FICHE TECHNIQUE
VANNE REGLANTE A POINTEAU

FTe04

1. VANNE REGLANTE A POINTEAU

Remarque préliminaire :
Par abus de langage nous utilisons le terme usuel de « vanne réglante » pour désigner un robinet qui amène une perte de charge fixe pour régler un débit. Tant que les conditions amont et aval sont stables, le débit sera constant. Dans le cas contraire le débit fluctuera en fonction des perturbations car la vanne n'est pas autorégulante.

Dans beaucoup de nos groupes de vapeur nous avons des vannes réglantes de débit, la vanne de notre réservoir de gaz, le By-pass de notre pompe à eau ou de la pompe à huile mécanique ou encore le By-pass de notre régulateur gaz. Nous considérons que la vanne réglante à pointeau permet de laisser passer un fluide entre 0 et 100% du débit du circuit.

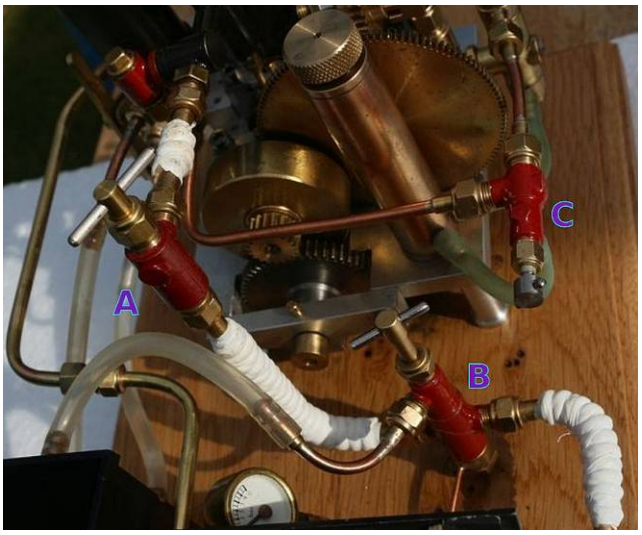
Mais ce qui intéresse le modéliste en général c'est de pouvoir régler finement le débit dans un plage plus restreinte. En ce qui nous concerne, on cherche une bonne progressivité de la vanne entre 10 % et 50 % du débit nominal. C'est aussi pour cela qu'on emploie le qualificatif de « réglante » à opposer aux vannes d'arrêt qui pour une très faible rotation de la commande passent de 0 à 100 % du débit.

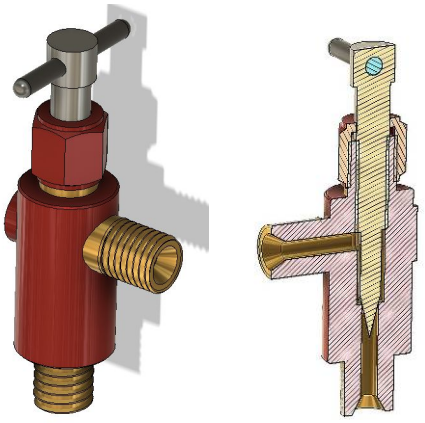
Cette fiche technique poursuit un double objectif :

- interpréter les différents facteurs intervenant dans la réalisation d'une vanne réglante à pointeau et tout particulièrement, le pas de la vis, l'angle du cône et le diamètre d'arrivée du fluide.
- Décrire techniquement des exemples de ces vannes utilisées dans notre pratique modéliste.

*Sur le moteur 20B, il y trois vannes, une vanne de réglage du moteur (**A**), une vanne de décharge (**B**) et une vanne By-pass du graisseur(**C**).*

(Voir photo à droite).





La vanne réglante à pointeau est constituée d'un corps en laiton d'une configuration principalement à angle droit, d'un axe fileté avec pour opercule un cône dont la conicité autorise un ajustement fin du débit, d'un volant ou d'une manette *(la clef)* permettant de manœuvrer l'axe *(clef est à privilégier par rapport au volant car plus facile pour le repérage de l'angle de rotation de la vis*). Elle est constituée également d'un écrou de presse étoupe avec sa garniture.

