

FICHE TECHNIQUE

FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

Les segments de pistons sont de très discrets composants, discrets certes mais pourtant indispensables pour assurer le bon fonctionnement des moteurs alternatifs à pistons, qu'ils soient à vapeur ou à combustion interne.

Les premières machines à vapeur, basse pression - basse vitesse, utilisaient un joint en tresse de chanvre suifée et graphitée pour sceller la chambre de détente. Outre l'usure rapide du joint ce dispositif entraînait une résistance au frottement élevée, et ne fournissait pas une étanchéité très efficace.

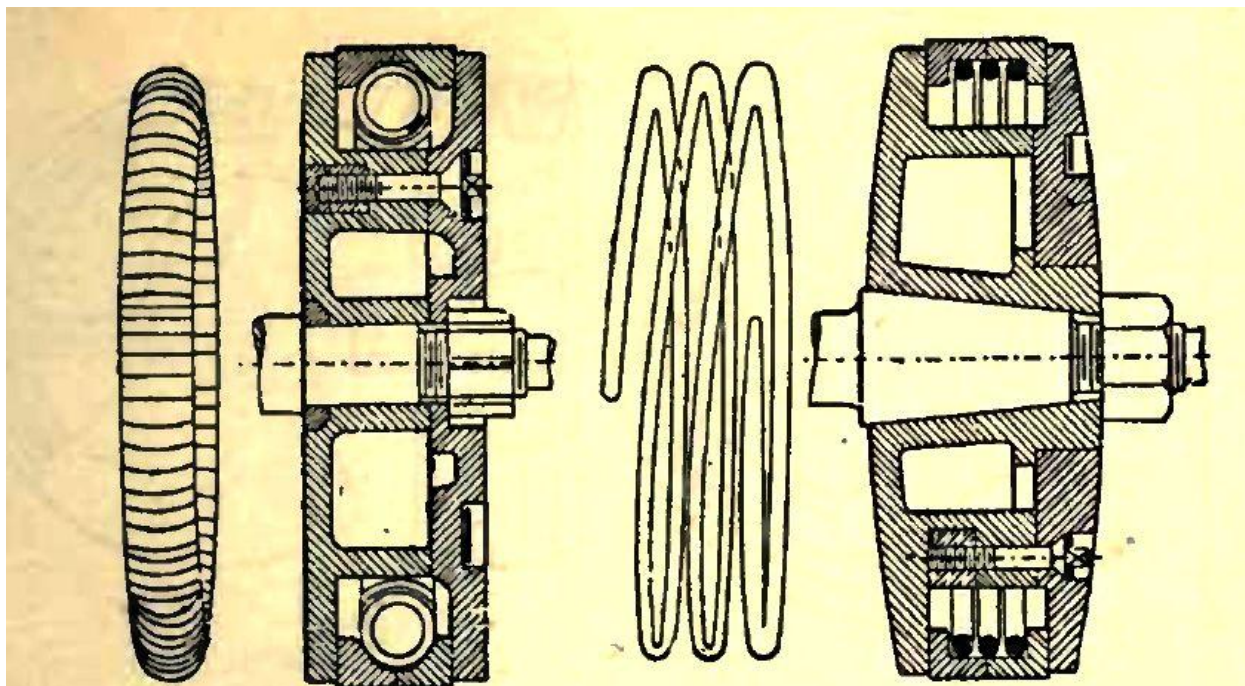


Fig. 283.

Fig. 284.

Fig. 284.—A Piston with helical spring bearing on outside cast-iron rings

La conception moderne du segment composé d'un anneau métallique fendu a été inventée par John *Ramsbottom* en 1852. Le premier modèle circulaire s'usait rapidement et n'assurait pas une pression uniforme, donc ce fut un échec. En 1854, une version améliorée de forme non circulaire, permettait d'exercer une pression uniforme après son installation. Ce fut un succès. Le passage aux segments de piston métalliques a considérablement réduit la résistance au frottement, les fuites de vapeur et la masse du piston, entraînant des gains significatifs de puissance et de rendement, ainsi que des intervalles d'entretien plus longs. La métallurgie et les méthodes d'usinages ayant progressé le segment métallique fendu a ouvert le chemin aux moteurs à combustion interne.

La segmentation ne se cantonne pas seulement aux moteurs à vapeur ou aux moteurs à combustion interne.

