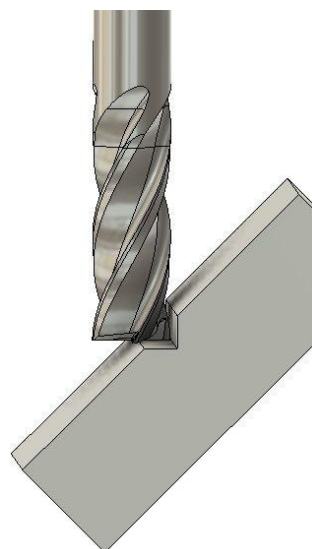


Outillage pour percer des ronds de faible diamètre (Vé à 90°)

Pour l'essentiel ces outillages avec Vé de centrage sont utilisés pour tenir centré un rond à usiner. C'est le cas, par exemple, pour percer des poteaux de garde-corps, mais aussi pour d'autres applications comme des entraînements carrés pour les tarauds manuels, mélangeur air-gaz des brûleurs, etc. Le principe d'usinage le plus commun pour un amateur est le fraissage, la pièce étant bridée à 45° par rapport au plan de la table.

Nota : cela peut aussi servir pour fraiser l'arête d'une barre carré, mais ceci n'est pas développé dans le document.



Plusieurs difficultés à résoudre :

- Calage et ablocage de l'ébauche à 45° précisément.
- Centrage de l'axe d'outil sur l'arête de l'ébauche ; mise en contact de l'arête tranchante de l'outil avec la dite arête. C'est la source principale d'imprécision même si on peut la réduire au cours de la procédure d'usinage
- Trajectoire de l'outil pour que l'axe du Vé soit sur l'emplacement prévu, correctement centré

Dans le cas d'un Vé, une autre question se pose :

Quelle profondeur de Vé pour que le rond émerge d'une valeur donnée du plan du Vé ?

1. RELATIONS GÉOMÉTRIQUES À CONNAÎTRE

$\hat{\alpha}$ = angle (HAB) = angle (HAC) = 45° ; $\sin(\hat{\alpha}) = \cos(\hat{\alpha}) = 0,7071$; $\tan(\hat{\alpha}) = 1,0$

HB = HC ; **HB** = HA*tan($\hat{\alpha}$) = HA

AB = AC = HA/cos($\hat{\alpha}$) = HA/0,7071 = 1,4142*HA

Exemple numérique (voir croquis):

