FICHE TECHNIQUE
FILETAGE SUR TOUR

FPe22

1. SOMMAIRE

1. Sommaire 1
2. Avant propos 1
3. Filetage : connaissances de base 2
4. Pas à droite, pas à gauche 4
5. Outillage 4
6. Outils 6
7. Inclinaison du chariot porte-outil 7
8. Procédure d'usinage 8
9. Préparation du tour 9
10. Annexe 1 13
11. Annexe 2 15
12. Table de quelques filetages ISO courants 24
13. ISO Pas fin 26

2. AVANT PROPOS

Les éléments les plus techniques ont été reportés dans les Annexes. Nous ne traiterons que des filetages métriques ISO. La réalisation d'outil de tournage dédié au filetage n'est pas abordée.

Pour nos activités l'un des filetages normalisé le plus répandu est le filetage métrique ISO.
Il existe cependant d'autres types de filetages dont certains très spécialisés, médical, aéronautique, hautes pressions, optique et photographie, artillerie, carré, à filets ronds pour vis à billes…
Dans les pays anglo-saxons les filetages Whitworth et UNF (aux USA) sont parmi les plus courants.
Dans notre pratique de modéliste on exécute des filetages en petit nombre et sur de courtes longueurs. On les réalise généralement avec des outils à main comme ce porte filière monté sur la poupée mobile du tour.

Pourtant le filetage au tour est injustement sous-employé :

- il n'est pas très complexe à mettre en œuvre.
- il permet d'usiner une large gamme de filetages ISO à pas métriques ou impériaux

*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***

- si l'on sait affûter les outils dans du barreau HSS on aura la possibilité d'usiner des filets de forme différente, en particulier trapézoïdaux pour réparer nos machines.
- Il prend tout son intérêt pour économiser l'achat de tarauds et filières de gros diamètre, équipements souvent coûteux pour lesquels on a bien souvent un usage unique.
- il est possible d'exécuter des filetages "exotiques" et/ou avec un pas peu courant, en effet rien n'empêche de créer un filetage au pas de 1mm sur un diamètre de 15,8 mm (5/8'') à condition de réaliser l'écrou sur la même base[(1)].
- Sur nos machines métriques d'établi les engrenages sont le plus souvent au module **m = 1** donc faciles à se procurer et peu coûteux.

On se centrera sur la méthode la plus utilisée par les amateurs : le filetage dit par « cycle carré », il sera détaillé plus loin.

3. FILETAGE : CONNAISSANCES DE BASE

Un filetage normalisé est défini par son diamètre nominal ***d*** et son pas ***p***.
Le pas ***p*** est la distance qui sépare deux fonds de filets ou deux crêtes. C'est la distance que parcourt l'écrou lorsque qu'il tourne d'un tour complet.
Le pas métrique ISO est basé sur un triangle équilatéral qui décrit une hélice de pas ***p***.

Les filetages ISO sont définis en pas standards, eux-mêmes subdivisés en pas "gros" (*coarse thread*) et pas fins (*fine thread*).

Les pas fins ont une résistance unitaire moindre par filet mais ils présentent des avantages :
- pour les pièces minces en particulier tubulaires,
- pour diminuer les risques de desserrage (la pente de l'hélice est plus réduite)
- pour faire des réglages plus précis sans cependant avoir à recourir à des vis différentielles (comme dans les micromètres).

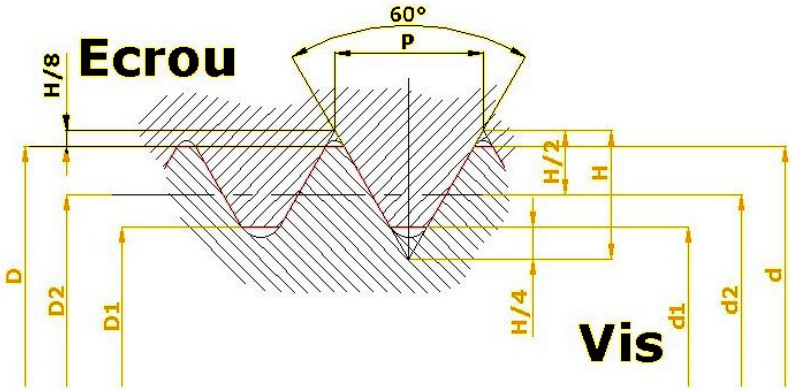
Par exemple pour le M10 on trouve quatre pas fins 0,5 / 0,75 / 1,00 / 1,25 et un pas gros 1,5

Dans notre pratique il importe de connaître :
- le diamètre nominal d de la vis et son pas ***p***
- le diamètre d'alésage de l'écrou d1 (diamètre de perçage)
- la profondeur de filet ***h***

(1) c'est le cas pour quelques axes porte-engrenages de mon tour de facture ancienne

*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 : la profondeur de filet peut être très légèrement augmentée pour donner un peu d'aisance si l'ensemble vis-écrou est dur. On ne dépassera jamais la profondeur du triangle générateur.



Hauteur du triangle générateur :
H = cotg 30° * p/2 = 0,866*p

Hauteur de contact entre les filets de la vis et de l'écrou :
Cette valeur est surtout utile pour faire des calculs de résistance ;

H1 = H-(H/4 + H/8) = 5/8 H= 0,5412 *p*

Profondeur h du filet de la vis
Par convention le jeu entre le haut du filetage de l'écrou et le fond du filet de la vis est de H/6

h = H-(H/8+H/6)=17/24 H = 0,6134 *p*

Diamètre d1 du fond de filet de la vis (noyau)

d1 = d - 2h = *d* – 1,2268 *p*

Diamètre d'alésage D de l'écrou

D = d – 2H1 = *d* – 1,0825 *p*

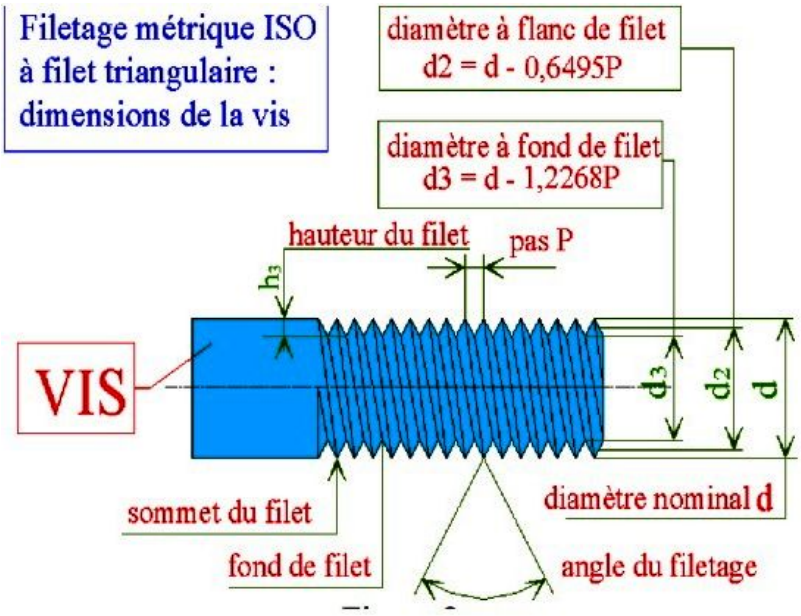
Profondeur h1 du filet de l'écrou

h1 = H – (H/4 + H/12)= 2/3*H = 0,5773 *p*

Diamètre D1 fond de filet de l'écrou

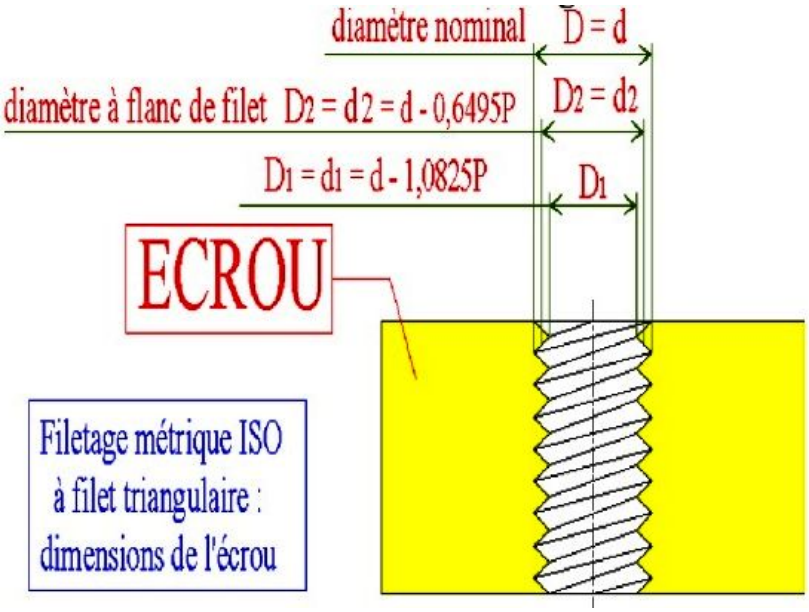
D1 = d + 2*(H/8 – H/12)= *d* + 0,0722 *p*

Exemple: *Source joho.free*



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne*

Le diamètre du noyau **d3** a de l'importance si la vis est évidée, comme c'est le cas d'un tube fileté.



