

Usinage de cames par coordonnées et plateau diviseur

On présente dans ce document un mode d'usinage de cames adapté à notre hobby, car simple et qui approxime correctement la courbe théorique de la came. Quand on parle cames, on pense immédiatement aux moteurs à explosion. Pourtant l'usage de cames et de soupapes était utilisé dans les machines à vapeur bien avant que le moteur à explosion ne prenne son essor.

D'ailleurs l'usage de cames pour la régulation des machines, l'obtention de cinématiques complexes pour l'automatisation s'est considérablement développé au XIXème siècle. Pour la partie technique le lecteur pourra se reporter à la fiche technique " **FTe09 Cames** "

https://vapeur45.fr/images/stories/vapeur45/Notices_Fiches_techniques/FTeXX/FTe09_CAM_ES_05_2023-Rv0.pdf

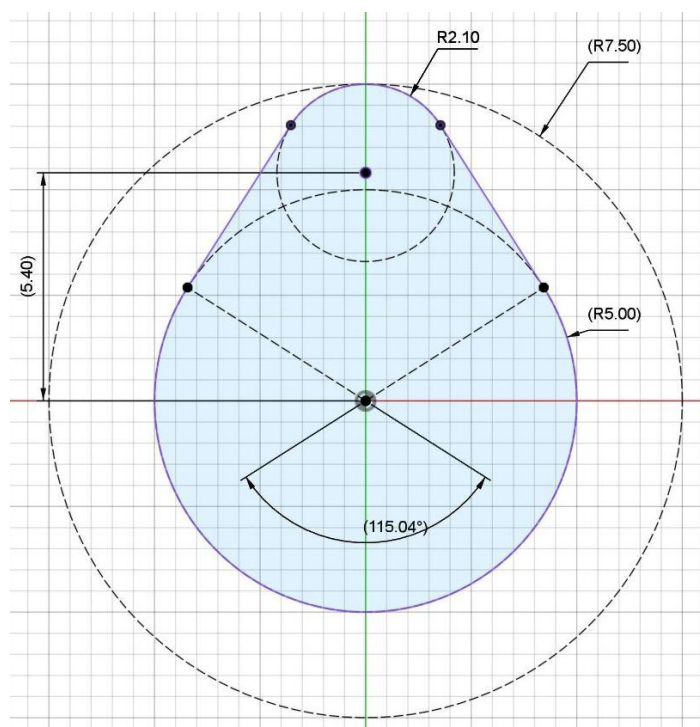
Le procédé comprend 3 phases, aucune d'elle ne pouvant être escamotée :

1. Epure (tracé géométrique précis) de la came
2. Ebauche de la came par fraisage
3. Finition rectification

1-Epure

Nos cames sont de géométrie simple, à deux ou trois lobes avec des lobes circulaires. Au dire des modélistes confirmés cette complexité ne s'avère pas utile, même pour les moteurs à explosion.

L'image suivante montre une came à deux lobes circulaires raccordés par deux plats (tangents aux deux lobes). Cette came est symétrique par rapport à la verticale. C'est très généralement le cas des cames utilisées en modélisme vapeur. On rappelle que la géométrie de came est telle que le patin suiveur ou le poussoir ne doit jamais décoller de la came.



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 7/7 - Mars 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

FICHE TECHNIQUE

USINAGE CAME

FPe50

Sur l'exemple la levée de came, distance entre les centres des deux lobes, est de 5,40mm. Le premier lobe, au centre duquel passe l'arbre porteur, a un diamètre de 10mm et une ouverture d'arc de 115°. Le cercle enveloppe qui est le diamètre du rond que nous allons usiner est de 15mm. Il a pour centre le premier lobe tout en étant tangent au sommet du second lobe.

Vocabulaire technique usuel

Lobe de came : c'est la forme « ovale » de la came.

Nez de came : c'est le sommet de came correspondant à la levée maximale. Aussi nommé apex

Cercle de bas : c'est la partie cylindrique de la came, aussi appelé lobe inférieur

Dos de came : c'est partie du cercle de bas où on effectue le jeu

Rampes de silence : ce sont les parties qui raccordent le cercle de base et le lobe. Elles permettent de rattraper le jeu de dilatation et de réduire les effets de choc et bruit à l'ouverture/fermeture des soupapes.