HA = 7,60 mm ; BC = 2*HB = 2*HA = 15,20 mm ; AB = AC = 1,4142*7,6 = 10,748 mm

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

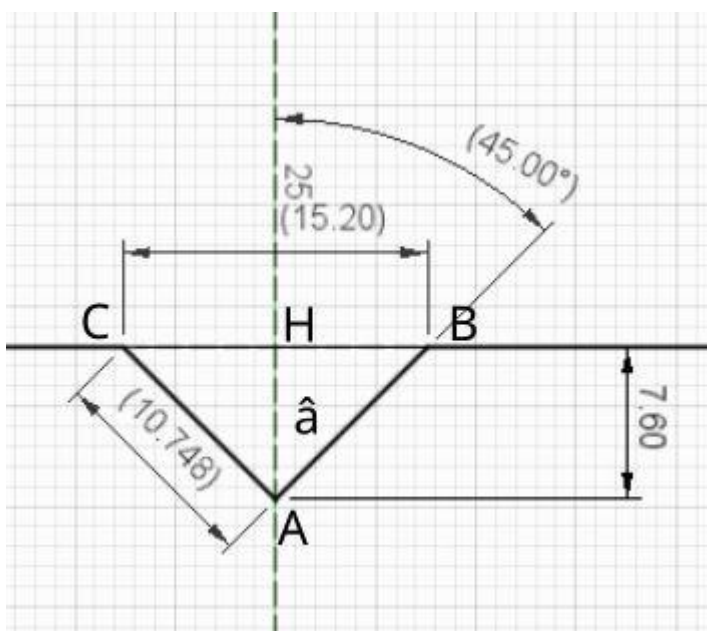


- VAPEUR 45 -

FOLI0 1/9 - Jan. 2024

Une ville en mouvement

Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>



2. EQUERRE À 45° (CALE ANGULAIRE)

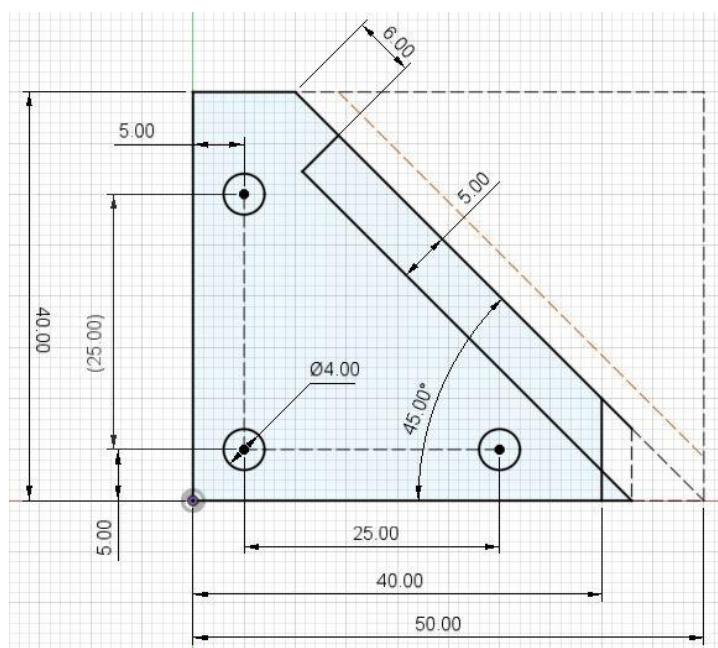
On s'appuie sur la propriété suivante : un triangle rectangle dont l'un des angles vaut 45° est isocèle, c'est à dire que ses deux côtés sont égaux.

Exemple : (les cotes sont données pour illustrer le propos)

On part d'une ébauche rectangulaire. La précision de l'équerre sera lié à la qualité géométrique de l'ébauche et à la précision de positionnement et de perçage des trous.

Les trous sont percés à $D = 3,8$ mm pour être ensuite rectifiés à $D = 4.0$ à l'aide d'un alésoir.

Dans l'épure servant d'exemple les triangles en pointillés seront abattus à la scie à métaux pour gagner du temps.



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



- VAPEUR 45 -

FOLI0 2/9 - Jan. 2024

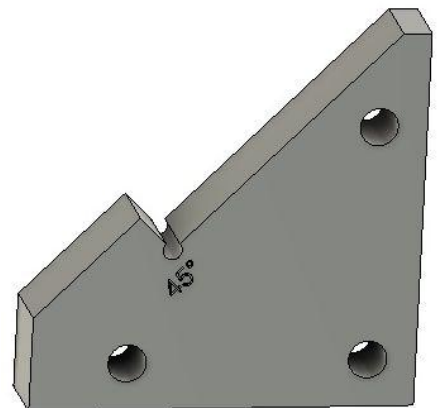
 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>



On place deux ronds rectifiés comme montré dans la vue pour fraiser l'hypoténuse (plan incliné de l'équerre) puis ensuite on dégage le redan qui va permettre un bon appui de l'ébauche. L'emplacement du redan dépendra de la taille de l'ébauche à usiner.

On reprend pour araser la pointe. On marque la valeur de l'angle sur l'équerre.



3. RECHERCHE D'ARÊTE

On le rappelle, c'est la cause majeure d'imprécision dans la procédure d'usinage. Choisir la méthode qui vous convient le mieux. Voici celle qui, pour nous, donne des résultats satisfaisants.

Comme on n'a pas besoin d'une précision extrême on peut procéder de la manière suivante :

- centrage et accostage visuel de l'arête par l'outil
- centrage fin à l'aide de la méthode du balancier. La valeur affichée par le comparateur doit être identique de chaque côté.

Penser à redescendre la broche de l'épaisseur de la cale et remettre à zéro votre afficheur de descente.

Ensuite décaler la broche du rayon de l'outil avant d'appliquer la trajectoire calculée.