Pour un écrou de filetage M10 x 1,5 destiné à une vis de d = 10 mm de diamètre, le pas est de 1,5 ; l'écrou avance de 1,5 mm pour un tour.
Pour tarauder on devra percer à 10 – 1,0825 *1,5 = 10-1,623785 = 8,37625 soit 8,4 mm
La profondeur du filet sera 0,5773*1,5 = 0,86595 soit 0,87 mm soit 0,9 mm.

4. PAS A DROITE, PAS A GAUCHE

Tenir la vis verticalement devant soi. Si on voit les filets monter de gauche à droite, le pas est dit à droite. Si vous engagez un écrou, en le tournant à droite (sens horaire) il monte.

Le bas est dit à gauche dans le cas contraire. Si vous engagez un écrou, en le tournant à droite (sens horaire) il descend (se dévisse)

Conventionnellement, face au tour, compte tenu du sens de rotation anti-horaire de la broche de tour les pas à droite s'usinent de droite à gauche, c'est à dire de la poupée mobile vers la poupée fixe.

Si l'on veut usiner un pas à gauche il faut non seulement usiner de gauche à droite en inversant le sens de rotation de la broche du tour mais, surtout, monter l'outil à l'envers (tête vers le bas). Cela n'est pas toujours possible de le monter ainsi à cause de la disposition propre au porte-outil. La solution consiste souvent à placer l'outil sur un porte outil arrière. Il existe des outils dédiés au pas à gauche. Rappelons que la pointe de l'outil doit être exactement à hauteur de l'axe de la broche du tour.

5. OUTILLAGE

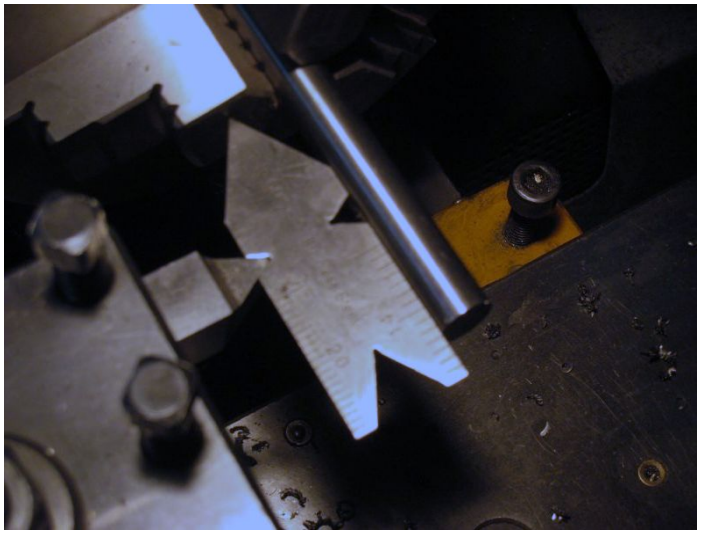
Pour une pratique amateur, côté mesure, on se contente d'un jeu de jauges ISO et d'un calibre d'affûtage métrique, appelé « sardine » (*fishtail gauge*). Comme ils sont peu onéreux des Jauges pour les filetages *Withworth* et UNF (ISO impériaux) sont bien pratiques aussi.

*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
FILETAGE SUR TOUR

FPe22

Le jeu de jauges permet de déterminer à quel filetage on a à faire ou de vérifier l'usinage d'un filetage. Le calibre d'affûtage contrôle l'angle des outils, surtout si l'on fabrique soit-même ceux-ci. Le calibre d'affûtage est aussi très pratique pour régler l'outil de coupe comme le montrent les schémas suivants



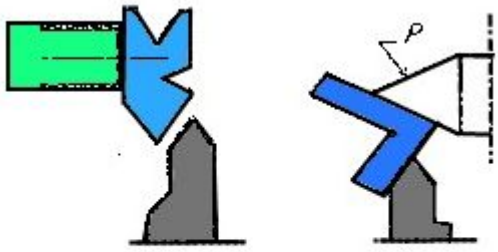
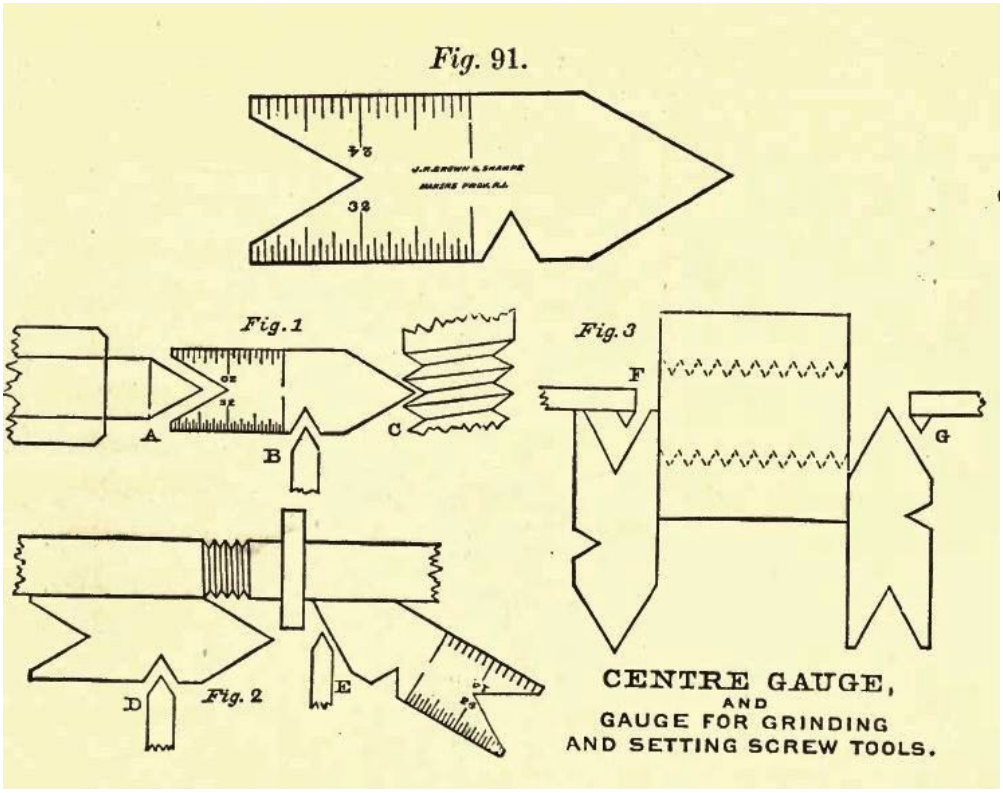


Fig. VI-6 et 7

*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***



6. OUTILS

Les outils grand public à insert carbure jetable d'origine chinoise remplacent de plus en plus les outils HSS. En effet l'affûtage de barreaux HSS pour obtenir un outil précis demande un guide d'affûtage, du soin et de la patience.

6.1. Outils HSS

*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***

6.2. Outils à insert carbure

Filetage extérieur

Filetage intérieur

7. INCLINAISON DU CHARIOT PORTE-OUTIL

L'inclinaison du chariot porte-outil est un artifice qui permet d'augmenter la précision de déplacement de l'outil. Un avantage et non des moindres c'est la qualité de finition de l'usinage. En attaque directe l'outil coupe par ses deux arêtes. Il a tendance à vibrer. Avec une inclinaison du chariot porte-outil une seule arête coupe ce qui maintient l'outil contre l'autre arête. Le copeau se déroule et se détache mieux. A chaque passe, l'outil se déplace latéralement.

