs axes, et absorbe les petits défauts d'alignement.

Il sera donc nécessaire de fabriquer deux attaches pour maintenir en place la rotule. En voici les dimensions :



Ces deux attaches sont à fixer très solidement sur chacun des battants par l'intermédiaire de longues vis à bois de faible diamètre.

Ne pas oublier de percer un avant trou pour éviter l'éclatement des battants.



Avant la mise en place des biellettes, il est conseillé de déposer un peu de graisse sur la rotule.

Cela limitera la friction, et diminuera le bruit.



Voilà le résultat de l'ensemble



Avant de donner les premiers tours de manivelle pour la première fois : il faut que le mécanisme d'ouverture de la soupape situé sur le couvercle fonctionne parfaitement.

6 - 7 - LE SYSTEME DE BUTEE POUR LE CLAPET DE LA RESERVE

Vous êtes certainement impatient de tester votre belle soufflerie, mais avant cela, il faut mettre en place le système de butée qui permettra au soufflet de se dégonfler le moment voulu, à savoir juste avant que la réserve n'explose sous l'effet d'une trop forte pression !

Dans un premier temps, placer la butée assez bas, et maintenez la en place avec deux serre-joints.

Au fur et à mesure, mettez là de plus en plus haut, et une fois la bonne position déterminée, fixer là sur les deux piliers à l'aide de 2 vis.



Qu'est-ce qui arrive si la butée est trop haute ?



La réserve va se gonfler en faisant sortir vers l'extérieur les peaux, avec un bruit de claquement.

C'est pas bon, pas bon du tout même...

Dans ce cas, il faut bien sûr rabaissier vers le bas la butée.

Après plusieurs « tâtonnages » nous en sommes arrivés à définir la hauteur nous mettant à l'abri d'une sortie vers l'extérieur des peaux :

Hauteur = 90 mm maxi entre le dessous du plancher de la réserve et le dessus du couvercle.



Si après avoir rabaissier la butée, la ou les peaux ressortent encore vers l'extérieur, cela est probablement dû au décollement d'une ou de plusieurs éclisses. Aille Aille Aille !

On peut assez facilement valider ce terrible diagnostic en tapotant légèrement sur la peau à l'endroit où l'on pense que l'éclisse est décollée. Si la peau est souple, c'est signe que l'éclisse s'est détachée.

Il va donc falloir opérer notre soufflerie à cœur ouvert...

Voici en détail le déroulement de l'opération.

Ames sensibles s'abstenir...



	
<p>Bloquer la réserve en partie haute en insérant un objet quelconque en bout (ici une visseuse)</p>	<p>Un cutter à lame neuve va servir de bistouri pour séparer le cuir du dormant supérieur.</p>
	
<p>Ensuite, on fait une injection de colle vinylique sur l'éclisse en défaut</p>	<p>On presse légèrement en maintenant le couvercle de la réserve en position basse.</p>
	
<p>Mettre le malade sur le flanc en insérant une cale pour éviter que le renflement des éclisses ne vienne buter contre la base.</p>	<p>Recoller soigneusement la peau avec de la colle vinylique.</p>
	
<p>Appliquer une pression avec un objet lourd : ici une cavité UHF pour tube à vide 2 C 39 (73 QRO de F6FYN). Mais si on n'a pas cette pièce un peu particulière, un ou deux kilos de sucre feront l'affaire.</p>	<p>Voilà l'opération est réussie. Avec un peu de chance ça laissera toute de même une légère cicatrice.</p>

Une visite postopératoire est indispensable pour contrôler s'il n'y a pas de fuites.

Si c'est le cas, c'est que la peau n'est pas bien cicatrisée au niveau de son collage sur le dormant supérieur.

Si le recours à la bougie est valable pour détecter des fuites sur un plan vertical, le système n'est pas adapté pour détecter les fuites sur un plan horizontal. Il a donc fallu trouver un moyen simple et efficace.

Il suffit de déposer un filet de cocaïne, ou à défaut de farine sur toute la partie où la peau a été recollée.

En actionnant la manivelle, on verra assez distinctement la poudre s'envoyer en l'air là où il y a les fuites.



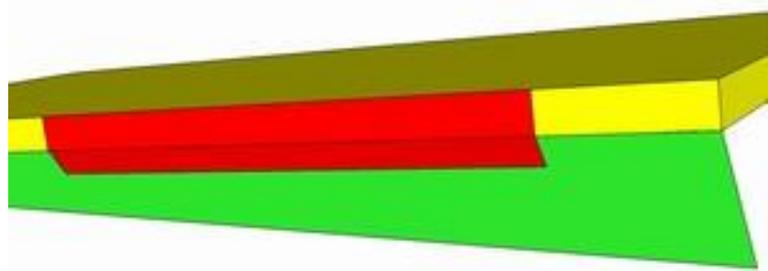
Il suffit alors de consommer la cocaïne et de tartiner un peu de « pommade joint silicone » sur les endroits sensibles.



Il se peut qu'avec le temps, et pour une raison inexpliquée, les plis de la soufflerie ne retrouvent plus leur parfaitement leur place lors des replis des battants.

Dans la mesure où les éclisses ne se sont pas décollées, voici une astuce pour y remédier sans avoir à décoller les peaux,

Il suffit de coller une petite bandelette de peau en surépaisseur (collée à la colle blanche)



6 - 8 - LE SYSTEME DE MISE EN PRESSION DE LA RESERVE



Pour aller de la réserve jusqu'aux flûtes, l'air va devoir faire le parcours du combattant !

Il doit passer par les lumières des gosiers, par les tuyaux de raccordement vers la boîte à soupapes, par la boîte à soupapes elle-même, par les tuyaux de raccordement aux flûtes, sans oublier aussi d'aller vers la flûte de pan.

Il est indispensable que l'air dans la réserve soit toujours comprimé pour bien être expulsé. Il faut donc exercer une pression constante sur le couvercle de la réserve.

Voici la solution retenue pour assurer la pression :

C'est un bon vieux ressort boudin qui va faire l'affaire.
Le plus difficile est de trouver la bonne taille de ressort.

Pour info, le nôtre fait 90 mm de long, 14 mm de diamètre extérieur, et avec du fil de 13/10^{ème}.

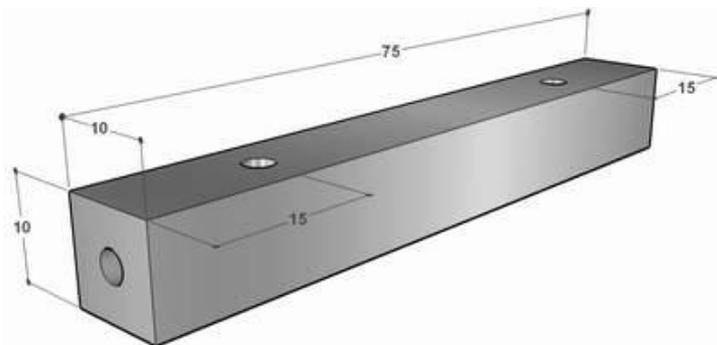
La force de traction de ce ressort a une importance capitale, dans la mesure où elle détermine le niveau de pression nécessaire pour alimenter les flûtes.

Ce sujet de la pression sera traité plus tard.

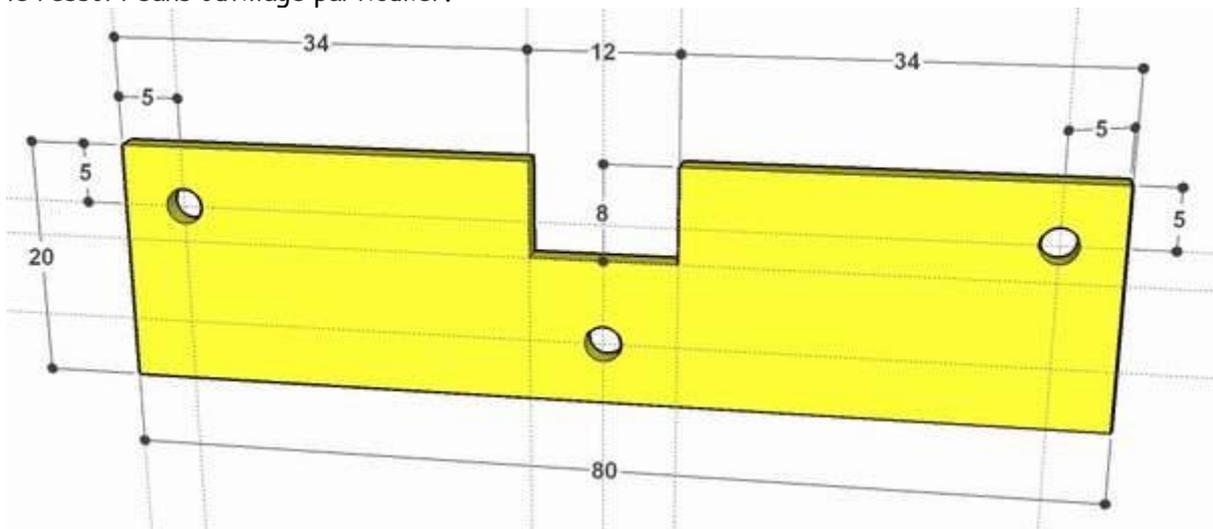
En partie basse, le ressort est maintenu par une tige filetée qui est insérée dans la partie basse des piliers.



Pour que la traction se fasse de façon symétrique, deux petites sections d'aluminium 10x10, ont été solidement fixées sur le couvercle de la réserve de chaque côté du système clapet de sécurité.



Une plaquette en aluminium de 2 mm d'épaisseur relie les 2 sections d'aluminium. La plaquette est échancrée en son centre pour ne pas entraver le débattement du levier qui maintient le clapet de sécurité. Le ressort vient s'accrocher en son centre. Faire en sorte que vous puissiez détacher facilement le ressort sans outillage particulier.



Pour obtenir la pression suffisante, sachez qu'il existe aussi la solution qui consiste à utiliser deux ressorts courbés en épingle. Pour les confectionner, on fait appel à de la corde à piano que l'on trouve dans les magasins de modélisme (c'est vendu pour faire les trains d'atterrissage des avions)



Quelque soit le mode de mise en pression retenu, il faut atteindre une pression donnée. Cela nous amène au chapitre suivant...

6 - 9 - TEST DE LA SOUFFLERIE - 2^{ème} EPISODE

Donnez vos premiers tours de manivelle, et voyez la réserve se gonfler. Un grand moment !

Dans le meilleur des cas, la réserve doit se remplir en un seul tour de manivelle. Ensuite si l'on arrête de tourner, elle se vide tranquillement en 4 ou 5 secondes.

Un point capital : la soufflerie doit pulser l'air à une pression de 12 à 14 cm à la colonne d'eau.

Cette donnée est très importante car elle est entrée en ligne de compte dans le calcul des dimensions des flûtes au niveau de la hauteur de la bouche.



La pression d'air se vérifie avec un « pèse-vent » Kézaco ?

C'est un simple bout de tuyau en plastique transparent dans lequel on met un peu d'eau ou de chouchen (boisson bretonne qui vous fait marcher à reculons). Peu importe le diamètre du tuyau.

C'est un outil très simple, mais ce n'est pas une raison pour bâcler sa fabrication. Maintenir le tuyau en place avec de petites attaches habituellement utilisées pour maintenir en place du câble électrique.

La forme que l'on donne au tuyau a par contre une extrême importance. Il faut impérativement mettre côte à côte de façon rectiligne, parallèle, et verticale 2 tronçons du même tuyau.

On raccorde le pèse vent sur une sortie de la soufflerie en prenant bien sûr la précaution d'avoir bouché toutes les autres.



Juste pour info, voici la photo de notre premier pèse vent.

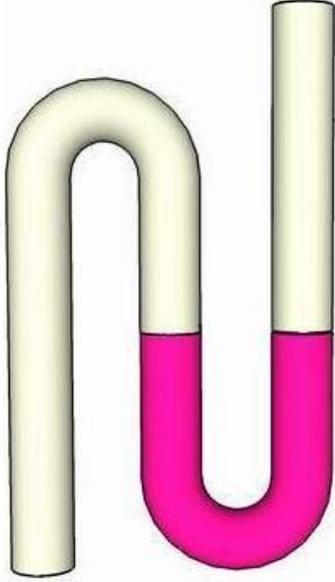
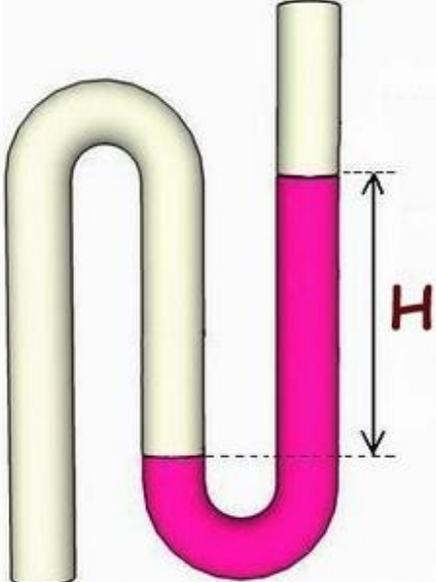
C'est tout ce qu'il ne faut pas faire : Il n'y a qu'un seul tronçon et non deux

La pression ainsi mesurée est très fortement dépendante de la position du tuyau qui va rejoindre la sortie de la soufflerie.

De ce fait la lecture n'est pas fiable et donc non exploitable.

Comment effectuer la bonne mesure avec cet instrument inventé en 1677 par Christian FOERNER ?



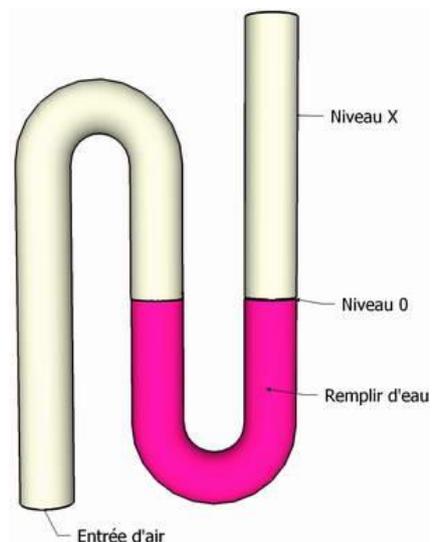
En l'absence d'air à l'entrée	En présence d'air à l'entrée
	
<p>A l'aide d'un entonnoir, on remplit le tuyau de liquide sur une hauteur de l'ordre de 15 cm. Pour une meilleure lisibilité, on peut colorer la flotte avec de la grenadine ou du Ricard. Il faut éviter l'insertion de bulles d'air.</p>	<p>Il ne reste plus qu'à tourner la manivelle et à mesurer la hauteur en cm entre la position basse du liquide dans le tronçon de gauche et la position haute du liquide dans le tronçon de droite.</p>



Voici une erreur à ne pas faire (nous l'avons faite) pour la mesure de la pression :

Il ne faut pas prendre en compte la mesure dans le même tronçon de tuyau entre le niveau sans air à l'entrée (niveau 0) et le niveau avec l'air à l'entrée (niveau X).

Dans ce cas, vous obtenez une pression égale au double de la pression réelle. C'est vrai que l'on pourrait dans ce cas diviser la lecture par 2, encore faut-il y penser....



Lors des manipulations du pèse-vent, bien faire attention à ne pas introduire d'eau dans la soufflerie. On a beau se méfier, mais cela arrive quand même.



Si vous n'obtenez pas le minimum de pression de 12 à 14 cm, cela veut dire que votre ressort est trop faible.

Rien ne vous empêche de mettre deux ressorts au lieu d'un. C'est le résultat qui compte.

Une ou des fuites au niveau des collages des peaux de la réserve peut également expliquer un manque de pression.

Pour localiser les fuites, reprenez la bougie et surveiller que la flamme ne vacille pas. **Attention à ne pas cramer le cuir....**



Si à l'inverse, vous obtenez une pression bien supérieure (nous avons atteint au départ 23 cm) il faut mettre en place un ressort plus faible.

Il est vrai que « qui peut le plus peut le moins ». Mais une pression excessive fera que la réserve est plus dure à gonfler. Cela s'en ressent sur la manivelle qui est plus dure à tourner



Pour un bon fonctionnement, le bon niveau de pression n'est pas suffisant. Il faut impérativement que celui-ci soit quasiment constant et qu'il ne varie pas au rythme des tours de manivelle. Si cela est le cas, il est probable qu'un ou plusieurs clapets de la réserve ne fonctionnent pas correctement.

On peut cependant admettre une très légère variation de pression à la baisse qui se produit lors de l'ouverture du clapet de sécurité qui se trouve sur le couvercle de la réserve.

En fait, la pression change tout le temps en fonction de la position du couvercle battant de la réserve. Mais ce n'est pas grave. Ça ne s'entend pas parce que c'est aléatoire et que cela est aussi lié au nombre de flûtes qui chantent en même temps et donc du morceau qui est joué.

On verra aussi un peu tard qu'en intercalant la boîte à soupapes entre la soufflerie et le pèse vent, on constatera aussi une légère baisse de pression, qui sera due à la perte de charge provoquée par la boîte à soupapes.

Vous l'avez compris ; le couple « pression suffisante » et « pression constante » est incontournable.

Dans le cas contraire, l'accordage des flûtes sera « Mission impossible »



Une fois un bon fonctionnement obtenu, vous serez certainement tenté de remplacer le pèse vent par une de vos flûtes, juste pour l'entendre chanter autrement qu'en soufflant dedans, ce qui, on le rappelle, est déconseillé.



Si vous constatez alors un son anormal, à savoir une flûte qui se gargarise, il se peut qu'il y ait encore un peu d'eau dans le tube plastique « cristal ».

Une simple goutte peut engendrer un son bizarre.



A noter que ce carton est l'ancêtre de nos CD actuels.

Tous deux fonctionnent sur le système binaire « tout ou rien »

Vous allez avoir besoin d'un carton « test » pour les deux raisons suivantes :

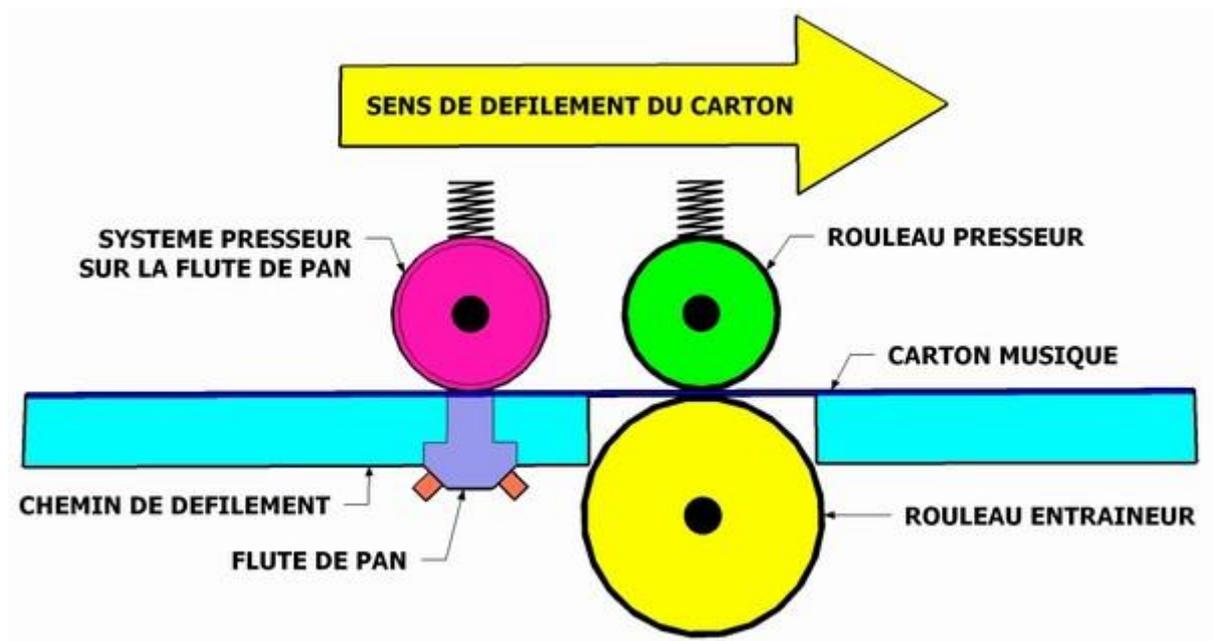
- Valider la largeur du chemin de défilement du carton
- Tester les notes les unes après les autres

Comment se procurer ce carton test ?

- Vous pouvez le fabriquer - ce n'est pas le plus simple - vous verrez cela au chapitre 11 de ce document
- Vous pouvez le commander chez des fabricants de cartons, qu'ils soient professionnels ou amateurs. (Merci à l'amateur qui nous a fait le nôtre - il se reconnaîtra...)



7 - 2 - LE PRINCIPE D'ENTRAINEMENT DU CARTON



Par l'intermédiaire d'une courroie et d'un jeu de poulies, la manivelle va faire tourner le rouleau entraineur situé sous le chemin de défilement du carton.



Le rouleau presseur situé à la verticale viendra exercer une pression constante sur le carton

Le carton va ainsi défiler au dessus d'une sorte de tête de lecture que l'on appelle « flûte de pan ». C'est à ce niveau que seront lues les informations du carton qui seront envoyées vers la boîte à soupapes.

Pour avoir une bonne lecture, il faut que le carton soit bien appliqué contre la flûte de pan lors de son défilement, notamment au niveau des plis, pour ne pas entendre des bruits parasites, et des notes en trop.



Pour assurer cette pression sur le carton, on fera appel à un système presseur qui aura pour fonction d'appuyer de façon continue sur le carton.

Voyons maintenant en détail les différentes pièces.

7 - 3 - LA FLUTE DE PAN



Bien que n'ayant rien à voir avec l'instrument de la Cordillère des Andes, le nom de ce composant est le même.

C'est en fait la tête de lecture des cartons. Elle sera raccordée à la boîte à soupapes par l'intermédiaire de tuyaux en plastique. Il ne faut pas confondre cette flûte de pan avec les 29 flûtes qui « chantent ».

Notre orgue est basé sur le principe de *lecture pneumatique*. La lecture du carton va se faire sur une « table de lecture » depuis laquelle partiront des tuyaux avec de l'air à l'intérieur. Pour information, sachez qu'il existe un autre procédé totalement différent, c'est la *lecture mécanique* qui lui est plus ancien.

Avec la lecture mécanique, on fait appel à des palpeurs qui à l'aide de leviers actionneront les soupapes. Ce système est très réactif, mais il est plus agressif sur les cartons qui, dans ce cas doivent faire l'objet d'un traitement de surface particulier pour les endurcir, et ainsi améliorer leur longévité.

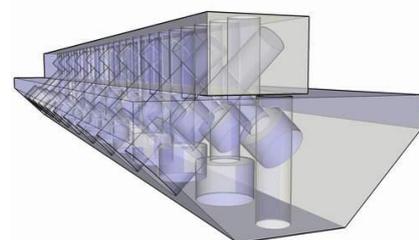
Revenons à notre flûte de pan : ses perçages sont bien sûr en relation avec les trous pratiqués dans le carton musique. Cette pièce très particulière est réalisée dans un bloc d'alu longueur 136 mm x 26 mm x 19 mm.

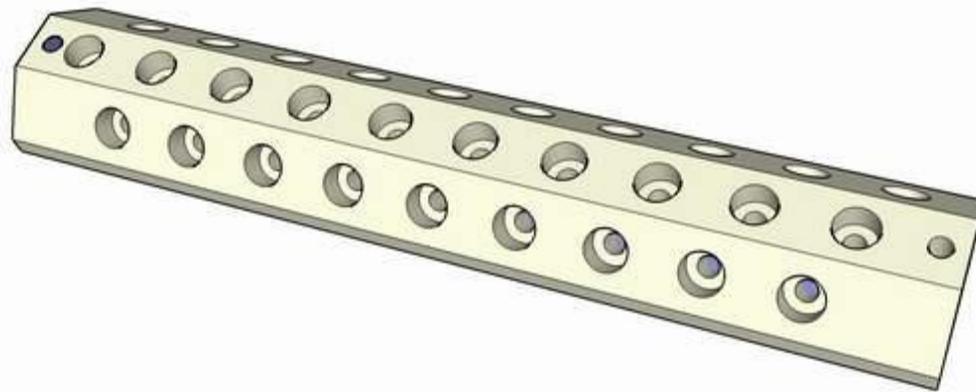
Vous pouvez aussi utiliser un bloc de bois dur, ou mieux encore un bloc de rilsan. C'est le type de matériaux utilisé pour la fabrication des planches à découper en cuisine. Sa texture un peu glissante favorisera le défilement du carton.

Là où cela se complique un petit peu, c'est qu'à la base de la pièce, compte tenu des perçages trop rapprochés, il n'est pas possible de raccorder simplement sur un même plan tous les tuyaux plastiques dont le diamètre est trop important.

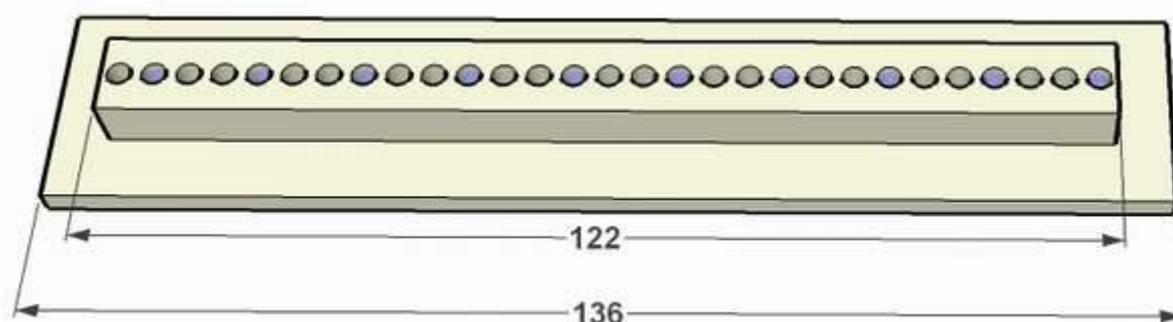
Il faut donc que les sorties de chaque perçage soient alternativement faites sur 3 faces.

- Le trou de dessus n° 1 sort sur le pan incliné à gauche
- Le trou de dessus n° 2 sort sur le fond
- Le trou de dessus n° 3 sort sur le pan incliné à droite
- Et ainsi de suite jusqu'au trou n° 29





La partie en saillie sur le dessus de la pièce est destinée à traverser le chemin de défilement du carton.

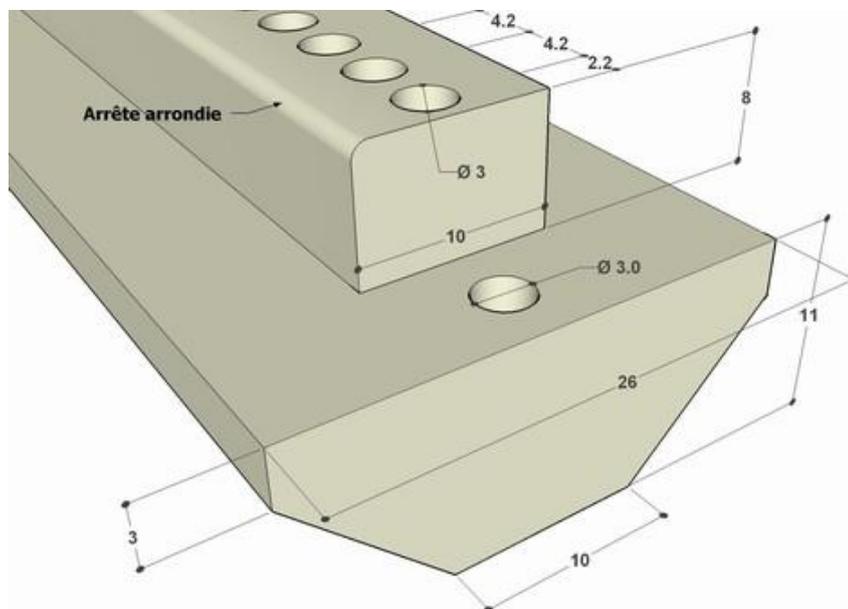


De ce fait, la planche servant à cet usage reste en une seule partie ce qui assure une bonne rigidité et une parfaite planéité.

Sur le dessus de la pièce, il y a une rampe de 29 perçages non débouchant de diamètre 3 mm et au pas de 4.2 mm.

Le premier trou se place à 2.2 mm du bord de la partie saillante.

Tant que la perceuse est sortie, profitez-en pour faire les deux trous de fixation en bout.



Telle que nous l'avons conçue, une fraiseuse est indispensable à sa fabrication.



Quelque soit la distribution des sorties sur la flûte de pan, il faut veiller à ce que les trous en oblique ne débouchent pas dans leur longueur sur la table de la flûte. Si c'est le cas, les flûtes chanteront sans arrêt. Nous en avons fait les frais...



29 embouts de diamètre 6 mm en laiton (ou autre métal) seront insérés dans la flûte de pan.

C'est sur ces embouts que viendront s'emmancher fermement les 29 tuyaux plastiques en partance vers la boîte à soupapes.



Ces embouts seront insérés et collés à l'Araldite dans des lamages pratiqués sur les 3 pans de la flûte.

- Diamètre du lamage = 6 mm (ou égal au diamètre de l'embout)
- Profondeur du lamage = 4 mm

Vous aurez également besoin de 29 autres bouts de tubes pour le raccordement des tuyaux à leur autre extrémité à savoir pour la boîte à soupapes. Donc autant le prévoir dès maintenant dans l'approvisionnement, et la fabrication.

Il en faudra même beaucoup plus si vous partez sur la solution retenue pour l'orgue n°2 - on verra cela un peu plus tard.