Règle d'usage : pour les moteurs à combustion interne plus la came est ronde plus le moteur sera performant plus la came est pointue moins le moteur sera performant.

Pour comprendre le cheminement du relevé de cotes on doit préalablement comprendre le principe d'usinage.



Source image : Internet forum HMEM

La contre-pointe est indispensable, elle sert à reprendre les efforts de coupe

Remarque : le diviseur peut être de facture simple, on en trouve de peu coûteux comme le modèle qui suit. Il utilise des pinces ("collet" en anglais). Choisir le modèle avec des pinces de type ER plus versatiles et réutilisables sur fraiseuse. Cet appareil se nomme "spin

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 7/7 - Mars 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

FICHE TECHNIQUE USINAGE CAME

FPe50

indexer" en anglais. Cet appareil ne fait que des divisions entières jusqu'à un maximum de 360 divisions. La prise en main de cet appareil est rapide.



La méthode d'usinage consiste à positionner le rond de telle façon que l'on puisse tailler une facette qui soit tangente en un point de la courbe de la came. Une fois la facette taillée on tourne l'ébauche d'un angle choisi, et ceci jusqu'à avoir fait un tour complet

Principe d'usinage



Il est commode de prendre un angle de rotation égal à chaque pas mais ce n'est pas obligatoire. Cet angle sera un sous-multiple **entier** de 360. Il est admis qu'un angle de pas constant égal à 5° représente un bon compromis entre la précision du facettage et la vitesse d'exécution. Un angle de pas égal à 5° demande $360^\circ/5^\circ = 72$ pas pour usiner toute la périphérie de la came

Relevé de cotes

Le plus simple est d'utiliser un logiciel de CAO gratuit comme *Fusion360* d'Autodesk ou *FreeCAD*. En effet ces logiciels ont des générateurs d'esquisse (dessin 2D) très puissants mais relativement faciles à prendre en main. De nombreux tutoriaux vidéos existent sur le