Pénétration directe

Pénétration latérale (petit chariot incliné)

Source : chaîne youtube « This old Tony »

On choisit un angle de 30° car alors le déplacement de l'outil perpendiculairement à l'axe du tour est la moitié du déplacement du chariot. (voir schéma) et l'outil ne coupe que d'un seul

*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***

côté, vibrant moins. Certains utilisent un angle de 29° car l'outil ne coupanr plus que sur une partie de l'arête la coupe est réputée plus propre. A vous de vous faire une opinion.

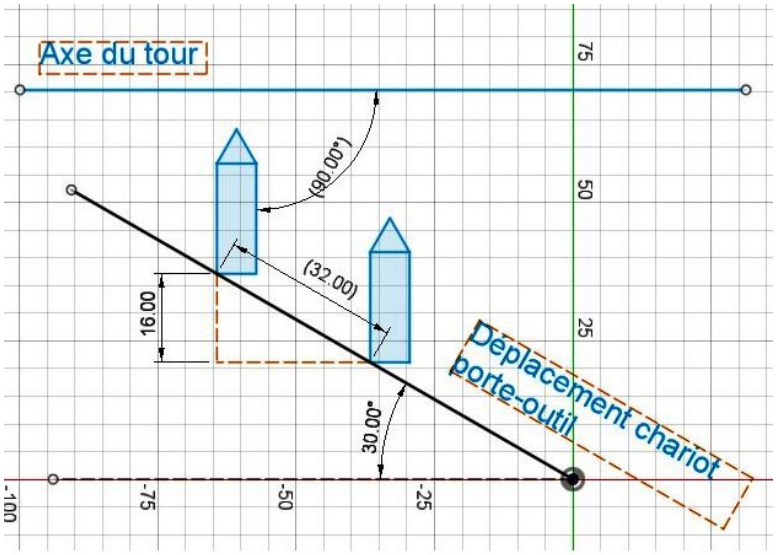
Le déplacement de l'outil vaut : L_outil = sinus (A)* L_PorteOutil ;

A est l'angle de l'axe de déplacement du porte-outil avec l'axe de broche.

Pour un angle de 30° il vient sinus(30) = 0,5. Pour 20° on aurait sinus (20) = 0,342 le déplacement de l'outil serait environ 3 fois moindre que celui du chariot porte-outil.

L'axe de l'outil doit cependant être parfaitement perpendiculaire à l'axe du tour. Le déplacement différentiel induit par l'inclinaison du chariot porte-outil est particulièrement appréciable lorsque que le pas, et donc la profondeur du filet est très petite.

Attention donc au piège : bien se souvenir que la profondeur de passe est égale au déplacement du chariot porte-outil multiplié par le sinus de l'angle du chariot.



8. PROCEDURE D'USINAGE

Nous allons décrire la méthode la plus couramment utilisée, parfois nommée méthode du « cycle carré ». Cette méthode convient bien lorsque le filetage n'a pas une trop grande longueur car le retour arrière du chariot pour entamer un nouvelle passe est lent ; en effet avec cette méthode la vis-mère ne doit jamais être débrayée avant la fin de l'usinage complet et de son contrôle. Pour les grandes longueurs on lui préférera alors le filetage aux repères (présenté en Annexe) qui permet un retour rapide par débrayage de la vis-mère.

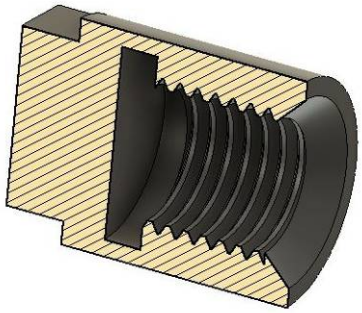
8.1. Ebauche

Note : on peut diminuer d'environ 10 % la hauteur du filet sans compromettre la résistance du montage. En effet la hauteur de contact entre les filets de la vis et de l'écrou, qui détermine la résistance du filet, vaut 0,5412 *p*. La profondeur du filet est 0,614 *p*. Le rapport des deux vaut environ 11 %. Donc si par mégarde vous avez mangé la cote en diamètre, il n'est pas toujours obligatoire de mettre la pièce au rebut, du moins pour un amateur.

L'ébauche est tournée au diamètre théorique. On usine ensuite, au contact de l'épaulement, une gorge de profondeur égale à la hauteur du triangle générateur 0,866p, et d'une largeur au moins égale à p. Dans la pratique la largeur de cette gorge sera fonction de l'encombrement de l'outil et du temps d'arrêt de la broche. En effet nos petits tours d'établi ne sont pas tous équipés d'un moteur frein. On préférera prendre l'ébauche en pince, genre ER, 5C, ou W20 pour les tours anciens, afin d'une part d'augmenter la précision et d'autre part diminuer l'inertie de rotation (due au mandrin) pour une immobilisation plus rapide de la broche.

*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***

On usine un chanfrein d'entrée à 45° et de largeur *p*. Ensuite, une fois l'ébauche terminée, on passera au filetage proprement dit.

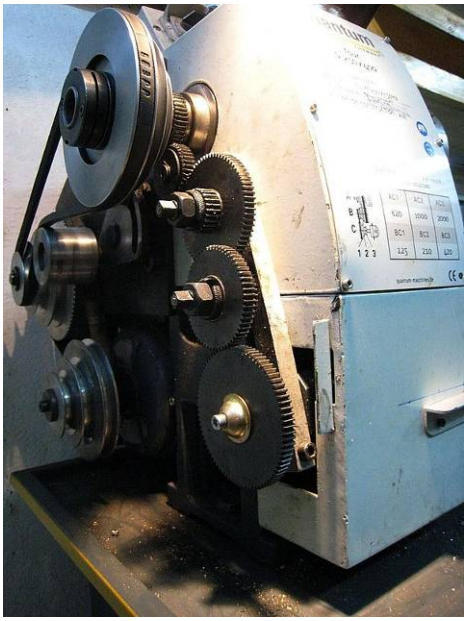


Pour les filetages intérieurs borgnes on usinera un chambrage en fond d'écrou. Lors de l'usinage ce chambrage évite à l'outil à fileter de talonner en fond d'alésage. En utilisation courante le chambrage assure un serrage à fond du boulon.

Outil à chambrer à pastille carbure brasée

9. PREPARATION DU TOUR

1. <u>En tout premier lieu</u>, placer la broche (poupée fixe) **sur la vitesse la plus faible**, généralement vers 100-150 trs/mn pour les petits tours d'établi.

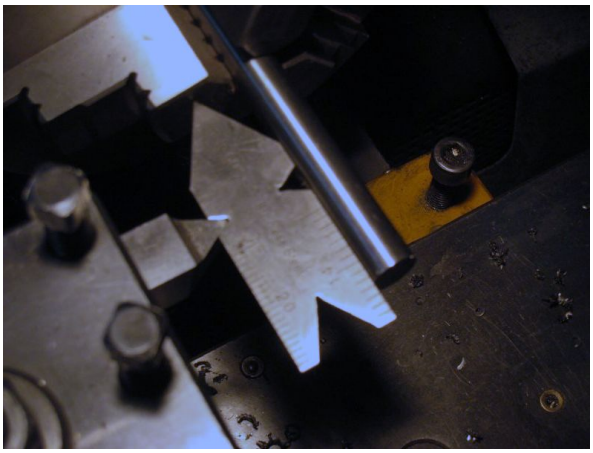


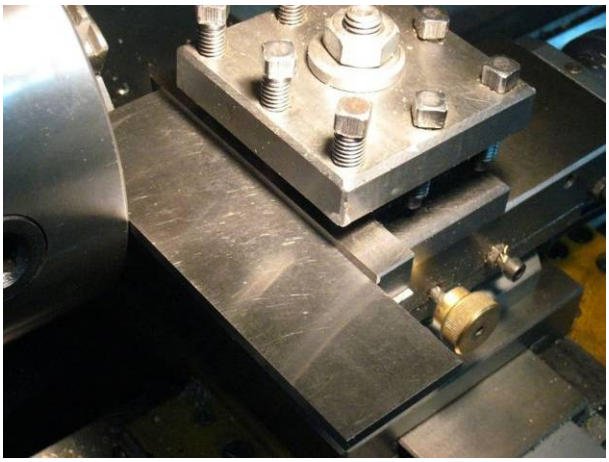
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

2. Réaliser la combinaison de pignons permettant, pour un tour de broche, de faire avancer l'outil d'une valeur exactement égale au pas p. Les fabricants de tour fournissent une table de pignonnerie ainsi que le jeu de pignons. Pour des raisons de budget on achète fréquemment des machines d'occasion sans notices et avec des jeux de pignons incomplets. Nous avons placé en Annexe une méthode semi-empirique pour se débrouiller en connaissant le pas de la vis-mère. Le module des engrenages de nos tours est fréquemment **m = 1**. *Voir fiche technique FPe17* http://vapeur45.fr/fiches-pratiques

3. Monter la pièce à fileter. L'axe de la partie cylindrique à fileter devra être confondu avec l'axe du tour. Pour des pièces très précises on procède comme de coutume avec un comparateur. Ou bien alors on aura prévu initialement sur l'ébauche une petite surépaisseur pour la mise à la cote définitive. Dans la plupart des cas on se satisfera d'une prise directe de l'ébauche sur mandrin 3 mors.
4. Incliner le chariot porte-outil de l'angle souhaité. Noter le sinus de l'angle et calculer le déplacement complet du chariot porte-outil.
5. Régler précisément l'outil de filetage pour qu'il soit :
   a. à la hauteur du centre du tour
   b. perpendiculaire strictement à l'axe de la broche du tour.