La flûte de pan vue de dessus



La flûte de pan vue de dessous



Pour éviter que les plis du carton ne viennent buter contre la flûte de pan, l'arrête « avant » est arrondie très légèrement à la lime et la toile émeri.

Pendant l'opération, il est conseillé d'occulter tous les trous pour éviter que de la limaille ne vienne s'y loger, et voyage là où il ne faut pas.

Une phase de contrôle de la flûte de pan est indispensable. Effectivement, elle peut présenter des défauts :

- Trou non débouchant
- Trou trop débouchant
- Passage d'air occulté partiellement ou complètement par des copaux ou de la colle



Il suffit de raccorder un bout de tube cristal et de souffler dedans en tapotant sur le dessus des trous.

L'air doit passer à 100% ou doit être bloqué à 100 % de façon franche.

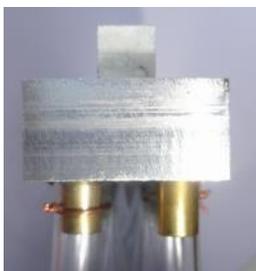
Les plus perspicaces d'entre vous auront remarqué que les photos ci-dessus ne correspondent pas parfaitement à la description faite auparavant.

En fait, ce n'est qu'une fois la pièce terminée que nous nous sommes rendus compte que les sorties étaient trop proches les unes des autres.

Si les tuyaux plastiques s'emboîtent correctement, il n'est pas facile de mettre un collier de fixation autour. Il y aura juste la place pour glisser un fin fil de cuivre dénudé, qu'il faut torsader fermement autour des tuyaux.



Nous verrons cela plus tard.



Sur l'orgue n° 2, la section de la flûte est différente, mais il y a toujours très peu de place entre les tuyaux.

7 - 4 - LE ROULEAU ENTRAINEUR ET LES POULIES



C'est un couple très uni dans la mesure où le diamètre du rouleau détermine le diamètre des poulies.

Nous allons donc traiter les deux sujets en même temps.

Commençons par le rouleau entraîneur.

C'est le rouleau situé au dessous du chemin de défilement du carton.

Il sera amené en rotation par l'intermédiaire de l'ensemble « manivelle / vilebrequin / courroie / poulies ».





Le rouleau est revêtu d'un fourreau en caoutchouc pour éviter le patinage sur le carton.

Question : Est-ce que le diamètre de ce rouleau a une importance ?

Réponse : oui et non !

OUI, dans la mesure où il détermine la longueur de défilement du carton à chaque fois qu'il fait un tour.

NON, dans la mesure où on peut compenser un diamètre trop fort ou trop faible en jouant ensuite sur le rapport de transmission des poulies.



Il faut savoir que lors du premier tour de manivelle, la courroie n'est pas encore parfaitement tendue. Cela a pour incidence que la distance parcourue par le carton lors de ce premier tour est inférieure à la distance parcourue lors des tours suivants.

Se pose alors la question : Quelle est la bonne vitesse de rotation de la manivelle ? C'est un sujet qui semble faire débat dans le petit monde des constructeurs d'orgues de barbarie !

Certains préconisent « le fameux tour par seconde ». Encore faut-il avoir un repère pour tourner à cette cadence.

Pour d'autres, la vitesse ne semble avoir aucune importance, partant du principe qu'au bout de quelques temps, on oublie carrément le rythme des tours de manivelle, et on s'attache surtout à ce qu'on entend et ce qu'on doit entendre.



En fait, la bonne vitesse, c'est celle qui vous convient ! Ni trop lente pour ne pas être trop sujette à des variations, et ni trop rapide pour ne pas attraper mal au bras au bout de quelques cartons.

Voilà les éléments sur lesquels nous sommes partis :

Dans nos fonds de tiroir nous avons trouvé une petite section de tube PVC en 50 mm de diamètre.

Pour maintenir l'axe en place au milieu du tube PVC, il faut réaliser deux disques. Ces deux pièces et les axes en acier seront encollés et emmanchés en force dans le tube.



Matière	Tube PVC
Longueur du rouleau (sans les axes)	130 mm
Diamètre extérieur du rouleau <u>sans</u> le revêtement caoutchouc	50 mm
Diamètre extérieur du rouleau <u>avec</u> le revêtement caoutchouc	50,5 mm
Longueur de l'axe côté poulie	40 mm
Longueur de l'axe opposé poulie	10 mm
Diamètre des 2 axes	8 mm
Diamètre des 2 disques	45 mm
Épaisseur des 2 disques	10 mm

Un plat sera fait à lime sur l'axe côté poulie afin que la vis de blocage remplisse parfaitement son rôle



L'opération qui consiste à recouvrir le tube PVC par le fourreau en caoutchouc peut paraître fastoche.

Dans la réalité, c'est une vraie galère.



Après un combat acharné avec le morceau de chambre à air et le tube PVC, une solution a été enfin trouvée.

Elle consiste à introduire dans la chambre à air du liquide vaisselle. En forçant un peu sur le tube PVC, on arrive à le faire rentrer dans la chambre.



Il existe pourtant des sortes de fourreaux en latex lubrifié, mais ils sont trop fins, et donc destinés à un autre usage

Pour maintenir fermement ce gros rouleau en place, on fait appel à deux paliers en rilsan.

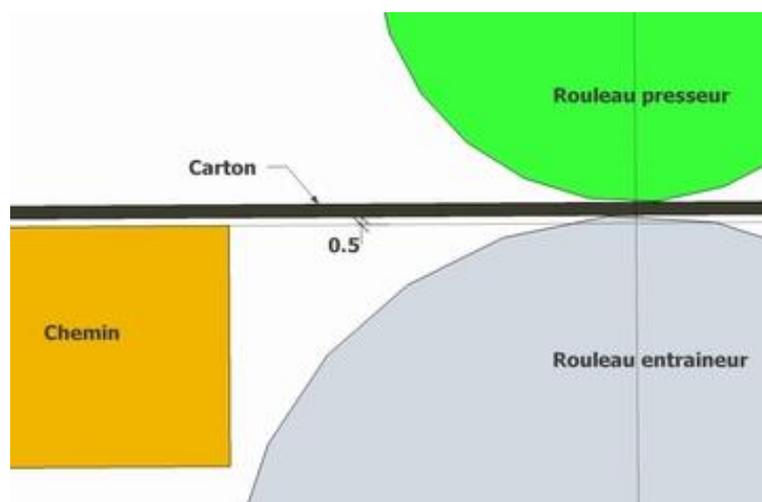
Vous pouvez, soit les récupérer sur une machine à courber les bananes, soit les fabriquer.



Sur les paliers, le positionnement du perçage qui reçoit l'axe du rouleau à une grande importance, car il détermine de combien le rouleau dépassera ou ne dépassera pas du dessus du chemin de défilement du carton

Pour limiter au maximum le risque de patinage du carton, il est conseillé que le dessus du rouleau soit 0.5 mm au dessus du chemin de défilement du carton.

L'épaisseur du chemin de défilement du carton a donc une incidence dans la fabrication des paliers.



La surélévation évite aussi les frottements parasites du carton contre le chemin de défilement. Ce cas nous est arrivé au départ lors du passage des premiers cartons, nous avons constaté des blocages dans le défilement.

En y regardant de plus près, nous avons vu des traces noires juste en amont et en aval du rouleau entraîneur et aussi de la flûte de pan.



Autre question qui fait débat chez les constructeurs : Faut-il donner un certain angle à ce rouleau entraîneur par rapport à la perpendiculaire du chemin de défilement du carton ?

Les avis sur ce point sont partagés !

Les pour ...	<p>Système qui incite le carton à rester au plus près du bord de référence. Dans ce cas, il faut en faire de même sur le rouleau presseur qui sera positionné au dessus.</p> <p>Si vous opter pour cette solution, il faut que l'angle soit réduit au minimum.</p> <p>Certains constructeurs ont même monté le rouleau sur un système de pivot pour trouver l'orientation optimum.</p>
Les contres...	<p>Ca force sur le carton, et il arrive que sur des perforations longues sans ponts, le carton se froisse.</p> <p>Cela interdit l'usage de cartons de grammage trop faible ou bien encore de papier (utile pour faire des essais, ou des cartons qui ne serviront qu'une fois ou deux)</p> <p>En soignant la réalisation mécanique des paliers, le carton doit filer droit !</p>

LES POULIES

Compte tenu de l'utilisation de notre rouleau entraîneur un peu gros, nous avons fabriqué au tour deux poulies de dimensions différentes afin d'avoir un rapport de démultiplication.

Nous les avons faites en alu, mais on peut très bien utiliser du bois dur.



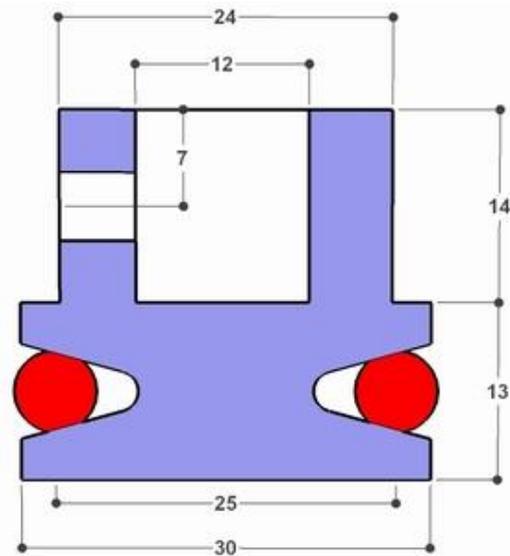
La gorge est à usiner en fonction du diamètre de la courroie que vous pourrez trouver (5 à 6 mm)

Poulie sur l'axe du vilebrequin :

Pour éviter d'avoir une poulie de trop grand diamètre sur l'axe du rouleau entraîneur, le rapport de transmission nous oblige à avoir une poulie assez petite sur l'axe du vilebrequin.

C'est ce qui explique sa forme un peu particulière.

A noter que les dimensions de cette poulie ne sont pas critiques, dans la mesure où l'on va agir sur le rapport de transmission en jouant uniquement sur la poulie qui est fixée sur le rouleau entraîneur.

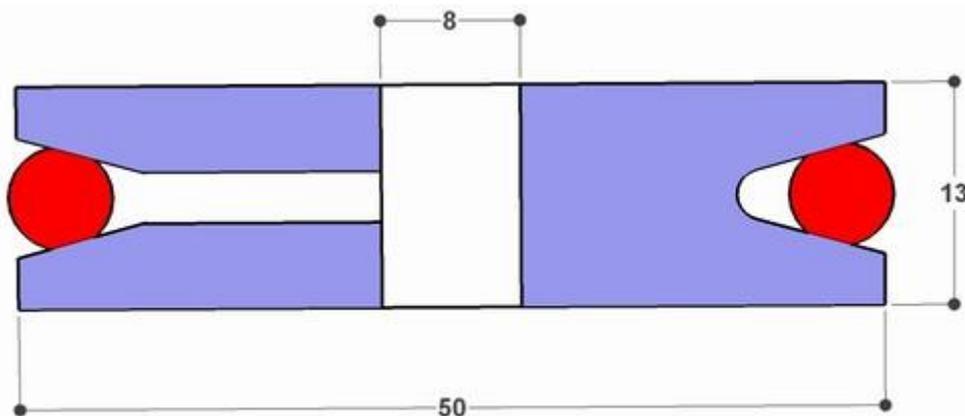


Pour rendre cette poulie parfaitement solidaire de l'axe du vilebrequin, il faut faire un trou de 3.3 mm, et le tarauder pour une vis M 4.

La longueur de l'axe sera à adapter pour faire en sorte que la courroie soit dans le parfait alignement de l'autre poulie.



Poulie sur l'axe du rouleau entraîneur :

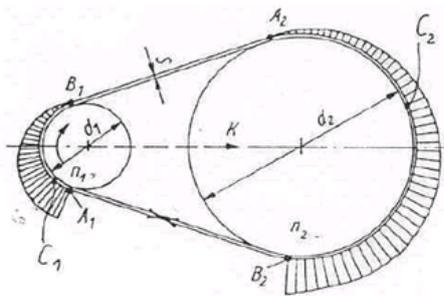


Pour le calcul du rapport de transmission, en théorie, il faudrait prendre en compte non pas le diamètre extérieur des poulies, mais la distance séparant les deux axes de la courroie.

De plus, il faut savoir que le sujet de la transmission par courroie est beaucoup plus compliqué qu'il n'y paraît. Pour s'en convaincre, il suffit d'aller sur le net pour y découvrir le niveau de complexité.

Pour bien faire, il faudrait tenir compte d'un phénomène de glissement de la courroie durant la rotation. Sont aussi à intégrer dans le calcul, la forme de la gorge, la longueur et le diamètre de la courroie, la vitesse tangentielle, la contrainte admissible de la courroie, l'entraxe, et l'âge du capitaine...

$$c \approx 2 \cdot \cos \beta + \frac{\pi(dw_1 + dw_2)}{2} + \frac{\pi \cdot \beta}{180} (dw_1 - dw_2)$$



a = entraxe [mm]

L'entraxe minimum a_{minimum} doit être $> \frac{(dw_1 + dw_2)}{2}$

L'angle : $\beta = \arcsin\left(\frac{dw_2 - dw_1}{2 \cdot a}\right)$

Le nouvel entraxe :

$$a_{\text{calculé}} = \left[L_{\text{disponible}} - \left[\frac{\pi(dw_1 + dw_2)}{2} + \frac{\pi \cdot \beta}{180} (dw_2 - dw_1) \right] \right] \cdot \frac{1}{2 \cdot \cos \beta}$$

Sachant que l'erreur est assez faible, on ne va pas tenir compte de ces paramètres... Si vraiment au pire la vitesse ne vous convient pas, il suffit de refabriquer une nouvelle poulie

Pour cette forme de poulie, un trou est fait dans l'épaisseur pour y loger une petite vis spéciale type pointeau



- Diamètre M4
- Longueur 10 mm environ
- Tête creuse 6 pans.

On en trouve assez facilement dans les vieilles machines à trier la macédoine...



Il est pratique de marquer l'emplacement de la vis par une simple flèche en scotch.

7 - 5 - LA COURROIE

La courroie doit entraîner sans patiner le rouleau presseur situé sous le chemin de défilement. Il existe de la courroie vendue au mètre et thermo-soudable. On en trouve dans des quincailleries très spécialisées.

Comment thermo-souder la courroie ?

- Estimer la longueur de la courroie
- Couper à l'aide d'un cutter en veillant à avoir deux surfaces bien planes
- Faire chauffer un fer à souder
- Appliquer les deux faces quelques secondes sur le fer à souder
- Maintenir en pression les faces
- Faire fondre et étaler le petit bourrelet qui s'est formé



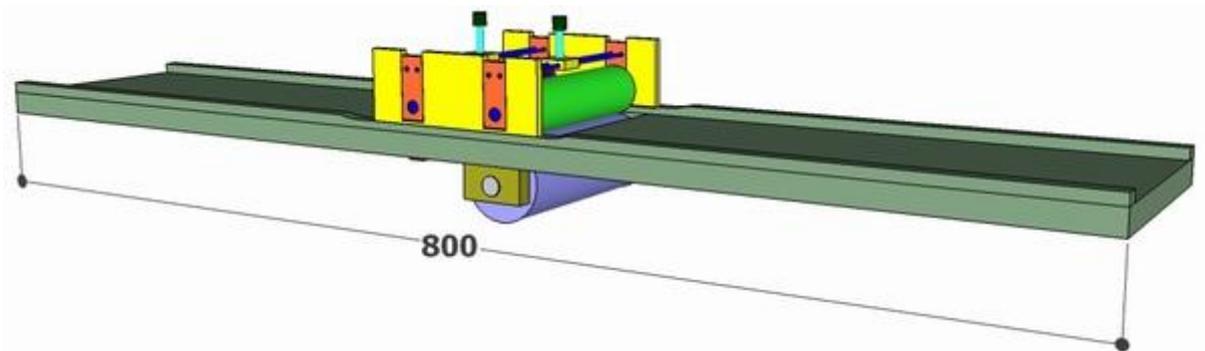
Théoriquement, la courroie ainsi réalisée doit avoir une très bonne longévité. Mais on peut prendre la précaution de fabriquer une courroie de secours que l'on laissera en réserve à l'intérieur de l'orgue.

Elle sera la bienvenue quand vous casserez la première lors d'une représentation devant 15 000 personnes...

7 - 6 - LE CHEMIN DE DEFILEMENT DU CARTON

Maintenant que vous avez terminé la flûte de pan et le rouleau entraineur, vous pouvez vous attaquer au chemin de défilement du carton qui est tout simplement une planche de 800 mm x 151 mm et en épaisseur 15 mm.

Pourquoi 800 mm de longueur ? La longueur du chemin est liée à la longueur hors tout du coffre qui habille les entrailles de l'instrument. A ce stade de la fabrication, la largeur hors tout du coffre qui coiffera l'ensemble est estimée à 800 mm.



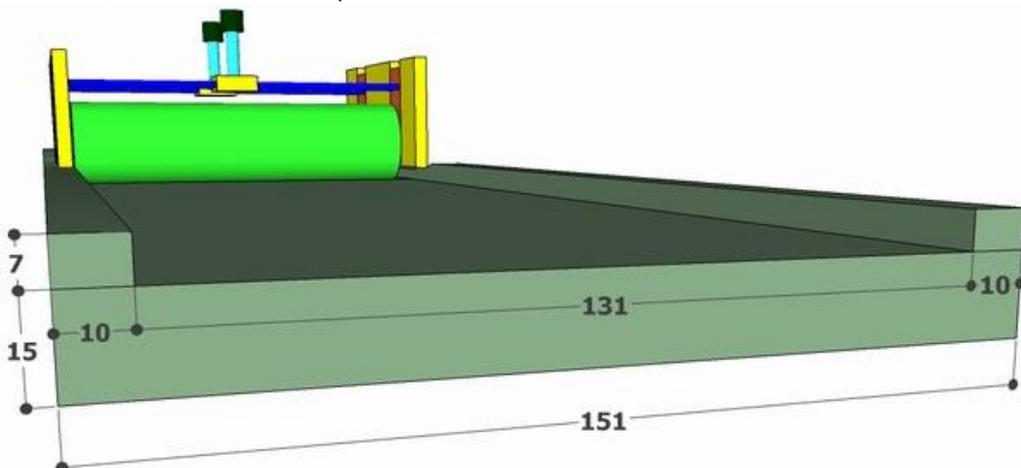
Afin permettre à l'orgue n°1 de se décoiffer par le dessus en soulevant le coffre, la longueur hors tout du chemin de défilement du carton doit être égale à la dimension extérieure du coffre, moins les 2 épaisseurs du coffre ($800 - X - X$). Dans le doute, vous devez partir sur un peu plus long.

Pour info, voici les dimensions finales hors tout des deux chemins de défilement :

Pour l'orgue n° 1 = 766 mm et pour l'orgue n° 2 = 608 mm

Pourquoi 151 mm de largeur ? La largeur utile du chemin est égale à la largeur du carton musical à savoir 130 mm + 1 millimètre de jeu.

La largeur hors tout est égale à la largeur utile + la largeur des 2 petites baguettes, qui bordent le chemin de défilement du carton, soit dans notre cas $131 + 10 + 10 = 151$ mm.



Pourquoi 15 mm d'épaisseur ? L'épaisseur n'est pas critique, mais elle rentre en ligne de compte dans la fabrication des paliers du rouleau entraîneur. Elle doit cependant assurer une bonne rigidité de l'ensemble une fois que les découpes seront faites en son centre.



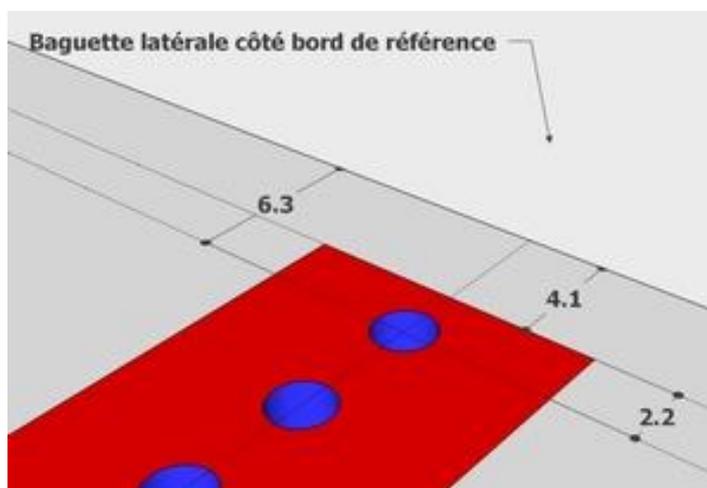
Il sera plus pratique de coller et visser les baguettes après avoir fait les défonçages aux dimensions parfaitement adaptées aux pièces à recevoir. (flûte de pan et rouleau entraîneur)

Le positionnement de la flûte de pan a une extrême importance.

Il faut en effet que l'axe du premier trou soit situé exactement à 6.3 mm du bord de référence. C'est pour respecter le fameux « talon » du carton

Le bord de référence est la face interne de la baguette qui borde le chemin de défilement du carton.

La côte est à valider en fonction de votre propre flûte de pan.

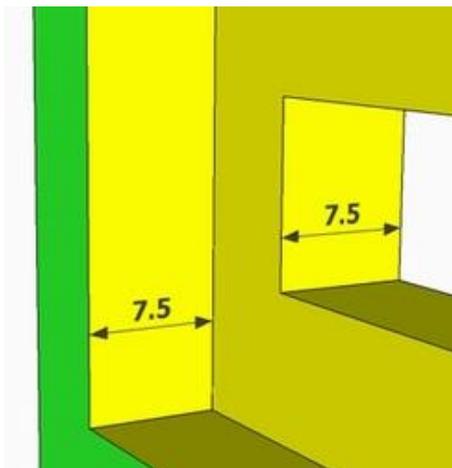
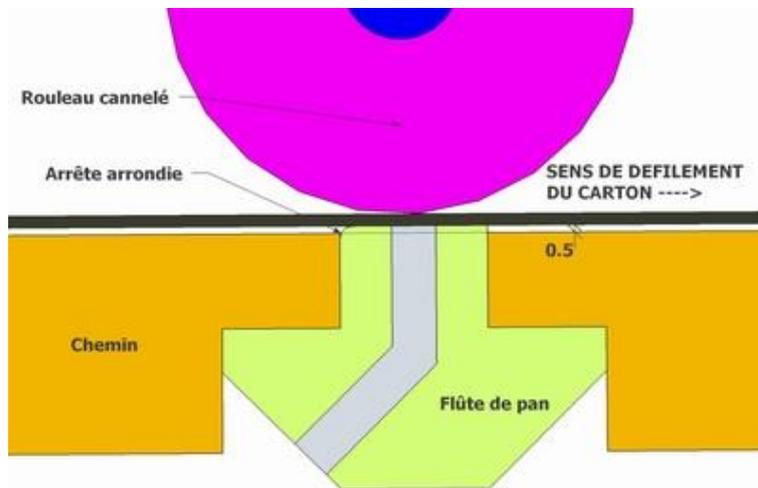


Voici les côtes des 2 défonçages (ici pour un rouleau entraîneur en diamètre 50.50 mm)



Comme nous l'avons fait pour le rouleau entraineur, le dessus de la flûte de pan sera surélevé de 0.5 mm par rapport au chemin de défilement du carton.

Le fait d'avoir arrondi l'arrête avant évitera le blocage du carton au passage de ses plis.



Profondeurs du logement pour la flûte de pan (les 7.5 mm correspondent à la partie haute de la flûte (8 mm) moins la surélévation (0.5 mm))



A moins d'être le King du ciseau à bois, cela se fait à la défonceuse.

7 - 7 - LA FIXATION DES BAGUETTES LATERALES ET DE LA FLUTE DE PAN

Maintenant que les 2 défonçages sont réalisés, il faut fixer solidement les deux baguettes qui bordent le chemin de défilement du carton.

Attention, avant de visser ces deux baguettes, il est fortement conseillé de vérifier de façon précise si le carton circule librement.

C'est donc maintenant que vous allez avoir besoin de votre carton test.

Dans un premier temps maintenir ces deux baguettes avec des serre-joints.

Ce n'est qu'une fois que le carton défile librement, que l'on pourra fixer définitivement l'ensemble.

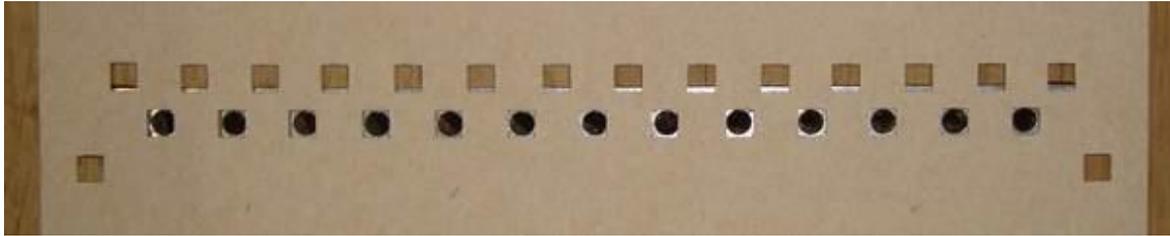


Il est important que le carton circule. Le moindre frottement sera à l'origine de blocages.

Si c'est le cas, un petit coup de ciseau à bois sur la baguette opposée au bord de référence, et tout doit rentrer dans l'ordre

Ensuite, vous allez mettre en place la flûte de pan dans le logement prévu à cet effet.
 Au début du carton test, il y a 3 rangées de trous régulièrement espacés dans toute la largeur.

Les trous du carton sont en quinconce pour assurer une meilleure solidité. Pour la même raison, les 2 trous extérieurs sont sur une rangée à part.



Il faut alors bien valider le fait que les trous de la flûte de pan soient bien parfaitement à la verticale des trous du carton.

Si ce n'est pas le cas, il faut revoir la position de la flûte, en la faisant translater dans la bonne direction en agrandissant à la lime la lumière.



7 - 8 - LE ROULEAU PRESSEUR

C'est le rouleau situé au dessus du chemin de défilement du carton. Ce rouleau n'est pas entraîné par la courroie, et tourne librement.



Pour maintenir l'axe en place au milieu du tube PVC, il faut réaliser deux disques.

Ces deux disques et les axes en acier sont encollés et emmanchés en force. Un épaulement de 1 mm sera usiné à chaque extrémité pour réduire le frottement.

Caractéristiques du rouleau presseur	
Matière	PVC
Longueur hors tout du rouleau (sans les axes)	130 mm
Longueur utile du rouleau (sans les 2 épaulements)	128 mm
Diamètre du rouleau	32 mm
Longueur des 2 axes	4 mm
Diamètre des 2 axes	8 mm

A noter qu'au lieu de réaliser cet ensemble en 5 pièces différentes (rouleau + 2 flasques + 2 axes), il est possible de le faire en une seule et unique pièce.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, il n'est pas nécessaire de revêtir ce rouleau avec une gaine en caoutchouc.

Il peut très bien rester lisse, ce qui le rend plus facile à nettoyer car au bout de quelques centaines de cartons passés, le rouleau va se recouvrir de taches de crasse noire qui ne sont autres qu'une accumulation des poussières que l'on trouve à la surface du carton.

7 - 9 - COMMENT PLAQUER LE CARTON CONTRE LA FLÛTE DE PAN

Avant de décrire le système de pression du carton sur le dessus de la flûte de pan que nous avons définitivement retenu, voyons les systèmes que nous avons testés préalablement sans succès.



Solution trop simple : Mise en place d'un petit boudin en mousse au bout d'une plaque support en plastique.

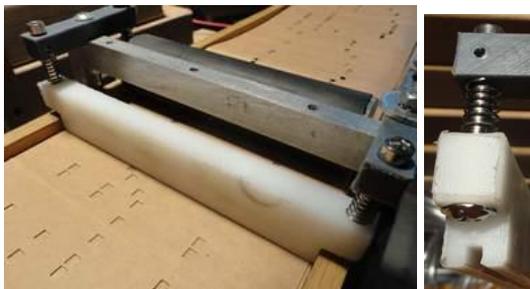
Le boudin n'appuie pas bien sur le carton et n'est pas assez élastique pour absorber les bourrelets au niveau des pliures.

De plus, la texture un peu caoutchouteuse ne favorise pas le glissement du carton, et à plutôt tendance à le freiner.



Solution dite « au poil » : Mise en place de deux pinceaux de grande largeur. Nous pensions que la forme évasée de leurs poils serait suffisante pour couvrir la presque totalité de la largeur du carton.

Eh bien non ! Avec ce système les extrémités du carton ne sont pas parfaitement plaquées contre le chemin de défilement du carton. Conséquence : les flûtes n° 5 et n° 12 chantent continuellement.



Solution plus originale : Mise en place d'une pièce dite « contre-flûte » en rilsan. Une rainure longitudinale permet à l'air de s'échapper.

Sa matière « glissante » favorise le défilement du carton sur lequel elle vient s'appuyer sur toute la largeur. Cependant les plis du carton ont un peu de mal à passer sans générer de sons parasites.

Aucun de ces 3 systèmes n'aura été concluant.

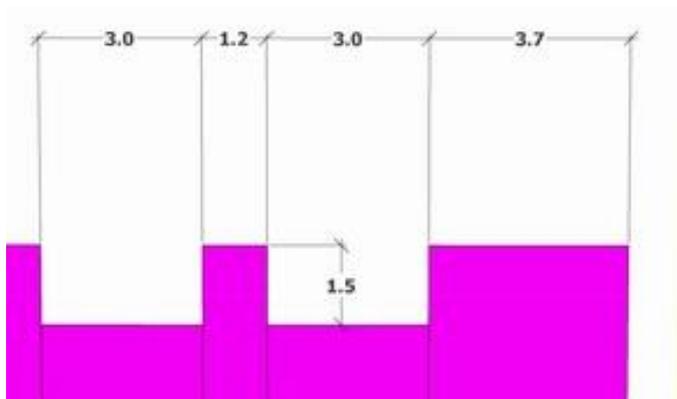
Nous avons alors fait appel à un rouleau presseur cannelé en alu.