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 1/13 - Juin 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

Les segments de piston sont également largement utilisés dans les applications hydrauliques. Ils se trouvent principalement dans les vannes de régulation, les pompes et les vérins. Les segments de piston sont régulièrement utilisés avec des joints non métalliques. La combinaison apporte une haute résistance du segment de piston métallique et un joint souple presque hermétique.

Les segments de piston sont aussi très présents dans les applications pneumatiques. Les compresseurs à pistons en sont l'application la plus connue. Leur fonction est alors équivalente à celle dans un moteur à combustion interne.

En modélisme on les trouve essentiellement sur les locomotives à vapeur à grande échelle (3"1/2 et 7"1/4) et sur les moteurs à combustion interne. Pour les moteurs à combustion interne on séparera les répliques de moteurs anciens plutôt lents et utilisés pour de la démonstration d'avec les moteurs pour modèles radiocommandés (voiture grande échelle ou avion) qui peuvent tourner à vitesse élevée pendant une longue durée.

1.1. Fonctionnalités

Les principales fonctions des segments de piston dans les moteurs sont :

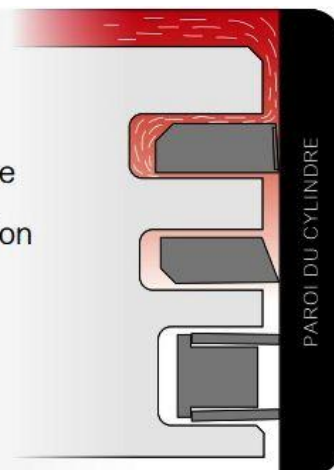
- Assurer l'étanchéité de la chambre de combustion ou de détente afin de minimiser les pertes de gaz vers le carter.
- Améliorer le transfert de chaleur de la tête de piston à la paroi du cylindre .
- Maintenir le film de lubrifiant entre le piston et la paroi du cylindre en évitant la remontée d'huile vers le haut de la chambre de combustion et les soupapes.
- Réguler la consommation d'huile moteur par raclage de l'huile des parois du cylindre vers le carter.

Source images :

<https://prod.thn-cdn.com/brochures/fr/THN-FR-FR-Segmentsdepiston-V2.0.pdf>

ÉTANCHÉITÉ AUX GAZ

L'étanchéité aux gaz consiste en 10% de la propre tension du segment de piston et 90% de la pression de combustion elle-même.



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 2/13 – Juin 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

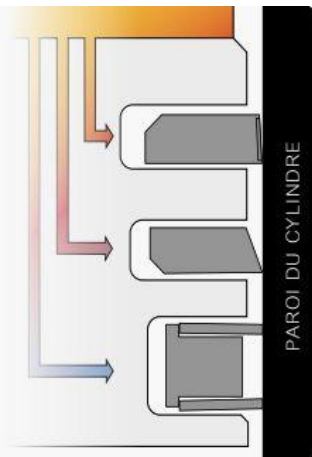
Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

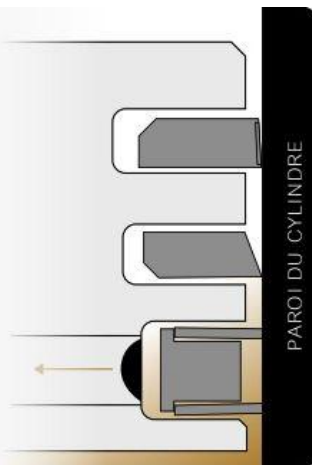
DISSIPATION DE LA CHALEUR

Le segment supérieur (segment de compression) assure la dissipation de la chaleur.



RÉPARTITION DE L'HUILE

Le segment inférieur (le segment racleur d'huile) dépose une fine couche d'huile sur la paroi de cylindre.



Pour les moteurs à combustion interne trois segments sont situés en haut du piston. Ils assurent l'étanchéité nécessaire à la chambre de combustion et évitent les remontées d'huile vers le haut du cylindre :

- le segment coupe-feu, qui est le plus proche de la chambre de combustion/ Il permet à la combustion du mélange de carburant d'imprimer une poussée maximale au piston. Il arrête, comme son nom l'indique, les gaz brûlants et réduit la température de la paroi du piston sous lui
- le segment d'étanchéité ou de compression, intermédiaire, assure le complément d'étanchéité des gaz de fuite passés à travers le segment de feu. Il a presque le même aspect que le segment coupe-feu
- le segment racleur, le plus bas, est généralement constitué de trois éléments : deux rails très minces, en haut et en bas d'un expandeur élastique perforé, servent à racler l'huile présente sur le cylindre sous le piston pour éviter qu'elle soit brûlée. Cette huile est projetée en permanence sur le cylindre par le mouvement des bielles (graissage par barbotage), par le retour d'huile de lubrification de l'axe de piston ou par des gicleurs spéciaux projetant l'huile sur le piston pour le refroidir.