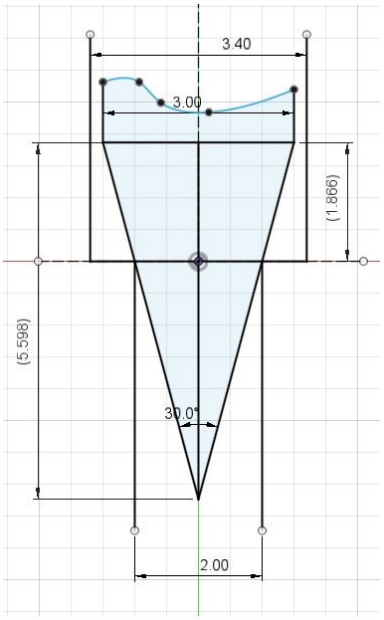
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

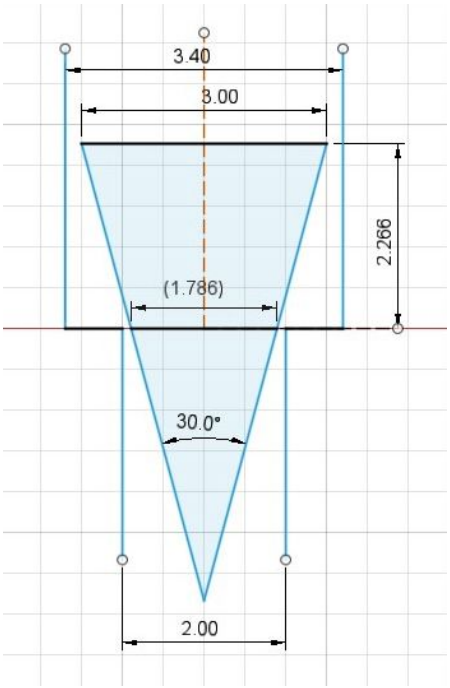
Remarque :

- Attention au sens d'écoulement du fluide, le pointeau ferme l'arrivée du fluide.
- Bien retenir la position du volant lorsque la vanne est fermée.
- Attention de ne pas détruire le siège du pointeau par un serrage vigoureux. Si vous êtes obligé de serrer fortement pour obtenir l'étanchéité de fermeture, alors le siège de pointeau est certainement détruit, plus rarement le pointeau qui lui est usiné dans de l'inox.

2. ETUDE DE LA REPONSE DE LA VANNE

Sur l'épure on voit le pointeau en appui sur son siège. Le fluide ne passe pas. L'angle de cône est de 30°. Le canal de passage du fluide a un diamètre de 2 mm, le corps de pointeau un diamètre de 3mm. La longueur de pointe est de 5,6 mm et la garde au-dessus du siège de 1,9 mm.





Sur l'épure suivante on a fait une levée de 0,4 mm. Le fluide peut commencer à passer, car le maître couple vu par le fluide au débouché du siège est de 1,8 mm.

Section_dégagée = Section_tube – Section_maître_couple

= 3,142 - 2,505 = 0,636 mm² = 0,064 cm²

%_ouverture = Section_dégagée / Section_tube *100

= 20,2 % d'ouverture.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Nota :
On pourrait penser qu'une levée de 0,4 mm laissera passer, en première approximation, 20 % du débit nominal. C'est inexact. Dans les faits le comportement est analogue à celui de l'injecteur d'un brûleur gaz, il dépend du rapport

P_aval / P_amont

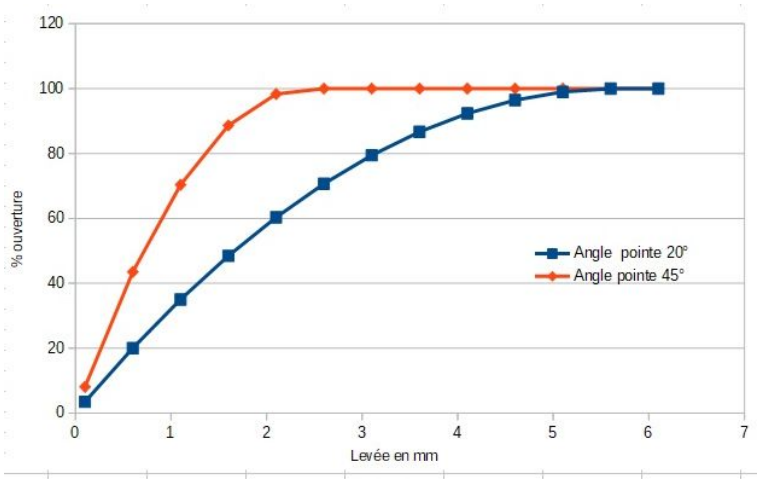
et de la section de passage. Nous ne développerons pas ce point ici, car nous nous intéressons uniquement à voir comment évolue la section de passage lors de la levée du pointeau.