Un épaulement de 1 mm sera usiné à chaque extrémité pour réduire le frottement.



Caractéristiques du rouleau cannelé		
Matière	Alu	
Longueur hors tout du rouleau (sans les axes)	130 mm	
Longueur utile du rouleau (sans les 2 épaulements)	128 mm	
Diamètre du rouleau	32 mm (ou idem rouleau presseur)	
Longueur des 2 axes	4 mm	
Diamètre des 2 axes	8 mm	

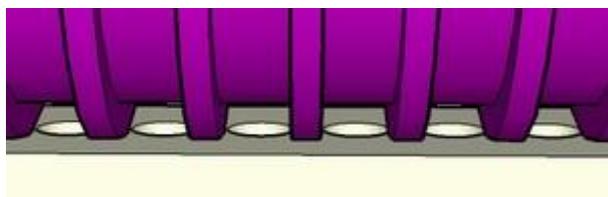
Le fait que le diamètre de ce rouleau cannelé soit identique à celui du rouleau presseur simplifie la fabrication des supports dans la mesure où ceux-ci seront identiques.



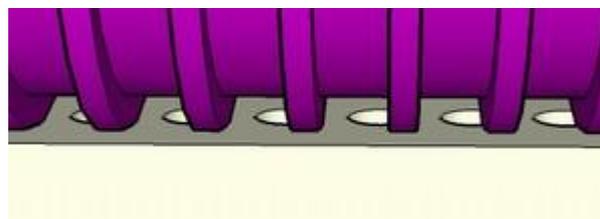
La largeur des cannelures est égale au diamètre de perçage de la flûte de pan, à savoir 3 mm.

Le pas est de 4.2 mm.

La profondeur des cannelures est de 1.5 mm, mais cette côte n'est pas critique.

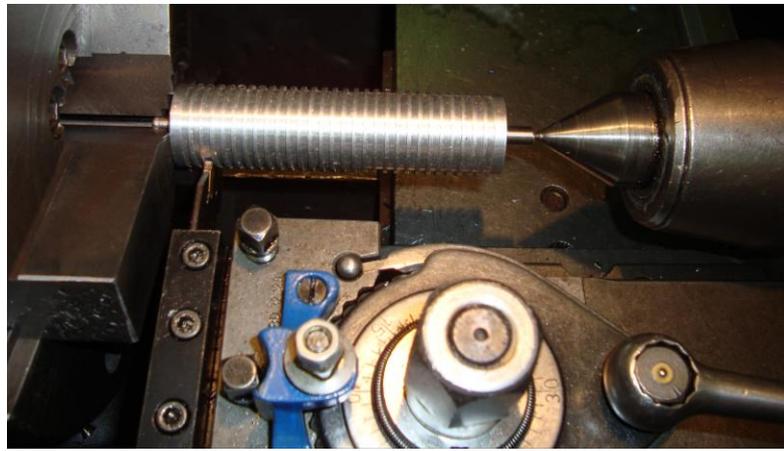


Idéalement, il est préférable que les cannelures de ce rouleau soient bien en regard des perçages de la flûte de pan.



Mais dans la pratique, on peut accepter un décalage, dans la mesure où l'air arrivera toujours à passer.

Il est certain qu'un tour est indispensable pour la fabrication de cette pièce un peu particulière.



A noter qu'au lieu de réaliser cet ensemble en 5 pièces différentes (rouleau cannelé + 2 flasques + 2 axes), il est possible de le faire en une seule et unique pièce. Dans ce cas, l'ensemble sera plus lourd.

7 - 10 - LE SYSTEME DE MISE EN PRESSION DES ROULEAUX SUR LE CARTON

A que voilà un beau sujet prise de tête ! En théorie, rien de plus simple : il suffit d'appliquer la « pression suffisante » sur le carton.

La difficulté est d'estimer cette fameuse « pression suffisante ».

Un fonctionnement moyen, voire irrégulier du système fait que votre orgue :

- Ne chantera pas du tout (carton coincé)
- Fera chanter des flûtes alors qu'elles ne le devraient pas (carton mal plaqué)
- Produira des bruits parasites notamment lors du passage des plis des cartons

Là encore, nous avons testé des solutions qui n'ont pas abouti.

Nous avons fait appel à un bras articulé en alu fixé sur la côté du chemin de défilement du carton pour supporter les deux rouleaux.

Sur le papier, cela devait le faire. Mais en pratique, il est très difficile de pouvoir gérer la bonne pression.

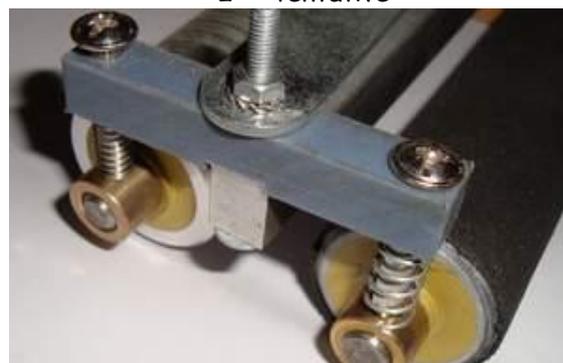


Deux systèmes de mise en pression différents ont été successivement mis en place :

1^{ère} tentative



2^{ème} tentative

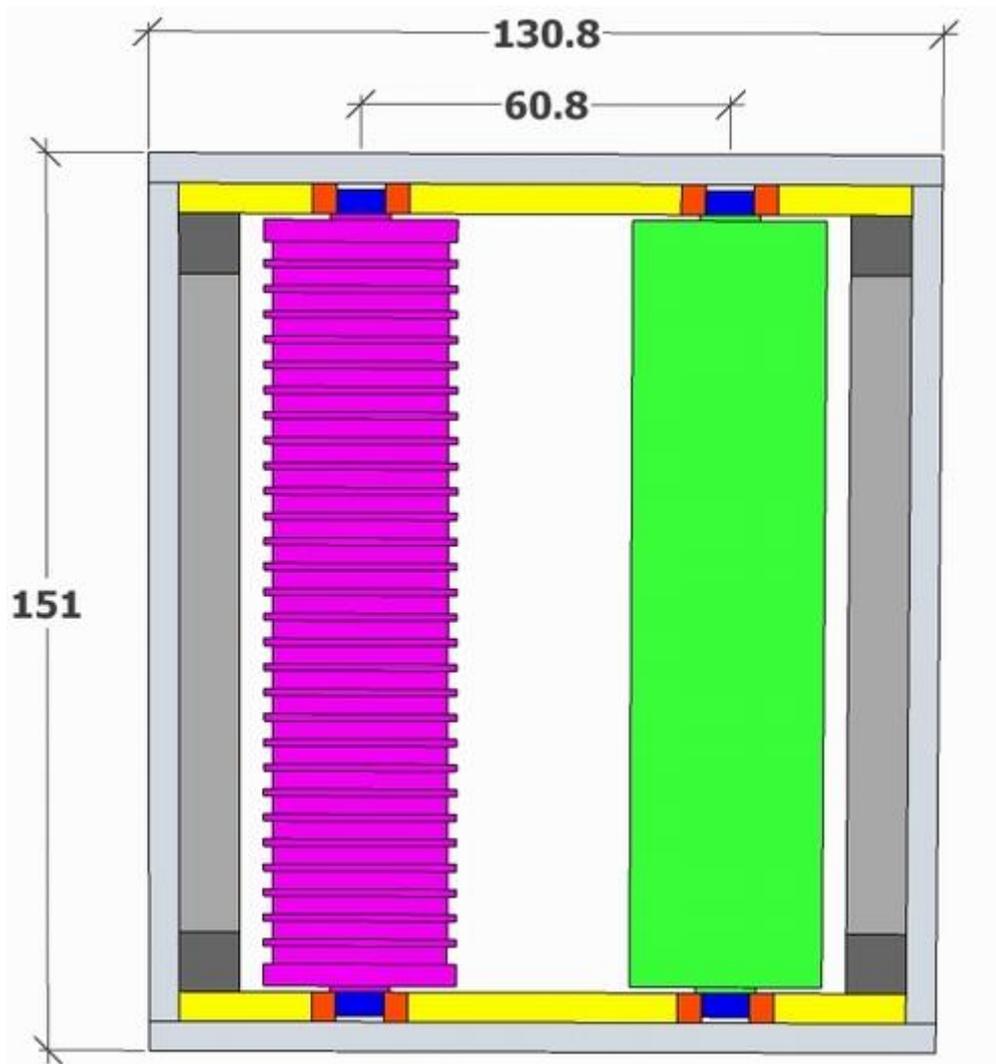


Utilisation d'une seule lamelle ressort en acier
= difficulté de gérer la pression de façon
indépendante sur chaque rouleau

Utilisation de 2 ressorts boudin indépendants
= difficulté de maintenir les rouleaux bien
verticalement
(ils ont tendance à partir vers la droite)

Tous ces ingénieurs mécanismes ont été mis à la poubelle, pour laisser leur place à une boîte en bois multifonctions.

- Maintien des rouleaux en place avec un guidage parfait
- Application d'une pression réglable et indépendante pour s'adapter aux différentes épaisseurs de cartons + blocage du carton durant la phase d'accordage
- Cache l'ensemble de la mécanique

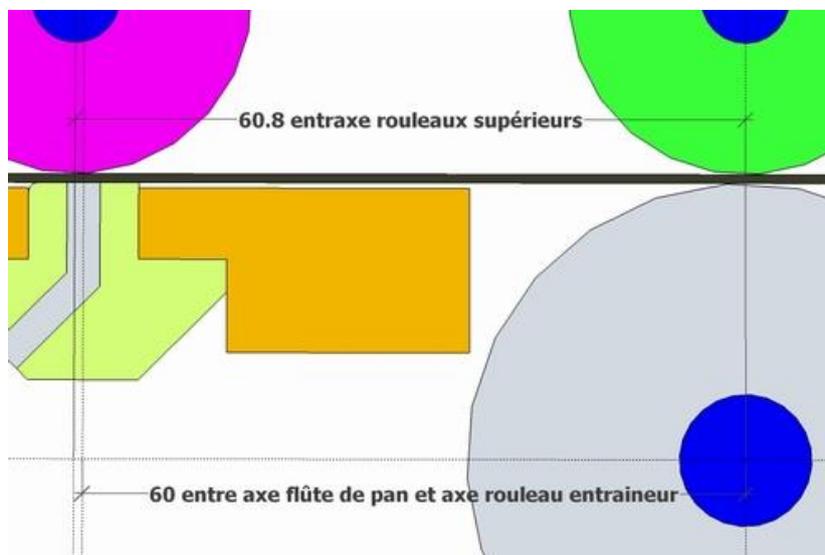


Le recours à cette boîte permet aussi de gérer avec précision la position du rouleau cannelé au dessus de la flûte de pan. La logique voudrait que ce rouleau soit positionné parfaitement dans l'axe des perçages de la flûte.

Eh bien non ! Il est préférable que l'axe médian du rouleau cannelé soit légèrement décalé en amont de la flûte de pan.

La bonne position, c'est quand la génératrice du rouleau cannelé tombe sur la première moitié des trous de la flûte.

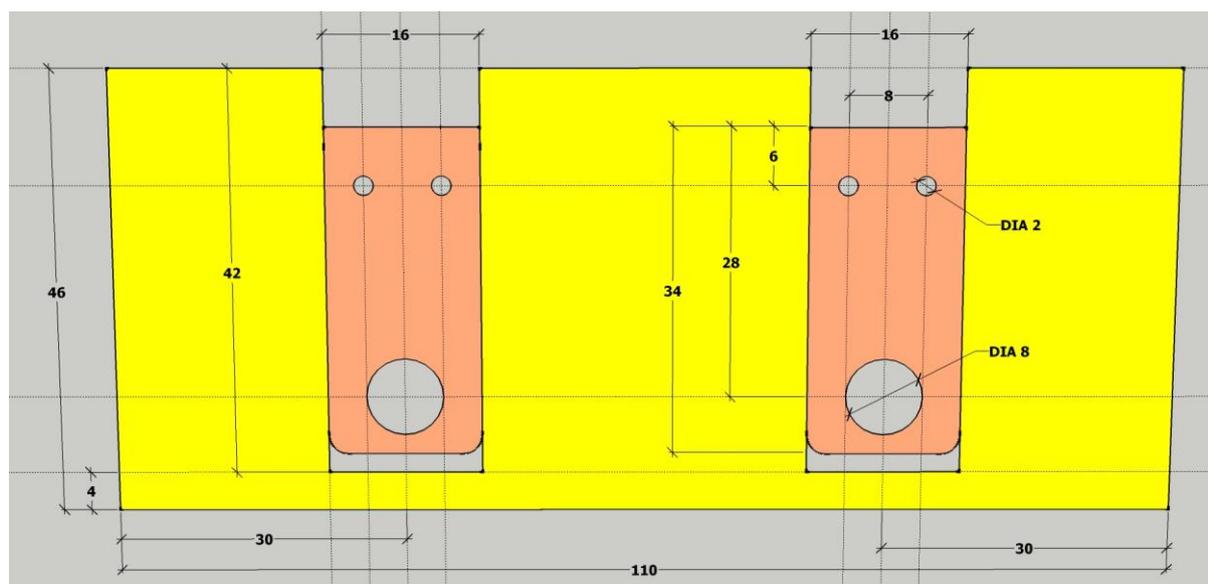
De cette manière on évite grandement les fuites sur les plis concaves, et donc le grand couac qui s'ensuit.



Dans notre cas, nous avons percé la flûte de pan avec des trous de 3 mm de diamètre. L'axe du demi trou tombe donc à 0.75 mm ($3 \text{ mm} / 2 / 2$). On peut arrondir cette côté à 0.8 mm.

Les axes des 2 rouleaux (cannelé + presseur) viennent se loger dans 4 paliers. Ces 4 paliers coulissent dans le sens vertical dans 4 encoches faites dans 2 plaques.

Vous pouvez utiliser du rilsan ou à défaut du bois dur pour la fabrication de ces 2 plaques.



Traditionnellement, les paliers étaient faits de buis qu'on faisait bouillir longuement dans de la paraffine.

Pour exercer une pression constante des deux rouleaux sur le carton, on fait appel à deux paires de corde à piano de diamètre 2 mm.

Les cordes sont maintenues en place en venant se loger dans de petits trous percés dans les paliers.



De cette façon, on pourra régler de façon indépendante et sans aucun démontage la pression sur chaque rouleau.

Le fait de pouvoir régler la pression sur les rouleaux est en plus assez pratique car elle permet d'empêcher l'avancement du carton lors de l'accordage des flûtes.

- On supprime la pression sur le rouleau entraineur
- On applique une forte pression sur le rouleau cannelé
- On positionne le carton sur la note que l'on veut accorder
- On tourne la manivelle (le carton reste bien sûr à sa place)
- On règle la position du noyau dans la flûte
- On fait de même pour les 28 autres notes
- On réapplique les bonnes pressions sur les rouleaux.

Pour la confection de la boîte, il faut soigneusement réaliser les composants pour avoir un bon coulissement vertical des rouleaux.



4 supports mobiles pour les rouleaux.

Réalisés en nilsan pour éviter la friction



2 guides pour les supports mobiles

Réalisés en bois pour pouvoir être facilement collés sur les parois de la boîte elle aussi en bois



Lors de l'assemblage de la boîte, il faut veiller à un parfait équerrage pour que les rouleaux puissent coulisser correctement.



Des renforts sont mis dans les 4 angles. Cela permettra en plus de recevoir les vis du couvercle.

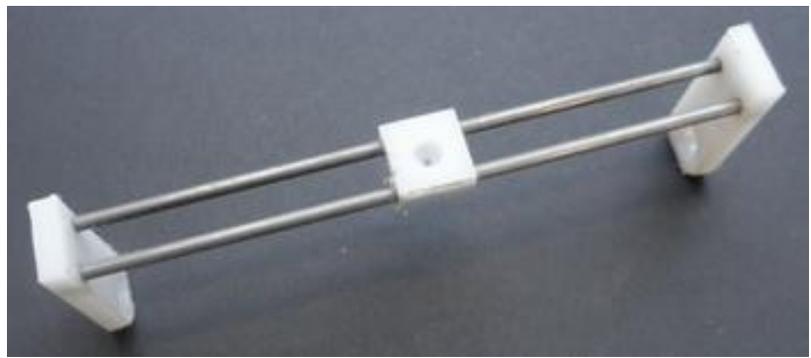
4 tiges ressorts seront découpées dans de la corde à piano de 2 mm.



Dans un premier temps, nous avons utilisé de la corde à piano en 3 mm de diamètre. C'est trop fort, car dans ce cas, le système de pression fonctionne presque en « tout ou rien ». Soit le carton est bloqué, soit le carton n'avance pas régulièrement.

Les cordes à piano d'une même paire sont rendues solidaires par une petite pièce en plastique dur.

C'est sur le plat de cette pièce que viendra s'appuyer une vis de réglage dont la tête sera accessible sur le dessus de la boîte.



Les deux vis de réglage traversent le couvercle. Pas facile de percer le couvercle par dessus et tomber pile-poil sur le centre de la plaquette !



Pour y arriver nous avons fait un mini trou d'un millimètre de diamètre ce qui est juste assez pour pointer l'emplacement.



Le pointage sera fera avec un simple clou sur la face interne.



Pour que la vis de réglage reste toujours en bonne position, un trou non débouchant de 5.5 mm est fait sur la plaquette.



Le couvercle est percé à 4 mm et est taraudé pour une vis M5.



Un petit coup de paraffine facilitera le coulissement des paliers mobiles



Pour que les vis de réglage se retrouvent toujours à la verticale des plaquettes, il est conseillé de repérer le sens de placement du couvercle.



Dans un premier temps, il est plus facile de valider le bon fonctionnement de la boîte si l'on peut bien voir les rouleaux tourner ce qui n'est pas possible avec le couvercle en place. Un support de vis est mis temporairement en place.



Plus tard, les têtes de vis métalliques ont été dégommées pour laisser place à deux embouts en bois plus esthétiques.

Des cabochons en laiton masquent les vis de fixation du couvercle.

Dans l'immédiat, la boîte ne peut se plaquer sur le chemin de défilement du carton du fait de la présence des deux baguettes qui le bordent.

Il est possible de tronçonner complètement les baguettes à l'endroit où elles font face à la boîte à rouleaux. Dans ce cas, le chemin de défilement du carton serait fragilisé du fait du manque de matière.

Il est donc préférable de réduire à la défonceuse les parties qui entrent en conflit.



Réduction de la boîte sur ses 2 faces



Réduction des 2 baguettes



Voici le résultat des deux usinages



Avant de mettre en place les charnières, bien aligner la boîte pour que l'axe du rouleau cannelé soit très légèrement en amont de l'axe de la flûte de pan



Fixation sur l'arrière par 2 mini charnières



Un loqueteau est fixé sur la face avant pour assurer le placage des rouleaux sur le carton.

8 - 1 - LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



Si la soufflerie fait office de poumon de l'instrument, la boîte à soupapes peut être considérée comme le cerveau de l'orgue, dans la mesure où en fonction des informations qu'elle recevra de la flûte de pan, elle prendra la décision de bloquer ou de laisser passer l'air vers les flûtes.

La boîte à soupapes est un ensemble de 29 vannes pneumatiques équivalentes à 29 robinets, dont la commande se fait par pression ou dépression d'air en fonction des trous dans le « carton musique ».



Chaque soupape ne peut avoir que 2 états :

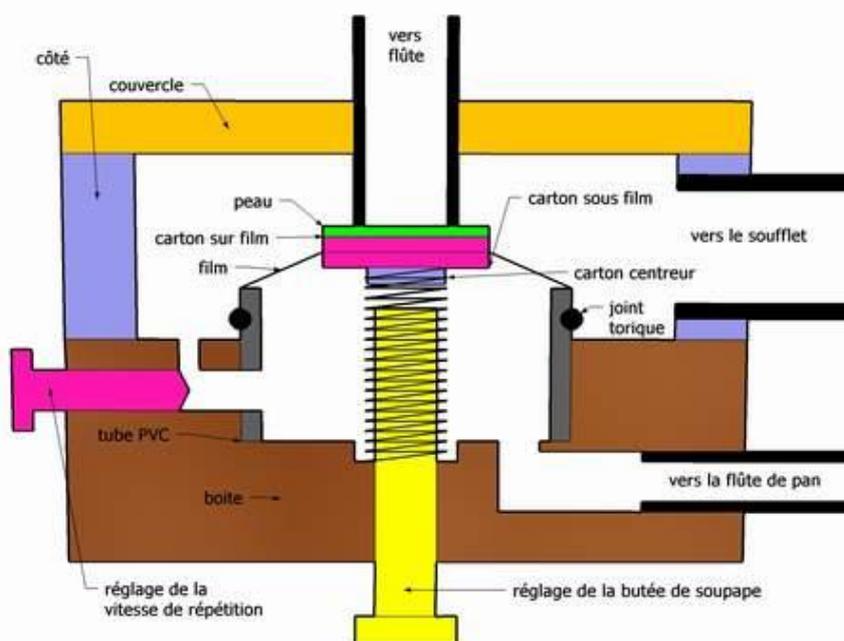
- 1 - Soupape fermée : l'air venant de la soufflerie est bloqué et n'arrive pas jusqu'à la flûte
- 2 - Soupape ouverte : l'air venant de la soufflerie n'est pas bloqué et arrive jusqu'à la flûte

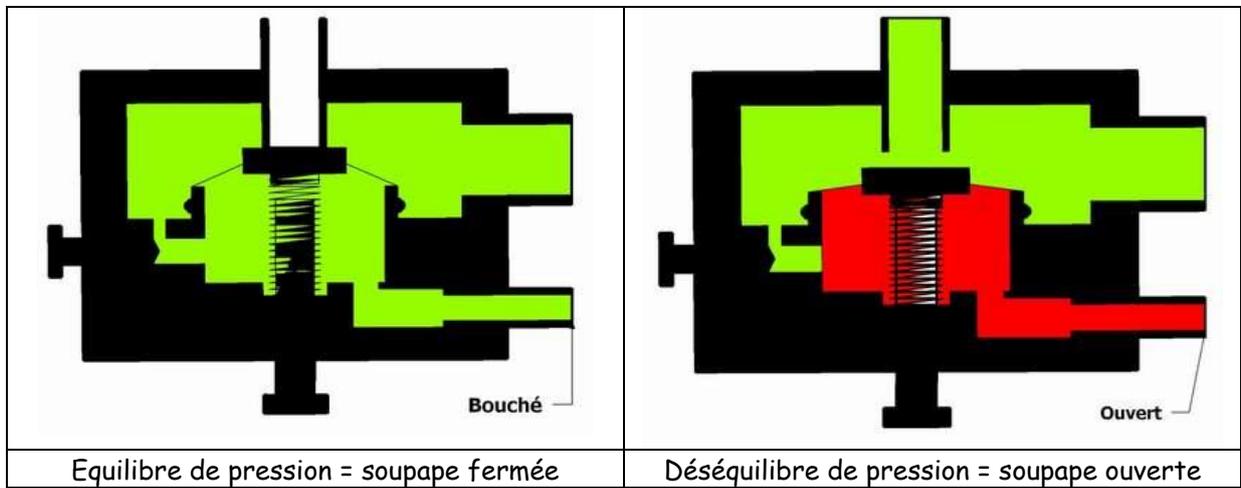
Qu'est-ce qui commande l'état de la soupape ?

A l'état normal, l'air en provenance de la soufflerie remplit la partie principale de la boîte à soupapes, mais aussi la partie inférieure par l'intermédiaire d'un petit trou.

Si le canal d'air qui va vers la flûte de pan est bouché, il y a équilibre, et du fait de la présence du ressort, la soupape composée de rondelles de cartons et de peau vient obstruer l'entrée du tube qui part vers la flûte qui génère le son. Dans ce cas, l'air n'arrivera pas à la flûte la rendant ainsi muette.

Si à l'inverse, le carton musique est percé, il va y avoir une dépression dans le tuyau qui relie la flûte de pan à la chambre de la soupape. Cette dépression va relâcher l'effort sur la soupape, laissant ainsi un passage à l'air pour atteindre la flûte et la faire chanter.





Pour simplifier les 3 croquis ci-dessus, la vis de réglage de la vitesse de répétition et l'arrivée d'air en provenance de la flûte de pan ont été situées sur les 2 faces opposées de la boîte.

Dans la réalité, ce n'est vrai que pour la moitié des chambres.

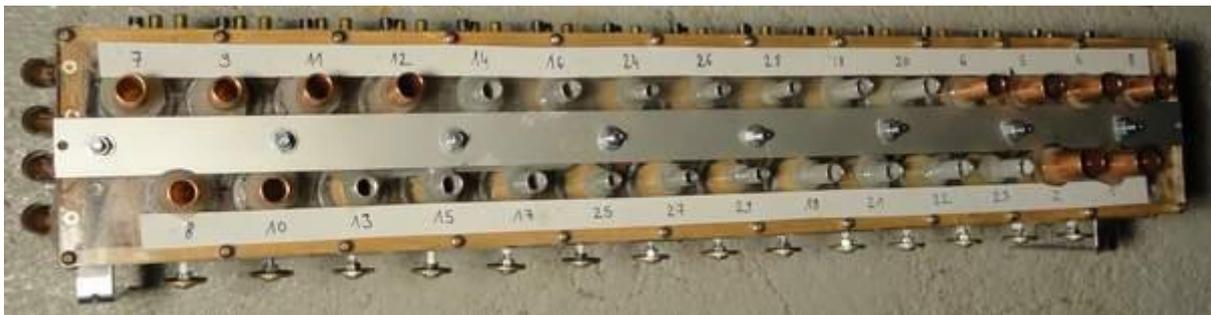
Pour que cela fonctionne, il faut bien sûr que le ressort ne soit pas trop costaud...

Tout est affaire d'équilibre.



C'est Robert HOPP facteur d'orgue allemand qui est à l'origine de ce principe de soupapes, qui était utilisé dans les orgues des églises en Allemagne.

Voilà une photo de la boîte terminée !



Une belle pièce de 2.4kg. Mais avant d'en arriver là, vous allez devoir être persévérant....

8 - 2 - LA FABRICATION DE LA MINI BOITE TEST



Nous avons un ami qui est testeur de sièges éjectables sur les hélicoptères.

Il insiste sur l'extrême nécessité de faire des tests dans la construction d'objet un tant soit peu complexe.

Aussi, étant partis sur un croquis de principe et non côté de la boîte à soupapes, nous avons pris la précaution de passer par l'étape d'une mini-boîte test avant de passer à la fabrication de la boîte entière.

Cela nous a permis de valider les dimensions de la chambre, des soupapes, du ressort, et le bon fonctionnement de l'ensemble.



Le recours à un couvercle en plexiglas présente l'avantage de bien visualiser le débattement de la soupape, validant ainsi son parfait fonctionnement. Par contre, en ce qui concerne la boîte réelle, l'utilisation du plexiglas présente un inconvénient qui est celui d'être fragile.

En fait c'est lors du perçage pour les tubes « sièges » de soupapes, et lors du serrage des vis de fixation qu'il y a risque de fêlures. Nous verrons comment contourner l'obstacle.

Nous conseillons de faire une boîte test dans le cas où vous partiriez sur un autre type de boîte, avec notamment des caractéristiques différentes. Nous avons fait une boîte avec 4 tailles de sorties différentes pour s'adapter à tous les tubes de sortie des flûtes.

On commencera par tester une première soupape. Il suffit de brancher deux tubes plastiques « cristal » :

- L'un sur l'entrée d'air de la chambre (provenance de la soufflerie)
- L'autre sur l'arrivée d'air de la flûte de pan

Il faut aussi bien sûr brancher une flûte qui, dans le cas présent, est raccordée directement sur la mini-boîte.

Ensuite on envoie de l'air dans le premier tube.

Si le tube d'arrivée d'air de la flûte de pan est bouché avec le plat du doigt, l'air ne doit pas sortir par le tuyau qui sera raccordé à la flûte. Dans ce cas, la flûte reste muette.



Si par contre le tube d'arrivée d'air de la flûte de pan est laissé à l'air libre, l'air doit sortir par le tuyau qui sera raccordé à la flûte, qui de ce fait se met à chanter.



On recommence ensuite la même opération pour chacune des soupapes de la boîte test, bien que normalement, si cela fonctionne pour une, cela devrait fonctionner aussi pour les autres.

Une fois le fonctionnement validé, faut-il jeter la mini-boîte test à la poubelle ?



Que nenni! Elle va resservir à des fins pédagogiques pour expliquer le fonctionnement de l'orgue.

Effectivement, vous constaterez que votre orgue intrigue et que bon nombre de personnes se posent et vous posent des questions sur son mode de fonctionnement.

S'il est relativement simple d'expliquer comment fonctionne la soufflerie, il en est autrement pour la boîte à soupapes. Il est bien plus facile de le faire avec l'objet dans les mains.

Nous avons donc tronçonné notre boîte test en deux parties pour avoir chacun la nôtre

Une seule soupape est mise en place pour voir les percages à l'intérieur.

Un simple sifflet en plastique acheté chez Décathlon vous dispensera de fabriquer une 30^{ème} flûte.

La boîte est purement opérationnelle, il suffit de souffler dedans...