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 3/13 - Juin 2026

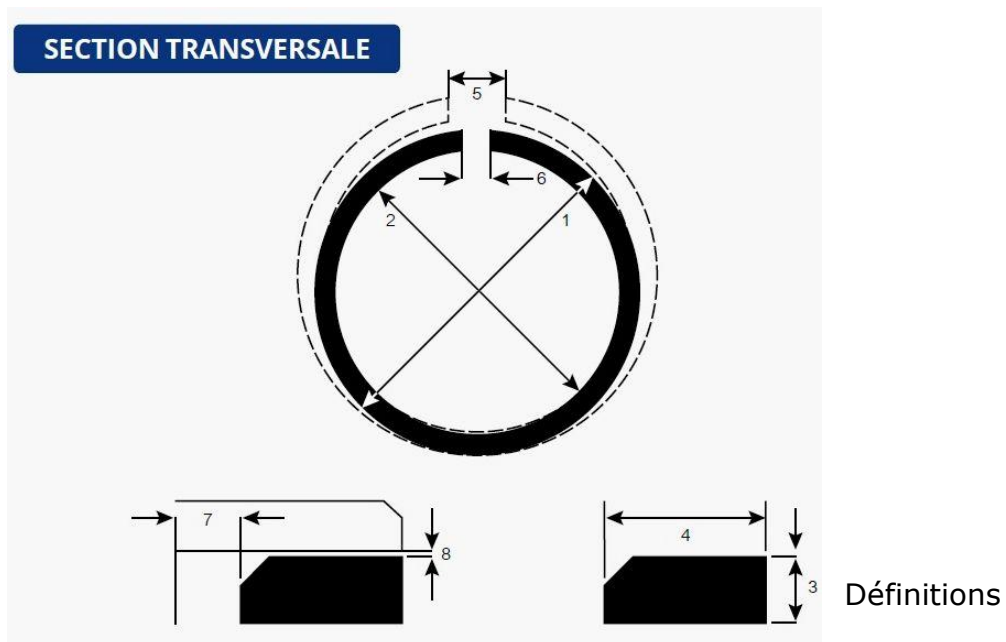
 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

La plupart des segments sont fabriqués en fonte graphitée (graphite lamellaire ou sphéroïdal) ou en acier (segments racleur des moteurs à combustion interne). Les segments fonte subissent un traitement de surface par phosphatage. En modélisme on utilise quasi exclusivement de la fonte usinable.

1.2. Caractéristiques de dimensionnement

Le calcul et l'optimisation des segments industriels est une expertise à part entière, mais nous n'en sommes pas là. Par contre il est bon d'avoir en tête les principales règles de dimensionnement soit parce que l'on conçoit son propre moteur soit pour vérifier que le dimensionnement sur les plans n'est pas farfelu.



1. Diamètre extérieur : diamètre extérieur (**OD**) du segment de piston lorsqu'il est monté dans le cylindre.

2. Diamètre intérieur : diamètre intérieur (**ID**) du segment de piston lorsqu'il est monté dans le cylindre.

3. Hauteur axiale : hauteur du segment dans le sens axial (vertical), du haut vers le bas du segment.

4. Largeur axiale : largeur du segment dans la direction radiale (horizontale), de l'intérieur vers l'extérieur du segment.