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 7/7 - Mars 2026

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

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

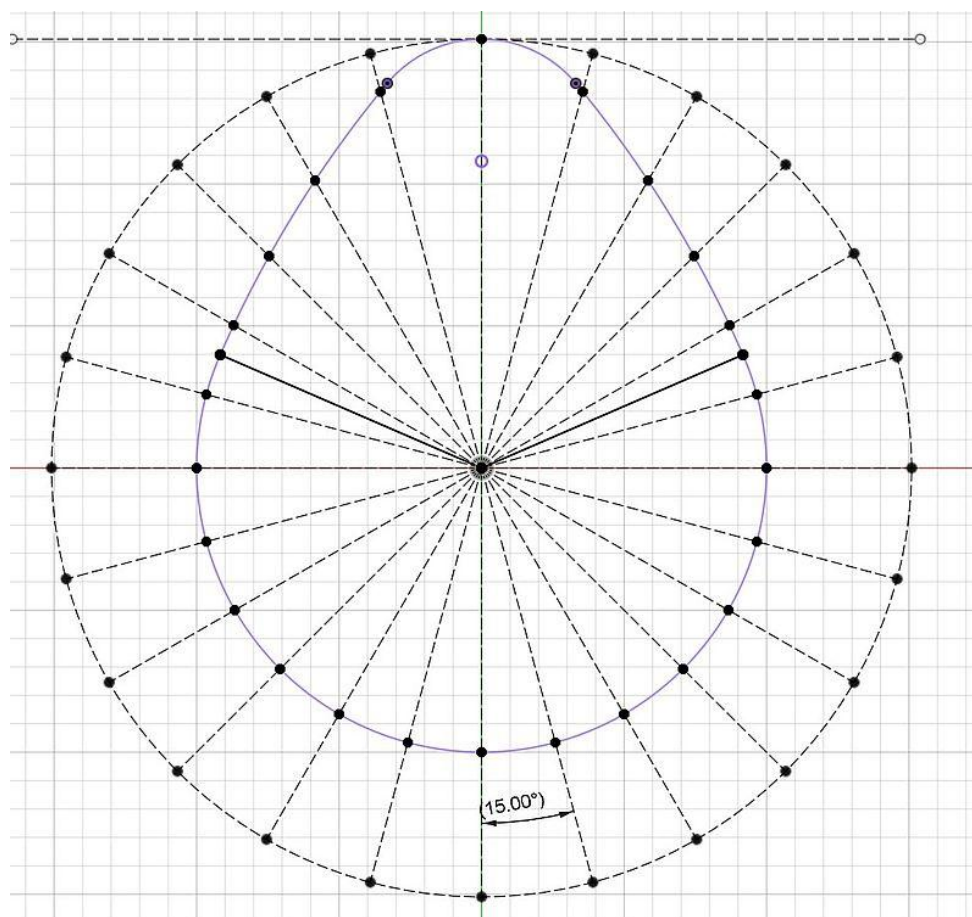
FICHE TECHNIQUE USINAGE CAME

FPe50

Net, il faut compter 4 ou 5 heures d'apprentissage pour se débrouiller honorablement, mais le jeu en vaut la chandelle.

On commence par tracer la came et le cercle enveloppe. Ensuite on trace les rayons selon l'angle choisi. On place un point sur l'intersection entre le rayon et la came. Cela donne le dessin suivant.

Pour une meilleure lisibilité du dessin on a limité la partition de la came à 24 points (rotation de 15°).



Il s'agit d'une came à trois lobes : le lobe de base et le lobe supérieur sont réunis par un arc de cercle.

Le point origine sera pris à l'apex (point le plus haut) du lobe supérieur.

La trace de la coupe de la fraise est représentée par la droite horizontale tangente à l'apex du lobe supérieur.

Lorsqu'on effectue la première rotation Le point n°1 passe de A en A', et le point n°2 passe de B en B'. Il faut donc descendre la fraise de 0.69mm pour tailler la première facette tangente.

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 -

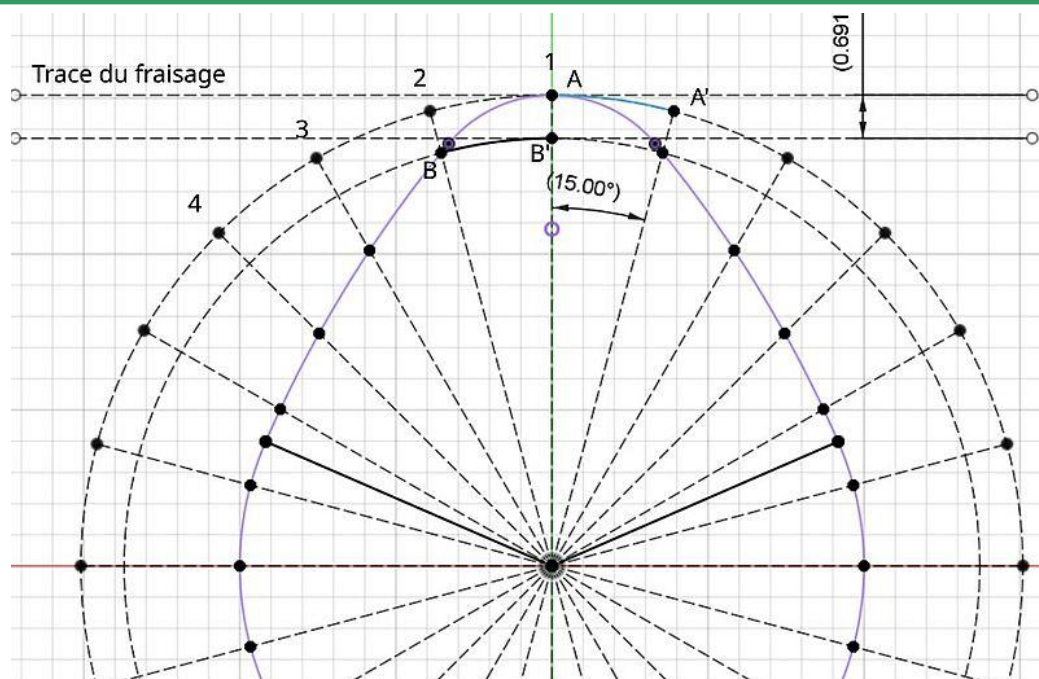
FOLI0 7/7 - Mars 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