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



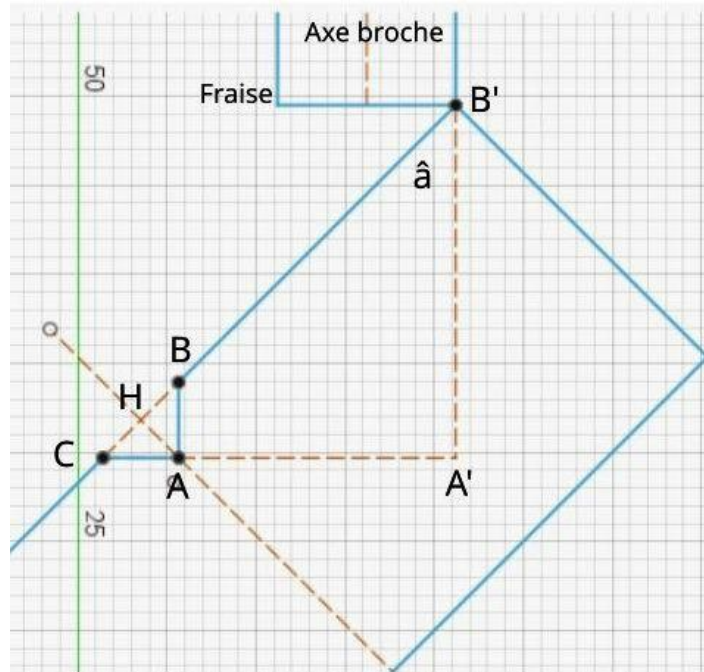
- VAPEUR 45 -

FOLI0 3/9 - Jan. 2024

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

4. ETUDE DU TRAJET D'OUTIL



- Une fois l'axe de l'outil aligné avec l'arête on le décale de son rayon augmenté de la distance AA'
- Ensuite on descendra l'outil de B'A'.

Pour éviter les tâtonnements, à partir de quelques règles de géométrie on saura calculer ces valeurs.

AH est connu, c'est la profondeur du Vé ; de même HB' est donné, c'est la demi-longueur du bloc. L'angle vaut par définition 45°.

A partir de là on utilise les relations vues précédemment. $HA = HB = HC$

AB = AC = HA/cos(â) = HA/0,7071 = 1,4142*HA ;

BB' = HB'-HB = HB'-HA

On sait calculer **CB'** = CH+HB' = HA+HB'

A'B' = CB'*cos(â) ; le triangle est rectangle isocèle donc CA' = A'B'

AC = HA/cos(â) = HA/0,7071 = 1,4142*HA

AA' = CA' - AC = A'B' - AC = A'B' - 1,4142*3,0

Finalement on retiendra

A'B' = (AH+HB')*0,7071 et AA' = A'B'-1,4142*HA

Un exemple chiffré sur le croquis qui suit devrait éclaircir les idées.