5. Jeu à la coupe en position libre : mesure de l'ouverture du segment de piston lorsqu'il est démonté.

6. Jeu à la coupe : mesure de l'ouverture du segment lorsqu'il est monté dans le cylindre.

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 4/13 - Juin 2026

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

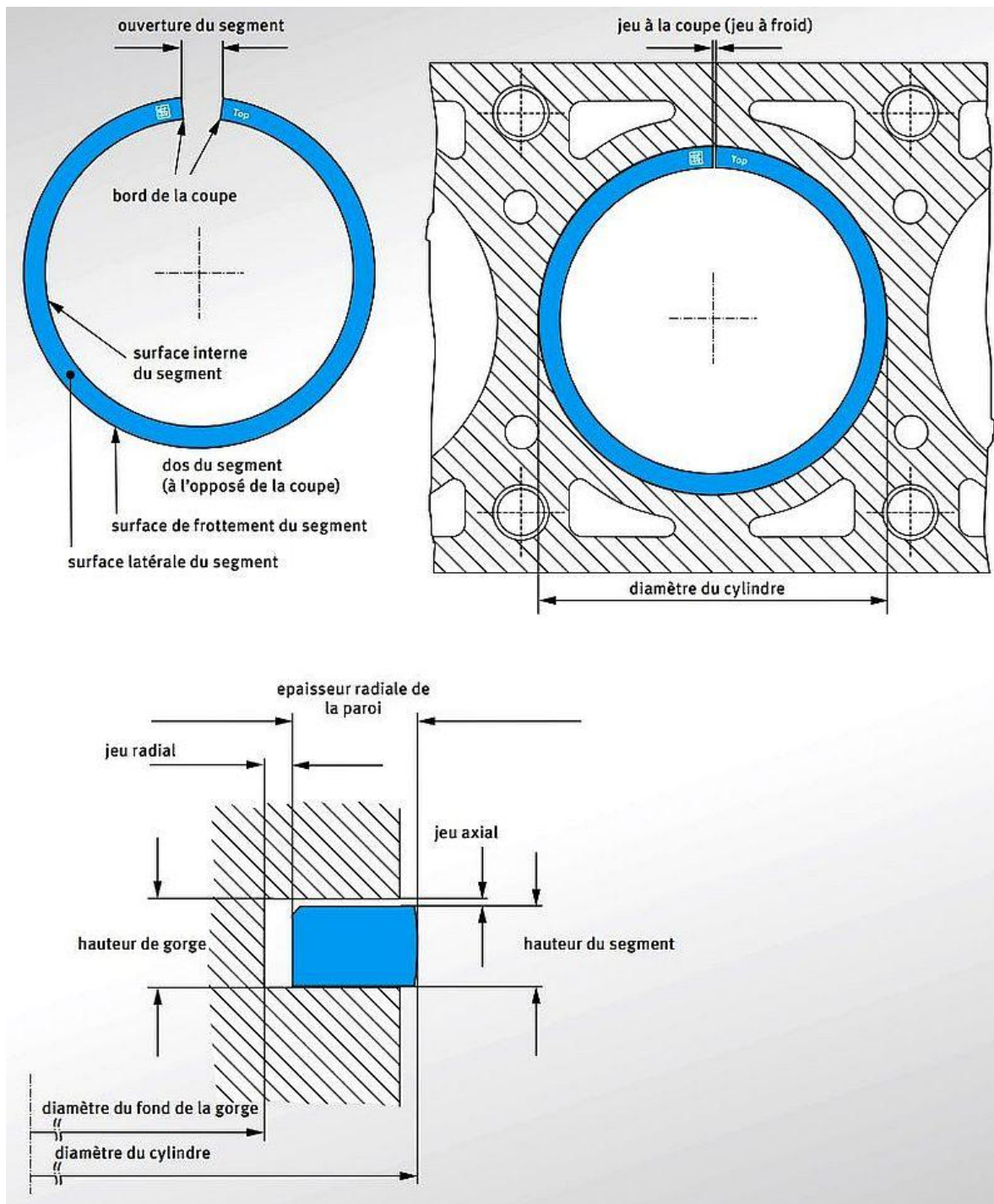
Un site régulièrement mis à jour <http://vapeur45.fr>

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

7. Jeu arrière (jeu radial, jeu de fond de gorge) : une fois monté, la distance entre le fond de la rainure du piston et le diamètre intérieur du segment (mesure horizontale).

8. Jeu axial (battement) : lorsqu'il est monté, distance entre le haut du segment et la gorge du piston (mesure verticale).



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 5/13 - Juin 2026

Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

Le jeu de fond de gorge est très important pour assurer la mobilité du segment. Combiné au battement qui fonctionne comme une fuite contrôlée il utilise les gaz de combustion pour augmenter la pression du segment sur la paroi du cylindre.

Les formules et méthodes de pré dimensionnement qui circulent ne sont pas réellement adaptées aux faibles alésages des moteurs de modélisme. Cependant on pourra démarrer sur les valeurs mini qui suivent. Si toutefois on est très en dehors des plages courantes on devra réaliser des essais.