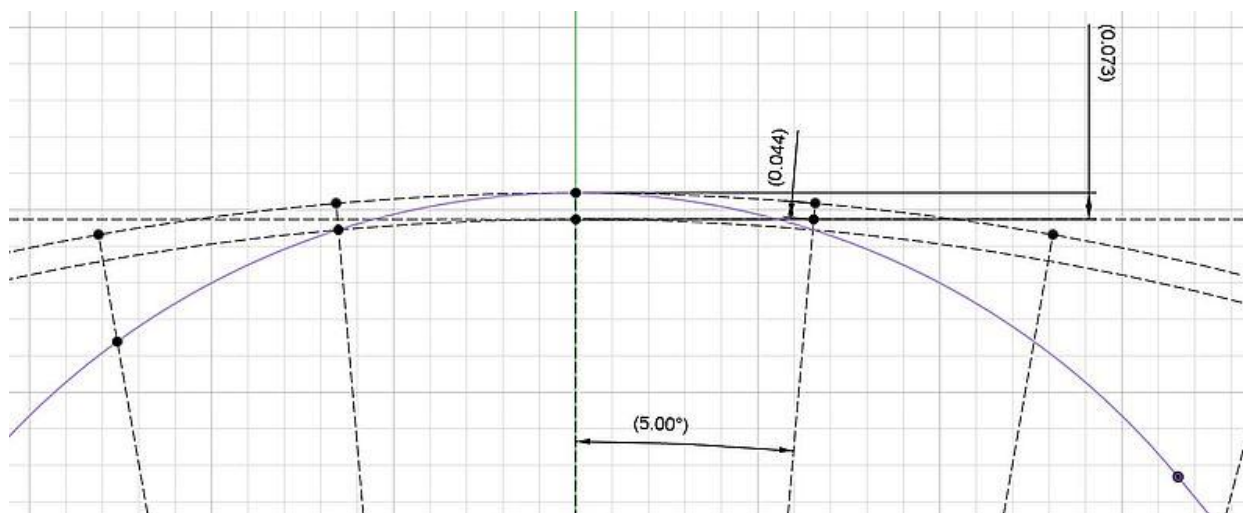
Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE USINAGE CAME

FPe50



On notera, avec l'aide de la trace de la fraise, que l'on arase une partie de l'apex. D'où l'importance d'avoir un nombre de pas suffisants pour réduire ces erreurs en particulier. Pour info certains modélistes préconisent de tracer la came en lui surajoutant une épaisseur périphérique de l'ordre de 0,2 mm pour minimiser la réduction d'apex et assurer la cote lors de la phase de finition.



Sur la vue ci-dessus (agrandie) on a pratiqué une partition à 72 points soit 5° de rotation. La diminution de l'apex est alors de 0.044mm ce qui est à comparer aux erreurs de pointage vertical de nos machines.

Une fois tout le travail effectué on obtient une épure cotée qui associe au n° de point la variation de hauteur de la fraise.