AH = 3 mm ; HB' = 25 mm ; cos(â) = sin(â) = 0,7071

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



- VAPEUR 45 -

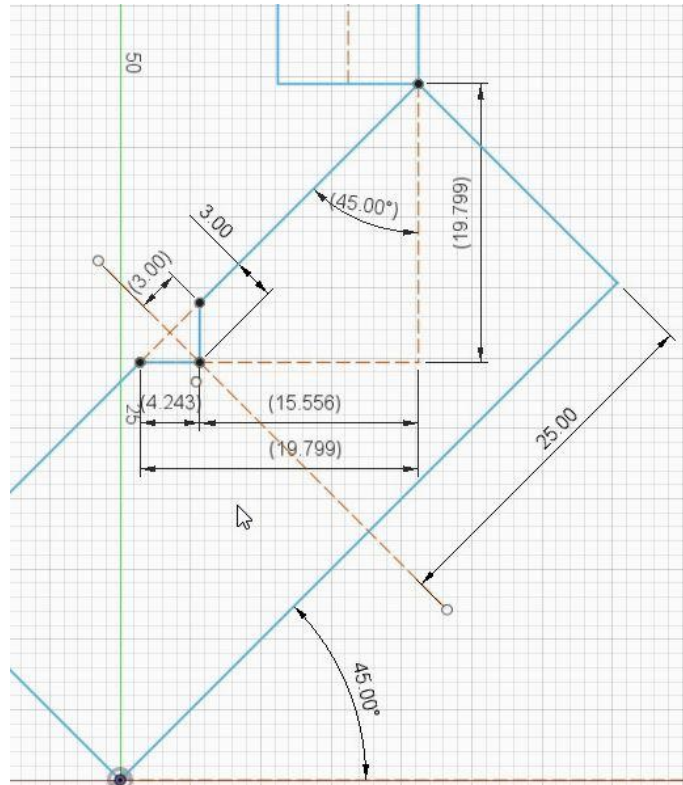
FOLI0 4/9 - Jan. 2024



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

$$A'B' = (AH+HB')*0,7071 = (3,0+25,0)*0,7071 = 19,799\text{mm}$$

$$AA' = A'B'-1,4142*HA = 19,799-1,4142*3,0 = 15,556\text{ mm}$$



On se déplacera de 15,56 mm en latéral et 19,80 mm en vertical.

5. PROFONDEUR DU VÉ

Un exemple général est détaillé en Annexe.

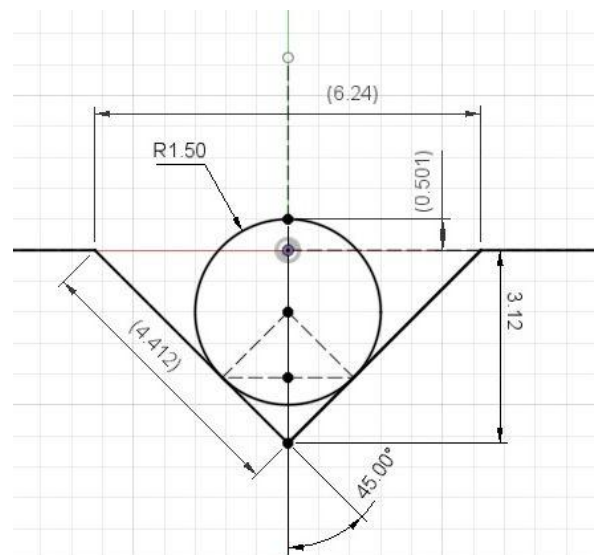
Avec un angle de 45°, il se trouve que $\sin(\hat{\alpha}) = \cos(\hat{\alpha})$; la formule (cf. Annexe) se simplifie alors sous la forme suivante.

$$MN = R - [NC - R*(\sin(\hat{\alpha}) + \cos(\hat{\alpha}))] = R - [NC - R*(2*\sin(\hat{\alpha}))] = R*(1+2*\sin(\hat{\alpha})) - NC$$

$NC = R*(1+2*\sin(\hat{\alpha})) - MN$; on peut prendre $\sin(\hat{\alpha}) = 0,7071$ sans faire de grosse erreur.

Exemple : $D = 3\text{mm}$ soit $R = 1,5\text{ mm}$. $MN = 0,5\text{ mm}$

$NC = 1,5*(1+2*0,7071) - 0,5 = 3,12\text{ mm}$. La profondeur du Vé par rapport au plan horizontal sera de 3,12 mm. La descente de coupe de la fraise pour l'usiner sera de 4,41mm