D= alésage cylindre

- Hauteur_axiale : 1.0 à 1.8 mm pour le coupe feu et le segment d'étanchéité ou encore D/50 à D/40
- Epaisseur_axiale : D/50 à D/40
- Rapport Epaisseur_axiale / Hauteur_axiale : de 1,4 à 2
- Jeu axial : en général 0,03 à 0,05 mm
- Jeu radial : en général 0,2 à 0,4 mm
- Jeu à la coupe : 0,3 à 0,6 mm (segment et piston insérés) pour les segments à coupe droite
- Jeu de coupe libre (segment et piston non insérés) : de l'ordre de 4 fois l'épaisseur axiale

Nota : sur les modèles réduits on peut ne trouver qu'un seul segment. Dans ce cas on réduit le jeu à la coupe à 0,20 ou 0,10 mm pour assurer une étanchéité suffisante.

1.3. Fabrication

Une fois en place le segment doit être parfaitement circulaire, du diamètre du cylindre, et avoir une élasticité telle qu'il exerce une pression suffisante et uniforme sur les parois internes de ce cylindre. Rappelons qu'une fois en place le segment doit être libre de tourner dans son logement. Cela impose que le piston aura été complètement usiné aux cotes définitives.

La fabrication se fait en deux temps :

- tournage, sectionnement, ébavurage, décalaminage
- coupe et traitement thermique.
- on utilise de la fonte usinable.
- par principe on fabrique 2 à 3 fois plus de segments que nécessaire. En fait il y a rarement de la casse avec la fonte moderne, mais ainsi vous aurez des segments de réserve. La casse peut intervenir au montage si on s'y prend mal.
- Les opérations au tour sont basiques mais demandent une précision maximale. Il vaut mieux utiliser un micromètre pour contrôler 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 -

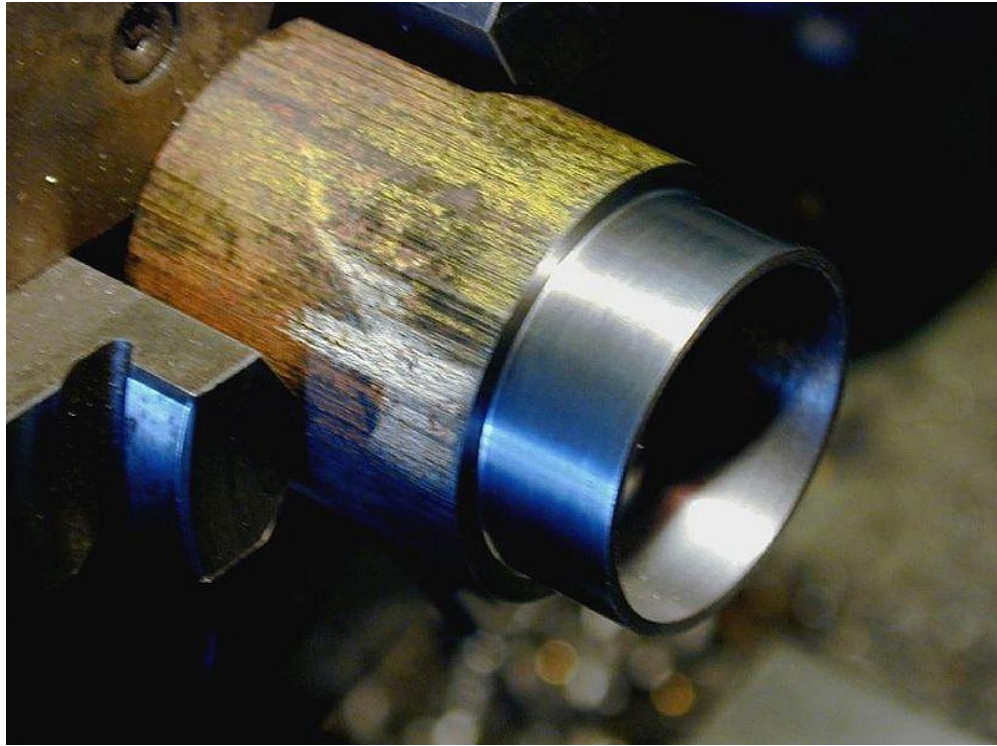
FOLI0 6/13 - Juin 2026


Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

- Le tour doit être parfaitement réglé et contrôlé avant de démarrer.