   Le mieux est d'utiliser une « sardine » (fishtail gauge). Pour les cas les plus courants on peut simplement se servir d'une cale de fraisage.
6. Passer la zone à fileter au bleu à tracer (*Dykem*). Mettre en place des repères visuels et/ou des sécurités pour éviter le télescopage du traînard avec le mandrin ou des parties de la pièce. Sur les tours chinois grand public d'entrée de gamme il n'y a aucun fusible mécanique de type goupille laiton qui casse en cas de blocage… donc prudence





9.1. Mode opératoire du « cycle carré »

1. Une fois la vis-mère engagée elle ne devra plus être débrayée avant le contrôle final du filetage.
2. L'engagement et le dégagement de l'outil se font exclusivement par manœuvre de la vis du chariot transverse

*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. Le serrage (prise de passe) s'effectue exclusivement par le mouvement du chariot porte-outil appelé aussi petit chariot, ou petit mouvement.
4. Vis-mère débrayée amener l'outil en contact fin avec la pièce. Mette la bague du mouvement du chariot transverse à zéro. Mettre la bague du mouvement du chariot porte-outil à zéro.
5. Dégager l'outil franchement avec la manivelle du transverse en la tournant d'un demi à trois-quarts de tour. Déplacer le traînard vers la droite à 10-15 mm au-delà de la zone à usiner. Replacer la bague repère du chariot transverse sur zéro.
6. Embrayer la vis mère. Faire un serrage très léger de l'outil en utilisant le mouvement du chariot porte-outil. L'outil doit juste venir rayer la pièce
7. Démarrer le tour en marche avant, le traînard se déplaçant alors de la droite vers la gauche. L'arrêter aux butées. Dégager l'outil. Démarrer en marche arrière. L'arrêter dans la zone de parking. Lorsque l'on repart en sens inverse il faut penser à se réserver au moins deux tours complets de la vis mère pour récupérer les jeux avant d'atteindre la pièce.
8. Mesurer sur l'ébauche, à l'aide des peignes, que le pas légèrement tracé par l'outil est bien celui choisi. En cas de problème vérifier en priorité que le jeu d'engrenages monté correspond bien au filetage choisi. Si tout est OK le cycle peut démarrer.

9.2. Cycle opératoire

1. Dégager l'outil. Inverser le sens de rotation. Arrêter dans la zone de parking. Remettre le transverse à zéro
2. Serrer l'outil avec le mouvement du petit chariot. Démarrer en marche avant. Arrêter en fin de course de l'usinage de la passe. Reprendre en 1.
3. En fin de la dernière passe dégager l'outil au transversal. Rotation inverse, mettre le traînard en zone de parking. Sans toucher au petit chariot faire une passe de nettoyage. Revenir en zone parking après avoir désengagé l'outil.
4. Contrôler le filet. Si le filetage est correct : débrayer la vis-mère. Placer le traînard en zone parking. Mettre la broche en route en sens inverse (rotation horaire) et nettoyer les bavures avec une brosse métallique fine. La rotation inverse éloigne naturellement la brosse du mandrin
5. Avant toutes choses désengager la lyre porte-engrenages ou la boîte de réduction de vitesse (dite boîte d'avances). Mettre le tour en vitesse normale. A l'aide d'une lime douce plate adoucir le sommet du filet pour enlever les dernières bavures.

9.3. Usinage à outil inversé

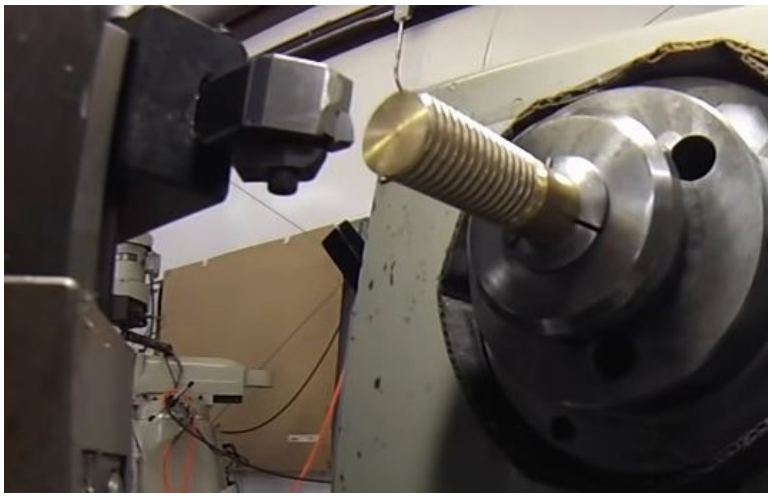
Cette méthode est pratiquement indispensable lorsque l'on travaille très près d'un épaulement avec un pas assez grand et un tour qui ralentit mal.

Avec cette pratique, pendant l'usinage du filet l'outil se déplace de gauche à droite donc sans risque de collision. Cela permet d'augmenter la vitesse de déplacement en augmentant la vitesse de rotation de la broche. Cela fait non seulement de gagner du temps mais aussi garantit une meilleure finition du filet.

*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***

9.4. Filetage extérieur

L'outil, centré sur l'axe du tour est placé tranchant vers le bas. L'usinage se fait alors de la droite vers la gauche (rotation moteur horaire). Sinon le cycle des manœuvres sont les mêmes.
Pendant la taille du filet l'outil se dégage naturellement de l'ébauche.



Source : Joe Pieczynski

9.5. Filetage intérieur

On peut pratiquer l'usinage à outil inversé pour réaliser les filetages intérieurs. On usinera le filet, selon la commodité que l'on y trouve, soit sur la partie la plus proche de l'opérateur (outil inversé plaquette vers le bas) ou soit la plus éloignée (outil en position normale plaquette vers le haut). Pour le reste rien ne change.

9.6. Cas des trous borgnes

Source : Joe Pieczynski

Il est assez difficile, en mode direct avec de l'outillage amateur, d'exécuter un filetage intérieur borgne sans, un jour ou l'autre, talonner en fond de trou avec des conséquences

*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***

souvent désastreuses. La méthode la plus sûre est celle qui consiste à usiner le filet en se déplaçant de Droite à Gauche (en s'éloignant du mandrin). On place une butée de banc de tour pour ne pas avoir à tâtonner pour placer l'outil dans le chambrage au démarrage de chaque passe.