8 - 3 - LA FABRICATION DE LA BOITE REELLE



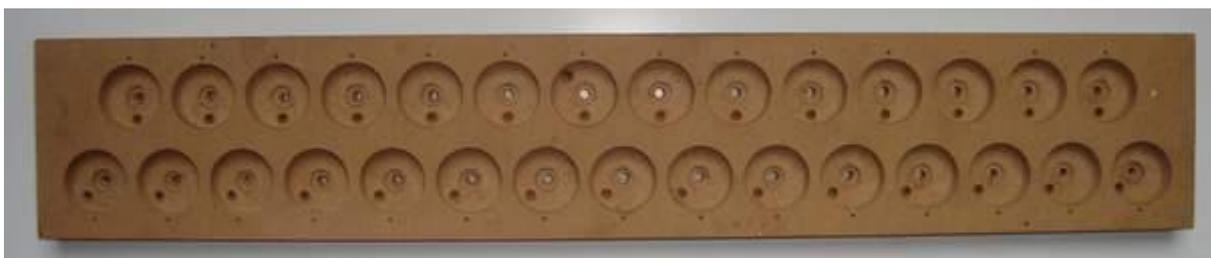
La boîte sera taillée dans un bloc de MDF (medium density fibres).

Ce matériau a un avantage et un inconvénient.

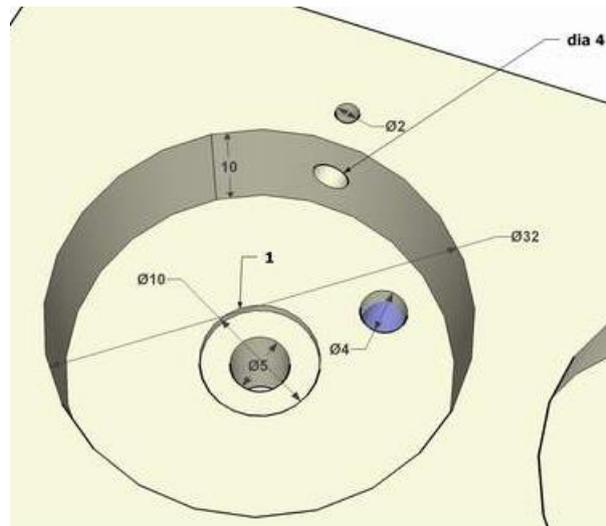
- Avantage = il s'usine facilement
- Inconvénient = il est poreux, ce qui engendre des fuites d'air. Il faudra donc en tenir compte avec un traitement particulier

Dans la mesure où 203 trous ou usinages y sont pratiqués, la boîte va s'apparenter à un joli morceau d'emmental (contrairement à l'idée reçue, il n'y a pas de trou dans le gruyère...)

Dimensions de la partie inférieure de la boîte :
Longueur 592 mm X largeur 100 mm X épaisseur 22 mm

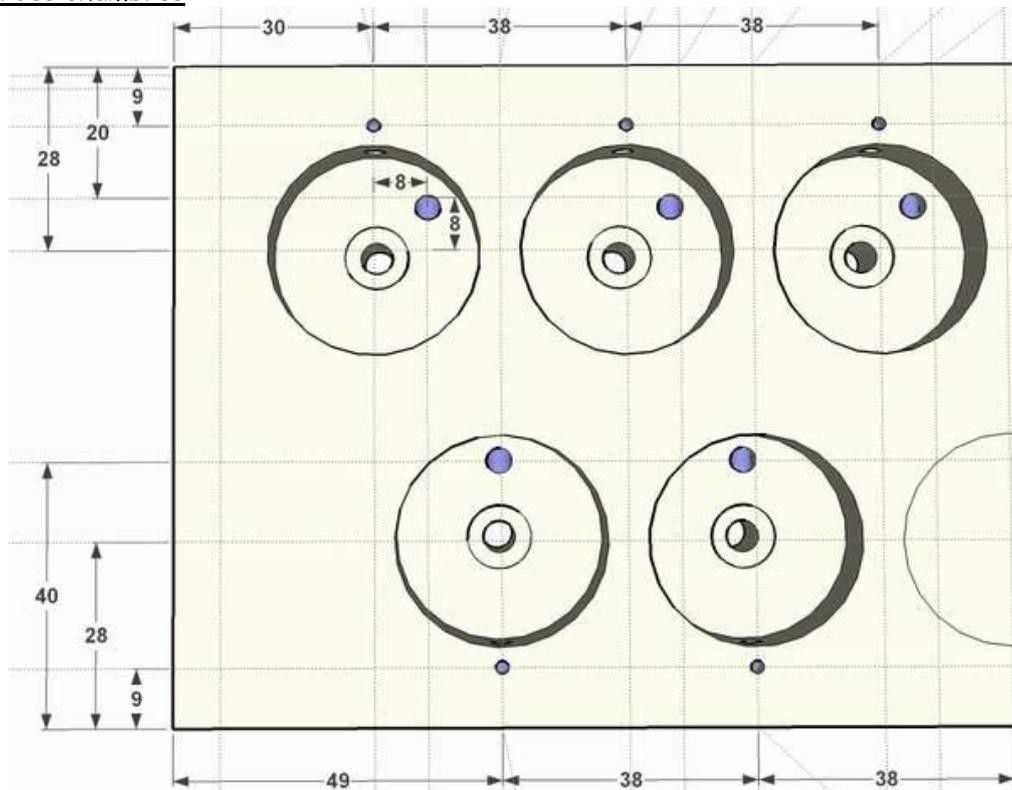


Caractéristiques des chambres



- Diamètre de la chambre 32 mm
- Profondeur de la chambre 10 mm
- Trou vertical centré de 5 mm, fileté pour vis M 6 (réglage de la butée)
- Fraisage dia 10mm et de 1 mm de profondeur (centrage du ressort)
- Trou vertical excentré de dia 4 mm et de profondeur 8 mm (arrivée d'air de la flûte de pan)
- Trou horizontal de dia 3,3, fileté pour vis de M 4 (réglage vitesse de répétition)
- Trou vertical dia 2 mm pour échange (échange d'air entre intérieur et extérieur de la chambre)

Position des chambres





Il faut commencer par les trous des vis de réglage de butée des soupapes, en prenant la précaution suivante :

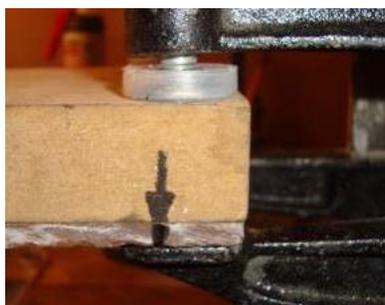
Pour être sûr que les perçages de sortie vers les flûtes situés sur le couvercle soient parfaitement dans l'axe des soupapes situées dans la boîte, il est conseillé d'utiliser la technique du contre-perçage.

C'est à dire percer les deux pièces (boîte et couvercle) en même temps. En fait, il est conseillé de bien sûr percer la boîte de part en part, mais seulement de pointer la position sur le couvercle. Attention le plexiglas est fragile

Quelque soit sa matière, les dimensions du couvercle seront bien sûr identiques à celles de la boîte.



Sur l'orgue n° 2, nous sommes partis directement sur un couvercle en bois en 10 mm d'épaisseur



Pour être sûr de bien replacer facilement le couvercle sur la boîte, il est conseillé de marquer un bord de référence.

Cela évitera de tourner le couvercle dans tous les sens pour faire coïncider les perçages.

Une fois tous les pointages réalisés, il faut mettre le couvercle de côté, il resservira plus tard.

On passe ensuite aux opérations d'usinage de la boîte :

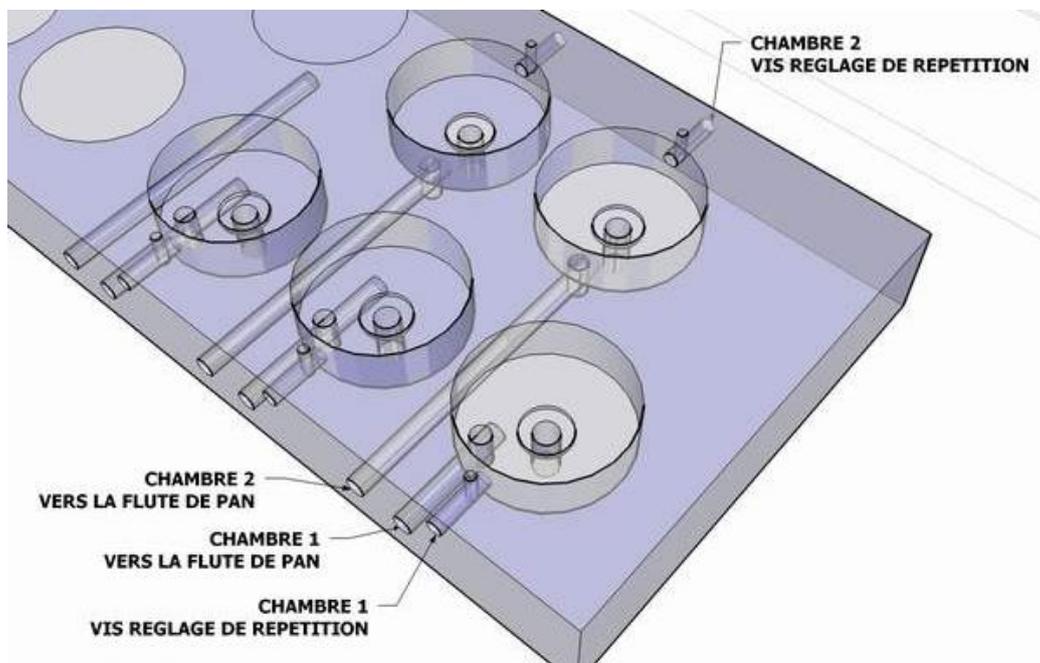


Pour l'usinage des chambres, une fraiseuse sera encore une fois la bienvenue



Tarudage pour les vis de pression sur les disques en carton des soupapes

Explications des perçages sur la tranche de la boîte

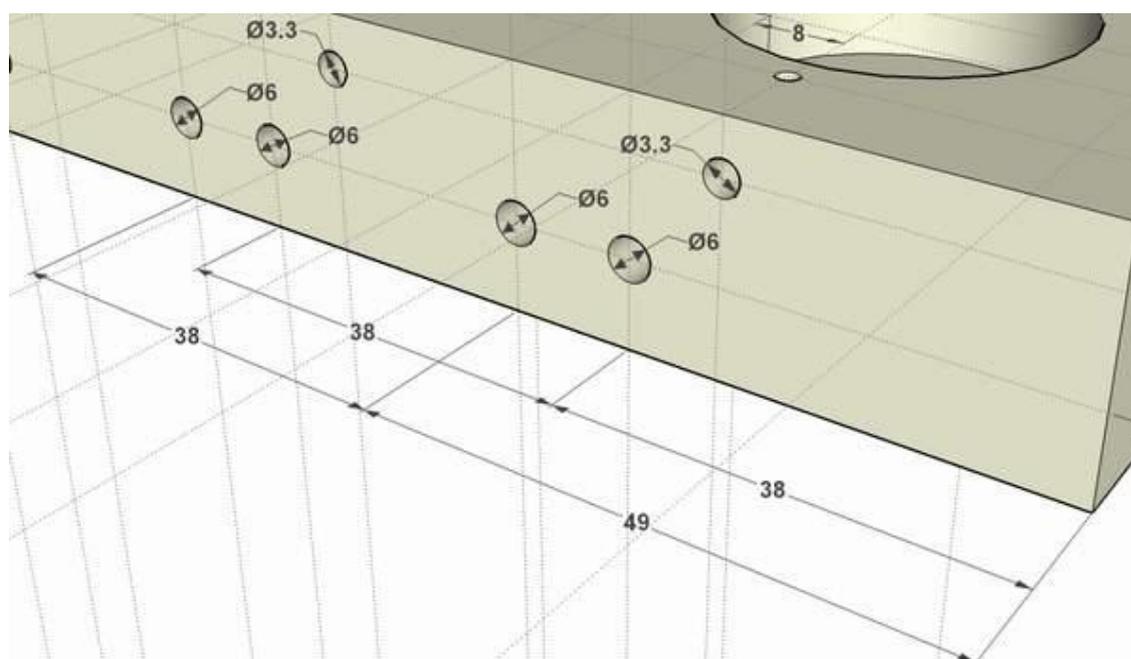


Perçages sur la tranche supérieure
Petit trou = vis de réglage
2 gros trous = arrivée de la flûte de pan



Perçages sur la tranche inférieure
Petit trou = vis de réglage

Position des perçages sur la tranche de la boîte



Traitement de surface de la boîte :

Une fois tous les usinages terminés, il faut poncer la boîte partout, et notamment dans le fond des chambres pour éliminer les peluches du médium.



Le médium est un matériau poreux.

Cet inconvénient est contournable en appliquant 2 couches de vernis. Sans cette précaution prise, il risque d'y avoir un risque de communication d'air entre 2 chambres de soupapes, donc deux notes jouées en même temps alors qu'une seule ne le devrait.

Il faudra badigeonner toutes les parties boîte et couvercle en insistant surtout sur les parties intérieures.



Si vous avez été un peu trop généreux sur la quantité de vernis, il est possible que certains petits trous de retour d'air aient été bouchés.

Il suffit d'insérer un petit foret pour faire disparaître la pellicule de vernis.



8 - 4 - LES SOUPAPES

Les soupapes ont pour fonction de contrôler le passage de l'air en provenance de la soufflerie vers les flûtes. Ce sont donc des pièces majeures qui nécessitent une attention toute particulière,

Pour la membrane souple, les puristes vous conseilleront de réaliser les petits disques à partir d'intestin de porc, ou de cheval ! Les caractéristiques de cette peau seraient idéales pour l'utilisation recherchée.

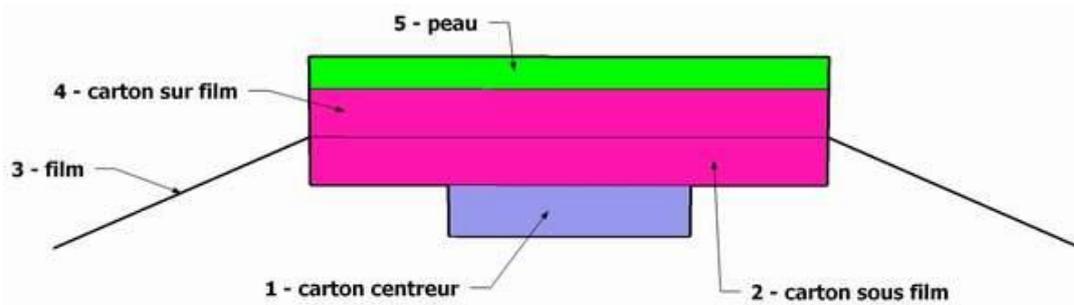
Dans un premier temps, nous sommes partis dans cette voie, en récupérant chez notre ami Daniel, ex-Roi du Paté de Concarneau, les fameux boyaux.

Autant le dire, nettoyer du boyau ne met pas spécialement en appétit, et l'odeur dégagée durant le séchage attire facilement les mouches.... Donc, nous sommes partis sur le plan B.



Le plan B consiste tout simplement à utiliser du film de sac plastique facilement disponible au rayon fruits et légumes de votre grande surface préférée. De plus, cela est gratos.

Une soupape est composée de 5 couches :



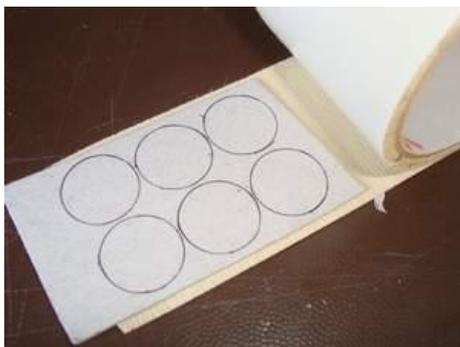
Couche	Description	Mode de collage	Utilisation
1	Une première rondelle de 8 mm de diamètre taillée dans du carton de 1.3 mm d'épaisseur.		Permet le centrage du ressort de mise en pression
2	Une deuxième rondelle de 20 mm de diamètre taillée dans du carton de 1.3 mm d'épaisseur.	Cette rondelle est collée à la précédente avec de la colle ordinaire.	Permet la butée du ressort de mise en pression
3	Une membrane souple et très fine (film emballage fruits et légumes)	Cette membrane est collée à la rondelle précédente par un morceau de scotch double face.	Permet à l'ensemble d'être fixé sur le tube PVC
4	Une troisième rondelle de 20 mm de diamètre taillée dans du carton de 1.3 mm d'épaisseur.	Cette rondelle est collée sur le film par un morceau de scotch double face	Permet de recevoir la peau
5	Une quatrième rondelle de 20 mm de diamètre taillée dans du cuir de 1.3 mm d'épaisseur.	Cette rondelle est collée sur la rondelle précédente par un morceau de scotch double face	Permet l'obturation du tuyau de sortie de la boîte à soupapes

Sachant que certaines soupapes seront à refaire suite à leur mise en place, il faut prévoir du rab dans leur fabrication.

Les découpes peuvent être faites à l'emporte-pièce, ou au ciseau.

Si vous en avez la possibilité, portez votre choix sur une « douille emporte-pièce ».

En serrant dans un étau, c'est plus facile et moins bruyant qu'avec un emporte-pièce classique et un marteau.



Dans tous les cas, c'est assez laborieux.

On a donc intérêt à découper des sandwiches (carton + double-face + peau)

Le film plastique est pratique et pas cher, mais il a cependant un petit inconvénient dans la mesure où il est difficile à coller.

Malgré de multiples essais de colle, nous n'avons pas trouvé la bonne.

C'est la raison pour laquelle nous avons eu recours à 29 sections de tubes PVC gris en diamètre extérieur 32 mm



Attention : si comme nous l'avons fait, vous optez pour la récup, méfiez vous de choisir des tubes ayant le même diamètre intérieur. En fonction de leur provenance, vous pouvez trouver des tubes d'épaisseurs différentes. Cela aura une incidence lors de la mise en place des soupapes à l'aide d'un outil qui sera adapté au diamètre intérieur du tube.



Sur chaque section de 15 mm de hauteur, nous avons pratiqué au tour une petite gorge de profondeur 1 mm et à 3 mm d'un bord.

Le film, les disques de carton et de peau, sont maintenus en place par un simple joint torique rentré en force.

L'extrémité du tube doit être parfaitement poncée pour éviter que le film ne se blesse.

Comme pour la pince à linge de Jean-Claude, c'est maintenant au tour de Jean-Marc d'innover.

Effectivement si l'utilisation des sections de PVC n'est pas nouvelle, le recours aux joints toriques c'est son idée !

Avantage de notre solution : la soupape est repositionnable si on devait revenir sur le ressort en cas de non parfait fonctionnement.

Rien ne sert de prédécouper le film plastique avant la mise en place de la soupape sur le tube PVC.

C'est assez galère de couper du film avec des ciseaux.

L'opération se fera au cutter une fois la soupape en place.



8 - 5 - LES RESSORTS DE SOUPAPES

Les ressorts ont pour fonction de maintenir la soupape en légère pression sur les sièges.

Dans notre cas, il faut 29 ressorts très souples, de diamètre extérieur 8 mm, et de hauteur 20 mm non comprimé (1 mm pour le fraisage de l'assise du ressort + hauteur du tube PVC de 15 + dépassement de 4 mm)



Chez Casto, il y a tout ce qu'il faut ! Enfin presque, les ressorts pour orgue de barbarie, y'a pas !

On va donc les fabriquer avec de la corde à piano de 4/10^{ème} Le respect de ce diamètre garantit un parfait fonctionnement.



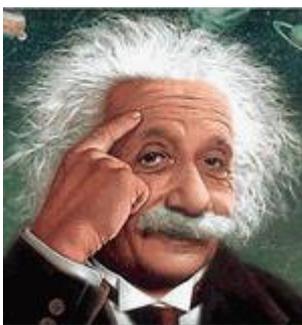
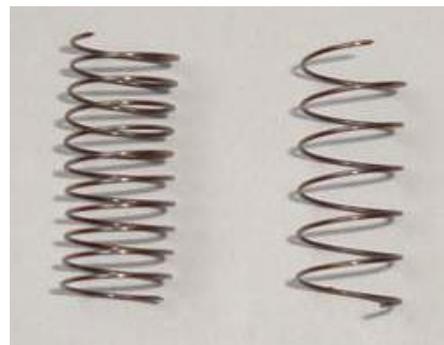
Au début, nous sommes partis avec un système très rudimentaire pour la fabrication des ressorts, à savoir :

- Une longue tige filetée de diamètre 8 mm, percée en travers pour y insérer l'extrémité de la corde à piano
- Blocage de la tige entre 2 morceaux de bois serrés dans les mors d'un étau.
- Et on tourne...
- On obtient ainsi du ressort en grande longueur que l'on recoupe à la bonne côte à la pince coupante.

Ce système présente un inconvénient dans la mesure où les ressorts ainsi fabriqués ne sont pas tous identiques.

Il n'y a pas de constante dans le diamètre, et le nombre de spires est lui aussi variable.

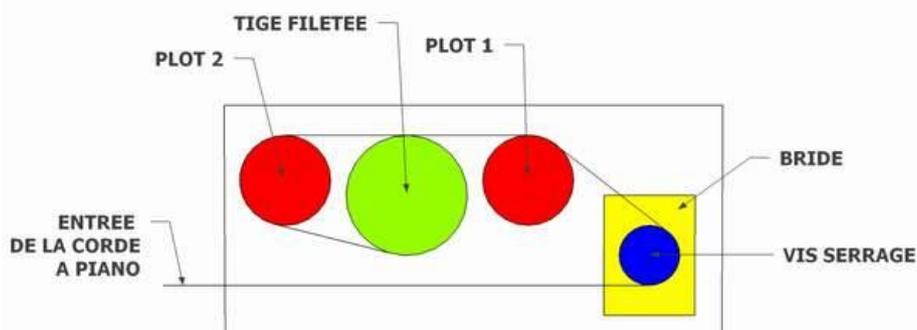
Pour une même longueur hors tout, le ressort de gauche est plus souple et convient mieux que celui de droite



Le service engineering quimpérois s'est donc penché sur le sujet, et en a déduit que cela devait provenir du fait que la corde à piano est emballée en bobine, et pour bien faire il fait l'étirer au préalable.

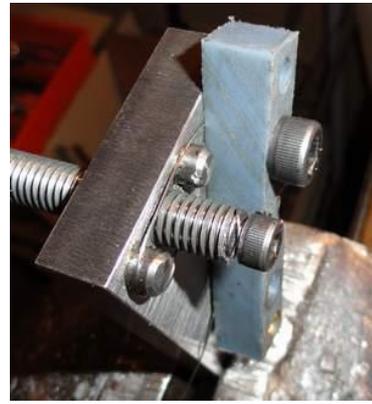
Le service des protos s'est alors penché sur une machine permettant d'étirer légèrement la corde à piano avant son enroulement sur la tige filetée.

Voici le résultat :



Parcours de la corde :

- La corde est très fermement serrée entre le support de l'ensemble et une bride en rilsan.
- Elle fait presque un tour de la vis qui serre la bride
- Elle se courbe un peu sur le plot n° 1
- Elle fait un demi-tour sur le plot n°2
- Elle vient s'enrouler sur la tige filetée



Les dimensions de l'engin ne sont pas critiques.



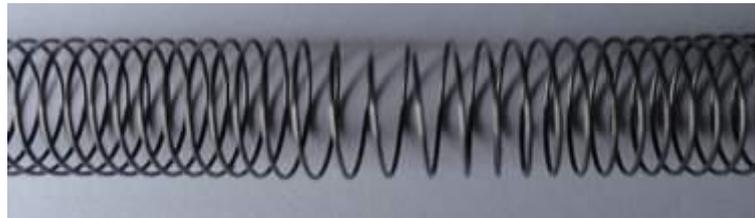
Pour être parfaitement entraînée autour de la tige filetée, la corde à piano doit y être fortement attachée.

C'est la raison pour laquelle la tige filetée est percée et taraudée à M 3. Une vis percée en travers permet d'engager la corde à piano.



Durant la rotation de la tige filetée, que vous utilisiez une clé ou une visseuse, il ne fait jamais relâcher l'effort.

Dans le cas contraire, la corde n'est plus parfaitement tendue, et on se retrouve avec des écartements inégaux entre les spires, avec donc des caractéristiques différentes.



A noter aussi, que plus la bride sera serrée, plus le diamètre du ressort sera faible (sans bien sûr descendre à un diamètre inférieur à celui de la tige filetée).

Faire un premier essai sur une petite longueur pour le cas où le résultat serait déconnant.

Pour découper tous les ressorts à la bonne longueur nous avons encore inventé un système dont la complexité est inversement proportionnelle à sa facilité d'utilisation.

C'est une simple feuille de papier avec deux traits au crayon espacés de 20 mm. Il suffit de poser le ressort dessus, et couper au bon endroit.



Combien faut-il de corde à piano ?

Sachant qu'il y a peu de chance que vous trouviez facilement de la corde à piano chez votre quincailler habituel, il va falloir la commander. Donc autant prendre la bonne longueur nécessaire dès le départ.

- Longueur approximative d'une spire = diamètre x 3.14 = 8 x 3.14 = 25 mm
- Longueur pour un ressort = nombre de spires x longueur d'une spire = 14 x 25 = 35 cm
- Longueur pour 29 ressorts = 35 x 29 = 10.20 m.

Manque de bol, le conditionnement le plus répandu est de 10 ml. Il faut donc deux rouleaux de 10 ml. De toute façon, vous aurez un peu de perte notamment durant les premiers tours.



La corde à piano ne se trouve pas chez les marchands de piano, mais dans des quincailleries professionnelles, ou bien encore dans les magasins qui vendent des modèles réduits et les composants pour les fabriquer.

La force du ressort doit être telle que la membrane fasse sa course complète pour une pression entre 15 et 20g...

Soit le poids de 2 pièces de 2 euros (2 fois 8,5g = 17g). *Attention ne pas faire les tests avec l'équivalent en francs...*



Il ne faut pas uniquement porter son attention sur la limite haute de la fourchette, à savoir le poids de 20 grammes. Effectivement, on pourrait penser que si la soupape est plus sensible donc si elle réagit avec un poids inférieur à 15 grammes, le résultat sera meilleur. Eh bien non !

Dans ce cas, la soupape changera d'état trop facilement, en étant très réactive à la moindre molécule d'air qui pourrait s'échapper dans le circuit qui relie la flûte de pan à la boîte à soupapes. En clair restez sur de la corde à piano de 4/10 ème.



La méthode de mesure avec les pièces de 2 euros peut paraître empirique et peu précise. Que nenni ! Si l'on s'en passe, et à moins d'un formidable coup de bol, vous aurez des soupapes qui refuseront de fonctionner normalement (on a aussi testé pour vous....)

8 - 6 - MISE EN PLACE DES ELEMENTS SUR LA BOITE

Après avoir fait plein de trous, il faut maintenant les boucher !

Les 29 sections de tube PVC sont emmanchées en force dans la boîte à soupapes.

C'est là que vous vous rendrez compte que le diamètre des tubes PVC n'est pas parfaitement constant. C'est vrai qu'une évacuation d'évier ne demande pas une très grande précision. Au besoin, reprendre les tubes « un peu fort » au tour.

Bien veiller à ce que la section de tube soit bien droite avant de serrer l'ensemble dans l'étau, et serrer lentement.





Dans la mesure où la boîte a précédemment déjà été percée des 29 trous pour le passage d'air utilisé pour le réglage de la vitesse de répétition, il faut renouveler l'opération, pour traverser les tubes PVC.

Percer bien droit pour ne pas abimer le filetage.

Embouts pour le raccordement des tuyaux en provenance de la flûte de pan

Lors de la fabrication de la flûte de pan, nous vous avons conseillé de tailler 29 embouts en laiton en plus de ceux nécessaires pour le raccordement des tuyaux sur la boîte.

Bien vous en a pris de les remiser par devers vous pour les utiliser maintenant.

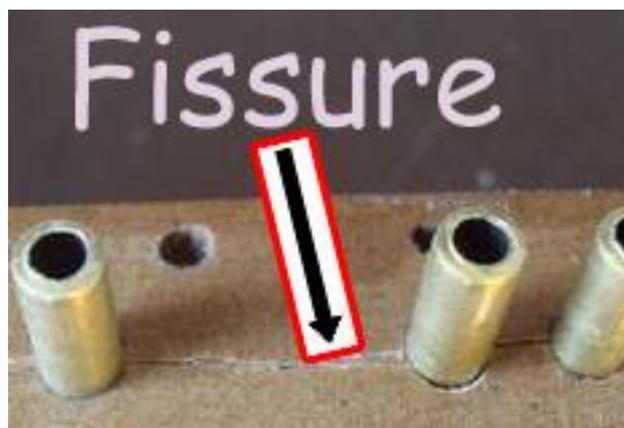


Avant de taper comme un sourd pour les faire rentrer, valider bien que le diamètre de perçage soit bien en rapport avec le diamètre du raccord.

Dans le cas contraire la boîte peut se fissurer

Là encore on a testé pour vous...

Dans ce cas, il faut colmater la fissure avec de la colle, et mettre de petites vis pour bien rendre l'ensemble compact.



Les vis de réglage de la vitesse de répétition



Comme une mitraillette, les soupapes vont être soumises à des mouvements de répétition dans le cas où une même note serait jouée plusieurs fois de suite.

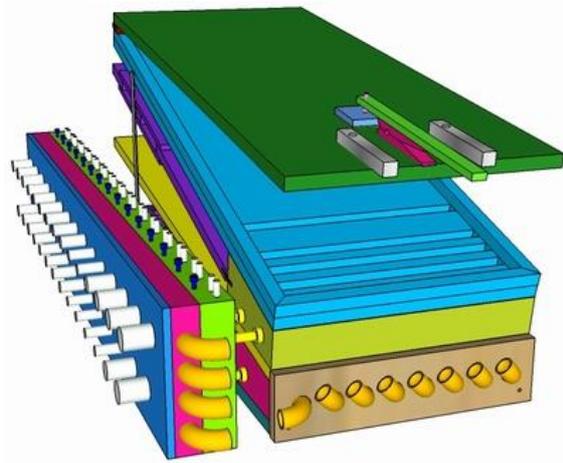
Cette vis va permettre de régler la vitesse de répétition, donc l'aptitude de l'instrument à jouer successivement et distinctement les mêmes notes rapprochées.