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



- VAPEUR 45 -

FOLI0 5/9 - Jan. 2024



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

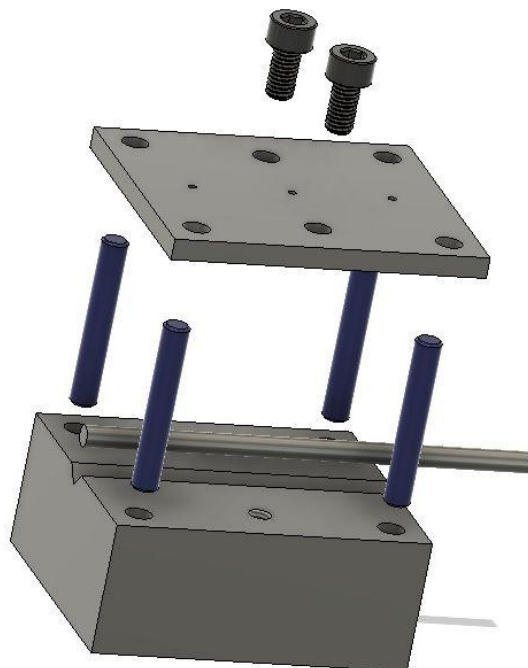
6. EXEMPLE D'UN OUTILLAGE POUR PERCER DES RONDS DE FAIBLE DIAMÈTRE

Si l'on veut que le perçage soit précisément centré dans le rond, le Vé doit lui-même être parfaitement centré. Comme on le voit sur l'éclaté on ajoute 4 pions pour que le chapeau s'installe parallèlement au plan horizontal du bloc, ceci afin d'avoir un guidage du foret correct. Pour un usage fréquent on préférera l'acier doux. On note 3 positions de perçage sur le chapeau, ce qui est parfois pratique pour de la petite série.

Mis à part le Vé lui-même, aucune dimension n'est critique. On aura intérêt, pour gagner du temps, de partir d'une barre aux dimensions proches des dimensions finies.

Une dimension d'outillage est adaptée à une plage de diamètre de ronds donnée. On peut prévoir plusieurs diamètres de perçage dans le chapeau pour en faire un outil pratique avec un usage étendu.

Penser à prévoir une surcote des flancs pour la "rectification" après l'opération de vérification du centrage du Vé.



Déroulé de l'usinage

On commence par calculer les caractéristiques du Vé et la trajectoire d'outil

1. Préparation soignée des ébauches à partir d'une même barre afin d'obtenir un parallélépipède aussi parfait que possible. Les faces frontales de l'ébauche pourront se satisfaire d'un fraisage latéral. L'ébauche du corps du Vé doit disposer d'une légère surcote des flancs pour permettre une éventuelle reprise après usinage du Vé.

2. Prendre la pièce en étau sur son équerre à 45°. Prendre son temps car l'exactitude du positionnement à 45° est importante.

3. Recherche de l'arête avec l'outil monté par la méthode qui vous donnera le plus de précision. On choisira une fraise de diamètre conséquent pour limiter la déflexion latérale pendant l'usinage de la rainure.

4. Réaliser la trajectoire prévue telle que calculée au chapitre précédent. Un indicateur de descente est le bienvenu afin d'éviter une sur-profondeur.

5. Contrôle.

- On contrôle d'abord la hauteur de dépassement du rond au-dessus du plan horizontal de l'outillage. Trop de dépassement : profondeur insuffisante, on reprend le vé en usinage. Pas assez de dépassement : profondeur trop importante, on arase la surface du bloc où le Vé est usiné.

- on contrôle le centrage du vé. On effectue le montage tel que sur la vue ci-après. On mesure la première cote, on pivote la pièce dans son plan vertical puis on mesure la seconde