1ère méthode : en usinant la génératrice la plus proche de l'opérateur

- Monter l'outil à l'envers sur le porte-outil et usiner en mode « Reverse » de gauche à droite.
- En fin de passe lorsque l'outil est en zone parking, on dégage l'outil avec le transversal puis on effectue le serrage de passe avec le chariot porte-outil.
- On arrête le moteur
- Sans réengager l'outil avec le transversal on amène manuellement, en tournant le mandrin, l'outil en fond de trou dans le chambrage.
- on ré-engage l'outil avec le mouvement du transversal
- on met en route le moteur jusqu'à la fin de passe, et on recommence

2ème méthode : en usinant la génératrice la plus éloignée de l'opérateur (voir photo). L'outil est monté en position normale, le déplacement s'effectue de Droite à gauche, moteur en mode Reverse (sens horaire)

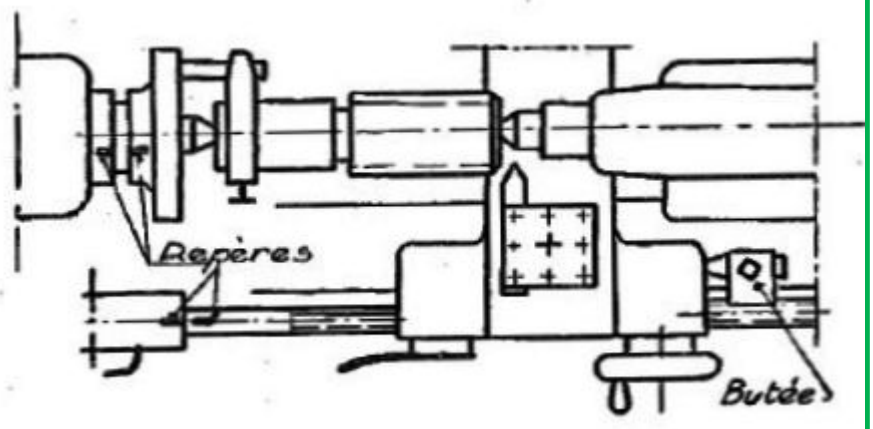
10. ANNEXE 1

10.1. Filetage aux repères

=> Pour retomber dans le pas, l'embrayage de l'écrou sur la vis mère doit avoir lieu lorsque la pièce en rotation et la vis mère sont dans une position adéquate l'une par rapport à l'autre : chacune d'elles doit avoir accompli un nombre entier de tours (pas nécessairement le même nombre) pendant le même temps depuis le ré-embrayage.

Lorsque le pas du filetage est un multiple entier du pas de la vis mère on peut embrayer et débrayer quelque soit la position du chariot porte-outil. Mais en règle générale ... ce n'est pas le cas.

La méthode de retour automatique du chariot par inversion du sens de rotation n'est pas suprême car elle prend du temps et il faut bien penser à faire reprendre les jeux au ré-embrayage en marche avant. En plus, de temps en temps, on se trompe en oubliant d'inverser le sens.



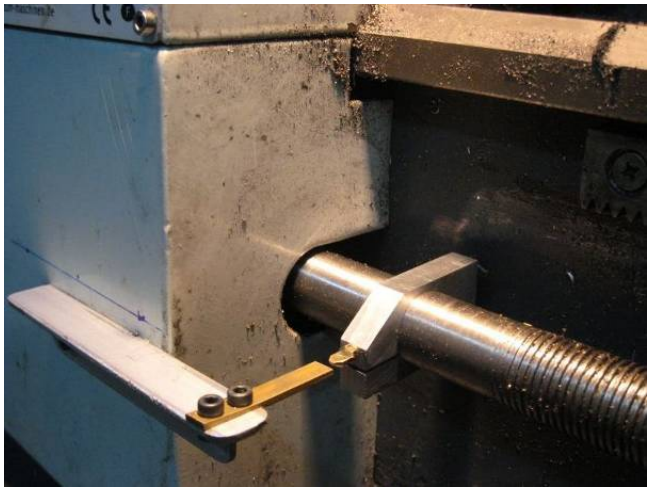
Source : Pour le tourneur mécanicien Tome II – Sodano /éd : Dunod

*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
FILETAGE SUR TOUR

FPe22

Diverses méthodes existent. Celle que je trouve la plus simple et la plus fiable en usinage amateur est de contrôler la concordance broche-vis mère par des repères établis sur la broche et sur la vis-mère et cela avant la première passe. Cette méthode est connue sous le nom de filetage aux repères.
Ces repères peuvent être de simples traits à la craie grasse ou au feutre indélébile. J'ai préféré fabriquer un petit outillage



On va mettre en place :

- un index tournant solidaire de la vis mère
- un index fixe sur la bâti en regard de la vis mère
- un index fixe sur le bâti en regard du plateau de broche
- un index tournant solidaire du plateau de broche qui sera matérialisé par un trait de feutre indélébile.

Repère Haut : l'index fixe de broche est réalisé dans un petit bout de cornière. Une petite rainure de e=5mm a été fraisée pour autoriser un réglage au plus près du plateau de broche. On distingue le repère mobile tracé au feutre noir.

Lors de la première mise en place on met d'abord le repère tournant pour positionner ensuite proprement le repère fixe avant le percement et le taraudage des trous de fixation. Le repère tournant se place n'importe où sur la vis mère. Vérifier qu'il a la place de tourner.

Le repère tournant est réalisé en un seul morceau puis séparé en deux parties avec une fraise-scie . Les deux parties sont serrées par des vis à tête fraisée de M4, immobilisant le repère sur la vis-mère. Le pointeur est de la barre hexagonale de e = 4 mm sur plats dont le bout a été tourné avec un outil à 45°. Une fois montée sur le corps du repère (filetage M3) la moitié a été fraisée plate. L'index fixe est un plat en laiton fixé sur une cornière légère en alu.

*Le repère fixe se règle ensuite pour être sensiblement à la hauteur de l'axe de la vis-mère. Celui-ci, une petite cornière alu, est fixé avec 2 vis M3 sur la tôle du bâti. Une languette en laiton de 2mm facilite le repérage. Supprimer tous les angles vifs et construisez léger pour qu'en cas d'accrochage ou de coincement ce soient eux qui cassent. Pour des **raisons de sécurité** je conseille de démonter ces accessoires une fois le travail fini. Comme il n'y a aucun réglage ils se remontent en quelques minutes.*

*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***

10.2. Exécution du travail

1. Au démarrage procéder comme avec la méthode du cycle carré.
2. Tourner à la main le plateau de broche, dans le sens anti horaire (sens de fonctionnement normal) pour embrayer la vis mère, puis pour reprendre les jeux. Continuer pour amener les deux repères du bas en coïncidence. Lorsqu'ils sont en coïncidence, tracer au feutre indélébile(2) sur le plateau de broche la marque de repère en face du repère fixe du haut. Ces repères ne devront plus être modifiés jusqu'à la fin de l'usinage.
3. Régler le premier serrage (profondeur de passe) au comparateur. Mettre en route. Exécuter la passe. En fin de passe arrêter le tour.
4. Reculer l'outil avec la manivelle du transverse. Débrayer la vis-mère. Reculer jusqu'à la position de parking. Remettre le transverse au zéro.
5. Tourner à la main le plateau de broche, dans le sens anti horaire (sens de fonctionnement normal) pour embrayer la vis mère, puis pour reprendre les jeux. Tourner jusqu'au moment où les repères bas (vis-mère-bâti) et haut (bâti-plateau de broche) coïncident. Puis régler le serrage (profondeur de passe). Mettre en route. Exécuter la passe. En fin de passe arrêter le tour.
6. Recommencer les opérations 4 puis 5 autant de fois que nécessaire pour atteindre la profondeur théorique.

11. ANNEXE 2

11.1. Calcul de l'équipage de pignons dans les cas simples.

Pour réaliser un filetage l'avance de l'outil doit être proportionnelle à la rotation de la pièce. Quand la pièce a effectué un nombre entiers tour complet **N**, l'outil devra avoir avancé d'une longueur égale à ***p*** * **N**.

On réalise cela avec une vis mère solide et usinée avec précision de pas ***P***. Cette vis-mère est couplée à la rotation de la broche. Le couplage s'effectue par un train d'engrenages. Le traînard est en translation (mouvement longitudinal) dès qu'on l'embraye sur la vis mère. Le déplacement de l'outil est alors proportionnel à la rotation de la pièce. Tout le problème est d'organiser l'affaire pour qu'à chaque tour complet de mandrin l'outil avance de ***p***.

Les vis mères ont des pas standards 3, 6, 12 mm par tour. Mais si vous avez récupéré un tour à métaux très ancien ou dédié à un usage spécifique cela peut ne pas être le cas. Il faudra avant tout choses déterminer le pas de la vis mère.

11.2. Accouplement par lyre d'engrenages

Pour lier la broche avec la vis mère on utilise des engrenages. Les fabricants livrent les tours avec des assortiments plus ou moins complets d'engrenages, généralement pour réaliser les pas standards dans une gamme donnée.

(2) se nettoie à l'acétone ou à l'alcool

*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***

Sur les tours d'entrée de gamme, comme celui que j'utilise, les engrenages sont montés sur des cavaliers. Il convient de donner un jeu radial car sinon les engrenages risquent se détériorer. Par ailleurs il y a lieu de les protéger contre l'introduction de limaille et de copeaux. Utiliser une graisse spéciale engrenages. Si au fonctionnement les engrenages sifflent cela signifie que les dents glissent l'une sur l'autre au lieu de rouler. Régler les jeux, si le problème persiste il y a un problème dans l'usinage des dents ou un faux-rond. Faudra s'en satisfaire ou obtenir le changement des engrenages.

