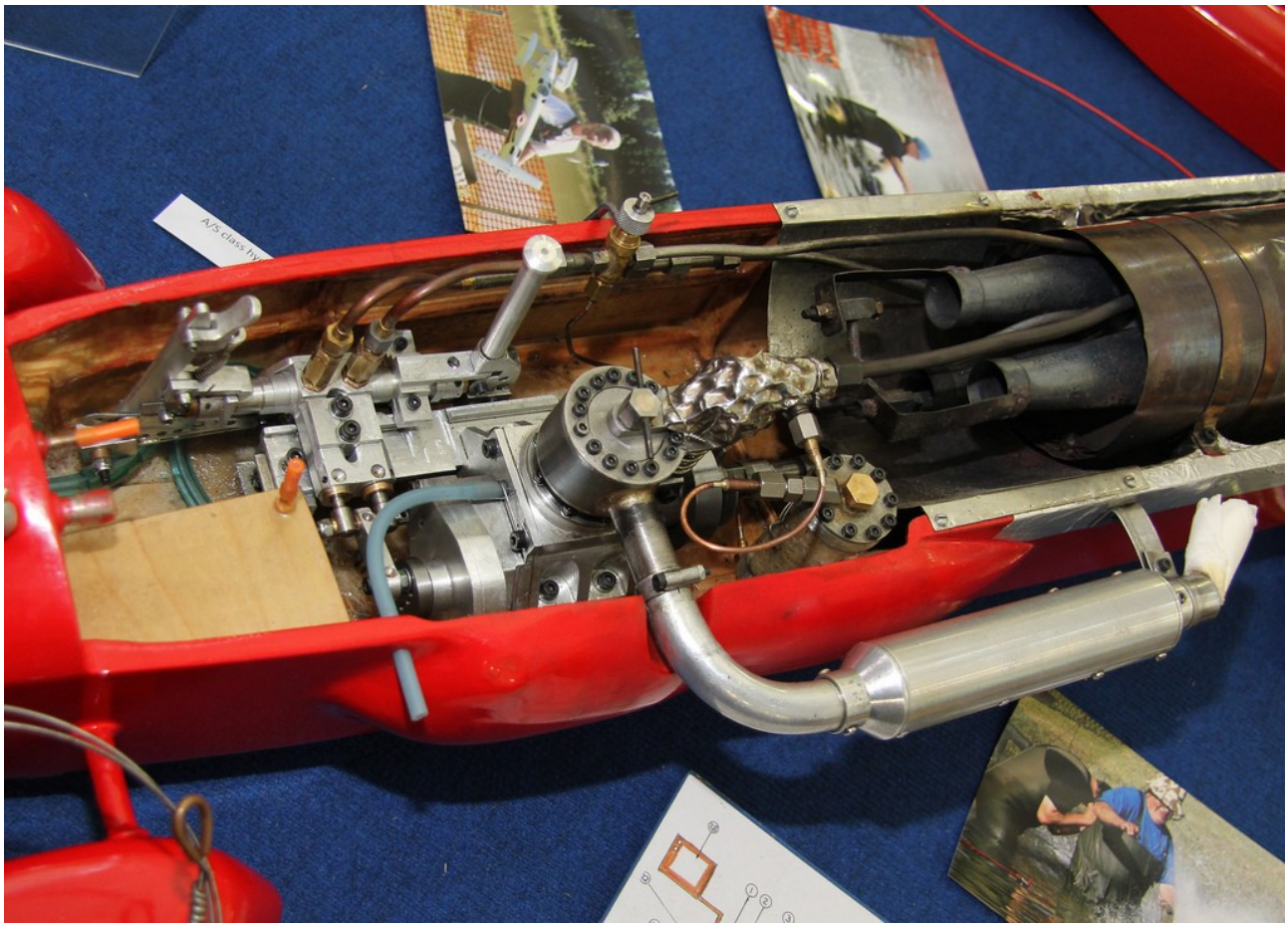
Moteurs pour la vaporisation Flash

Note préliminaire : *on conservera le terme « Flash steam » consacré par l'usage. On devrait pourtant parler de vaporisation par chaudière monotube monopasse. La francisation par « vaporisation flash » est inexacte et fait référence à un procédé industriel de génération de vapeur par de l'eau chaude surpressée.*