Dimensions des vis 4x20 - Devinez combien il en faut ?



Pour l'orgue n° 1, nous avons opté pour positionner la boîte à soupapes de façon verticale. C'est la position qui nous a semblé la mieux adaptée.

- Les arrivées d'air en provenance de la soufflerie se font aux extrémités
- Les sorties d'air vont bien dans la direction des flûtes
- Les arrivées d'air en provenance de la flûte de pan se font par le dessus
- Les vis de réglage de butée restent accessibles entre la boîte et la soufflerie
- Les vis de réglage de répétition sont accessibles par le dessus et par le bas.



Le fait d'avoir opté pour la position verticale de la boîte fait que 14 vis de réglage de la vitesse de répétition ne se retrouvent pas très accessibles.

Il faut donc trouver un système permettant de faire tourner facilement les vis qui se trouvent en dessous de la boîte.

Soit vous trouvez des vis avec une large tête moletée (ça ne court pas les champs) soit vous fabriquez ces vis en prenant des pièces de 10 centimes d'euros.

Une fois percées et taraudées la vis se trouve bloquée avec un contre écrou. Compte tenu de la présence de la pièce et de l'écrou, il faut des vis plus longues à savoir 4x30.



C'est simple et efficace, mais gardez cette astuce pour vous, au risque d'être accusé de destructeur de monnaie.

En fonction de la densité du médium que vous aurez utilisé pour la boîte, il est possible qu'il y ait un peu de jeu dans le filetage.

Si c'est le cas, il faut enrouler chaque vis avec un peu de ruban téflon utilisé en plomberie.



Pour l'orgue n° 1, la boîte à soupapes sera maintenue en place par des équerres bien rigides.

Une petite cale en bois sera collée sous la boîte pour éviter le porte à faux

Une fois la boîte fixée, les tuyaux raccordés, et le support de flûtes en position, malgré la mise en place des vis moletées, et à moins d'avoir des doigts de fée, vous allez avoir du mal à faire tourner les vis.

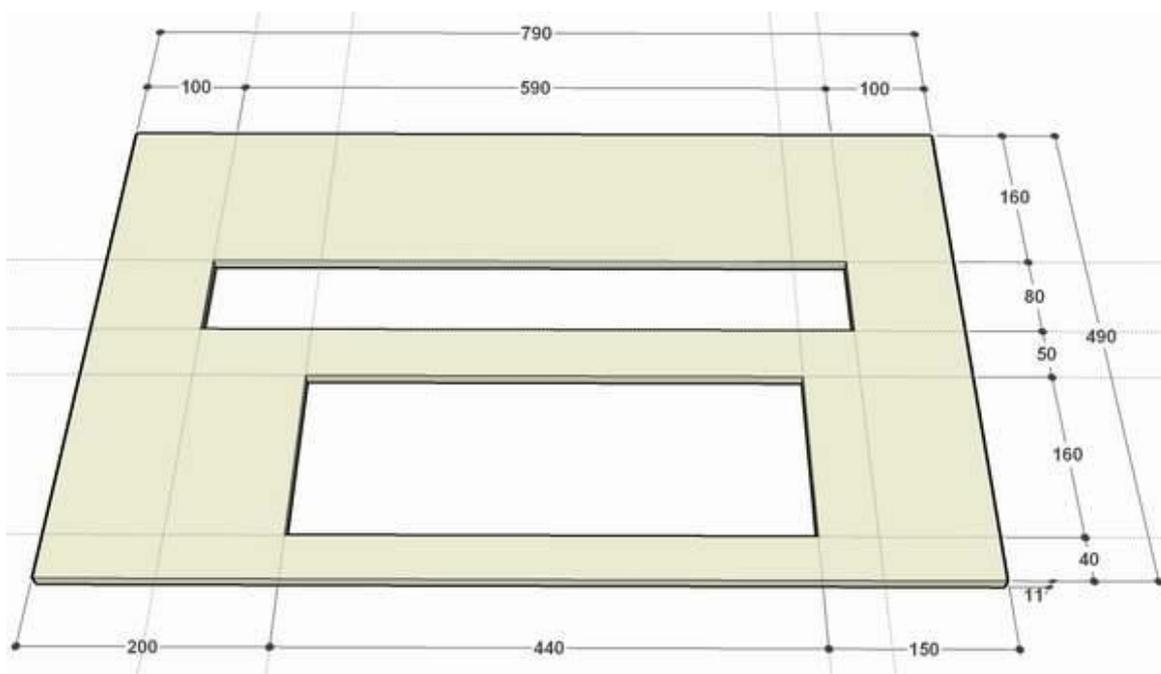
Effectivement les vis se trouvent sous la boîte, coincées entre la soufflerie et avec un accès entravé par la présence des tubes plastiques qui relient la boîte à soupapes aux flûtes

Avant de fixer la boîte à soupapes, il est donc indispensable de faire une grande ouverture à sa verticale à la scie sauteuse sur la base. En plaçant l'ensemble sur deux tréteaux, cela permettra un accès facile aux vis de réglage de répétition.

Tant que la scie sauteuse est de sortie, on découpe aussi une zone sous la soufflerie.

Dans ce cas, le but est de gagner un peu de poids.

Il est indispensable de bien calculer son coup en passant par l'étape d'un croquis coté.



Sur l'orgue n°1, pour avoir facilement accès aux vis de réglage de répétition situées sur la tranche supérieure de la boîte, c'est plus simple.

Il suffira de fabriquer un tournevis spécial long manche, avec un bout de clé alène relié à une longue tige par l'intermédiaire d'un manchon collé à l'Araldite.

Dans un premier temps, visser pour faire en sorte que l'extrémité de toutes les vis arrive à la verticale du petit trou qui débouche dans la boîte à soupapes.

Comme pour le réglage de la vis de butée des soupapes, le réglage précis de la vis de répétition se fera plus tard. Les explications seront données au chapitre 9.

Pour l'orgue n°2, la position de la boîte étant différente, le mode de fixation l'est aussi.

On a recours à deux pièces en bois qui assurent la liaison entre la boîte et la structure support.

La position horizontale de la boîte fait que ses vis de réglage de répétition sont faciles d'accès par les côtés.



Les vis de butée pour les soupapes

Cette vis va permettre de régler la quantité d'air que va libérer la soupape. Cela aura une incidence sur le volume sonore généré par les flûtes.



Pour l'orgue n° 1, comme nous l'avons signalé dans le paragraphe précédent, nous avons opté pour position une verticale de la boîte à soupapes.

Compte tenu de la présence des vis du haut, les vis du bas sont peu accessibles.

Nous y aurons quand même accès facilement grâce à la découpe dans le plancher déjà prévue pour atteindre les vis de réglage de la vitesse de répétition.

Pour l'orgue n° 2, toutes les vis sont accessibles par la découpe.

La mise en place des soupapes

Une fois les soupapes mises en place, l'ensemble est assez fragile. Donc nous vous conseillons de finaliser la boîte après avoir passé les étapes suivantes :

- perçage du couvercle pour les tubes sièges et les trous de fixation
- fabrication du cadre
- fabrication du joint
- test de pression

8 - 7 - PERCAGE DU COUVERCLE



Les surlongueurs de tubes plastiques « cristal » entre la boîte à soupapes et les flûtes sont à éviter pour ne pas avoir de grandes longueurs entremêlées avec look amateur.

Par contre contrairement à ce que l'on pourrait penser, la longueur des tubes plastique « cristal » n'a pas d'influence sur le débit et la pression de l'air qui arrive aux flûtes.

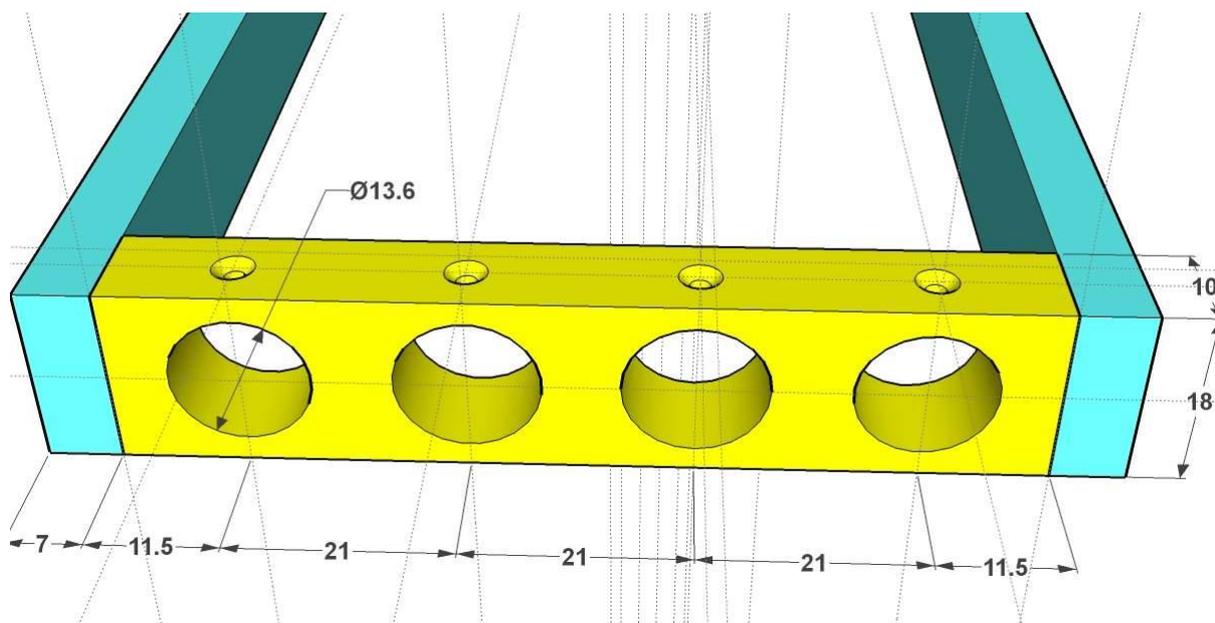
Pour s'en convaincre, il suffit de raccorder une flûte au bout d'une dizaine de mètres de tube plastique, et en soufflant dedans, vous entendrez la flûte chanter comme si elle était raccordée au plus court.

Cependant, il serait totalement illogique de raccorder la flûte située la plus à droite sur la sortie la plus à gauche de la boîte à soupapes, et vice-versa, *réciroquement*, à l'opposé de l'inverse du contraire...

Pour optimiser les longueurs, vous devez bien sûr tenir compte de la disposition physique des 29 flûtes. Approchez de la boîte à soupapes le ou les ensembles de flûtes.

Il ne reste plus à définir pour chaque tuyau plastique « cristal » le chemin le plus approprié. Notez sur le couvercle, le diamètre de perçage et le numéro de la flûte.

- 2 courtes baguettes aux extrémités de section 18x10 mm et de longueur 86 mm. L'épaisseur un peu plus importante de 10 mm permet un meilleur maintien des coudes qui y seront insérés.



Sur chaque petite baguette située en bout, il faut percer 4 trous de diamètre 13.6 ce qui correspond au diamètre des coudes (ou perçage à 13 mm + râpe ronde à bois)

Comme nous l'avons fait sur le tasseau qui supporte les coudes au niveau de la soufflerie, il faut :



Faire de petits trous fraisés sur le dessus afin d'y loger des vis de le blocage des coudes.



Chanfreiner l'arrière des gros trous pour y déposer un filet de joint silicone..

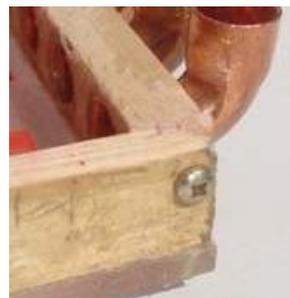


Ressortez les serres joints qui avaient servis pour assembler les flûtes, et réutilisez les pour tenir fermement le cadre en place lors du collage.

Les tuyaux plastiques exerceront sur l'ensemble des efforts non souhaités.

D'où la nécessité de rajouter une petite vis de part et d'autre du cadre.

Notez aussi la nécessité de bien araser les baguettes au niveau des angles.



Pour éviter toute fuite d'air entre le cadre et son couvercle, il faut déposer un filet de joint silicone en ne laissant aucune partie non couverte.

Ensuite on applique fortement le couvercle, en posant dessus toute la collection de vos vieux PLAY BOY magazines, et quand c'est sec, on met de petites vis tout autour.

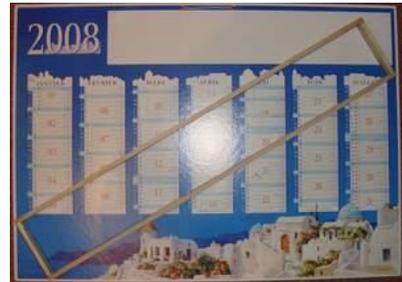
8 - 9 - LE JOINT D'ETANCHEITE ET LA FIXATION DU COUVERCLE

Il faut une étanchéité parfaite entre la boîte et son couvercle.

Pour l'orgue n°1, nous avons opté pour un joint carton

Ses dimensions sont bien sûr adaptées à celles du cadre.

Vu sa grande longueur, il sera découpé en oblique dans un calendrier.



Un simple joint en carton ne suffit pas pour compenser les éventuels défauts de planéité de la boîte ou du cadre. En fait, il faut faire un sandwich des 3 couches (mousse + carton + mousse)

La mousse est celle que l'on utilise sous les lattes de parquet flottant.

- Découper le carton en une seule pièce
- Couvrir ses deux faces avec du double face
- Poser l'ensemble sur le tapis de mousse
- Découper soigneusement au cutter



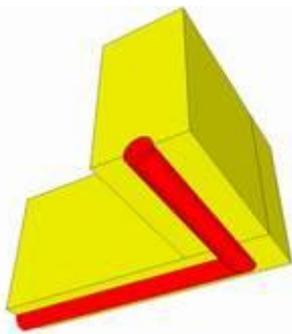
Pour bien centrer le cadre et son couvercle sur la boîte, on positionne à chaque angle 1 plot constitué d'une entretoise et d'une vis.

Le joint et le cadre trouveront ainsi automatiquement leur bonne place.



Lors du serrage du cadre, le joint va s'écraser avec parfois un léger décalage pouvant dans un cas extrême venir boucher les trous de communication des chambres. Pour éviter cela, il suffit de mettre quelques pointes.





Pour l'orgue n° 2, nous avons opté pour une solution plus pro, mais qui nécessite une fraiseuse.

Une petite gorge cylindrique a été usinée sur tout le tour du cadre et aussi bien sûr de la boîte.

Il suffit d'acheter une grande longueur de joint torique, de la coller en bout, et de l'insérer dans la gorge

Il est impératif que la boîte et que l'ensemble « couvercle + cadre + joint » soit parfaitement solidaire. Une vis à chaque angle ne suffit pas pour assurer une parfaite adhésion.

Nous avons percé le couvercle de quelques trous alignés sur son axe médian longitudinal.



Bien veiller à ce que les perçages pour la fixation du couvercle ne soit pas faits à la verticale des perçages permettant l'accès d'air dans les soupapes de la rangée inférieure (les vis viendraient les boucher).

Pour la fixation du couvercle, le recours à de simple vis à bois est déconseillé pour la raison suivante :

Vu les nombreuses manips sur les soupapes, il y a de fortes chances que vous montiez et redémontiez le couvercle plusieurs fois, ce qui fait que les vis vont avoir à force du mal à accrocher fermement dans le médium.



Nous les avons alors remplacées par des vis d'assemblage bois/métal. **C'est une « bonne mauvaise idée »**. Effectivement, lors du serrage des écrous, on se retrouve une force telle que la vis peut ressortir de son logement.

Voici la solution que nous avons retenue pour l'orgue n° 1 :

- Prépercer la boîte à soupape au diamètre 4 mm
- Mettre en place de longues vis traversantes 5x60 (par besoin de tarauder - dans le médium, ça rentre facilement)



Comme nous l'avons évoqué dans le chapitre de la boîte test, le couvercle en plexiglas est sujet aux fêlures lors du serrage des vis de fixation sur la boîte.

Effectivement, il est difficile de doser l'effort pour éviter les dégâts. Sur l'orgue n° 1, nous en avons fait les frais avec une plaque de plexiglas de 5 mm d'épaisseur.



Dans ce cas, il est vivement conseillé de mettre un plat en alu largeur 25 mm pour répartir les efforts lors du serrage des écrous.

Il faudra faire quelques échancrures à la lime demi-ronde pour laisser place aux tubes les plus gros.



Pour comprimer le joint, il va falloir serrer assez fort les écrous. Il faut le faire progressivement en passant de l'un à l'autre pour éviter de briser la plaque.

Si vous entendez un craquement sec lors du serrage, c'est signe d'une fêlure.

Pour pouvez la réparer en fixant une contre-plaque aussi en plexi. Elle devra être collée et **impérativement vissée**, pour éviter qu'un jour elle ne tombe sur le dessus des soupapes



Pour l'orgue n° 2, nous avons mis en place des vis de liaisons qui sont utilisées pour relier les meubles entre eux (vous savez, ce sont celles qui manquent 1 fois sur 2 dans le colis IKEA)

Une fois son couvercle solidement vissé, il faut veiller à ce que la boîte à soupapes soit parfaitement étanche, donc sans perte d'air.

Avant de faire la mesure de pression, il faut bien sûr boucher les trous du couvercle, et aussi les petits tubes qui sortent de la boîte pour aller vers la flûte de pan.



Occultation des trous du couvercle par des bandes de scotch.



Occultation des tubes avec des bouchons (tuyau cristal + bouchon de colle au pistolet)

Une fois tous les trous bouchés, on introduit de l'air par une des entrées latérales de la boîte. Les 7 autres entrées doivent aussi être bien sûr bouchées.

Logiquement la boîte à soupapes est opposée à la manivelle. Donc, si l'on n'a pas un bon copain pour la tourner, la mission est délicate.



Il est alors possible de souffler directement dans la boîte via un bout de tuyau plastique.

Dans ce cas, outre le fait de tester la boîte avec une pression d'air supérieure, cela facilite aussi les recherches de fuites, dans la mesure où l'on peut positionner la boîte dans n'importe quel sens pour y approcher la bougie, ou pour y déposer la cocaïne.



Localisation approximative des fuites à l'aide de la bougie.



Pour localiser les mini fuites de façon très précise, on ressort la cocaïne, et l'on guette les mini éruptions.

Une fois que votre boîte aura subi le test de pression « air par la bouche », il faudra aussi la tester une seconde fois avec « air par la soufflerie ».

Comme nous l'avons déjà évoqué dans un chapitre précédent, il faut savoir que l'insertion de la boîte à soupapes va provoquer une perte de charge dans le circuit d'air. Cette perte est de l'ordre d'un centimètre de pression.

S'il y a plus, ce n'est pas normal. C'est signe que la boîte à soupapes n'est pas parfaitement étanche.

En fait, dans les règles de l'art, il faudrait prendre une seule mesure de pression en considération. Cette mesure devrait se faire au niveau du pied d'une flûte qui chante.



Pour ce faire on peut fabriquer une flûte spéciale avec un trou en plus pour y brancher le pèse vent.

8 - 10 - MISE EN PLACE DES SOUPAPES

Passons maintenant à l'opération délicate de mise en place des soupapes.

En position repos, il est impératif que toutes les soupapes soient à la même hauteur.

Dans un premier temps, régler la vis de réglage de butée pour faire en sorte que son extrémité vienne en retrait de l'ordre d'un centimètre en dessous de la section du tube PVC, pour ne pas gêner la mise en place de la soupape



Ce n'est qu'au moment du test réglage de la boîte à soupapes qu'il faudra régler ces vis de façon précise ? Cela sera vu au chapitre 9.



Pour la mise en place des soupapes sur le tube PVC, vous allez vous apercevoir qu'une troisième main serait bien utile.

Il en faut deux pour tenir le film PVC et une autre pour mettre en place le joint torique.

L'opération reste donc délicate avec quelques risques :



Soupape de travers



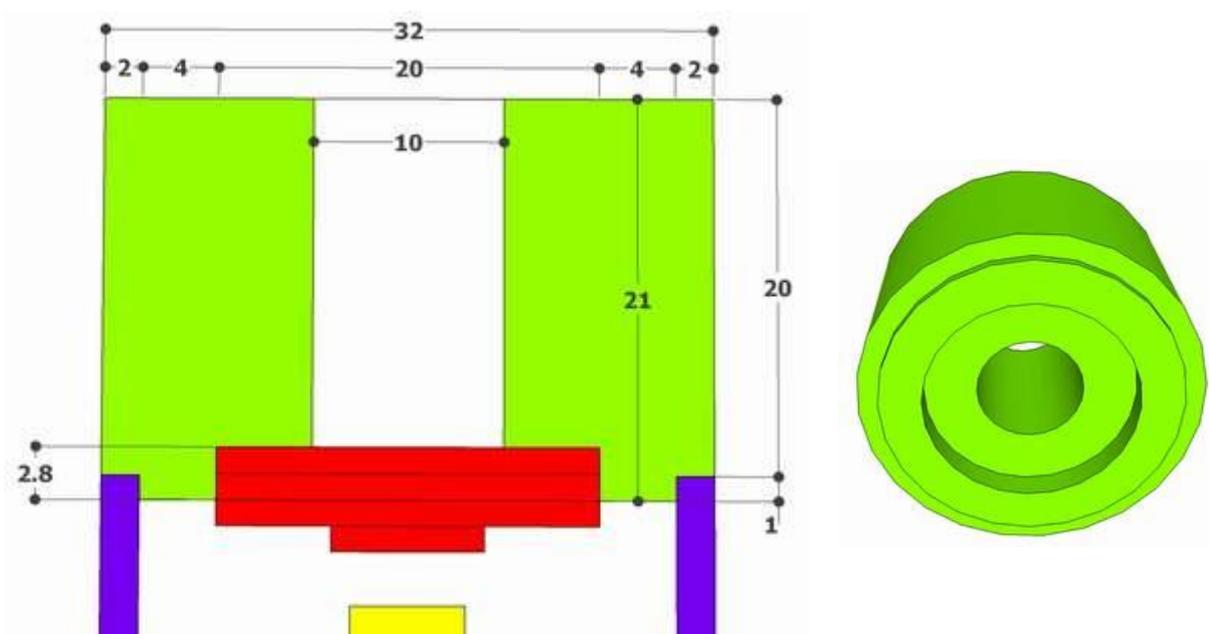
Soupape excentrée



Soupape non tendue

Vous pouvez aussi avoir une soupape de travers, excentrée, et non tendue...bingo !

Pour faire un bon boulot, il faut donc au préalable investir un peu de temps dans la fabrication d'un outil de centrage, dont voici les caractéristiques :



La cote de 1 mm a son importance, dans la mesure où elle aura une incidence sur la hauteur de remontée de la soupape une fois l'outil enlevé.

L'outil est fabriqué bien sûr au tour, soit dans un rondin de matière plastique type « rilsan » ou encore en alu. L'outil viendra coiffer les sections de tube PVC pour y déposer la soupape de la meilleur façon possible.

Voici la méthodologie testée avec succès :

- Insérer un ressort autour de la vis (oui c'est con, mais faut pas oublier...)
- enrouler un joint torique à la base de l'outil de centrage
- insérer une soupape dans l'outil (attention au sens)
- positionner l'outil verticalement en butée contre la section du tube PVC
- appliquer une pression sur l'outil et en même temps transférer le joint torique du haut vers le bas



Il ne reste plus qu'à enlever délicatement l'outil en laissant la soupape en place grâce à un stylo qui traverse l'outil

Vérifier que la soupape descend bien sous le poids des 2 pièces de 2 euros



Il faut ici insister sur l'extrême nécessité d'obtenir un parfait fonctionnement de chaque soupape. Il ne faut pas se contenter d'une soupape qui ne réagit bien pas au test de pièces d'euros. Il faut que le retrait en position basse de la soupape soit franc.

Le temps que vous allez investir lors de cette phase sera très largement rentabilisé par la suite, lorsque vous mettrez en place les tubes « sièges de soupape » qui pourront être positionnés tous à la même hauteur.

Après avoir mis en place chaque soupape, il faut délicatement découper au cutter l'excédent de film, notamment au niveau du petit trou pour le passage de l'air vers la chambre.



En tapotant sur la soupape, vous devez la voir bouger rapidement. Si par contre, ses mouvements sont lents avec une certaine inertie, c'est signe que la chambre interne ne communique pas avec l'extérieur. En d'autres termes, cela veut dire que le canal qui relie l'intérieur de la chambre avec l'extérieur est bouché.

Cela est peut être dû à la vis de réglage trop serrée, ou bien encore du fait que le vernis appliqué sur l'ensemble de la boîte ait bouché le petit trou.

Si vous voulez voir la soupape bouger toute seule sans avoir à appuyer dessus, il suffit de raccorder un bout de tube plastique sur l'entrée d'air en provenance de la flûte de pan, et d'aspirer dans le tuyau, comme vous le feriez dans un verre de limonade.



8 - 11 - LES SIEGES DE SOUPAPES

Pour assurer une parfaite fonction de blocage de l'air, la soupape doit venir reposer sur un tube « siège ».

Pour fabriquer ces tubes « sièges », il suffit de se servir tout simplement du tube de cuivre ou d'alu sur lequel vient se raccorder le tuyau plastique « cristal » partant vers les flûtes.



L'extrémité du tube « siège » doit être parfaitement dressée pour une parfaite assise de la soupape.

La moindre bavure peut entraîner un manque d'étanchéité. Un tour sera le bienvenu.

Il faut déterminer avec précision la longueur des tubes « sièges » à l'intérieur de la boîte. Il faut qu'en position repos, le disque de peau de la soupape vienne en butée contre le tube, ni trop ni trop peu.

- Dans le premier cas, le débattement de la soupape serait insuffisant, et ne laisserait pas assez de place pour la circulation de l'air.
- Dans le second cas, l'air passerait tout le temps, faisant ainsi chanter la flûte de façon continue.

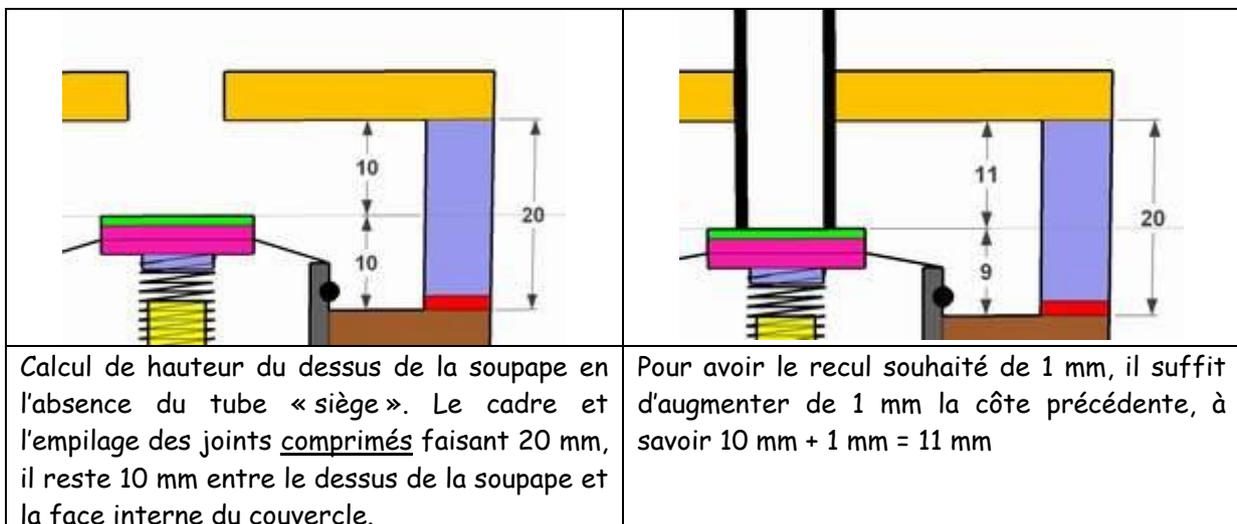
Il faut aussi prendre en compte le vieillissement de la peau, qui va au fil du temps se tasser un peu. Compte tenu de ces différents points, on estime à 1 mm le recul de la soupape, quand on la met en butée contre le tube « siège ».

Comment calculer la hauteur des tubes « sièges » dépassant de la face interne du couvercle ?

En premier lieu, il faut mesurer la distance entre le haut de la soupape et la base de la boîte.

Cela se fait à l'aide de 2 réglets.

Ici, nous sommes à 10 mm

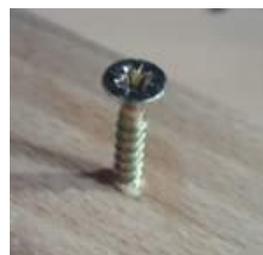


Ce calcul est à confirmer en fonction de votre propre boîte (hauteur soupape + hauteur du cadre + épaisseur du joint).

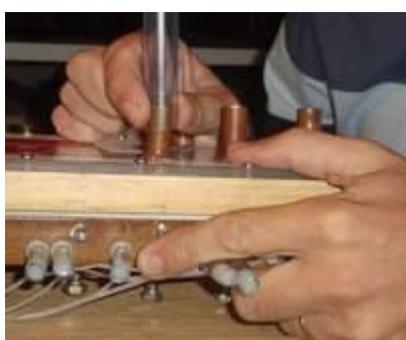
Avant de coller tous les tubes « siège » à la hauteur supposée correcte, il est préférable de confirmer le calcul en faisant l'essai sur une seule soupape située dans un angle de la boîte.