On sent intuitivement que les paramètres influant sont :

- le pas de la vis de commande de levée
- le rapport de diamètre corps de pointeau / tube arrivée du fluide
- l'angle de pointe

L'angle de pointe a un effet prépondérant sur l'effet de la vanne de réglage. Le graphique ci-dessous montre, avec des hypothèses très simplificatrices, comment se comportent deux vannes identiques mais avec des angles de pointeau différents.

Un angle de pointe de 20° donne un comportement plus linéaire du taux d'ouverture, taux d'ouverture que l'on a défini comme le rapport de la section libre à la section intérieure du tube.



Avec une pointe à 20° et du pas [1] fin M3x35 on aura une levée avec découvert complet en plus de 14 tours tandis qu'avec du pas standard M3x50 ce sera en un peu plus de 7 tours.

Avec une pointe à 45° et du pas fin M3x35 on aura une levée complète en 7 tours tandis qu'avec du pas standard M3x50 ce sera en un peu plus de 4 tours.

Mais pas de panique, si la vanne est correctement dimensionnée il suffira de moins de deux tours pour libérer une section suffisante pour passer le débit massique nominale de vapeur produit par la chaudière.

Remarque :

L'usinage des pointeaux d'angle aigu nécessite un outillage très bien affûté et très bien réglé car ils encaissent mal la poussée de l'outil. Les modélistes souvent utilisent une électro-meuleuse type DREMEL munie d'une meule fine et montée dans le porte outil du tour. Le pointeau est souvent en acier inoxydable. Le lecteur pourra se reporter à la section « Notes d'atelier »

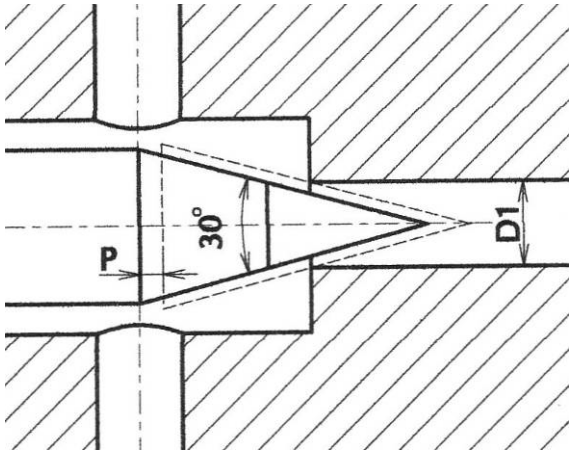
(1) Le pas d'une vis c'est son avancée ou son recul pour un tour complet de la vis dans un sens ou dans l'autre.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

3. APPLICATION

Pour notre exemple, nous allons prendre les valeurs suivantes :

D1 = 2 mm
Pas de vis = 0,5 mm
Angle de cône = 30°
Angle de rotation de la vis = 90°



Pour la rotation de la vis de 90°, soit ¼ de tour, la levée **P** est de 0,125 mm. Après calcul, nous obtenons un pourcentage de passage de 6,6%.

3.1. Quelle est l'incidence de D1?

Le passage de **D1** de 2 mm à 1 mm par exemple, va augmenter le pourcentage de débit, nous passerons à environ 13 % de passage. Pour un diamètre de 0,8 mm le pourcentage sera de 16%.

3.2. Quelle est l'incidence de l'angle de rotation de la vis ?

L'angle de rotation va évidemment augmenter ou diminuer le pourcentage de passage, mais d'une manière sensiblement proportionnelle. Par exemple, pour une rotation de 180° ou ½ tour de vis, le pourcentage passe de 6,6 % à 13 %.

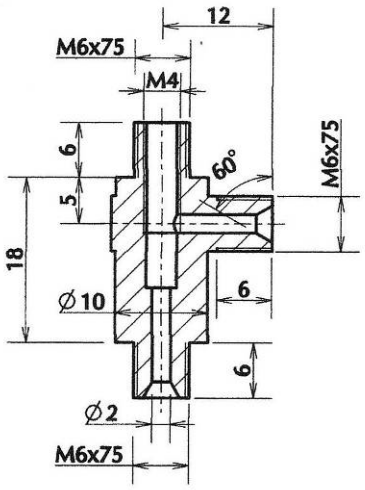
3.3. Quelle est l'incidence du pas ?