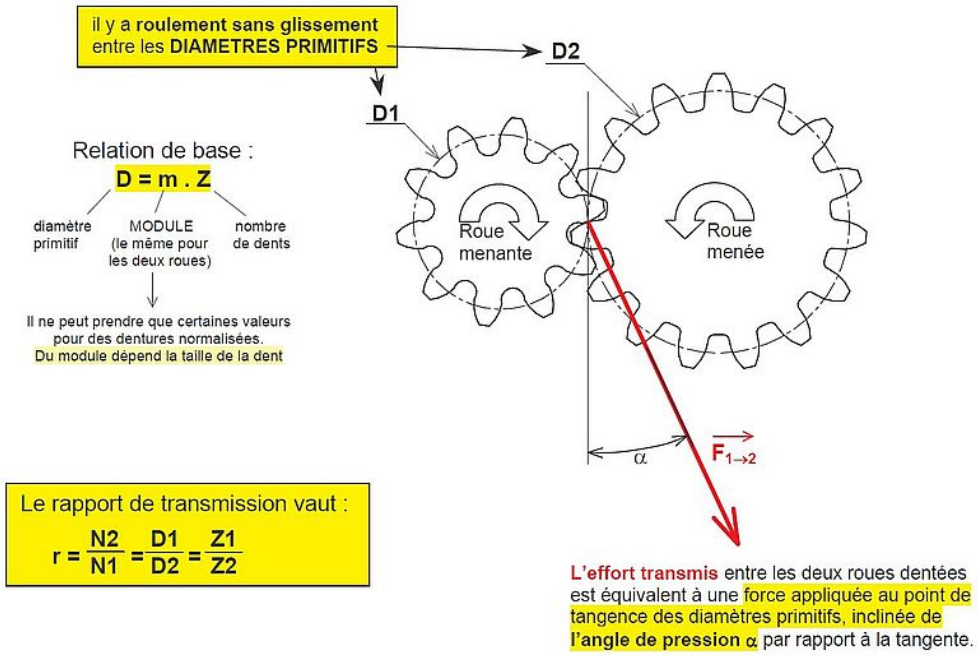
11.3. Quelques définitions sur les engrenages

Source des illustrations :

http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/ssi/ressourcesP/cours/TRANSMISSION_DE_PUISSANCE_PAR_ENGRENAGES.pdf

Par définition on appelle roue menante la roue qui fournit un couple moteur et roue menée (ou conduite) celle qui reçoit un couple moteur. Le rapport de transmission qui est un rapport de vitesse de rotation dépend du nombre de dents des engrenages en liaison directe.

- On rappelle que l'on ne peut accoupler que des engrenages de même module et de même géométrie (angle de pression, type de courbe génératrice de la dent). Les engrenages les plus courants sont générés par courbe involute et ont un angle de pression de 20°.

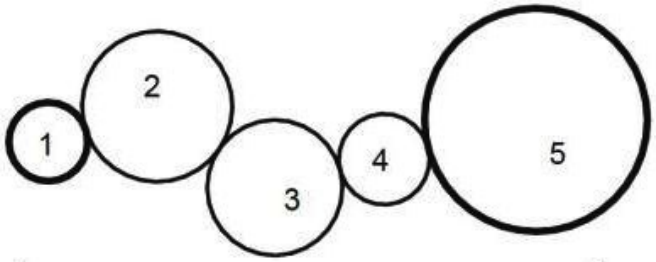


Il faut bien différencier une cascade d'engrenages d'un train d'engrenages. Les croquis qui suivent se suffisent à eux-mêmes.

*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***

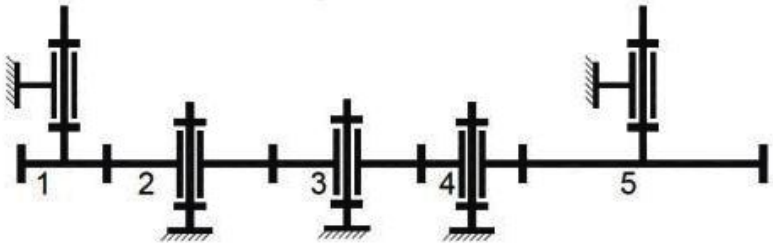
11.4. Cascade d'engrenages

Le rapport de transmission ne dépend que du pignon d'entrée et du pignon de sortie.



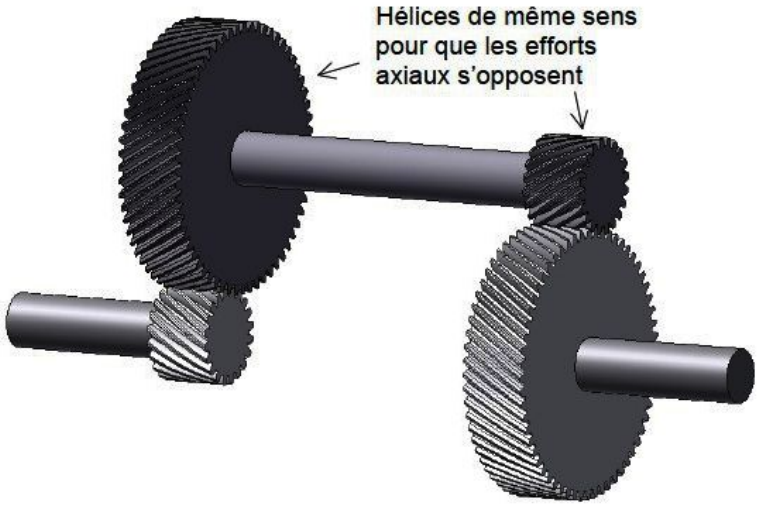
$$r = \frac{N_5}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_5}$$

Quels que soient les pignons intermédiaires, dits « pignons fous »

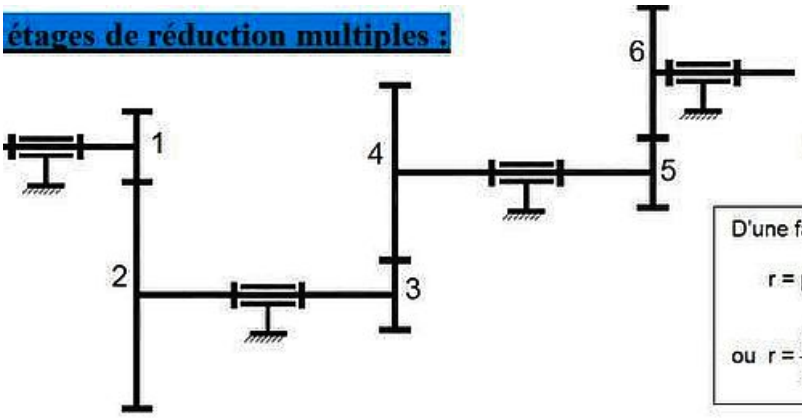


les « pignons fous » n'ont pour fonction que d'inverser le sens de rotation ou d'éloigner les roues motrice et réceptrice l'une de l'autre

11.5. Train d'engrenages



*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***



Sur nos tours le pas sera obtenu, de manière aussi précise que possible par des trains d'engrenages.

On retiendra que :
(Pas à usiner ***p***) / (Pas vis mère ***P***)

= (Produit du nombre de dents menantes ***M***) / (Produit du nombre de dents conduites ***C***)

$$\frac{p}{P} = \frac{M_0}{C_0} \times \frac{M1}{C_1} \times \frac{M_2}{C_2} \times \ldots$$

Le constructeur du tour fournit généralement une table de combinaison pour les pas normalisés en fonction des engrenages disponibles sur la machine. Notons au passage que pour diminuer le nombre d'engrenages à fournir certains constructeurs proposent des combinaisons donnant des valeurs approchées du pas p à usiner. Faites les calculs précis une fois pour toutes et notez-les dans votre cahier d'atelier. Ces approximations quand elles existent ne portent généralement pas à conséquence pour les montages courants. Pour des vis longues à pas fin cela peut devenir préoccupant. Par exemple une vis de 80 mm de long au pas 0,5 mm va demander 160 tours. Si l'erreur de pas est de 0,005 mm (0,495mm au lieu de 0,5 mm) au bout de 160 tours l'erreur de positionnement sera de 160*0,005 = 0,8 mm.