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



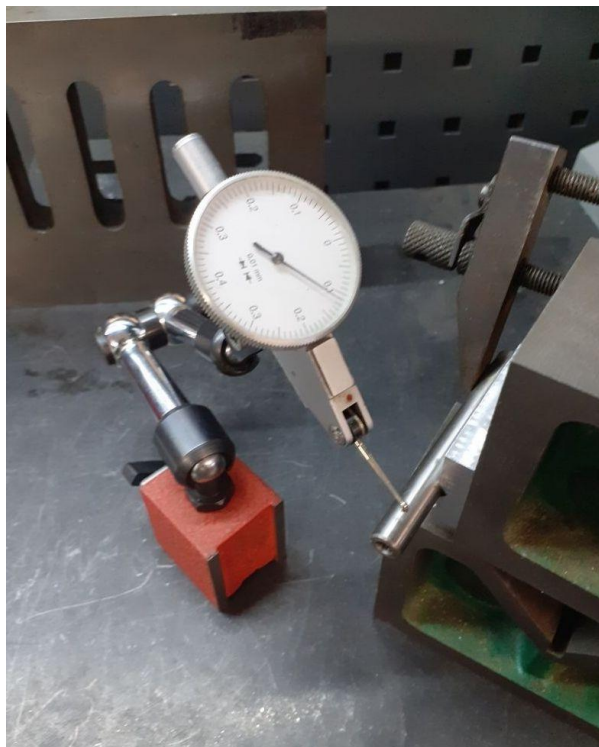
- VAPEUR 45 -

FOLI0 6/9 – Jan. 2024

 **Villeneuve d'Ascq**
Une ville en mouvement

Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

cote. On marque au feutre le flanc qui donne la cote la plus grande. On reprend en étau et on enlève la différence entre les deux cotes. On revérifie. Le vé est alors centré.



6. Perçage et taraudage des logements des vis dans le bloc du Vé. Perçage des passages des vis dans le chapeau si possible à la cote exacte des diamètres de vis. Assembler serré. S'assurer qu'il n'y a pas de débord du chapeau. Si c'était le cas on reprend en fraisage latéral le chapeau monté sur le bloc en veillant particulièrement à ne pas toucher le bloc lui-même. Repérer les pièces par deux coups de pointeau léger.

7. Prendre l'ensemble en étau en intercalant entre la mâchoire mobile et la pièce un matériau compressible, par exemple un morceau de médium de 3 ou 5mm. Cela assure que les deux pièces sont immobilisées malgré de petites différences. Percer puis aléser les 4 logements des pions de guidage. Prendre un diamètre standard car cela permet d'utiliser du rond rectifié.

8. Mettre les pions à la même dimension sur le tour. S'ils sont en acier trempable genre 100C6 ne pas se priver d'un essai de trempe et de revenu. Insérer dans le montage et vérifier que tout se passe bien. Les coller à la Loctite dans le bloc. Il est prudent de laisser polymériser quelques heures à 20°C.

9. Remonter l'ensemble serré avec un bout de rond du diamètre prévu pour exécuter le perçage final. Sous peine de ruiner tous les efforts précédents on fera une recherche d'arête avec une pinule et un déplacement précis par lecture sur les bagues des manivelles. Pointer avec foret à centrer, puis perçage.

Lorsque le perçage du rond se fait à une cote précise on se fabrique au tour une jauge de profondeur ou à la fraiseuse une pige de dépassement.

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



- VAPEUR 45 -

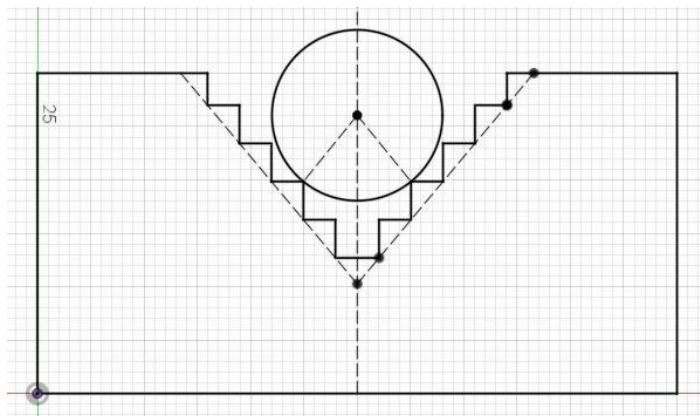
FOLI0 7/9 – Jan. 2024

 **Villeneuve d'Ascq**
Une ville en mouvement

Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

7. COMPLÉMENT

Lorsque l'on a un rond de taille plus importante à percer on pourra aussi fabriquer un Vé par usinage horizontal étagé (crénelage). Le crénelage autorise des angles de la valeur que l'on souhaite. L'inconvénient de la méthode est que les arêtes sont fragiles. L'utilisation d'acier doux est souhaitable avec une trempe, même sommaire, si cet acier est trempable.



L'angle du Vé n'est pas critique. Une épure à l'échelle 1 est suffisante pour déterminer la largeur et la profondeur des marches d'escalier la plus commode pour ne pas s'embrouiller dans l'usinage. La hauteur des marches du crénelage peut varier à chaque palier par contre il convient d'être attentif et intransigeant sur la symétrie axiale de l'ensemble.