Pour un angle donné, la pas va jouer sur le pourcentage du débit d'une manière sensiblement proportionnelle au rapport des pas. Pour notre exemple d'un angle de rotation de la vis de 90° et un pas de 0,7 mm, le pourcentage de passage passe de 6,6 % à 9,2 %.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

4. DESCRIPTION ET PLANS D'UNE VANNE TYPE

Cette vanne est adaptée à notre pratique habituelle. Les dimensions sont données sur les plans qui suivent, et dans les faits elles ne varient pas tellement d'un projet à l'autre.



4.1. Notes d'atelier

4.1.1 Usinage du corps de vanne

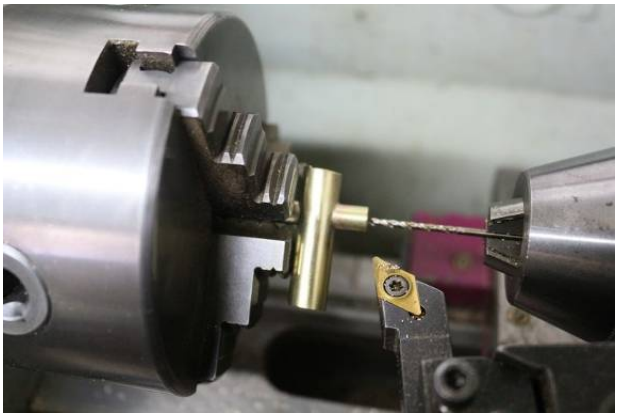
A travers un exemple, nous vous proposons une méthode de réalisation d'une vanne. Il y a deux méthodes de réalisation, la première est celle ou l'on prépare les différentes pièces, filetage, perçage… et on les solidarise par des vis ou fil de fer avant brasure. La deuxième méthode, c'est celle que nous allons décrire. Cette méthode permet d'effectuer les différentes opérations d'usinage après brasage des pièces.

Pour cela, il faut débiter les pièces avec une sur sur-longueur d'environ 5 mm de chaque coté, de percer le corps principal afin d'introduire la pièce perpendiculaire, et de braser ces deux éléments.

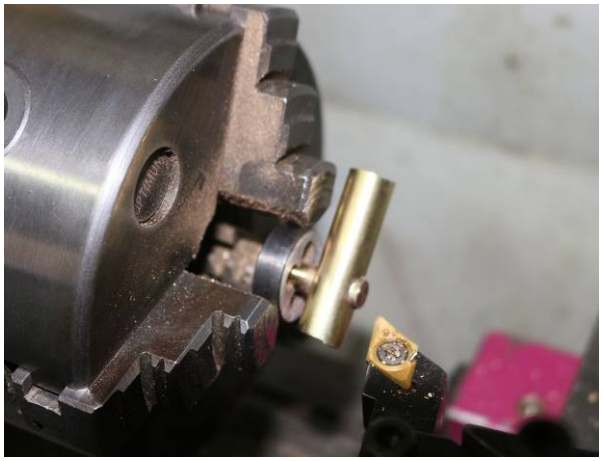
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

FICHE TECHNIQUE
VANNE REGLANTE A POINTEAU

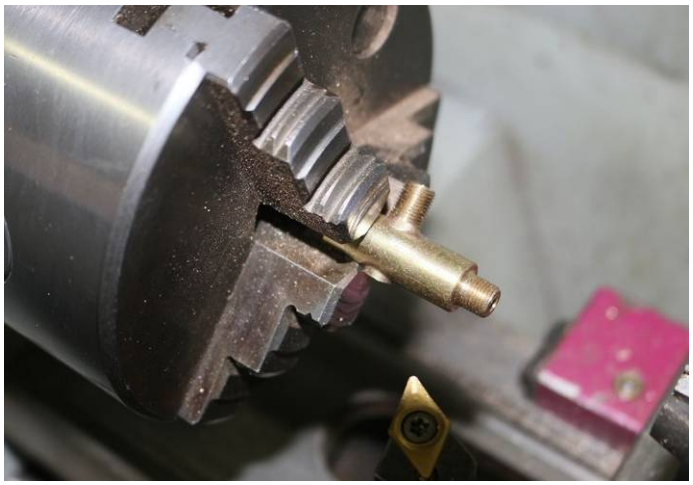
FTe04



Grace aux sur-longueurs, il est possible de maintenir les pièces dans le mandrin et d'effectuer les opérations.