Ressources

- http://www.onthewire.co.uk/hydlist.htm l'un des meilleurs sites sur le sujet
- [1] Experimental Flash steam / J.H Benson, A.A. Rayman/MAP technical publication aujourd'hui réédité par TEE Publishing (http://www.teepublishing.co.uk/search/)
- [2] Articles de Gems Suzor dans sa revue « Mécaniques et modèles en réduction » dont une compilation a été rééditée par Maeght/Payot et que l'on peut trouver en occasion

Introduction



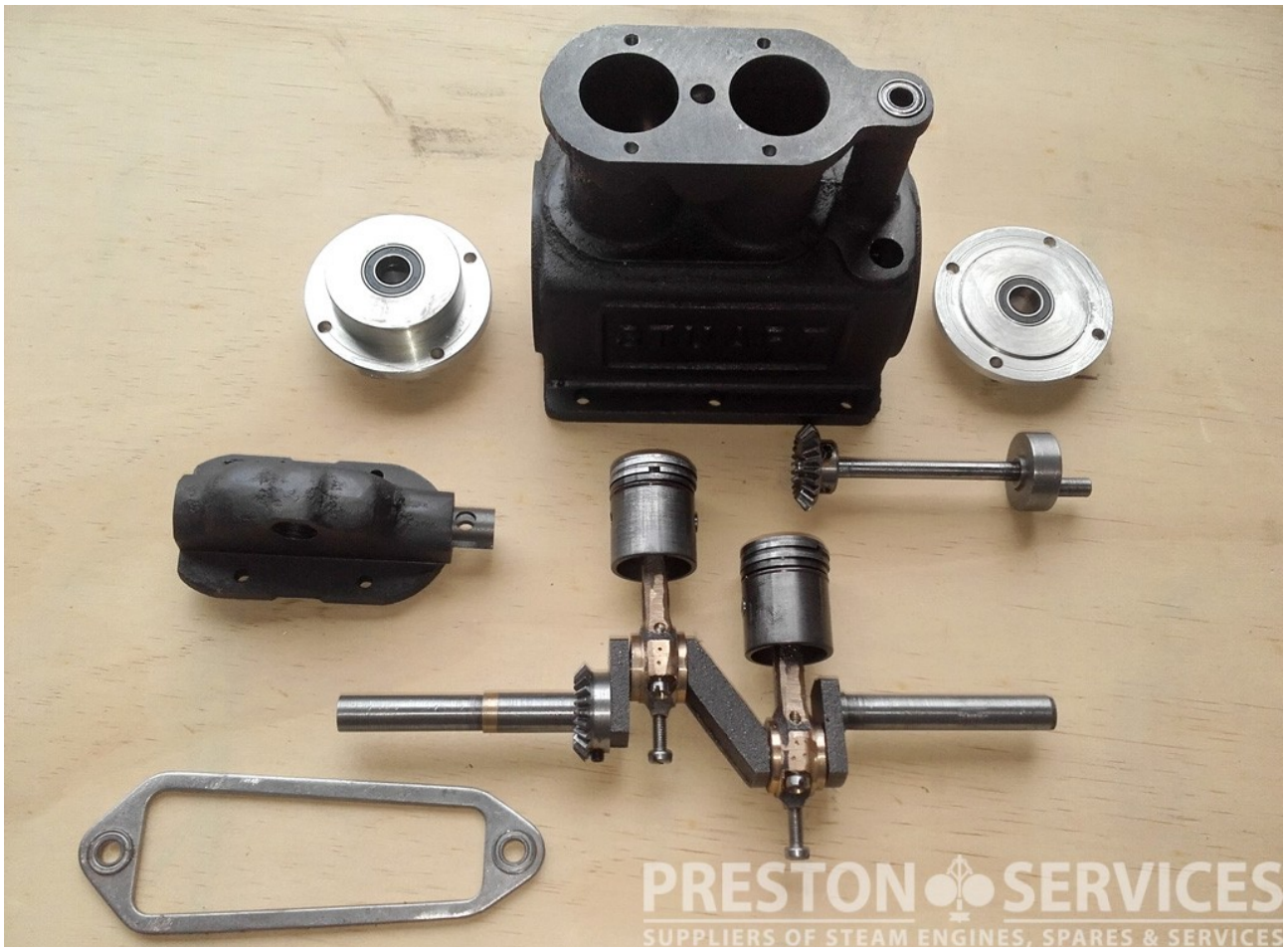
Hydroplane de vitesse pure au pylône- Brian Nelson

Le fil conducteur de ce mémento est de passer en revue quelques principes généraux et quelques solutions ayant fait leur preuves pour obtenir des ensembles motorisés « civilisés » capables d'animer des locomotives à vapeur vive ou des vedettes rapides.