11.6. Calcul de l'équipage d'engrenages

Si cette table d'engrenages n'existe pas il va falloir faire un peu d'arithmétique et tâtonner, car une roue à engrenage a ...un nombre entier de dents. Rien de particulièrement compliqué mais c'est un peu longuet.

Une série normale de roues a été définie ; pour un jeu donné elles sont toutes au même module et peuvent s'échanger sur la lyre de montage. Dans les tours d'entrée de gamme on dispose d'une série réduite (économie oblige).

20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 120 et les roues 63, 127 pour faire des filetages en pouces avec un vis mère métrique

*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***

Un peu d'arithmétique
Munissez-vous d'une calculette ou utilisez celle fournie en standard avec Windows.

Fractions

⇨ Un rapport (fraction) ne varie pas lorsqu'on divise ou lorsqu'on multiplie le haut (numérateur) et le bas (dénominateur) par le même nombre.

$$\frac{1,75}{6} = \frac{175}{600} = \frac{35}{120} = \frac{7}{24} = \frac{0,49}{14,8}$$

Vous pourrez le constater en exécutant à la calculette les divisions ci-contre ; respectivement on a : multiplié numérateur et dénominateur par 10 ; divisé par 5 ; divisé par 5 ; multiplié par 0,7.

Décomposition d'un nombre

⇨ Certains nombres ne peuvent être divisés (division entière sans reste) que par eux-mêmes, on les appelle des nombres premiers.

Donc inutile de se fatiguer avec ceux-là.

Les nombres premiers inférieurs à 200 sont 2, 3, 5,7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103, 109, 113, 127, 131, 139, 149, 151, 157, 163, 167, 173, 179, 181, 191, 193, 197, 199
Un nombre qui n'est pas premier peut s'exprimer comme une multiplication de facteurs simples en particulier une multiplication de nombres premiers
127 = 127 x 1 car 127 est premier.
84 = 2 x 2 x 3 x 7 = 12 x 7 = 6 x 14 = 4 x 21 =3 x 28 = 42 x 2

Pour décomposer un nombre en facteur simples entiers on le divise par des nombres premiers successifs

Exemple 994 = 497 x2 ; la division de 497 par 3 n'est pas entière ; on passe à 5, cela ne marche pas, on passe à 7 cela marche 497 = 71 x 7 donc 994 = 71 x 7 x 2 = 71 x 14 = 497 x 2

C'est cette méthode qui est classiquement utilisée pour trouver les bons pignons.

Passons à la méthode

11.7. Réaliser un pas métrique avec une vis métrique

Nota : on se place ici dans le cas le plus simple. Sachez qu'il existe des méthodes pour la prise en compte de pas dits bâtards (impossible à réaliser au moyen des roues de la série normale) ou les pas cycliques
Faites le bilan des engrenages disponibles et sur votre cahier d'atelier notez la décomposition de l'arrangement de roues fournies.

*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***

1/ Calcul du rapport des pas – Élimination des décimales

Soit à réaliser un filetage au pas de ***p*** = 0,75 mm avec une vis mère au pas de P = 6 mm.

K= ***p***/***P*** = 0,75/6= 75/600 =15/120 = 3/24 = 1/8 = 1/4 x 1/2

2/ Cas d'une combinaison à 4 roues (2 trains)

Premier train

1/4 = (1x20)/(4x20) = 20/80 ou bien (1x25)/(4x25) = 25/100 ou bien encore 30/120 etc.

Deuxième train

1/2 = 20/40 = 25/50 = 30/60 = 35/70 = 40/80 etc.

On sélectionne les fractions qui sont des roues disponibles, ensuite on écarte les combinaisons qui comporteraient deux roues avec un même nombre de dents. Dans notre cas la combinaison 20/80 et 35/70 est réalisable selon deux arrangements.

20 => 80 **20 => 70**
35 => 70 **35 => 80**

p = (20x80) x (35/70) = 0,75

Par contre vous n'avez peut-être pas ces roues ou bien, compte tenu de la disposition mécanique, elles ne s'engrènent pas ou bien interfèrent.

Noter soigneusement la combinaison dans votre cahier d'atelier lorsque celle-ci s'avère efficace car la recherche est quelque peu fastidieuse vous l'aurez remarqué.

11.8. Réaliser un pas en mesures impériales (*inches*) avec une vis métrique.

1 inch = 25, 4 mm.

On parle de nombre de filets au pouce (*TPI = thread per inch*).

Le constructeur vous aura fourni une roue de 127 dents car 254 = 2 x 127 ou par défaut une roue de 63 dents qui est une bonne approximation dans la mesure où le quotient 1600/63 = 25,3968.

Cas de la roue de 127 dents

Soit à exécuter 14 filets au pouce. Un pouce valant 25,4 mm le pas « métrique » serait de ***p*** = 25,4/14 = 1,8128 = 127/70

Si votre vis mère a un pas P de 6mm alors en reprenant le raisonnement précédent on pourra imaginer par exemple :

$$\frac{p}{P} = \frac{127}{70} \times \frac{1}{6} = \frac{127}{70} \times \frac{20}{120}$$

*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***

donc (M=127, C=70) et (M1=20, C1=120)

127 => 70
20 => 120

Cas de la roue de 63 dents

L'exemple ci dessous montre la marche à suivre pour notre filetage de 14 filets au pouce.

$$p \cong \frac{1600}{63} \times \frac{1}{14} \; et \; \frac{p}{P} = \frac{p}{6} = \frac{40x40}{63x14} \times \frac{1}{6} = \frac{40}{63} \times \frac{40}{84} = 1{,}81405$$

Par rapport à un montage exact avec roue de 127 dents l'écart pour 10 tours est de

$$\Delta = (1{,}81428 - 1{,}81405) \times 10 = 0{,}0023 \; mm$$

Cela ne présente des problèmes que pour des vis longues destinées à réaliser des guidages précis.

Sachez aussi qu'il existe d'autres rapports utilisables mais moins précis que 1600/63

Rapport	Valeur	Erreur relative en %
1600/63	25,396825	+0,0125
1575/62	25,403 226	+ 0,013
432/17	25,411765	+0,046
330/13	25,384615	-0,06
280/11	25,454545	+0,21

Si on ne dispose pas de roues à 63 dents, on note que 63 = 7x9 donc on pourra échafauder une combinaison, mais on sera conduit, en général, à un montage à 6 roues au lieu de 4.

11.9. Appareil à retomber dans le pas

Certains tours sont équipés d'un indicateur d'embrayage. Voici un courte notice sur le mode d'utilisation. Il est basé sur le même principe que la méthode aux repères.

Il est basé sur l'observation suivante.

Le rapport, pas à usiner divisé par le pas de la vis-mère, vaut p/P ; il gouverne la relation cinématique entre la broche et la vis-mère. On cherche le nombre minimum de tours entiers que doit exécuter la vis mère pour que la broche exécute un nombre entier de tours.

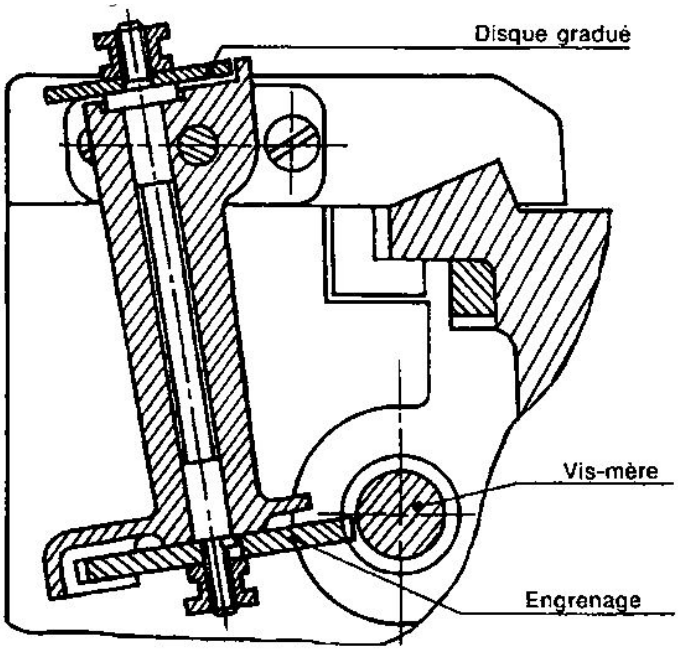
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