Le contrôle du fonctionnement de la soupape se fait de façon auditive en raccordant une flûte de taille moyenne en sortie du tube « siège » (via un bout de tuyaux)

Ne pas oublier de boucher temporairement par une vis le petit trou, à l'arrière de la flûte, qui avait été fait précédemment pour maintenir verticalement les flûtes entre elles.



Insérer un tube « siège » de sorte qu'il vienne en butée contre le cuir de la soupape en exerçant sur celui-ci une légère pression. Le fait d'avoir opté pour un couvercle en plexiglas sur l'orgue n° 1 rend possible l'opération.



Dans un premier temps, on descend doucement le tube « siège » jusqu'à ne plus entendre la chanter la flûte.

Il faut bien sûr que le petit tube qui va vers la flûte de pan soit bouché avec le plat du doigt.

Quand la flûte devient muette, on tapote plusieurs fois rapidement sur le petit tube. On doit alors entendre chanter la flûte en rythme.

La photo ci-dessus laisse à penser que vous avez besoin de 3 mains : une pour tenir le tube « siège », une pour boucher l'entrée d'air, et encore une autre pour tourner la manivelle....

C'est là que vous allez vous rendre compte que l'idée des petits tuyaux plastiques « cristal » bouchés au pistolet à colle sont très pratiques. Compter le nombre de fois que vous allez devoir les mettre et les enlever, et vous serez convaincu que les boucher avec du scotch aurait été galère.

Si la flûte ne chante pas, il peut y avoir plusieurs raisons :

<p>Le flûte ne fonctionne pas du tout, même si l'on souffle directement dedans. Il faut revoir sa fabrication.</p> <p>Il se peut aussi que le bouchon ne soit pas en place, ou pas étanche.</p>	
<p>La vis de butée empêche la soupape de descendre. Le fait d'avoir opté pour un couvercle en plexiglas permet de bien visualiser le non déplacement de la soupape.</p> <p>Dans ce cas, dévisser la vis vers le bas.</p>	

Les 28 autres trous du couvercle ne sont pas bouchés.

Vous pouvez temporairement les occulter avec du scotch.

Attention, sur les trous les plus gros, une seule bande de scotch ne suffit pas.



Les 28 embouts qui vont vers la flûte de pan ne sont pas bouchés.

Vérifier si tous les tubes métalliques sont bien bouchés avec les petits tuyaux plastiques « cristal » bouchés au pistolet à colle.



Une fois que c'est correct pour la première soupape, il suffit alors de coller le premier tube « siège »

Au moment du collage, bien veiller à la parfaite verticalité du tube « siège »

Pour coller les tubes « sièges » le pistolet à colle ne donne pas de bons résultats sur le plexiglas, en plus cela fait de vilains pâtés.

Il faut utiliser de la colle Araldite « Prise rapide ». Bien respecter les proportions du mélange colle / durcisseur. Le temps d'utilisation du mélange étant de 4 minutes, il ne faut pas en préparer trop à la fois.



Lors du collage des tubes « siège », nous avons eu encore une bonne mauvaise idée. Pour augmenter l'étanchéité, nous avons mis de la colle sur la paroi du trou dans le couvercle.

En fait, quand on insère le tube «siège », cela a pour mauvais effet d'appliquer une belle empreinte de colle sur le disque de peau.



Il est donc préférable de déposer un filet de colle uniquement sur le tube à l'endroit supposé où il traverse le couvercle. Après insertion du tube, un joli petit bourrelet circulaire va se former tout seul

Le filet de colle fera office aussi de joint d'étanchéité autour du tube.

Avant d'enlever le tube plastique « cristal » du premier tube « siège » il faut être patient et attendre que la colle soit bien sèche. Dans le cas contraire, il y a risque de modifier la position du tube « siège ».



Dans un premier temps ne coller le tube qu'uniquement sur la surface externe du couvercle



Renouvelez cette opération 3 fois pour les 3 tubes restant situés près des coins de la boîte à soupapes.

Vous aurez ainsi une base de référence pour la mise en place des 25 autres tubes, de la façon suivante :

- Démontez le couvercle
- Vérifiez la longueur des tubes « siège » qui dépasse. Si tout est normal, la dimension est la même pour les 4 tubes (11 mm dans notre cas)
- Découpez une planchette de bois 560x80 mm pour qu'elle s'insère facilement à l'intérieur du couvercle.
- Posez le couvercle sur la planchette en le faisant reposer sur les 4 sections de tubes « sièges » déjà collés
- Mettez en place les 25 tubes « sièges » en les appliquant en butée contre la planchette
- Collez les tubes uniquement sur la surface externe du couvercle
- Laissez sécher



Attention ; la position des tubes sièges est bien sûr liée à la pression appliquée sur le couvercle lors du serrage des vis ou des écrous.

Soyons un peu pessimiste, et envisageons le fait qu'une ou plusieurs soupapes ne fonctionnent pas correctement.



Après avoir redémonté le couvercle, et réparé la ou les soupapes malades, qui vous assure que vous allez appliquer la même force de serrage que la première fois lors du remontage du couvercle ?

Voilà qu'une question qu'elle est bonne !

Sur l'orgue n° 2, nous avons opté pour un mode de fixation qui assure un serrage constant grâce au joint torique. Il suffit de serrer à fond, et le tour est joué.

Par contre sur l'orgue n° 1, avec le sandwich « mousse / carton / mousse » le risque est là.

Nous avons trouvé une solution (évidemment...)

- **Avant de redémonter** le couvercle, mesurer au pied à coulisse l'épaisseur hors tout de la boîte (boîte + joint comprimé + cadre + couvercle) soit 47.5 mm dans notre cas
- De cette valeur, retranchez l'épaisseur du fond de boîte soit 22 mm et celle du couvercle soit 5 mm dans notre cas.
- Découper dans du tube alu 8 entretoises de 20.5 mm (47.5 - 22 - 5)





Une fois la boîte ouverte à nouveau, il ne reste plus qu'à insérer les entretoises sur les vis traversantes.

Lors du serrage, le couvercle se retrouvera toujours à la même hauteur.

Une fois le couvercle remonté, c'est reparti pour une ultime vérification de l'étanchéité de la boîte, et du bon fonctionnement de chaque soupape.

Nous vous conseillons de procéder à ces contrôles en 2 étapes :

Pour l'étanchéité au niveau du joint :

Boucher tous les tubes sièges de soupapes avec de petites sections de tube cristal obstruées au pistolet à colle.

Rebranchez le pèse-vent, et faites la mesure.



En final, on peut tout de même accepter la perte d'un centimètre de pression. Cela est quasiment inévitable.

D'où la nécessité de partir avec 13 cm. On a déjà perdu un centimètre avec la boîte à soupapes, sans les tubes « siège ». On en reperd un autre centimètre avec les tubes « sièges ». Résultat des courses = 11 cm. Cela devrait suffire.

Pour l'étanchéité au niveau des sièges de soupapes :

Tester chaque soupape les unes après les autres en enlevant les bouchons au fur et à mesure, et en les remplaçant par une flûte test.

Vérifier bien que lorsque vous bouchez l'entrée d'air en provenance de la flûte de pan, vous n'entendez aucun son aussi faible soit-il.



Si vous entendez un son, il faut descendre très légèrement le tube siège.

Pour décoller le tube sans l'abimer, le plus simple semble de le coincer dans une pince étau, et de donner un petit coup sec en tournant.

Quand vous êtes sûr que les 29 soupapes fonctionnent parfaitement, il faut redémonter le couvercle, pour espérons une dernière fois, et coller tous les tubes « siège » sur la face interne du couvercle.

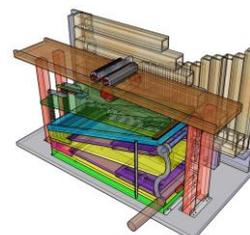
Cela évitera aux tubes de se décoller lors du raccordement des tubes vers les flûtes.



8 - 12 - RACCORDEMENT DE LA BOITE A SOUPAPES A LA SOUFFLERIE

Avant de découper les tuyaux plastiques « cristal », il faut estimer leur longueur, et pour ce faire, il faut au préalable définir la distance séparant la soufflerie de la boîte à soupapes.

Même si l'on a pris soin de dessiner chaque élément à l'échelle, et si on les positionne virtuellement sur la planche à dessin, il est tout de même conseillé de valider physiquement l'emplacement des différents composants.



Effectivement, il faut tenir compte :

- De l'emplacement pris par les tuyaux plastiques « cristal » et notamment de leur rayon de courbure
- De la nécessité de pouvoir passer la main et la clé plate pour pouvoir régler les vis de la boîte à soupapes

Les différents composants déjà fabriqués ont été positionnés et calés de façon parfois un peu empirique sur la planche martyre.

Pour l'orgue n° 1, les flûtes horizontales viennent se placer au dessus de la boîte à soupapes, et les flûtes verticales sont bien sûr placées au premier plan.

Comme indiqué précédemment au début de ce document dans le chapitre des flûtes, il faut conserver un espace suffisant entre les deux rangées de flûtes.

Cela se vérifie en faisant jouer les flûtes en continu, et en approchant doucement une planche devant, jusqu'au moment où la tonalité va baisser légèrement. C'est là que se situe la limite.

Pierre PENARD préconise un espace entre les 2 rangées équivalent à deux fois la hauteur de bouche de la flûte la plus grande à savoir 25 mm pour la flûte n° 1 en, ce qui donne 50 mm.

Dans le cas présent, nous sommes à 52 mm... Cela nous confirme que Pierre est vraiment dans le coup...





Il faut aussi faire en sorte pour que les 8 tuyaux plastiques « cristal » qui sortent de la soufflerie se frayent un chemin sans prendre trop de place.

Pour maintenir en place les 4 tuyaux plastiques « cristal » qui longent la soufflerie, on place 2 équerres recoupées et cambrées.



Sur le côté gauche, des raccords à 90° permettront de palier au fort rayon de courbure des tubes. Les longueurs de tubes sont différentes pour tenir compte des « oreilles » du soufflet



Sur le côté droit, les tubes font du slalom entre les piliers sans pour autant entraver le fonctionnement du ressort de mise en pression de la réserve.

Pour l'orgue n° 2, le système de raccordement est très similaire dans le principe.

Au sortir de la soufflerie, les 8 tubes se séparent en deux directions pour rejoindre les entrées d'air de part et d'autre de la boîte à soupapes.



Il faut du tuyau souple
type « cristal »
en diamètre intérieur de 6 mm
(ou adapté à celui de vos embouts)



Une longueur d'une dizaine de mètres est suffisante.



En fonction du tableau ci-contre, bien faire correspondre le numéro de sortie de la flûte de pan avec le numéro d'entrée de la boîte à soupapes.

Alors attention aux décalages !

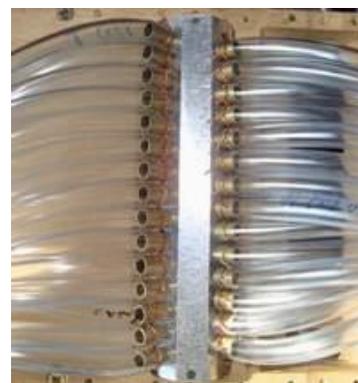
Dans le cas contraire, la musique risque d'être comparable à une œuvre de Pierre Boulez, ou si c'est du Pierre Boulez, ça pourrait la rendre mélodieuse...

En gras et en rouge, sont marquées les 2 notes rajoutées par rapport aux 27 notes de base.

N° de sortie de la flûte de pan (en partant du bord de référence côté spectateurs)	Notes françaises	Notes anglaises	N° de la flûte (via la boîte à soupapes)
1	La 2	A 2	5
2	Do 2	C 2	1
3	Ré 2	D 2	2
4	Fa 2	F 2	3
5	Sol 2	G 2	4
6	Do 3	C 3	6
7	Ré 3	D 3	7
8	Mi 3	E 3	8
9	Fa 3	F 3	9
10	Fa # 3	F # 3	10
11	Sol 3	G 3	11
12	La 3	A 3	13
13	La # 3	A # 3	14
14	Si 3	B 3	15
15	Do 4	C 4	16
16	Do # 4	C # 4	17
17	Ré 4	D 4	18
18	Ré # 4	D # 4	19
19	Mi 4	E 4	20
20	Fa 4	F 4	21
21	Fa # 4	F # 4	22
22	Sol 4	G 4	23
23	Sol # 4	G # 4	24
24	La 4	A 4	25
25	La # 4	A # 4	26
26	Si 4	B 4	27
27	Do 5	C 5	28
28	Ré 5	D 5	29
29	Sol # 3	G # 3	12

Pour éviter le torticolis en raccordant les tuyaux plastiques « cristal » par le dessous de la flûte de pan, il faut retourner sur lui-même le chemin de défilement du carton. C'est beaucoup plus pratique.

Bien veiller à ce que les tubes plastiques « cristal » ne se déboitent pas. Il faut les fixer avec des colliers d'électricien (ou dans notre cas de petits fils de cuivre because on n'avait pas la place)



Voici un autre système de blocage des tubes que nous avons vu chez un ami constructeur (flûte de pan taillée dans un bloc de chêne)

A condition de trouver le parfait diamètre du tuyau permettant de les rentrer en force dans les embouts, il est possible qu'il se maintienne en place tout seul.

Pour ce faire, il faut les enfoncer complètement 1 fois sur 2.

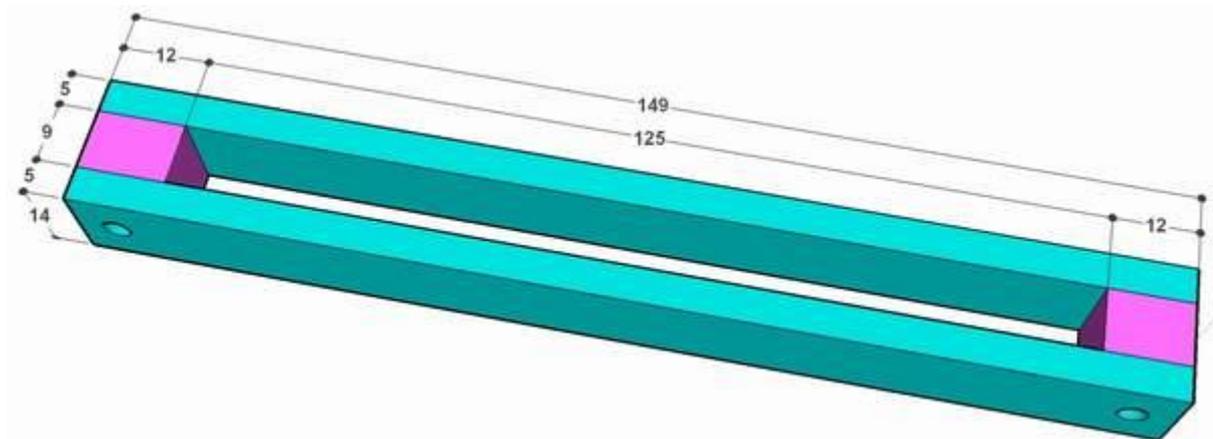
Le léger chevauchement assurera leur blocage.



Lors de l'usinage du chemin de roulement, nous étions partis avec écartement de 50 mm l'axe de la flûte de pan et l'axe du rouleau entraîneur.

Ce n'est pas assez. Il faut au minimum 60 mm. C'est ce que nous avons noté sur le croquis du chemin de défilement du carton. Donc dans notre cas, les tuyaux ont tendance à frotter légèrement contre le rouleau presseur.

C'est la raison pour laquelle nous avons mis en place un peigne sur l'orgue n° 1 pour courber les tuyaux plastiques « cristal ». A la réflexion, nous en avons ajouté un deuxième peigne pour la deuxième série de tuyaux. Cela permet d'avoir des tuyaux parfaitement bien rangés au moins au départ de la flûte de pan, avec aucun conflit vis-à-vis du couvercle de la réserve d'air.



Les deux peignes sont fabriqués dans des chutes de lattes ayant servi à la fabrication des flûtes. Malgré que le nombre de tuyaux plastiques « cristal » à faire passer dans chaque peigne soit différent, leurs dimensions sont identiques.

Un des peignes est fixé sur deux équerres elles même fixées sur les paliers du rouleau entraîneur.

Le deuxième peigne est fixé au premier avec deux petites tiges filetées.





Ne pas oublier de bien fixer la flûte de pan au chemin de défilement du carton à l'aide d'une petite vis de chaque côté

En fonction du type de flûte de pan mis en place, vous n'aurez pas forcément besoin des peignes.

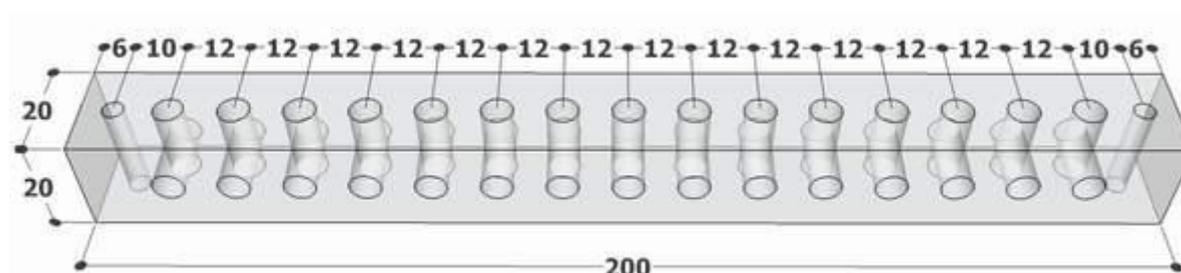
C'est ici le cas pour l'orgue n°2 où la forme de la flûte de pan est légèrement différente.



Dans cette version, les tuyaux sont bien rangés grâce à deux barrettes de jonction qui viennent s'intercaler sur le parcours des tuyaux.

Dans ces deux pièces découpées dans un bloc de rilsan, 58 sections de tubes métalliques sont emmanchés en force.

Ils reçoivent des tubes plastiques « cristal » qui d'un côté viennent de la flûte de pan, et de l'autre vont vers la boîte à soupapes.





Une des deux pièces sera prévue pour jonctionner 15 tubes, l'autre pièce se limite à 14 tubes

La pièce de gauche est décalée pour éviter que les tubes plastiques ne viennent frotter contre la courroie.

Par rapport à la solution retenue sur l'orgue n° 1, il y a un avantage et un inconvénient :

- Avantage = les tubes sont bien mieux alignés et donc non sujets aux pincements.
- Inconvénient = la moitié des tubes passe au travers de la courroie, ce qui complique un peu son remplacement en cas de rupture.

Dans tous les cas, il est vivement conseillé de repérer chaque extrémité de tuyaux plastiques « cristal » au fur et à mesure de leur raccordement sur la flûte de pan.

Quel numéro inscrire sur chaque tube ?

Celui de du trou de la flûte de pan ou celui de la soupape à commander ?

Cela revient presque au même !



Mais il est plus pratique de noter le numéro de la soupape à commander. Effectivement, il est plus que probable que vous deviez redébrancher tous les tubes lors des étapes suivantes.

Aussi en notant les numéros des soupapes, vous n'aurez pas à chaque fois à reprendre le tableau de correspondance.

Raccordement des tubes sur la boîte à soupapes :



Dans un premier temps, vous pouvez vous satisfaire d'un raccordement « assiette de spaghettis ».



Ce n'est qu'une fois que le fonctionnement aura validé que vous raccorderez « propre »

Bien veiller à ce que les tubes ne viennent pas entraver le bon fonctionnement du clapet de sécurité sur le dessus de la réserve.



8 - 14 - RACCORDEMENT DE LA BOITE A SOUPAPES AUX FLUTES

On touche au but... Voilà comment nous avons procédé pour l'orgue n° 1.

L'opération se complique un peu pour mettre en place les tubes plastiques « cristal » notamment les plus gros. Effectivement, les rayons de courbures sont assez importants et risquent de manger inutilement de la place, avec aussi à la fin une incidence sur le poids de l'instrument.

Nous avons utilisé des raccords en cuivre coudés à 90° à la fois en sortie de la boîte à soupapes, mais aussi au niveau du raccordement au pied des flûtes.



Raccords coudés
sur la boîte à soupapes



Raccords coudés
au pied des flûtes sur la table verticale

Malgré tout, les plus gros tuyaux vont avoir un peu de mal à se frayer un chemin entre les différentes parties intérieures. Donc voici une astuce pour les thermoformer :

- Repérer l'endroit idéal où doit passer le tuyau
- Estimer sa longueur et tenir compte d'une petite majoration avant de le couper
- Introduire dans le tube un morceau de câble électrique d'un diamètre extérieur le plus approchant du diamètre intérieur du tube
- Mettre des spaghettis à cuire pour le dîner et garder l'eau bouillante
- Laisser tremper le tuyau dans l'eau pendant plusieurs minutes, le temps qu'il ramollisse
- Insérer le tuyau sur le premier raccord
- Faire serpenter le tuyau
- Recouper le tuyau à la bonne longueur
- Insérer le tuyau sur le deuxième raccord
- Laisser refroidir l'ensemble
- Ne pas oublier pas d'enlever le bout de câble électrique
- Là encore, vous pouvez utiliser un décapeur thermique en remplacement de l'eau chaude.
- Le tube devrait rester dans la même position et sans pincement

Quand on dit « devrait » c'est que nous avons, après coup, constaté un petit pincement sur quelques tubes thermoformés par la méthode décrite ci-dessus.



Voici un autre moyen très simple et très efficace pour éviter cela :

Il suffit de constituer la liaison avec 3 tubes distincts à savoir : tube cristal + gaine plastique utilisée pour l'encastrement des fils électriques dans un mur + tube cristal.

Si l'on veille bien à une parfaite étanchéité au niveau des raccords, l'ensemble fonctionne parfaitement.

En fonction de la disposition de la boîte et de vos flûtes, vous pourrez trouver des raccourcis pour faire serpenter les gros tubes.

Ici, nous avons percé avec une grosse mèche plate la partie basse du support vertical des flûtes.



Sur l'orgue n° 1, la table support pour les flûtes verticales a été montée sur la base par l'intermédiaire de 2 charnières + 2 équerres à 90°.

Cela est bien pratique lors du raccordement des flûtes en évitant que l'ensemble se déplace dans tous les sens en exerçant des efforts de traction sur les tubes.

Durant les opérations de raccordement, inclinez légèrement la rangée de flûte et maintenir l'ensemble en position par une petite chaînette.

L'exercice de raccordement de ces flûtes est tout de même un peu galère. Nous avons testé pour vous plusieurs solutions :



1^{er} essai : Raccordement avec spires

Vu l'encombrement pris par les tubes, il est quasiment impossible de replier la rangée de flûtes tout en conservant une dimension d'écartement raisonnable entre la boîte à soupapes et la rangée de flûtes.



2^{ème} essai : Raccordement avec coude

Difficile d'obtenir une liaison à la fois étanche, solide, et peu encombrante.



3^{ème} essai : thermoformage des tubes

Comme expliqué un peu avant, on utilise de l'eau bouillante ou un décapeur thermique.

On laisse du câble électrique à l'intérieur durant le refroidissement.



Attention : dans le temps, la solution du thermoformage n'est pas fiable à 100%.

Le tuyau aura parfois la mauvaise idée de se pincer fortement.

Cela aura une incidence certaine sur le volume sonore de la flûte reliée à ce tuyau !

Dans ce cas, rallonger la longueur et la faire serpenter.

Voyons maintenant la solution retenue pour l'orgue n° 2.

Compte tenu de la disposition complètement différente par rapport à l'orgue n° 1, nous sommes partis dans un autre système.

Sur tous les tubes sièges qui sortent de la boîte à soupapes, ont été emboîtés des coudes en cuivre à 90°.



Idem sur tous les tubes qui rentrent dans le noyau des flûtes

Entre ces deux coudes, il ne reste plus qu'à insérer des longueurs de tubes plastiques. Cette solution présente l'avantage de n'avoir aucun pincement dans les tubes puisqu'ils sont tous bien rectilignes.



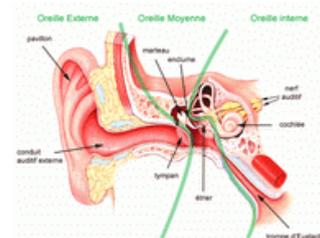
Quelle que soit la solution retenue pour le raccordement de la boîte à soupapes sur les flûtes, vous devez faire un dernier contrôle avant la phase d'accordage :

- Masquez tous les trous de la flûte de pan avec une bande de scotch.
- Tourner la manivelle
- Aucune flûte ne doit chanter. Dans le cas contraire, il faut impérativement en trouver la cause



9 - ACCORDAGE DES FLUTES et REGLAGE DE LA BOITE A SOUPAPES

Après la réalisation proprement dite des différents composants, il va falloir passer à l'accordage des flûtes et le réglage de la boîte à soupapes.



Pour traiter ces deux étapes, il faut avoir franchi les précédentes, à savoir :

- Les flûtes sont toutes terminées et elles chantent toutes, même faux, peu importe
- La soufflerie pulse bien avec ses 11 à 14 cm de pression, et cela de façon constante
- La boîte à soupapes est terminée, et son fonctionnement a été validé à 300%
- Les tuyaux plastiques « cristal » sont en place **sans aucune inversion** entre la flûte de pan et la boîte à soupapes
- Les tuyaux plastiques « cristal » sont en place **sans aucune inversion** entre la boîte à soupapes et les flûtes
- L'ensemble composé du chemin de défilement du carton, du rouleau entraîneur, du rouleau presseur de dessus, du système presseur sur la flûte de pan, est aussi en parfait état de fonctionnement, avec un défilement régulier et sans à-coup.

Par contre l'habillage de l'ensemble n'a pas besoin d'être terminé.

9 - 1 - L'ACCORDAGE DES FLUTES

Pour mener à bien cette opération d'accordage, et à moins d'avoir « l'oreille absolue » il faut se faire aider par un accordeur électronique de type chromatique.



L'investissement n'est pas énorme, et pourra resservir pour d'autres utilisations.

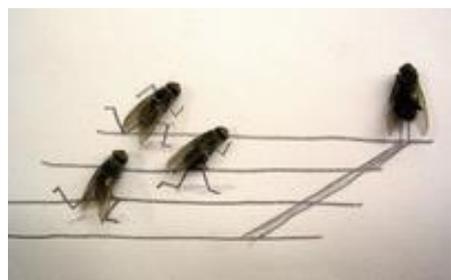
Comme nous vous l'avions expliqué dans le chapitre de la construction des flûtes, l'opération d'accordage doit se faire en situation réelle, ce qui veut dire « flûte raccordée à la soufflerie via la boîte à soupapes ».

C'est là que vous allez aussi utiliser le carton test dont il a déjà été question auparavant.

Ce carton est perforé de telle sorte que chaque note soit testée successivement.

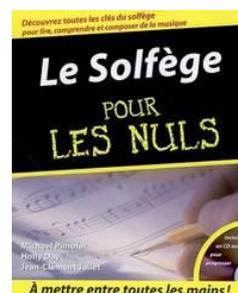
Dans un premier temps les essais se font sur une note continue, en plaquant le carton contre la flûte de pan juste à l'endroit de la note que l'on veut tester. Le carton doit être pressé sur la flûte de pan mais ne doit bien sûr pas être entraîné.

Cela suppose donc que dans l'immédiat la courroie de transmission ne soit pas mise en place.



Il est possible que pour vous (comme pour nous) les notes ne soient que des mouches qui se baladent sur une sorte d'échelle qu'on appelle une portée.

Ce n'est pas grave. On va faire simple....



Voici la correspondance entre la notation musicale française et la notation musicale anglaise qui est systématiquement utilisée sur les accordeurs aux yeux bridés.

En partant du plus grave > -> -> -> -> -> -> -> vers le plus aigu											
Do	Do #	Ré	Ré #	Mi	Fa	Fa #	Sol	Sol #	La	La #	Si
C	C #	D	D #	E	F	F #	G	G #	A	A #	B

Prendre la première flûte, positionner le bouchon arbitrairement et chercher la bonne note sur l'accordeur en déplaçant le bouchon lentement vers le bas pour avoir une note plus aiguë, ou vers le haut pour avoir une note plus grave.

Exemple de réglage la flûte n° 21 qui doit chanter en FA :

- Si l'accordeur affiche F #, G, G#, A, A#, ou B, il faut sortir le bouchon de la flûte
- Si l'accordeur affiche E, D#, D, C#, ou C, il faut rentrer le bouchon dans la flûte

C'est là que vous allez avoir besoin de votre outil magique pour le réglage des bouchons.



A noter que les accordeurs fonctionnent sur la base du LA, qui lui-même peut varier de 410 à 480 hertz.

Avant l'accordage de vos flûtes, régler votre accordeur sur un LA à 440 hertz ce qui vous permettra d'être dans la norme la plus répandue.

Dernier point concernant le fonctionnement des accordeurs. La plupart sont dotés de 3 voyants surmontés de 3 signes :

- Un bémol
- Un signe central
- Un dièse



Pendant l'accord, le fait que le voyant « bémol » s'allume ne veut en aucune façon dire que vous êtes accordé sur la note en bémol.

Cela indique simplement que votre flûte est accordée trop grave pour une note donnée. A l'inverse, l'illumination du voyant « dièse » indique que votre flûte est accordée trop aiguë.