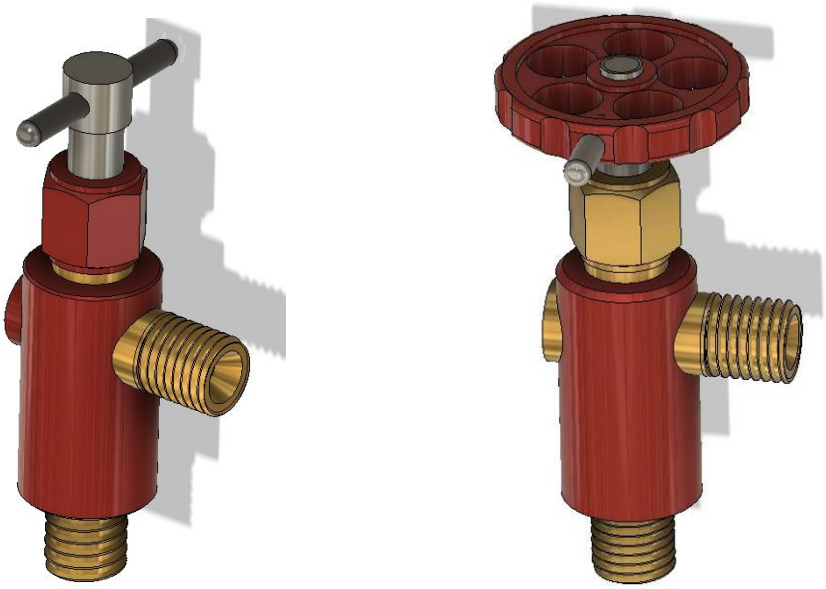


Il suffit ensuite de découper l'élément qui a servi à la première opération, et de reprendre au tour le tenon, en fixant la pièce à l'aide d'une filière par exemple.



Enfin on reprend la pièce pour effectuer les opérations suivantes d'usinage de la vanne.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***



4.1.2 Usinage du pointeau

L'angle de pointeau n'est pas extrêmement critique. On rappelle que l'extrême pointe n'a aucune utilité fonctionnelle, inutile de se focaliser dessus. Compte tenu de la poussée transverse de l'outil, l'ébauche sera prise en pince et le porte à faux n'excédera pas 4 fois le diamètre. Plusieurs approches sont disponibles.

- La première méthode et qui est la solution la plus simple, est de se fabriquer un outil de tour à l'angle voulu. On prendra un barreau HSS que l'on formera sur un touret à meuler avec un guide d'angle comme pour les outils à fileter
- La deuxième méthode est d'utiliser le petit chariot croisé du tour et de le régler à l'angle souhaité.
- La méthode de réglage de l'angle par une cale angulaire donne une précision tout à fait suffisante
- La troisième méthode à connaître est l'utilisation d'une petite électro-broche de type DREMEL montée dans le porte-outil. Bien qu'un peu lourde de mise en œuvre, elle présente cependant l'avantage d'exercer une pression d'usinage faible et donc de fortement réduire les risques de voilement.

4.1.3 Usinage du volant de commande

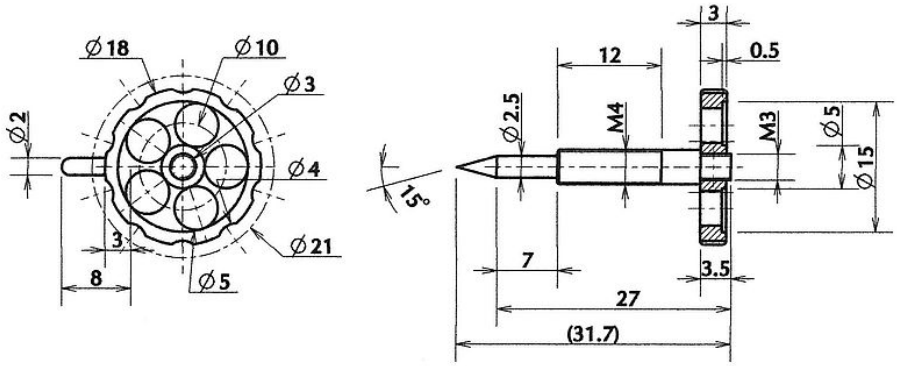
Là encore, deux possibilités, soit vous recherchez un coté esthétique à votre vanne, ou un coté plus rationnel. Sur les schémas ci-dessous, nous vous proposons deux types de configurations. Le pointeau avec un volant suivant la figure **A** et un pointeau avec une clef transversale réalisée à partir d'une tige inox de 2 mm, figure **B**.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