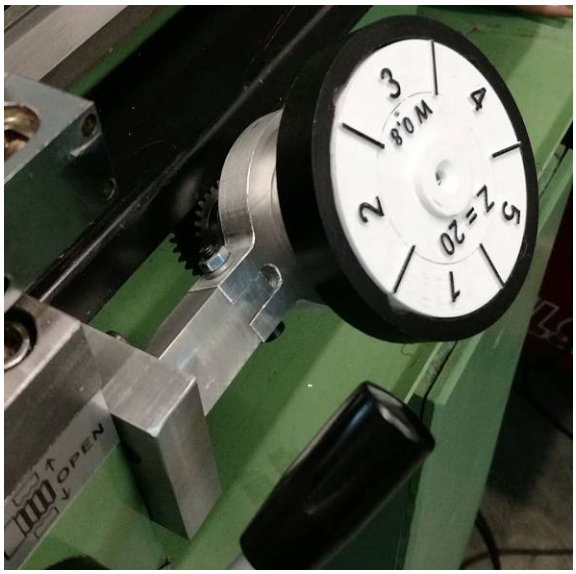
Avec **p** = 1,75 et **P** = 6 alors :

$$\frac{p}{P} = \frac{1{,}75}{6} = \frac{7}{24} = \frac{V}{v}$$

La vis mère aura fait **V** = 7 tours alors que la broche aura fait **v** = 24 tours. On vérifie bien que, entraîné par la vis mère, le traînard a avancé de 7x6= 42mm et que l'outil aura avancé de 24 x 1,75 = 42 mm

L'appareil se compose pour l'essentiel d'un pignon engrené sur la vis mère et d'indicateurs rotatifs gradués.





Indicateur d'embrayage : Source Passion Usinages

Le pignon de l'indicateur doit être choisi de manière à être un multiple du facteur V. On peut alors écrire que Z=k x V
Les filetages ISO standards sont des sous-multiples de 35, 36 ou 33. Les indicateurs sont donc fournis avec un jeu de pignons de 35, 36 ou 33 dents. Pour notre exemple de filetages de 1,75 avec une vis de 6 mm on choisira 35 dents car 35=5x7=5xV. Pour un tour de la vis mère le pignon tourne d'une dent et l'indicateur tourne d'autant. Au bout de 5 tours de vis mère le pignon de l'indicateur à fait 1 tour complet et donc le disque aussi. Le disque sera avec 5 graduations.

*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***

Le tableau ci-dessous résume les calculs.

Vis mère au pas de 6mm													
Pas	**0,35**	**0,45**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1,25**	**1,75**	**2,5**	**3,5**	**4**	**4,5**	**5**	**5,5**
V	7	9	7	4	9	5	7	5	7	4	9	5	11
pignon	*35*	*36*	*35*	*36*	*36*	*35*	*35*	*35*	*35*	*36*	*36*	*35*	*33*
k	5	4	5	9	4	7	5	7	5	9	4	7	3

Ces calculs sont fastidieux à établir alors recopiez-les dans votre cahier d'atelier une bonne fois pour toutes.

Pour les filetages ISO avec vis mère métrique seuls quatre disques sont fournis : 5 et 7 pour le pignon de 35 dents et 4 et 9 pour le pignon de 36 dents, aucun pour le 33 dents.
Comme les disques de 3, 12 ou 18 graduations ne sont pas fournis il faut se débrouiller. Pour 3 graduations on utilise un disque de 9 en prenant une graduation sur 3 (marquée au feutre ou à la craie). Pour 12 on utilise le disque de 4, les embrayages (mise en coïncidence) sont 3 fois moins fréquents, voilà tout. Pour 18 on utilise le disque de 9 avec des embrayages (mise en coïncidence) 2 fois moins fréquents.

Manière de procéder

1/ Equiper l'appareil avec le disque et le pignon choisi. Ne pas serrer le disque
2/ Tour arrêté, engrener le pignon de l'indicateur avec la vis mère, puis embrayer la vis mère.
3/ Faire en sorte qu'une division du disque gradué soit en face du repère fixe. Serrer le disque.
4/ Débrayer la vis-mère, régler l'outil. N'embrayer que lorsque l'indicateur a une division qui passe devant le repère fixe.

*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***

12. TABLE DE QUELQUES FILETAGES ISO COURANTS

Pour l'alésage de l'écrou on prendra généralement le foret immédiatement à l'arrondi supérieur au dixième. Exemple M2x0,4 foret de D=1,6mm au lieu de 1,57mm théorique.

Nominal Diameter	*Pas*	Alésage écrou
		d-1,0825*p
1	*0,25*	0,73
1,1	*0,25*	0,83
1,2	*0,25*	0,93
1,4	*0,3*	1,08
1,6	*0,35*	1,22
1,8	*0,35*	1,42
2	*0,4*	1,57
2,2	*0,45*	1,71
2,5	*0,45*	2,01
3	*0,5*	2,46
3,5	*0,6*	2,85
4	*0,7*	3,24
4,5	*0,75*	3,69
5	*0,8*	4,13
6	*1*	4,92
7	*1*	5,92
8	*1,25*	6,65
9	*1,25*	7,65

*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***

10	*1,5*	8,38
11	*1,5*	9,38
12	*1,75*	10,11
14	*2*	11,84
16	*2*	13,84
18	*2,5*	15,29
20	*2,5*	17,29
22	*2,5*	19,29
24	*3*	20,75
27	*3*	23,75
30	*3,5*	26,21

On procède de la même manière avec les pas fins.

*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***

13. ISO PAS FIN

	Diamètre de perçage mm		Diamètre de perçage mm
2,00 x 0,25	1,75	22,00 x 2,00	20,00
2,20 x 0,25	1,95	24,00 x 1,00	23,00
2,30 x 0,25	2,05	24,00 x 1,50	22,50
2,50 x 0,35	2,15	24,00 x 2,00	22,00
2,60 x 0,35	2,20	25,00 x 1,00	24,00
3,00 x 0,35	2,65	25,00 x 1,50	23,50
3,50 x 0,35	3,15	26,00 x 1,50	24,50
4,00 x 0,35	3,65	27,00 x 1,50	25,50
4,00 x 0,50	3,50	27,00 x 2,00	25,00
5,00 x 0,50	4,50	28,00 x 1,50	26,50
6,00 x 0,50	5,50	28,00 x 2,00	26,00
6,00 x 0,75	5,20	30,00 x 1,00	29,00
7,00 x 0,75	6,20	30,00 x 1,50	28,50
8,00 x 0,50	7,50	30,00 x 2,00	28,00
8,00 x 0,75	7,20	32,00 x 1,50	30,50
8,00 x 1,00	7,00	33,00 x 1,50	31,50
9,00 x 0,75	8,20	33,00 x 2,00	31,00
9,00 x 1,00	8,00	34,00 x 1,50	32,50
10,00 x 0,50	9,50	35,00 x 1,50	33,50
10,00 x 0,75	9,20	36,00 x 1,50	34,50
10,00 x 1,00	9,00	36,00 x 2,00	34,00
10,00 x 1,25	8,80	36,00 x 3,00	33,00
11,00 x 1,00	10,00	38,00 x 1,50	36,50
12,00 x 0,75	11,20	39,00 x 1,50	37,50
12,00 x 1,00	11,00	39,00 x 2,00	37,00
12,00 x 1,25	10,80	39,00 x 3,00	36,00
12,00 x 1,50	10,50	40,00 x 1,50	38,50

*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
FILETAGE SUR TOUR

FPe22

13,00 x 1,00	12,00	40,00 x 2,00	38,00
14,00 x 1,00	13,00	40,00 x 3,00	37,00
14,00 x 1,25	12,80	42,00 x 1,50	40,50
14,00 x 1,50	12,50	42,00 x 2,00	40,00
15,00 x 1,00	14,00	42,00 x 3,00	39,00
15,00 x 1,50	13,50	45,00 x 1,50	43,50
16,00 x 1,00	15,00	45,00 x 2,00	43,00
16,00 x 1,50	14,50	45,00 x 3,00	42,00
18,00 x 1,00	17,00	48,00 x 1,50	46,50
18,00 x 1,50	16,50	48,00 x 2,00	46,00
18,00 x 2,00	16,00	48,00 x 3,00	45,00
20,00 x 1,00	19,00	50,00 x 1,50	48,50
20,00 x 1,50	18,50	50,00 x 2,00	48,00
20,00 x 2,00	18,00	50,00 x 3,00	47,00
22,00 x 1,00	21,00	52,00 x 1,50	50,50
22,00 x 1,50	20,50	52,00 x 2,00	50,00
-	-	52,00 x 3,00	49,00

*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***