L'image qui suit montre un dispositif basé sur ce principe mais plus élaboré.



Source <https://www.hemingwaykits.com/HK1410>

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



- VAPEUR 45 -

FOLI0 8/9 - Jan. 2024

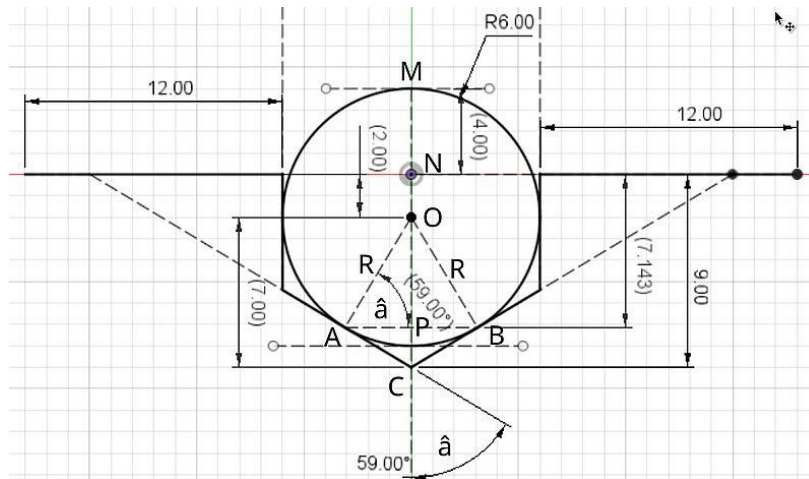
Une ville en mouvement

Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

8. ANNEXE

On se pose la question : de combien dépasse une bille placée dans un trou dont le fond est conique ?

Dans le cas présent cela permet de savoir de combien il faut percer le logement de la bille dans le bloc de serrage pour avoir un jeu donné, par exemple 0,5mm. Les forets ont un angle standard de pointe de 118°.



Les fonctions $\sin(\hat{\alpha})$ et $\cos(\hat{\alpha})$ se trouvent sur les calculettes en mode scientifique avec le label sin ou cos sur les touches.

Le rayon de la bille, la profondeur du cône et l'angle de cône sont supposés connus.

Exemple : $R = 6,0 \text{ mm}$; $NC = 9,0 \text{ mm}$; $\hat{\alpha} = 59^\circ$

Les rayons OA et OB sont perpendiculaires aux génératrices du cône.

L'angle OAB est égal au demi-angle du cône, soit 59° dans notre exemple. De même l'angle ACP vaut 59° . La bille dépasse de MN.

$$MN = OM - NO = R - NO$$

$$NO = NC - OP - PC ; OP = R \cdot \sin(\hat{\alpha}) ;$$

$$AP/PC = \tan(\hat{\alpha}) \text{ d'où } PC = AP/\tan(\hat{\alpha}) \text{ et comme } AP = R \cdot \cos(\hat{\alpha}) \text{ alors } PC = R \cdot \cos(\hat{\alpha})^2/\sin(\hat{\alpha})$$

$$\text{donc } NO = NC - R \cdot (\sin(\hat{\alpha}) + \cos(\hat{\alpha})^2/\sin(\hat{\alpha}))$$

$$MN = R - [NC - R \cdot (\sin(\hat{\alpha}) + \cos(\hat{\alpha})^2/\sin(\hat{\alpha}))]$$

Exemple numérique

$\hat{\alpha} = 59^\circ$; $\sin(\hat{\alpha}) = 0,857$; $\cos(\hat{\alpha}) = 0,515$; ces valeurs s'obtiennent sur une calculette en mode scientifique.

$$NO = 9 - 6 \cdot (0,857 + 0,515 \cdot 0,515 / 0,857) = 9 - 6 \cdot 1,167 = 2,000$$

$$MN = 6 - 2,000 = 4,00 \text{ mm}$$

Pour un demi-angle de cône de 45° , les autres valeurs inchangées, on trouverait :

$$MN = 5,485 \text{ mm}$$

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



- VAPEUR 45 -

FOLI0 9/9 - Jan. 2024



Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>