Correspondance des notes pour chaque flûte :

n° de flûte	notation française	notation anglaise
1	Do 2	C 2
2	Ré 2	D 2
3	Fa 2	F 2
4	Sol 2	G 2
5	La 2	A 2
6	Do 3	C 3
7	Ré 3	D 3
8	Mi 3	E 3
9	Fa 3	F 3
10	Fa # 3	F # 3

n° de flûte	notation française	notation anglaise
11	Sol 3	G 3
12	Sol # 3	G # 3
13	La 3	A 3
14	La # 3	A # 3
15	Si 3	B 3
16	Do 4	C 4
17	Do # 4	C # 4
18	Ré 4	D 4
19	Ré # 4	D # 4
20	Mi 4	E 4

n° de flûte	notation française	notation anglaise
21	Fa 4	F 4
22	Fa # 4	F # 4
23	Sol 4	G 4
24	Sol # 4	G # 4
25	La 4	A 4
26	La # 4	A # 4
27	Si 4	B 4
28	Do 5	C 5
29	Ré 5	D 5

Dans ces tableaux, on voit que certaines notes sont affectées d'un chiffre de 2 à 5. Cela correspond à différentes octaves (groupes de 8 notes). Cela n'influe pas dans l'accord de la note recherchée.

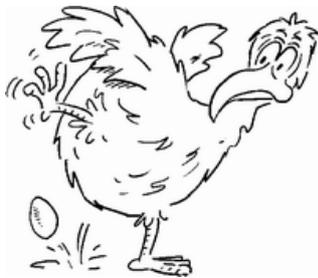
Sachant que le bouchon des flûtes ne permet de régler la note que sur une courte plage, il n'y a pas de risque de confondre deux mêmes notes de deux octaves différentes.

Lors de cette opération d'accordage des flûtes nous avons buté sur un point particulier. Sur 3 flûtes, la note recherchée n'était pas affichée sur l'accordeur.

En y regardant de plus près, les trois notes s'avéraient être des notes en dièse #. En fait notre accordeur affichait la note correspondante en bémol.

Eh oui, il faut tout de même savoir qu'une note en dièse est identique à la note supérieure en bémol ! Exemple : un LA dièse = un SI bémol.

Si nous n'avions pas considéré l'heure de cours de solfège au lycée comme étant une heure de récréation, nous ne serions pas tombés dans ce piège aujourd'hui.



Faudra-t-il revenir de temps à autre sur ces opérations d'accordage ?

Normalement non, sauf si vous baladez régulièrement votre orgue sur des routes remplies de nids de poule, ce qui aurait peut être pour conséquence de modifier la position des bouchons dans les flûtes.

Il faut tout de même savoir que malgré le fait que les bouchons ne bougent pas d'un poil, les flûtes seront tout de même soumises à un léger désaccordage pour la raison suivante :

La fréquence du son qui sort d'une flûte, telle que décrite précédemment, dépend de la pression de l'air produit par la soufflerie bien sûr, mais aussi de la température de l'air, de sa teneur en eau, et de la pression atmosphérique !



Vous n'allez tout de même pas consulter les prévisions météo tous les jours et accorder votre instrument en conséquence.

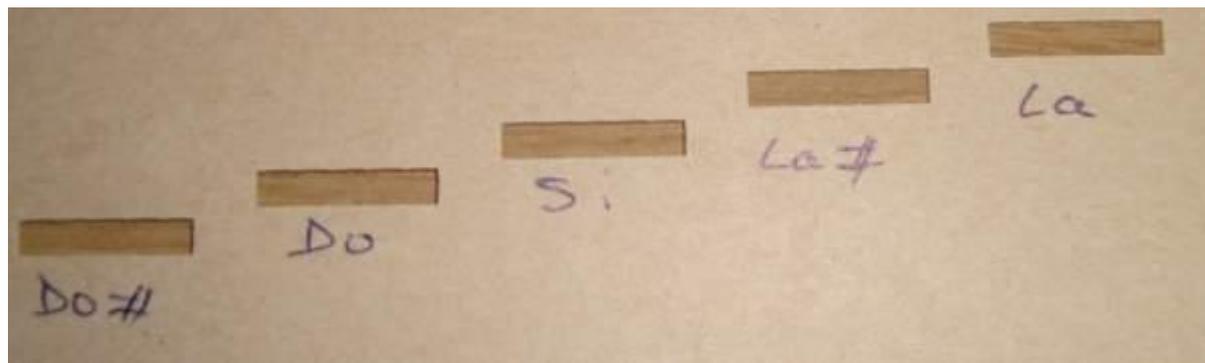


Et comme tout ça change tout le temps, les notes varient tout le temps un peu ! Mais comme toutes les flûtes sont soumises aux mêmes variations au même moment, tout se décale dans le même sens, et ce n'est pas gênant, tant qu'on ne joue pas avec un autre instrument.

Et encore, dans ce cas, il faut avoir une oreille très pointue pour détecter la différence.

9 - 2 - LE REGLAGE DU VOLUME SONORE DES FLÛTES

Le carton test comporte une zone où se succèdent toutes les notes en version longue.



On ne doit pas entendre de différence de volume entre les sons courts et le son long. Si c'est le cas, cela veut dire que la flûte manque d'air pour les notes courtes.



C'est alors en agissant sur la vis de réglage de la butée de la soupape que l'on va pouvoir intervenir sur le volume d'air.

Il est un peu difficile de bien entendre les notes courtes sur les flûtes de basses ; cela est normal sur un carton test. Sur les « vrais » cartons, les notes sont toujours bien plus longues et plus espacées.

Dans l'idéal, toutes les flûtes doivent générer le même volume sonore.

Il faut se caler sur le niveau sonore des flûtes qui chantent au niveau le plus faible. On règle le niveau sonore en jouant sur la vis de butée de la soupape.

Pour réduire le niveau sonore d'une flûte, on peut aussi intervenir en introduisant un petit morceau de bois dans le tube de raccordement. Faire en sorte de rendre fixe ce bout de bois pour ne pas qu'il se ballade hors de sa position.

Par contre, on ne peut pas augmenter le volume sonore d'une flûte. Si ce niveau est vraiment trop faible, il faut refabriquer la flûte entièrement.

En règle générale, on peut avoir un peu de mal à obtenir un niveau sonore suffisant et égal notamment sur les flûtes des basses (les plus grandes).

Il faut aussi bien se dire que dans un morceau, les basses ne chantent jamais toutes seules. Et le jeu des harmoniques avec les autres notes, fait qu'avec de la "vraie" musique, elles semblent toujours plus puissantes qu'individuellement.

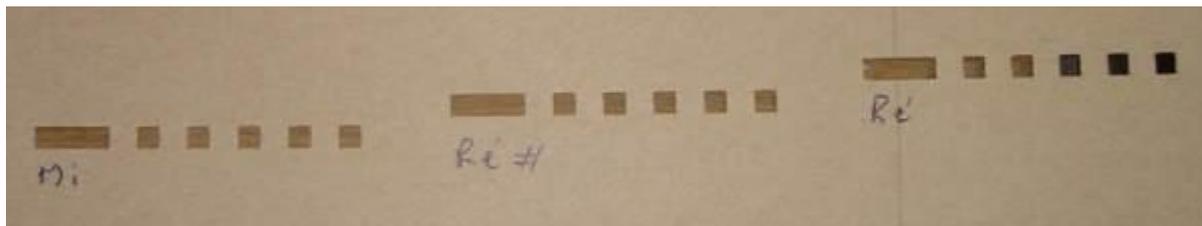
Pour l'anecdote, signalons ce qui nous est arrivé sur l'une de nos flûtes. Son volume sonore était particulièrement faible. En y regardant de plus près, nous avons découvert le cadavre d'une guêpe qui avait élu domicile dans le noyau.



C'est vrai, que de longs mois se sont passés entre la fabrication des noyaux et la phase d'accordage.

9 - 3 - LE REGLAGE DE LA VITESSE DE REPETITION

Sur notre carton test, chaque note est également « programmée » 6 fois, à savoir 5 sons courts + 1 son un peu plus long.

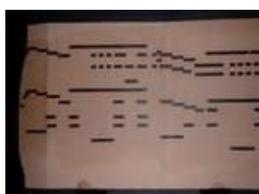


A l'écoute, les notes doivent être bien détachées les unes des autres. On doit arriver à un bon résultat en agissant sur la vis de réglage de la vitesse de répétition.

Un conseil : ne pas se prendre trop la tête à chercher la perfection, ce qui est quasiment impossible.



En fait, les cartons musique passeront toujours mieux que le carton test qui a un très haut niveau d'exigence.

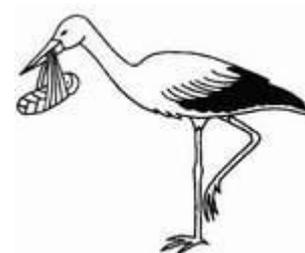


L'idéal est donc de valider le fonctionnement de votre orgue avec un vrai carton que vous aurez acheté ou emprunté.

Les cartons seront abordés au chapitre 11 de ce document.

De toute façon, il faudra renouveler l'opération au moins une seconde fois, car pour peindre ou vernir les flûtes, et pour donner une même hauteur à tous les bouchons, il faudra les redémonter.

Ah, nous allons oublier : le moment où le bébé sort ses premiers cris est très important. C'est vrai qu'après de très longs mois, voire pour certains plusieurs années, c'est comme un heureux événement.



N'oublier pas d'enregistrer les premiers sons qui sortent, même si ceux-ci ne vous paraissent pas parfaits.



C'est devant un auditoire réduit, mais de qualité qu'a eu lieu la première représentation de l'orgue n° 1.

A tout seigneur tout honneur, c'est Jean-Marc qui a eu l'honneur de savourer la jolie mélodie de « la Fille du Bédouin. »

Cela a entre autre pour effet de le booster pour la mise au point de l'orgue n° 2.

10 - FINITION DE L'ENSEMBLE

Si vous êtes à la lecture de ce chapitre, cela veut dire que l'orgue fonctionne. Bien que celui-ci puisse très bien rester dans sa version actuelle, il est souhaitable de lui donner un look sympa.

Vous croyez en avoir presque terminé, et bien on va voir que non !

10 - 1 - L'HARMONISATION DE LA HAUTEUR DES BOUCHONS

Lorsque toutes les flûtes auront été accordées, il y a aucune chance pour que tous les bouchons dépassent avec le même débordement, d'où une esthétique « perfectible ».



Certains peuvent même être carrément invisibles.

On va donc rechercher un bon alignement.

Vous avez le choix entre 2 solutions :

Si l'on veut	Il faut...
Rendre tous les bouchons visibles sur une même hauteur	Recouper les flûtes
Ne plus voir aucun bouchon	Recouper les bouchons

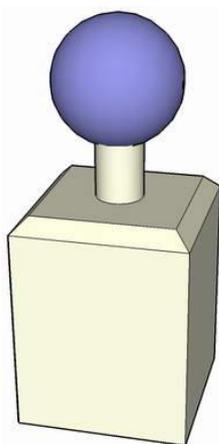
La solution n°2 est plus simple à mettre en œuvre.

C'est celle que nous avons choisie...

Dans tous les cas, vous serez bon pour un second accordage des flûtes une fois que celles-ci seront également peintes ou vernies.

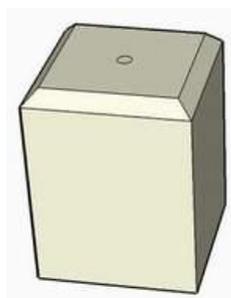


Voici quelques exemples de finition pour le haut du bouchon :



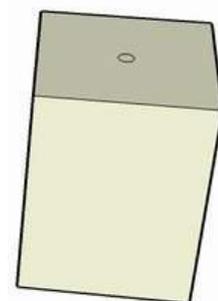
Dessus biseauté + petit pommeau qui apporte une petite touche esthétique à l'ensemble, et facilite la préhension.

Plus simple....



Dessus biseauté sans pommeau (prévoir un piton à anneau pour les opérations d'accordage)

Encore plus simple....



Dessus plat sans pommeau (prévoir un piton à anneau pour les opérations d'accordage)

Les 2 premières solutions n'ont bien sûr de réel intérêt que si le haut du bouchon est visible et non noyé dans le corps de la flûte.

10 - 2 - LA FINITION DES FLUTES ET LA FINITION INTERIEURE DE L' ORGUE

Un dernier petit ponçage des flûtes est recommandé pour avoir un bel état de surface. Ensuite il faut appliquer 2 couches de vernis, ou de peinture.



Le secret pour avoir un bon résultat est d'investir dans un pinceau de qualité adaptée à l'usage, et de ne pas se laisser tenter par la promo « 5 pinceaux pour 2 euros »

Pour un résultat encore meilleur, vous pouvez faire la manip au pistolet.

Quelque soit la méthode utilisée, pinceau ou pistolet, il faut penser à boucher temporairement avec du scotch la lame d'air sur toute sa largeur pour éviter que le vernis vienne s'y loger.



Pour faciliter l'opération de vernis (ou de peinture) il est plus facile de les planter sur une vis montée sur un vieux panneau de bois

Au chapitre 4 - 7 concernant le bouchon des flûtes, on vous avait dit que le pignon destiné à attraper le bouchon aurait une autre utilité. Nous y voici. Effectivement c'est bien pratique pour maintenir les flûtes en position verticale durant leur séchage.

Comme dans un fumoir à andouilles, vous allez pouvoir les suspendre.



Tant que les pinceaux sont de sortie, profitez-en pour peindre toutes les autres pièces intérieures (piliers supports, table de fixation des flûtes).

Cela donnera un look plus authentique à la réalisation



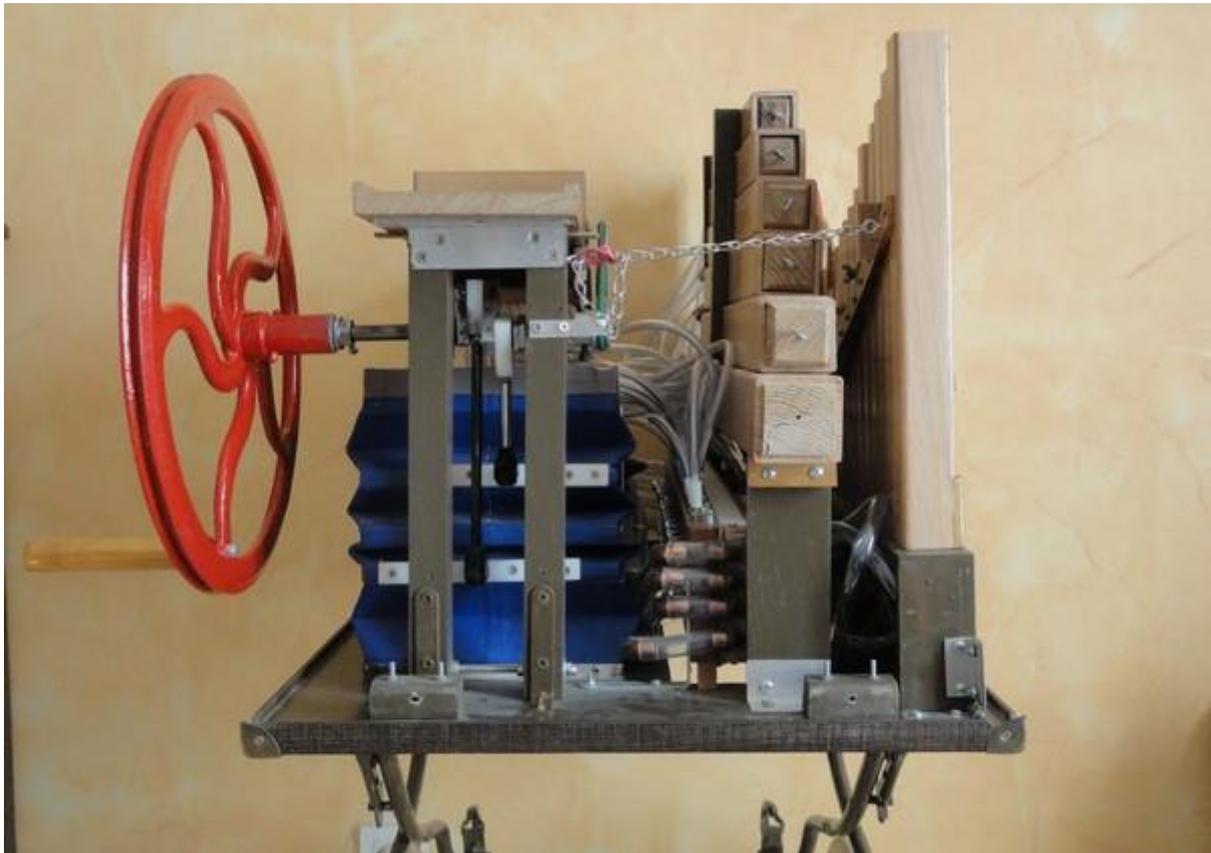
Idem pour le dessous, même si ce n'est pas la partie la plus visible.

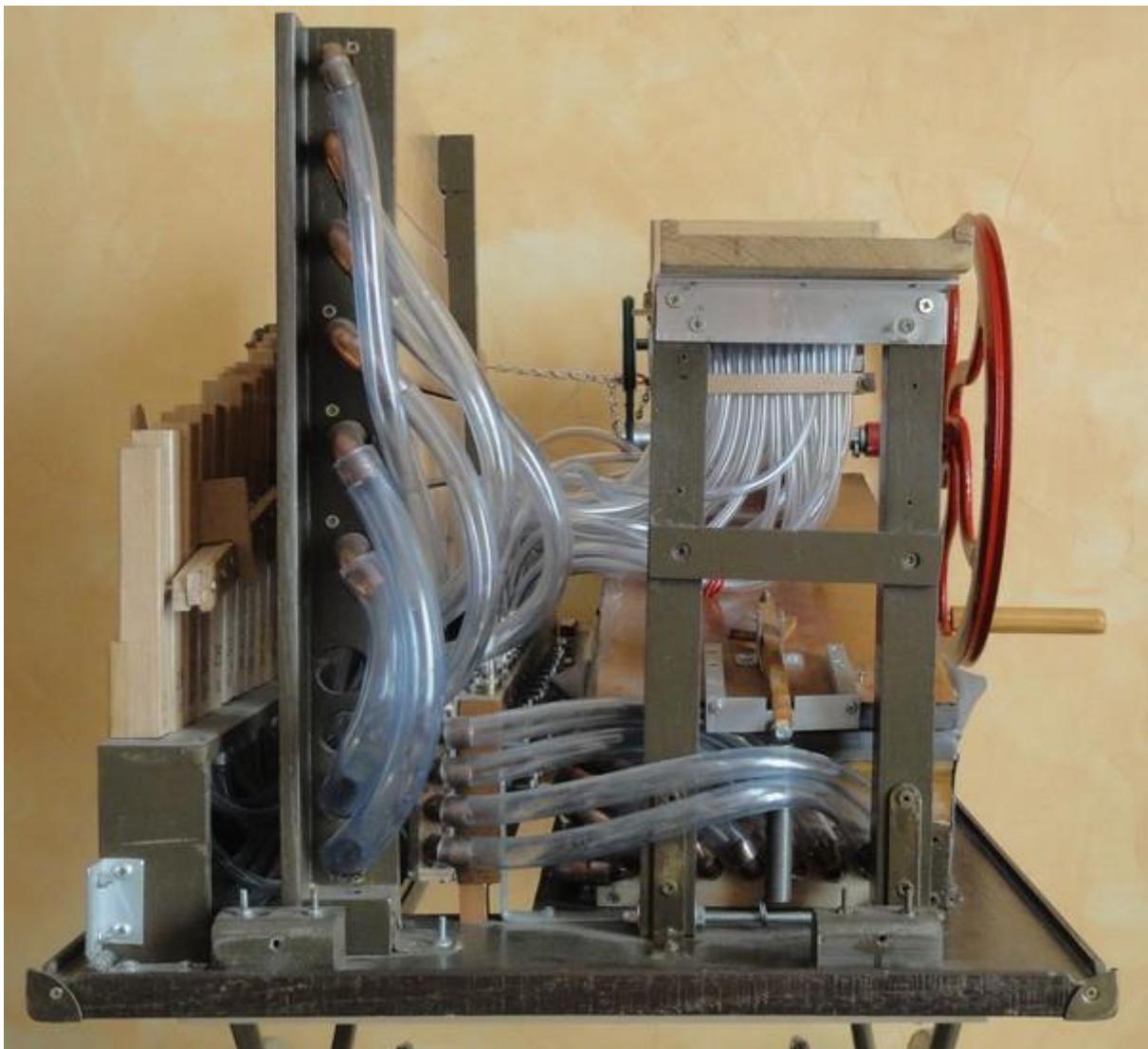


10 - 3 - QUELQUES VUES INTERIEURES DE L'ORGUE TERMINE

Pour l'orgue n° 1:







L'orgue n° 2 est intérieurement construit sur le même principe que l'orgue n° 1. C'est la raison pour laquelle on ne double pas les photos pour ne pas charger ce document qui est déjà assez conséquent.

10 - 4 - LE COFFRE



Maintenant que le bébé est né, il faut l'habiller.

Techniquement, ce n'est pas le plus compliqué, car la fabrication d'un coffre est indépendante des pièces qu'il contient.



Si vous ne voulez pas voir votre coffre se démantibuler de partout au premier levage, vous avez intérêt à soigner sa construction mécanique. Effectivement avec un poids de l'ordre de 16 kilos pour ses pièces intérieures, il va être soumis à rude épreuve. Donc on colle et on visse !

Le point capital est donc la solidité. Il faut trouver le compromis entre résistance du coffre, et poids du coffre. Il est certain que si vous utilisez du bois en épaisseur 22 mm, ce sera costaud, mais le poids vous posera soucis.

Look de l'orgue n° 1



Dimensions hors tout = 850 x 500 x 510 (L/H/P) - Volume = 0.22 m³
Poids total 26 kg (16 kg pour l'intérieur + 10 kg pour le coffre)

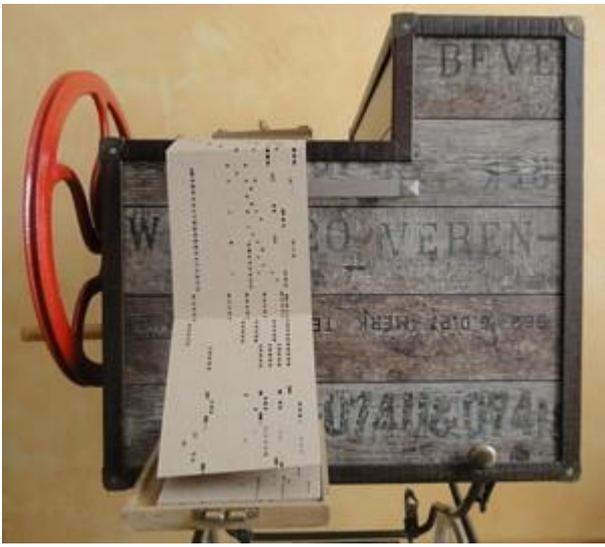
Coffre réalisé avec des lattes de parquet en épaisseur 8 mm. Un large choix de coloris et de motifs est disponible. Des baguettes en pin teintées découpées à 45° recouvrent la tranche des lattes, cachent les vis de fixation des cornières alu, et assurent une protection des arêtes.

Des coins métalliques protègent les angles saillants.

Les quelques premières personnes qui ont eu le privilège de voir l'orgue sans son coffre en fonctionnement étaient particulièrement intriguées et surprises par le mouvement du soufflet. Aussi, il a été décidé de laisser le soufflet visible sans démontage en plaçant une plaque de plexiglas de 5 mm d'épaisseur sur l'arrière.

Cela enlève un peu au côté authentique de la réalisation, mais évite le démontage du coffre pour les curieux.

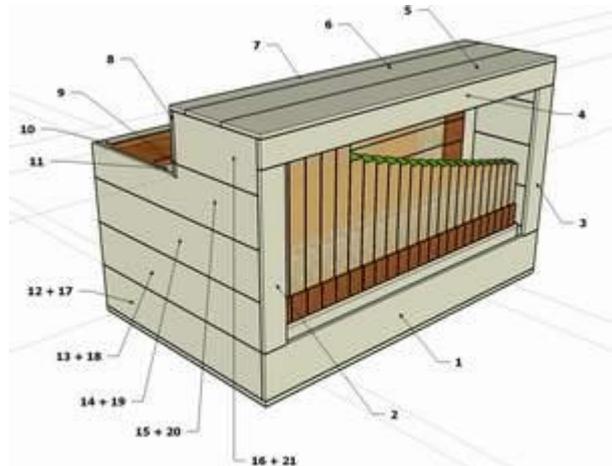




Il est pratique de prévoir le coffre de telle façon que la boîte à rouleaux puisse se relever complètement à 90° sans qu'elle ne se trouve limitée dans sa rotation par le coffre.

Cela facilite la mise en place du carton.

Grâce au logiciel SKETCH'UP, nous avons pu déterminer avec précision le mode d'assemblage du coffre, ainsi que ses dimensions.



A défaut de scie pendulaire, les baguettes sont découpées dans une boîte à onglets.



Pour leur fixation, elles sont soigneusement encollées à la néoprène (colle contact)

La faible épaisseur des lattes (8 mm) est prise en compte en fixant des cornières alu 10x10 dans tous les angles à l'intérieur du coffre.

De cette façon, il n'y a pas de déformation.

Les cornières sont collées à la néoprène, et aussi vissées.



Côté extérieur, les vis sont plutôt inesthétiques.

Il faut donc calculer leur position pour faire en sorte qu'elles soient toutes masquées par les cornières bois.

Vu le nombre de vis à mettre en place, un gabarit de perçage est bien pratique.

Pour assurer une bonne mise en contact des baguettes avec le coffre, pas la peine d'investir dans des serre-joints de grande largeur.

Une courroie, un tasseau, un fil de fer, et le tour est joué.



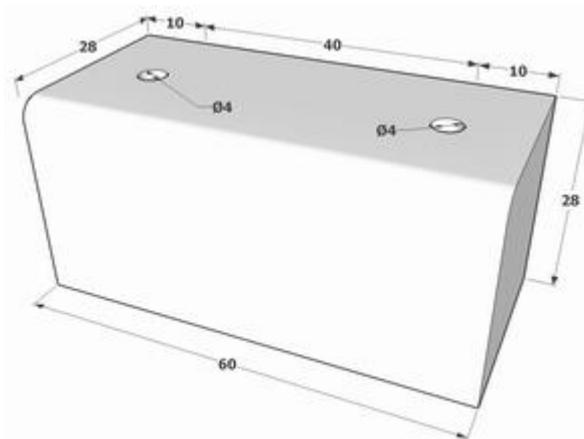
Pour la fixation du coffre, il est fait appel à un système « maison » qui a bien des avantages :

- Il est discret
- Il permet un démontage et remontage du coffre rapidement et sans aucun outillage
- Il est facile à mettre en œuvre
- Il est économique

Dans les chutes de tasseaux ayant servi à la fabrication des piliers support du chemin de défilement du carton, il suffit de découper 4 longueurs de 60 mm de long.

Deux trous sont faits pour les vis de fixation.

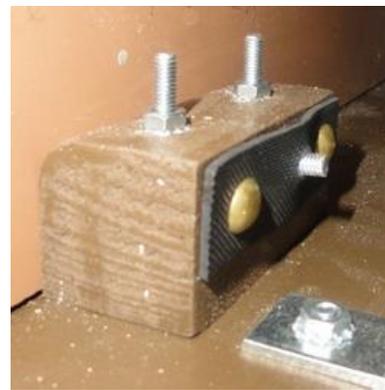
Une des arêtes est arrondie, pour faciliter le bon positionnement du coffre.



Sur la face arrière on fixe par deux pointes de tapissier une languette de caoutchouc de 2 à 3 mm d'épaisseur.

Allez faire un tour chez votre cordonnier qui s'en sert pour ressemeler vos vieilles godasses.

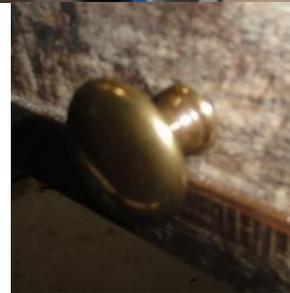
Ces 4 pièces seront collées et vissées sur la base de l'orgue, en les écartant du bord pour laisser la place au coffre lui-même (8 mm dans le cas présent)



On positionne le coffre, et on « contre perce l'ensemble ». C'est le seul moyen pour avoir un alignement parfait des deux trous.



On insère 4 broches constituées d'une longueur de tige filetée vissée dans un bouton métallique (voir au rayon accessoire de cuisine dans les magasins de bricolage)



L'ensemble rentre pile-poil dans le coffre de la Pigeot.

On peut même conserver la tablette en place ce qui a pour effet de bien cacher l'instrument.



De toute façon, le chien monte la garde !

Au niveau décoration, vous pouvez laisser libre court à votre imagination.

De la simple carcasse peinte ou vernie, à d'astucieux systèmes d'animation.



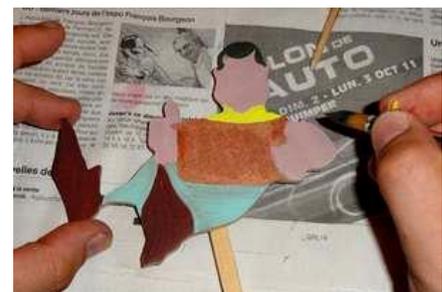
L'orgue n°1 accueille une série de petits lutins musiciens.



Dessin et report sur une fine plaque de médium



Découpe à la scie à chantourner



Mise en peinture

Voici le résultat :



Le flûtiste assoupi
avec la chouette qui s'est pendue



Le couple de danseurs endiablés



Le joueur de diato qui ressemble à....



Le lutin espiègle



Le lapin qui n'aime pas la musique



Frank, le papa des lutins



Une fois la déco mise en place, nous avons fait un essai d'éclairage avec une bande de leds.

Malheureusement dans notre cas, elle était trop à la verticale des lutins, ce qui ne permettait pas de les éclairer totalement.

Il aurait fallu un coffre un peu plus profond : c'est donc à prévoir avant...