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 -

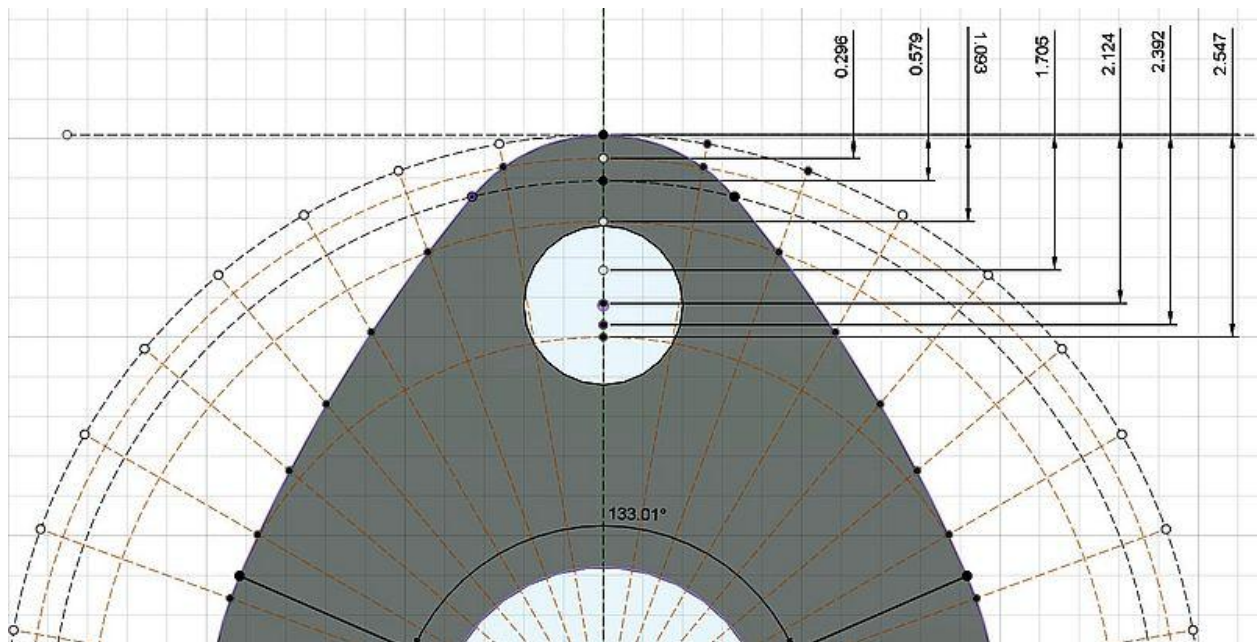
FOLI0 7/7 - Mars 2026

Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

FICHE TECHNIQUE USINAGE CAME

FPe50



Partition limitée à 36 points pour la lisibilité. On a placé quelques rabattements circulaires pour illustrer le propos. On notera que dès que l'on arrive sur le lobe circulaire inférieur il n'y a plus de mouvement vertical car tous les points de partition sont sur un cercle.

Il est plus sûr de noter tout cela dans un tableau comme celui qui suit :

N° point	Mouvement Z	Check
Décalage de l'angle inter-cames	*****	Pas de rotation. Point origine
Came n°01		
1	0	✓
2	-0.30	✓
3	-0.58	✓
4	-1.10	✓
5	-1.705	✓

.....
Décalage de l'angle inter-cames ***** Rotation 115°

Came n°2

.....

Sur les arbres multi-cames les axes de symétrie verticaux des cames ont un décalage angulaire précis (*lobe separation angle*). Pour le mode opératoire il est plus sûr de terminer une came, revenir au point n°1 puis se décaler de l'angle nécessaire. La nouvelle position correspondra au point n°1 d'apex de la deuxième came. Tout cela sera consigné dans le tableau de manœuvre.

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

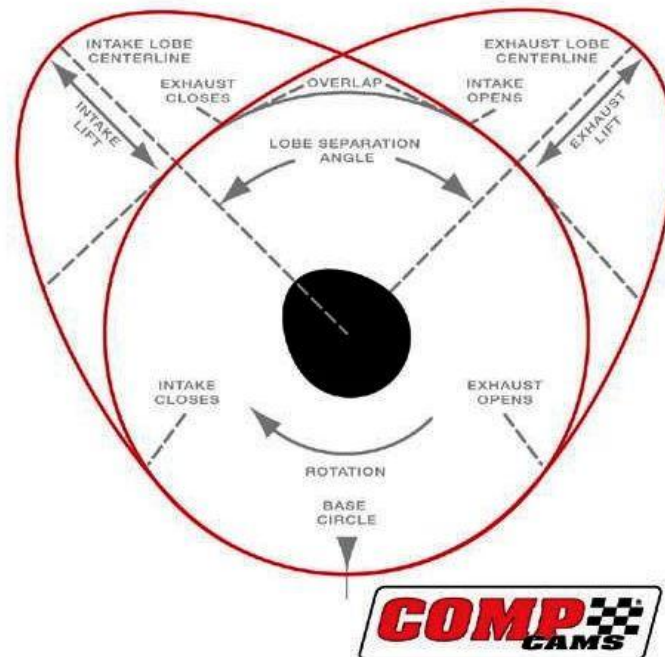


- VAPEUR 45 -

FOLI0 7/7 - Mars 2026



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



2-Usinage

Nota : si on prévoit un traitement thermique de l'arbre à cames il est bien venu de le détensionner dans un four avant usinage.

Le rond brut devra faire au moins 2 fois la levée de cames car sur les arbres multi cames des multicylindres les axes des symétrie des cames sont décalés.

La photo suivante montre un montage pratique utilisant une douille parfaitement centrée et usinée. Avec ce montage le diamètre du rond brut qui donnera l'arbre à cames doit permettre d'usiner un plat de positionnement, donc son diamètre sera supérieur à deux fois la levée des cames. Ce système monté sur le diviseur est sûr, et permet des reprises d'usinage. Il est aussi adapté à de petites séries.