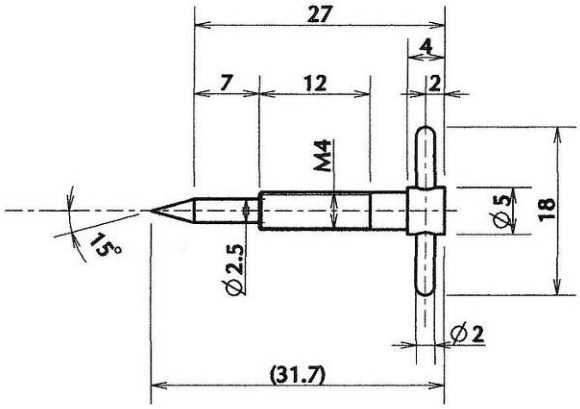
FICHE TECHNIQUE
VANNE REGLANTE A POINTEAU

FTe04

Le volant repère **A**, a une signature esthétique et doit être réalisée avec soin. Plusieurs approches sont possibles, dont le fait d'acheter un volant issu de fonderie, néanmoins, nous



A



B

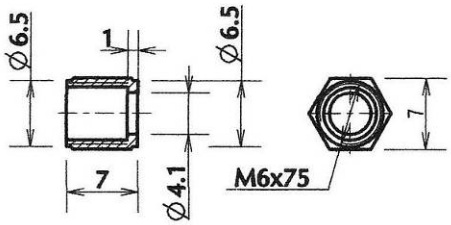
vous proposons de réaliser ce volant à partir d'une plaque de laiton de 3 mm d'épaisseur et d'un plateau diviseur monté sur le banc d'une fraiseuse.
La première opération consiste à souder cette plaque de laiton, qui a pour dimensions 25x25x3 mm, sur un martyr repris sur le plateau diviseur. Après alignement du plateau diviseur avec la colonne de fraisage, effectuer les opérations suivantes :

- Perçage du trou diamètre 2,5 au centre de la plaque
- Décaler le plateau de 5 mm et effectuer les 5 trous équidistants diamètre 5 mm
- A l'aide d'une fraise de 5, effectuer le lamage profondeur 0,5 mm
- Décaler le plateau sur le rayon 10,5 et percer les 10 trous équidistants de 4 mm, de manière à être de part et d'autre des trous diamètre 5
- Sans changer de rayon, à l'aide d'une fraise de 3 mm, détourer le volant

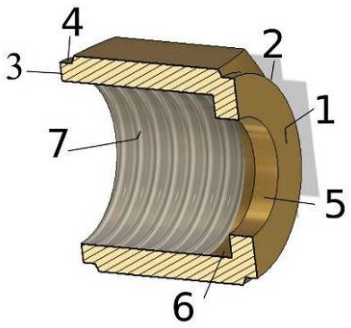
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Après dessoudage et nettoyage du volant, reprise sur le tour, pour effectuer un léger rayon de chaque coté du volant.

4.1.4 Usinage de l'écrou



L'usinage ne présente pas de difficultés particulières. Les usinages 2 et 4 des bossages n'ont pas de vocation fonctionnelle. Ils améliorent l'esthétique finale.



1. Dressage de la face
2. Usinage du bossage avec un outil pelle. Tronçonnage à la cote théorique + 0,5mm
3. Retournement-reprise en mandrin- Dressage et mise à la cote définitive de 7
4. Usinage bossage
5. Perçage traversant à 4,1
6. Avant-trou à 5,2 pour taraudage-Aplanissement du fond de perçage avec une fraise à coupe au centre.
7. Avec une fraise à chanfreiner à 45° usinage d'un cône d'entrée. Taraudage. Les tarauds à main ont un cône d'entrée très long. Il faut le réduire par meulage pour n'en laisser que 0,5 - 0,8 mm. On utilise un petit dispositif décrit plus loin qui assure une bonne exécution.

Remarque :
Comme on aura à usiner de petites séries d'écrous cela vaut la peine de se fabriquer dans de l'acier d'outillage un foret plat de D = 5.2 mm, appelé D-bit dans les pays anglo-saxons. On le concevra avec un épaulement permettant de percer à la bonne profondeur sans avoir à mesurer. En voici deux exemples. Leur fabrication est largement décrite sur Internet.

http://www.stubmandrel.co.uk/workshop/29-d-bits
D-bits fabriqués dans de l'acier d'outillage et trempés
D-Bits meulés dans des ronds en HSS *(source Tracy tools)*

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***