Look de l'orgue n° 2

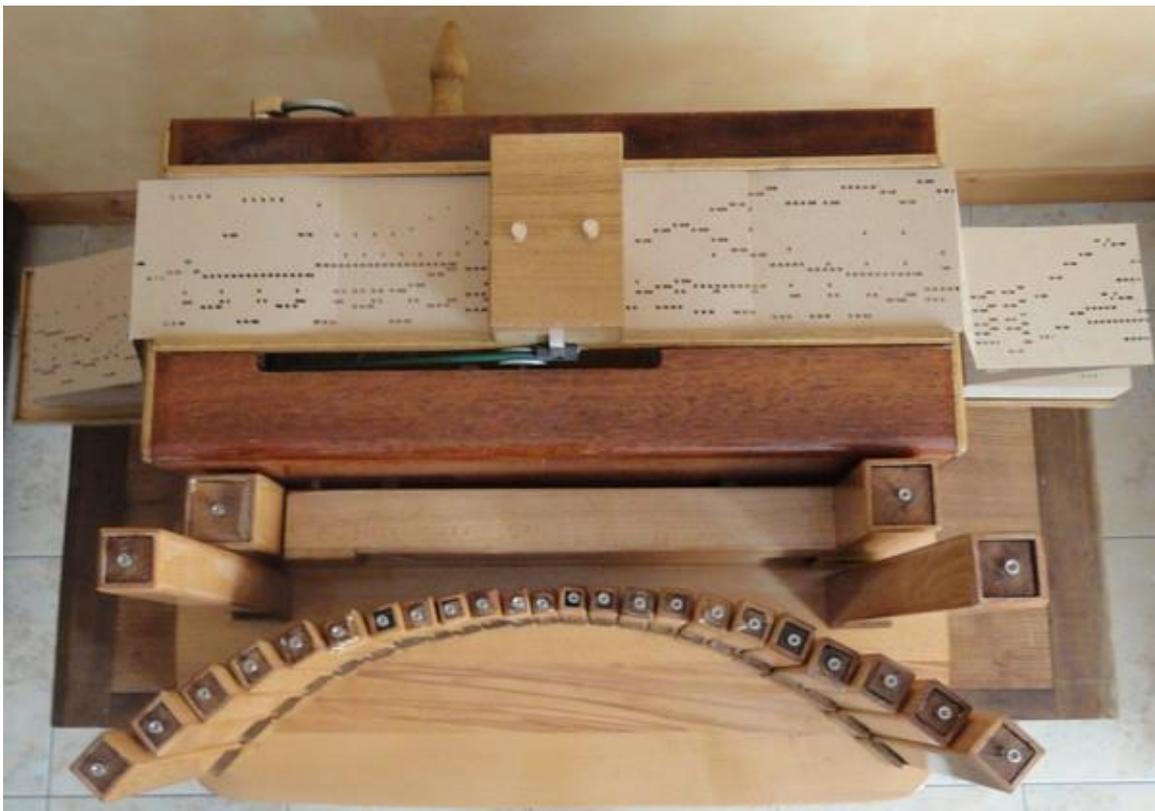


Dimensions hors tout = 700 x 640 x 560 (L/H/P) - Volume = 0.25 m³ - Poids total 27 kg

Nous avons eu la volonté d'avoir deux orgues au look différent. Pour l'orgue n° 2, il a été recherché une solution permettant de bien voir toutes les flûtes, d'où l'absence d'un coffre qui coiffe l'ensemble. En fait, seules les parties mécaniques quelques peu disgracieuses ont été masquées par des lattes de bois exotique. Un contraste de coloris est bien visible avec la teinte bois clair des flûtes, du chemin de défilement, de la boîte à rouleaux, et des tablettes

3 bonnes couches de vernis « marine » donne un super aspect visuel à l'ensemble.

Comme pour l'orgue n°1, le fond arrière est en plexiglas de 5 mm



10 - 5 - LES POIGNEES ET LES TABLETTES SUPPORT DE CARTONS

On connaît l'expression « Con comme une valise sans poignée ». C'est également applicable à un orgue de barbarie.

Il faut donc prévoir une poignée de chaque côté.

Cependant à l'inverse d'une valise, et à moins d'avoir comme seconde passion l'haltérophilie, il faudra être deux pour porter l'instrument.

La bestiole pèse +/- 30 kilos et, de plus, les poignées sont assez écartées l'une de l'autre.



Pour l'orgue n° 1, une paire de poignées achetée en grande surface de bricolage fera largement l'affaire.

Bien que vous ne soyez pas sensés transporter l'orgue sur une longue distance, portez votre choix sur des poignées à profil arrondi, c'est plus confortable (ce n'est pas le cas ici)



Pour l'orgue n° 2, deux lumières ont été réalisées sur les parois du coffre.

Pas moyen de faire plus économique !



Avant de positionner vos deux poignées un peu n'importe où, il faut prendre en compte les dimensions et l'emplacement des deux tablettes support de carton.

Le chemin de défilement des cartons va se trouver environ à une hauteur d'un mètre par rapport au sol. Pour autant, on ne va pas poser le carton par terre. Il faut donc prévoir de part et d'autre du coffre deux tablettes rabattables lors du transport.

Le sujet de la taille des tablettes et leur positionnement n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît.

Avant de commencer à tailler les tablettes dans du beau bois, et faire des trous n'importe où dans votre beau coffre, il faut y aller par tâtonnement en positionnant des tablettes de fortune de façon un peu empirique.

Une fois que l'on est sûr du bon défilement et de la bonne réception, on fera le montage « pour de vrai »



Après de multiples essais, voici les dimensions intérieures des deux tablettes :

	Tablette « émettrice de carton »	Tablette « réceptrice de carton »
Longueur intérieure	180 mm	180 mm
Largeur intérieure	131 mm	150 mm

La hauteur a beaucoup d'importance, mais plus encore du côté réception que du côté débiteur, si on veut que le carton se replie bien, et tout seul. Il faut donc prendre en compte les points suivants :

Pour la tablette « émettrice » de carton	<ul style="list-style-type: none"> Le carton doit parfaitement être dans l'axe de défilement (évidemment) La largeur utile de la tablette doit être très légèrement supérieure à celle du carton (131 mm dans notre cas) A aucun moment de son dépliement une pliure ne doit coïncider avec l'arête du chemin de défilement (ou l'arête de la baguette pour le coffre de l'orgue n° 1) Le carton doit être décalé en retrait de la paroi du coffre (environ 3 cm). Donc la longueur utile de la tablette est plus grande que celle du carton (180 mm dans notre cas)
Pour la tablette « réceptrice » de carton	<ul style="list-style-type: none"> Le carton doit parfaitement être dans l'axe de défilement (re évidemment) La largeur utile de la tablette doit être plus grande que celle du carton pour permettre à un carton un peu torturé de trouver sa place. 150 mm semble être suffisants. A sa sortie du chemin de défilement, le carton a tendance à rester quelques secondes à l'horizontal. Ce n'est qu'après qu'il pique du nez. Il faut donc positionner la tablette assez basse.
Pour les deux tablettes	<ul style="list-style-type: none"> Ne doivent pas gêner la mise en place des poignées de transport

L'épaisseur des tablettes n'est pas critique.

Un petit tasseau en chêne borde tout le périmètre des deux tablettes.

Un petit coup de vernis sera le bienvenu.



Pour l'orgue n° 1, de mini-charnières en laiton permettent aux tablettes de se rabattre à la verticale.

Il faut insérer une petite cale entre les charnières et le coffre (sinon, le montage est impossible).

Pour l'orgue n° 2, des équerres ont été utilisées pour l'articulation.



Un loqueteau permet aux tablettes de rester en position repliée lors du transport.

10 - 6 - QUELQUES EXEMPLES DE FINITIONS

Voici quelques belles réalisations présentées au Festival de Musique Mécanique de Pontrioux en juillet 2007.



10 - 7 - LE SUPPORT DE L'INSTRUMENT

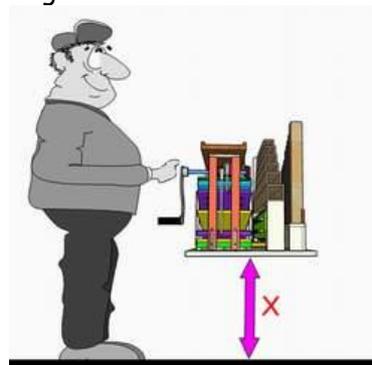
Quelque soit l'endroit où vous tournerez la manivelle, vous aurez besoin de poser l'instrument sur un support. L'idéal étant que celui-ci soit mobile, ne serait-ce que pour trimballer l'orgue de la cave vers la pièce où seront installés vos convives !

Un détail qui a son importance : Quelle est la hauteur idéale pour l'orgue ?

Si votre orgue est placé trop bas, ou bien trop haut, vous allez très vite vous fatiguer en tournant la manivelle.

La hauteur idéale est celle qui permet d'avoir l'axe du vilebrequin dans l'alignement du bras quand celui-ci est plié à angle droit du corps.

Il faudra en tenir compte lors de la fabrication de la table ou du chariot support.



Cela est bien sûr difficilement applicable dans le cas où plusieurs personnes de taille différente sont amenées à jouer sur le même instrument. Soyez égoïste, et prenez en compte VOTRE taille.



Vous pouvez construire le chariot de toutes pièces, et lui donner un look assorti à celui de votre orgue.

Voici un bel exemple lui aussi vu au festival de Pontrioux en 2007.

Vous pouvez aussi trouver dans un vide grenier ou sur le net un vieux landau qu'il conviendra de transformer.

Porter son choix sur un modèle des années 70 ou antérieurs, car les poussettes actuelles ne se prêtent pas bien à la transformation

Condition impérative : il faut qu'il roule parfaitement

Un conseil : il faut enlever le bébé avant le démontage.



- Dans le cas présent, l'habitacle ne servira pas et la poignée sera supprimée.
- Seule la partie basse sera réutilisée.
- Le système de frein est conservé (blocage d'une roue sur 4)
- Le système de pliage est bien pratique pour loger la bestiole dans la voiture
- Le panier inférieur peut recevoir des cartons
- Contrairement à ce que nous avons prévu, l'ensemble ne se balance pas trop malgré un centre de gravité placé assez haut, mais il faut quand même prévoir un calage
- Avec un peu de chance, la hauteur de l'instrument sera la bonne (voir plus haut)



La tubulure horizontale est percée pour recevoir des vis.



Une planche est fixée à demeure sur la tubulure - il faut noyer les têtes

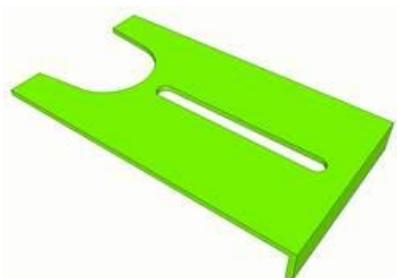


Il faut aussi prévoir le noyage des têtes de vis qui sont placées sous le plancher de l'orgue



La base est ajourée pour laisser accès aux vis de réglage de butée des soupapes

L'orgue est posé sur la base. Dans un premier temps, il avait été mis en place un système de pieds pour centrer l'orgue sur la base et aussi un système de verrouillage.



Ce système s'est vite avéré peu pratique, dans la mesure où il est difficile de loger les pieds dans les trous, because il faut bien viser les trous, et vue de dessus on ne voit rien.

Ce système a ensuite laissé la place à 4 tasseaux disposés juste à la périphérie de la base.

Pour éviter que l'orgue ne se relève si lors du transport on est amené à le tirer un peu vers le haut pour monter par exemple un trottoir, il suffit de saisir la planche et non l'orgue.



Une tubulure chromée brillante n'est pas très assortie au look rétro de l'orgue lui-même. Aussi, il est préférable de la peindre. Qui a dit que peindre sur du chrome était une opération très longue et délicate ?

Eh bien non ! Il suffit de passer une bande de toile émeri grain 120 pour nettoyer le tube, et pas pour enlever la pellicule de chrome.



Une couche de peinture d'accrochage



Deux couches de peinture de la bonne couleur souhaitée. Il est certain qu'avec un pistolet, ce serait plus facile, et mieux fait.

Et voilà le résultat de l'ensemble.



Accessoire indispensable : une housse plastique en cas de pluie (on en trouve dans les jardinerie pour protéger les salons de jardins)

10 - 8 - LE KIT DE SURVIE

Malgré tout le soin que vous aurez apporté à la réalisation de l'ensemble, nous vous conseillons de prévoir un kit de survie en milieu hostile pour faire face aux petits dysfonctionnements lors de vos prestations (c'est à cela que l'on reconnaît les pros).

Ce kit, qui sera laissé à l'intérieur de l'orgue (à condition que celui-ci se démonte sans outillage) est composé de :

- Tournevis
- Clé plate pour régler les vis de butée des soupapes
- Clé à lèvre pour régler les vis de répétition
- Clé à lèvre pour resserrer les poulies sur leur axe
- Clé pour revisser la manivelle sur son axe
- Courroie de secours
- Outil spécial pour rattraper les bouchons s'ils sont noyés



Si la construction d'un orgue est une chose, la réalisation des cartons en est une autre, et ce n'est pas la plus facile.

Comment confectionner ses cartons :

- Il faut acheter du carton - ce n'est pas le plus compliqué, encore que.....
- Il faut perforer le carton, soit à la main avec un emporte-pièce, soit avec une machine manuelle, soit avec une perforreuse asservie par un ordinateur.
- Il faut plier le carton en accordéon pour avoir un alignement parfait - contrairement aux apparences, ce n'est pas simple !

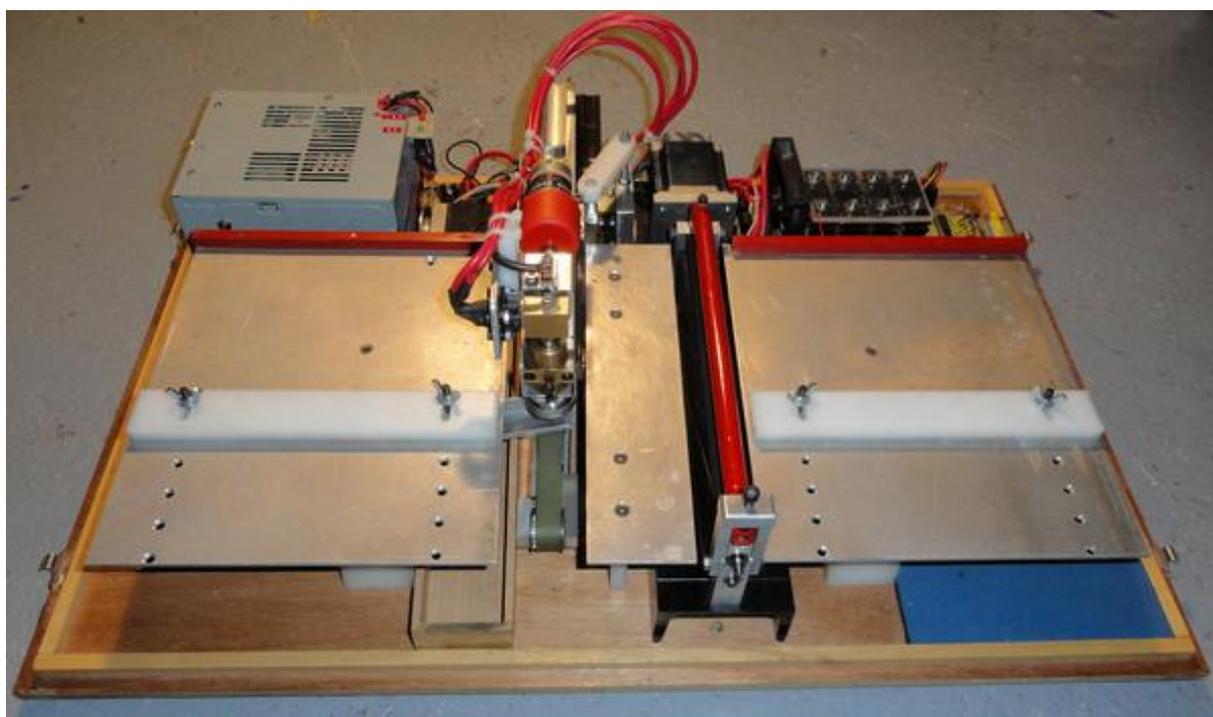


La solution manuelle est très laborieuse, sachant qu'en moyenne un carton fait une dizaine de mètres de long, et comporte plusieurs milliers de trous.

Si des erreurs sont commises vers la fin du carton, il faut recommencer au début.

La solution avec perforatrice reste bien sûr très performante et très économique à condition bien sûr d'avoir la machine.

Très vite, nous nous sommes rendu compte que l'investissement dans la réalisation d'une telle bécane serait vite rentabilisé.



La construction d'une perforreuse automatique requiert à la fois de très bonnes connaissances mécaniques et électroniques, et aussi bien sûr du temps...

La réalisation de notre perforatrice fait l'objet d'une description détaillée similaire à celle que vous lisez actuellement.



Par ailleurs, il faut savoir, que la confection de cartons ne se limite pas à faire de simples trous, et ce quelque soit la façon de les faire.

En fait, il faut être quelque part musicien pour savoir où positionner les trous afin d'avoir une parfaite restitution du morceau.

L'autre solution, beaucoup plus simple, est d'acheter des cartons « tout fait ». Il n'y a pas de honte à acheter ses cartons, alors que l'on ne l'a pas fait pour l'orgue lui-même.

Où acheter des cartons ? Peu de chance de trouver un magasin au coin de votre rue. Alors, vous l'avez deviné, c'est encore INTERNET qui va nous sauver.



Dans les moteurs de recherches tapez « cartons orgue barbarie ».

Rien qu'en France, il y a 3 ou 4 fabricants que l'on appelle des « noteurs ». Leur site permet de consulter le répertoire disponible, et parfois même d'écouter quelques courts extraits sonores.

On peut aussi trouver des cartons d'occasion en vente sur des sites d'enchères (exemple EBAY).

Dans un cas comme dans l'autre, il faut bien veiller à la compatibilité des cartons.

Il faut en effet savoir qu'il y a deux standards pour les orgues dits 27/29 notes.

- Pour orgue pneumatique 27 notes ERMAN - largeur des cartons = 130 mm - c'est le système le plus répandu chez les amateurs que nous sommes.
- Pour orgue mécanique 27 notes ODIN - largeur des cartons = 154 mm - c'est le système utilisé par les professionnels (eh oui ! il y en a qui en vive...)

12 - CONCLUSION

Nous espérons que ce dossier vous incitera à vous lancer dans la fabrication de VOTRE orgue, et vous autorisera ainsi à rajouter sur votre carte de visite « Facteur d'orgues »

C'est long, très long même, mais cela vaut le coup, avec certainement autant de plaisir lors de la construction que par la suite lorsqu'on l'utilise. En dépit de sa consistance, ce dossier ne prétend pas répondre à toutes les questions, mais il défriche pas mal le terrain. Nous avons aussi évoqué les mauvaises pistes pour vous faire gagner du temps en ne les suivant pas.

Rien ne vous oblige à vous conformer à 100% à ce qui est décrit. Nous avons en effet fait des choix qui ne sont pas forcément les meilleurs. Vous pouvez aussi innover et trouver d'autres idées pour arriver au résultat escompté.

Ne faite pas de complexe en comparant votre orgue avec une réalisation du commerce en gardant à l'esprit que le Titanic a été construit par des professionnels et le radeau de la méduse par des amateurs...

Pour aller encore plus loin, aussi bien sur la théorie que sur la pratique, INTERNET vous apportera très certainement le complément d'informations qu'il vous manque.

Jean-Claude et Jean-Marc tiennent à remercier particulièrement les personnes qui ont permis de mener à bien ce beau projet.	
	<p>Pierre PENARD</p> <p>Un des 2 papes de l'orgue de barbarie en France. Nous a mis le pied à l'étrier, et toujours disponible par la suite.</p>
	<p>Jean-Pierre COSSARD</p> <p>Le deuxième pape de l'orgue de barbarie en France Son site est aussi une mine d'informations.</p>
	<p>Laurent COMPIGNE, fabricant de tables à chaise en Haute-Loire.</p> <p>Pour avoir fourni les lattes de hêtres pour les flûtes</p>
	<p>Didier DYOLE</p> <p>Pour ses infos sur la vitesse de rotation</p>
	<p>Bernard WANTELET</p> <p>Pour ses petits conseils complémentaires</p>
	<p>La Société de mécanique générale François MEUNIER</p> <p>L'agence de Quimper pour la mise à disposition des machines outils L'agence de Lorient pour la fourniture de bagues en bronze pour le vilebrequin</p>

	Bruno MORANDA Pour avoir fourni le cuir pour les charnières et les clapets
	George GLEMAREC Pour le prêt de sa ponceuse à bande (bien qu'il ait fallut la réparer)
	La société FILEUSE d'ARVOR à Quimper Pour la fourniture des courroies
	Gérard MEHAULT Pour avoir fourni et débité les gosiers de la soufflerie.
	Marcel LARVOL Pour avoir fait quelques défonçages sur l'orgue n° 1 et être aussi intervenu sur la structure de n° 2
	La société CUISINE PLUS à Quimper Pour avoir pu récupérer des fonds de pots de peinture au séminaire de Biarritz
	Jean-Yves BERTHOLOM Pour avoir débité les côtés et le couvercle des boites à rouleaux.
	La société FRANPAC à Douarnenez Pour ses conseils sur quelques points techniques
	Nicole MEHAULT Pour avoir récupéré dans un vide-grenier la roue de machine à coudre
	Pascal SEZNEC Pour avoir fourni les peaux de chamois dépecées dans son garage
	Olivier THEBAULT de la société ARTHUR BONNET en Vendée. Pour avoir fourni le chêne des tables de flûtes
	Thierry BEUZE de l'ATELIER de L'ACCORDEON à Quimper Pour une découpe de précision au millième de millimètre sur le chemin de défilement du carton

	<p>Marin L'HOPITEAU - fabricant de harpes celtiques à Quimper</p> <p>Pour ses conseils sur les vernis</p>
	<p>La Conserverie CHANCERELLE à Douarnenez</p> <p>Pour ses conseils sur quelques points techniques</p>
	<p>Alain BODIVIT</p> <p>Pour avoir parcouru le monde et ramener de Bali la jolie poignée « phallique » destinée à entrainer le vilebrequin de l'orgue n°1</p>
	<p>La CARROSSERIE DE L'HIPPODROME à Quimper</p> <p>Pour la fourniture des biellettes de commande de la soufflerie</p>
	<p>Dominique SPINOSI</p> <p>Pour la réduction en épaisseur de la table verticale, et la fabrication des tablettes support de carton</p>
	<p>La société NANTES INDUSTRIE SERVICE à Quimper</p> <p>Pour la fourniture des deux plaques en plexiglass</p>
	<p>Véronique ZONZON</p> <p>Pour le prêt de sa défonceuse.</p>
	<p>Chantal MEISSONNIER - fabrique de cuisines en Lozère</p> <p>Pour avoir fourni du chêne pour les noyaux, blocs, et bouchons</p>
	<p>Daniel LEO - ex Roi du Pâté de Concarneau</p> <p>Pour avoir fourni de l'intestin de porc pour les soupapes, même si cette solution a été abandonnée par la suite.</p>
	<p>La société PERE DODU</p> <p>Pour ses conseils sur quelques points techniques</p>
	<p>Jacques QUELENNEC et Philippe HERBERT</p> <p>Pour n'avoir rien fait, si ce n'est de nous soutenir moralement</p>
	<p>Pascal PARMENTIER - imprimeur à Quimper</p> <p>Pour avoir fourni le carton pour les éclisses de la soufflerie</p>

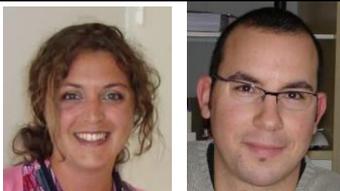
	Jacqueline LARHANT Pour avoir fourni le film plastique pour les clapets de la soufflerie
	La société HARTEREAU à Quimper Pour ses conseils sur quelques points techniques
	François HASCOUET Pour ses conseils sur l'accordage et ses explications sur les octaves
	Loïg LEGRAND-LAFOY Pour nous avoir appris qu'une note en dièse est l'équivalent de la note supérieure en bémol.
	Le Géant Casino Pour avoir fourni le film plastique pour les soupapes (sachets d'emballage)
	Frank ECALARD Pour avoir dessiné et peint les petits lutins de l'orgue n° 1
	Thérèse ECALARD Pour avoir gentiment prêté ses tubes de peinture pour colorer les lutins.
	Monsieur Google SketchUP Pour avoir mis son logiciel de dessin 3D sur le net
	Emmanuelle FARAH et Sébastien CORDIER Pour avoir formé Jean-Claude au logiciel Sketchup
	Vincent GERMAIN Pour la relecture de ce document en tant que « candide »
	Dany GERMAIN Pour la correction orthographique de ce document. Quel casse-croûte !

TABLE DES MATIERES



1 - Quelles sont les notes jouées par l'instrument ?	page 4
2 - Un orgue, comment ça marche ?	page 5
3 - Ordre de description et de fabrication	page 6
4 - Les flûtes	page 10
4 - 1 - Le principe de fonctionnement	page 10
4 - 2 - Les lattes	page 12
4 - 3 - Le noyau	page 17
4 - 4 - Le tube de sortie	page 22
4 - 5 - Le bloc	page 23
4 - 6 - L'assemblage des flûtes	page 25
4 - 7 - Le bouchon	page 27
4 - 8 - Test des flûtes	page 29
4 - 9 - Disposition des flûtes et supports de flûtes	page 30
5 - La soufflerie	page 36
5 - 1 - Présentation de l'ensemble	page 36
5 - 2 - Le principe de fonctionnement	page 37
5 - 3 - Soufflerie démontable ou pas	page 38
5 - 4 - Le dormant inférieur (orgue n° 1 seulement)	page 39
5 - 5 - Le gosier inférieur	page 39
5 - 6 - La sortie d'air vers la boîte à soupapes	page 42
5 - 7 - Le battant inférieur	page 45
5 - 8 - Le dormant du milieu	page 48
5 - 9 - Le gosier supérieur	page 49
5 - 10 - Le battant supérieur	page 50
5 - 11 - Le dormant supérieur	page 51
5 - 12 - Le couvercle de la réserve	page 52
5 - 13 - Le clapet de la réserve	page 53
5 - 14 - Le garnissage des cavités	page 54
5 - 15 - Les éclisses des cavités	page 58
5 - 16 - Le garnissage de la réserve	page 61
5 - 17 - Les éclisses de la réserve	page 62
5 - 18 - Ouvertures des ouïes et renforts latéraux extérieurs	page 63
5 - 19 - Raccordement entre la soufflerie et la boîte à soupapes	page 63
5 - 20 - Le test de la soufflerie - 1 ^{er} épisode	page 65
6 - Le mécanisme d'activation de la soufflerie	page 68
6 - 1 - Le vilebrequin	page 68
6 - 2 - Les paliers de vilebrequin	page 71
6 - 3 - La manivelle	page 72
6 - 4 - La structure support	page 75
6 - 5 - La fixation du vilebrequin	page 77
6 - 6 - Les biellettes et leur fixation	page 78
6 - 7 - Le système de butée pour le clapet de la réserve	page 80
6 - 8 - Le système de mise en pression de la réserve	page 83
6 - 9 - Test de la soufflerie - 2 ^{ème} épisode	page 85

7 - Le système de lecture des cartons.....	page 88
7 - 1 - Comment se présentent les cartons.....	page 88
7 - 2 - Le principe d'entraînement du carton	page 89
7 - 3 - La flûte de pan	page 90
7 - 4 - Le rouleau entraîneur et les poulies	page 93
7 - 5 - La courroie	page 98
7 - 6 - Le chemin de défilement du carton.....	page 99
7 - 7 - La fixation des baguettes latérales et de la flûte de pan	page 101
7 - 8 - Le rouleau presseur.....	page 102
7 - 9 - Comment plaquer le carton contre la flûte de pan.....	page 103
7 - 10 - Le système de mise en pression des rouleaux sur le carton	page 105
8 - La boîte à soupapes	page 112
8 - 1 - Le principe de fonctionnement.....	page 112
8 - 2 - La fabrication de la mini boîte test.....	page 114
8 - 3 - La fabrication de la boîte réelle.....	page 115
8 - 4 - Les soupapes	page 119
8 - 5 - Les ressorts de soupapes.....	page 122
8 - 6 - Mise en place des éléments sur la boîte.....	page 124
8 - 7 - Perçage du couvercle	page 128
8 - 8 - Le cadre	page 129
8 - 9 - Le joint d'étanchéité et la fixation du couvercle	page 131
8 - 10 - Mise en place des soupapes	page 134
8 - 11 - Les sièges de soupapes.....	page 137
8 - 12 - Raccordement de la boîte à soupapes à la soufflerie	page 142
8 - 13 - Raccordement de la boîte à soupapes à la flûte de pan	page 144
8 - 14 - Raccordement de la boîte à soupapes aux flûtes	page 148
9 - Accordage des flûtes et réglage de la boîte à soupapes	page 152
9 - 1 - L'accordage des flûtes	page 152
9 - 2 - Le réglage du volume sonore des flûtes	page 155
9 - 3 - Le réglage de la vitesse de répétition	page 156
10 - Finition de l'ensemble	page 157
10 - 1 - L'harmonisation de la hauteur des bouchons.....	page 157
10 - 2 - La finition des flûtes et la finition intérieure de l'orgue.....	page 158
10 - 3 - Quelques vues intérieures de l'orgue terminé.....	page 159
10 - 4 - Le coffre	page 161
10 - 5 - Les poignées et les tablettes support de carton.....	page 169
10 - 6 - Quelques exemples de finitions.....	page 171
10 - 7 - Le support de l'instrument.....	page 172
10 - 8 - Le kit de survie.....	page 174
11 - Les cartons	page 175
12 - Conclusion	page 181