Avant de démarrer l'usinage de la première came on fait la recherche de l'apex par les méthodes classiques. Cette position sera l'origine des coordonnées (angle, axe Z). Par convention Z nomme l'axe de déplacement vertical de la broche.

Principe du mode opératoire

En fait on va procéder par tournage fractionné des tourillons qui donneront, par fraisage, les cames. L'idée est de conserver le maximum de rigidité à l'arbre pour la reprise en fraisage. Le montage avec la douille permet un démontage et une reprise pour usiner chaque groupe de lobes. Ceci prend une importance particulière pour les moteurs à explosion multicylindres dont les arbres à cames peuvent être assez longs.

Marche à suivre

On place la pièce brute sur le tour, puis on perce chaque extrémité par un foret à centrer. Ensuite, on usine le palier avant de l'arbre à cames et les enveloppes (tourillons) des deux premiers lobes. En fait on n'usine que le nombre de tourillons nécessaires afin de garantir la rigidité de la pièce.

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 7/7 - Mars 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

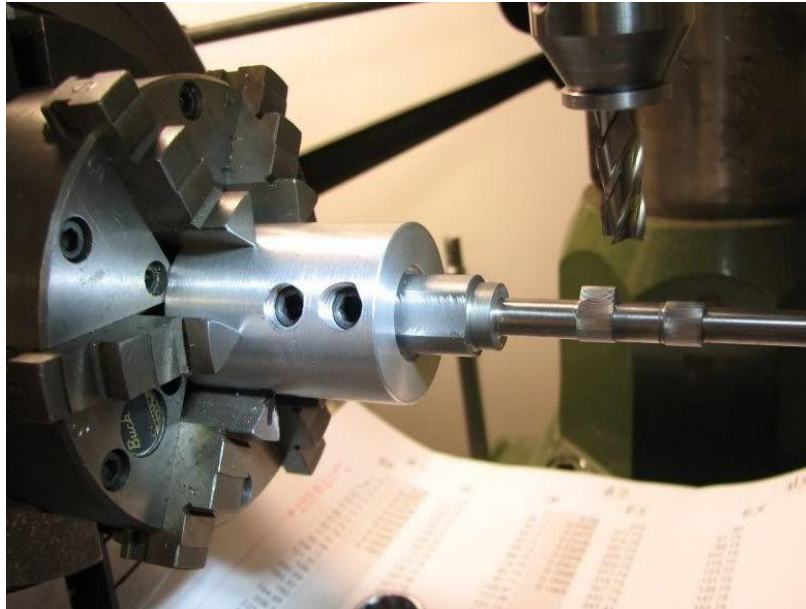
Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE

USINAGE CAME

FPe50

On comprend maintenant la raison du méplat sur le rond brut et des vis de blocage sur la douille. Après l'usinage des deux premiers lobes, on retire la pièce de la douille de fixation. On la remet sur le tour pour usiner les tourillons suivants puis reprise en fraiseuse pour les deux lobes. Pour cela on replace l'ébauche sur la fraiseuse avec contrôle de centrage. On usine les deux lobes suivants. On recommence autant de fois que nécessaire. Enfin on reprend sur tour entre pointes pour usiner le dernier palier d'extrémité.



Source images forum HMEM

3-Finition

Précisons que nous n'avons pas d'expérience du traitement thermique des arbres à cames ni de la rectification car nos moteurs ne sont pas prévus pour avoir des durées de fonctionnement élevées. Il faudra regarder du côté des forums de passionnés de restauration de véhicules anciens mais là on ne joue pas dans la même ligue.

Rectification

Il existe pour les hobbyistes des plans qui circulent pour fabriquer des rectifieuses de cames, mais ces machines bien que simples demandent pas mal de temps et surtout beaucoup de soins pour leur réalisation. Cet outillage ne se justifie que pour le modéliste qui se spécialise dans les moteurs à combustion interne.

Dans la pratique pour la finition on va utiliser une lime douce pour adoucir les arêtes entre facettes. Ensuite on finit avec de la toile émeri de plus en plus fine. Cela suffit pour la plupart des cas. Il est souvent recommandé de protéger l'arbre à came de la corrosion en appliquant des produits utilisés par les armuriers pour bleuir les canons.

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 7/7 - Mars 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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