1.4. Ebauche tournée



- Démarrez avec un morceau de rond de fonte tourné approximativement à la longueur de 20mm (suffisant pour tronçonner 4 ou 5 segments) jusqu'à un diamètre exact du cylindre augmenté de quelques centièmes de millimètres pour tenir compte du polissage. Le polissage au papier de verre 600 ou plus va servir à enlever les marques d'usinage mais va aussi grignoter quelques centièmes de millimètres.
- On poursuit en perçant au plus gros possible puis d'aller à la cote par un outil à aléser pour enlever le métal superflu et laisser l'épaisseur correcte en rapport avec le diamètre du piston. Effectuer les contrôles du diamètre intérieur à l'aide d'un micromètre d'intérieur ou une jauge en T avec mesure sur micromètre. Si ces appareils manquent à la panoplie fabriquer des jauges tampons circulaires usinées selon les besoins, elles feront très bien l'affaire.

1.5. Tronçonnage

Maintenant mesurez l'épaisseur d'un outil à tronçonner fin avant de l'utiliser pour découper un anneau très étroit à l'extrémité. Assurez-vous que l'outil à tronçonner découpe proprement l'anneau sans bavure. Maintenant indexez le déplacement avec les verniers pour découper un anneau complet qui aura un ajustement précis dans la gorge du piston. Avant le détachement complet utilisez une lime fine d'horloger pour enlever les bavures des arêtes avant de le tronçonner définitivement.

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 7/13 - Juin 2026

 Villeneuve d'Ascq
Une ville en mouvement

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

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51



Gabarit de polissage pour la mise à l'épaisseur exacte par rectification (polissage au papier fin 600 ou 1200 posé sur marbre)



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 8/13 - Juin 2026

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

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



Avant l'opération suivante (coupe des anneaux) enlevez toute arête brute à l'intérieur avec une lime fine et de la toile émeri.

Contrôler l'épaisseur axiale de l'anneau. Si elle est en surcote légère alors on pourra s'en rapprocher par ponçage sur marbre avec un papier émeri de grain 600 ou plus.

1.6. Section des anneaux

L'opération suivante est de sectionner les anneaux pour former la fente. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées comme les scies fine de bijoutier. Mais on doit aussi signaler le forçage sur un mandrin à faible conicité, le ciseau à froid affûté ou des pinces coupantes d'électricien. Aucune de ces méthodes ne m'a convaincu. La seule que j'utilise est une fraise-scie, montée sur la fraiseuse, et l'épaisseur est égale à celle de la coupe. La denture de la fraise scie doit être fine eu égard à la très faible épaisseur du segment. Pour la coupe l'anneau est serré dans l'étau en sandwich entre deux plaques de contreplaqué de modélisme de 3mm d'épaisseur.

L'image qui suit illustre un outillage simple pour fendre les segments. Les poinçons sont deux outils HSS de filetage.

Dans tous les cas on devra reprendre le trait de coupe à la lime d'horloger pour réaliser le jeu de coupe prévu.

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

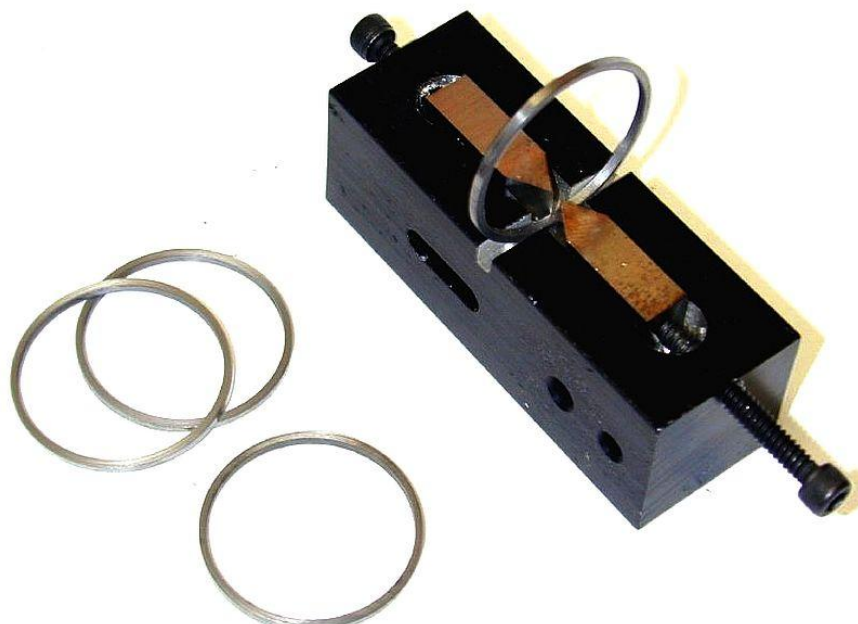


- VAPEUR 45 -

FOLI0 9/13 - Juin 2026

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

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



1.7. Traitement thermique des anneaux

Les anneaux doivent maintenant être réglés pour avoir une largeur de coupe libre de l'ordre de 4 fois la largeur de l'anneau. Le traitement thermique a pour vocation de détentionner l'anneau fendu et de fixer la largeur de la coupe libre. Les anneaux devront être fermement maintenus pendant le processus de traitement thermique pour éviter toute distorsion.

La température à maintenir est comprise entre 400 et 550°C soit un chauffage au rouge sombre. Cette température est maintenue de 10 à 15 mn, puis l'ensemble est laisser à refroidir jusqu'à l'ambiante.

Lors de la chauffe prolongée la fonte réagit avec l'oxygène de l'air en formant une couche de calamine. En métallurgie, la calamine est un mélange d'oxydes de fer qui se dépose en croûte sur les pièces en fer, en acier ou en fonte lorsqu'elles sont chauffées à une température supérieure à 580 °C en présence d'oxygène. Pour y parer des modélistes proposent de placer de la poudre fine de charbon de bois à l'intérieur des anneaux et d'emballer le tout dans de la feuille inox. Le charbon de bois absorbe rapidement l'oxygène et réduit considérablement la formation de calamine. On trouve des variantes avec du tissu pur coton imbibé d'huile moteur. Faites vos essais et tirez-en les conclusions.

La calamine est abrasive, elle doit être éliminée par sablage doux ou ponçage au papier émeri très fin.

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



Modélisme et Patrimoine Ferroviaires

- VAPEUR 45 -

FOLI0 10/13 - Juin 2026

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

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

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

Pour pratiquer le traitement thermique, un très petit four d'émaillage de loisir avec une régulation va suffire. Au moment de la rédaction de ce document on en trouve d'origine chinoise sur les boutiques en ligne à un coût très faible. Sinon on peut aller au plus simple. On fabrique un mannequin de maintien des anneaux à plat, et on utilise une torche propane pour chauffer tout le lot d'un coup. Il faut un peu de patience et un coup de main pour chauffer régulièrement l'ensemble au rouge sombre. On peut s'aider d'un pyromètre infrarouge pour mesurer la température. On en trouve aujourd'hui à très bas prix d'origine chinoise. Les quelques photos qui suivent proposent un dispositif pratique pour réaliser l'opération.



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 11/13 - Juin 2026

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

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

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

1.8. Réglage de la fente du segment en fonctionnement

Insérez un segment dans la chemise de cylindre et assurez-vous qu'il sera d'équerre. Ensuite introduisez le piston avec précaution dans le cylindre. Avec le piston poussez le segment un peu plus vers l'avant. Retirez le piston. Contrôlez le jeu de coupe du segment avec une jauge à languette (jauge de mécanicien). Si la coupe est trop large et sort des tolérances le segment doit être remplacé. Si la fente est trop étroite on utilise une lime fine pour élargir la fente mais contrôlez après chaque coup de lime car on peut très facilement dépasser la cote.



Compresseur de segments 90-150 mm



Compresseur de segments de scooter

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 12/13 - Juin 2026

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

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

FICHE TECHNIQUE FABRICATION DES SEGMENTS

FPe51

L'utilisation d'un compresseur de segments facilite la vie et surtout évite de casser le segment en lui imposant des contraintes de torsion excessive. Il évite aussi de l'endommager en s'aidant d'un outil de fortune style tournevis plat. Lorsque vous ajustez les segments utilisez un morceau de laiton fin ou de feuillard d'acier enroulé autour du piston pour faire glisser les segments depuis le sommet du piston dans leur gorge. Une fois en place on se sert de l'outillage pour insérer l'ensemble piston-segments dans le cylindre. Cette méthode est bien documentée sur Internet. Ces outillages sont d'un prix ridiculement bas, mais même ceux conçus pour les pistons de scooters 45cm³ ne seront pas adaptés à la taille de vos pistons. Vous aurez à les fabriquer en vous inspirant des modèles courants.

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 13/13 - Juin 2026

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

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