L'essentiel du savoir faire vient des courses d'hydroplanes qui ont surtout fait rage entre les deux guerres mondiales. Les hydroplanes vapeur ont fini par être définitivement écartés de la compétition par l'essor des moteurs thermiques.

Parmi la foultitude de concepts testés, deux se sont maintenus en compétition : monocylindre et bicylindre en Vé à 90°.

Cependant il ne faudrait pas oublier le vaillant vétéran, je veux parler du bicylindre en ligne Sirius de chez Stuart.


PRESTON SERVICES
SUPPLIERS OF STEAM ENGINES, SPARES & SERVICES

Des différents types de distribution trois seulement ont émergé durablement : valve rotative, piston, soupapes commandées. La distribution par piston a été la plus employée. Les moteurs de compétition ont des régimes nominaux de 7000 à plus de 10 000 trs/mn. On peut d'ailleurs se poser la question suivante : plutôt qu'une recherche effrénée de vitesses de rotation toujours plus élevées, pourquoi ne pas avoir utilisé un multiplicateur en sortie d'un moteur semi-rapide avec un couple costaud ? Etonnant de mon point de vue.

L'expérience acquise sur la course d'hydroplane ne peut être totalement reprise à notre compte pour des projets plus civilisés. De plus on dispose aujourd'hui d'électronique numérique puissante et peu coûteuse, de transmissions radio fiables, de batteries et de moteurs électriques très compacts et très performants.

Donc c'est le moment, à mon avis, de repenser le problème.

Principes de base à bien comprendre

- Faire du Flash steam « civilisé » est aussi difficile que le Flash steam de compétition. Cependant la difficulté ne se place pas au même endroit : elle se situe sur la régulation du système, sa durabilité et son efficacité énergétique.

- L'eau liquide est un fluide incompressible[1], c'est à dire que son volume ne varie pas lorsque la pression qu'on lui applique varie. La conséquence est que la pression s'effondre dès que la moindre fuite apparaît. Une exécution soignée est donc nécessaire
- Dans un ensemble Flash steam tous les éléments sont dimensionnés relativement les uns par rapport aux autres car il y a interdépendance des fonctions. Il faut développer une approche système.
- la pompe alimentaire est du type volumétrique, généralement à piston. **Une motopompe volumétrique est un générateur de débit volume[2], elle ne crée aucune pression. La pression s'établit en fonction des caractéristiques du circuit en aval de la motopompe.** Ainsi la pompe doit débiter plus que le moteur ne va consommer si l'on veut assurer une pressurisation suffisante avant vaporisation, ...mais pas trop non plus car sinon c'est de l'eau chaude surpressée qui va arriver au moteur.
- on aura intérêt à pressuriser au maximum l'eau à l'entrée de l'échangeur pour qu'elle reste liquide le plus longtemps possible dans le serpentin car l'eau liquide a un coefficient d'échange thermique bien plus élevé que la vapeur
- la régulation est délicate car il faut jouer sur deux paramètres à la fois : le débit volume de la pompe + la puissance thermique à l'échangeur. Une baisse du débit volume de la pompe va entraîner une hausse substantielle de la température de vapeur conjuguée à une baisse de la pression, mais du même coup cette baisse de pression va entraîner (à charge constante) le ralentissement du moteur et donc une baisse de demande en vapeur donc une remontée de la pression. On voit que c'est pas super simple. Ce point sera à étudier ultérieurement et ne sera pas abordé dans le document. On retiendra qu'il faudra un élément de chauffe modulable, les chauffages radiants gaz à céramique sont de bons candidats pour cela.

Echangeur de chaleur

Beaucoup de contre-vérités voire de vraies âneries sont avancées sur les échangeurs dans divers forums Internet. Voici quelques principes simples à retenir.

L'énergie calorifique va être transférée de la source chaude (brûleur) vers le fluide froid (eau-vapeur) selon deux processus : rayonnement et convection

Rayonnement : les corps émettent des rayonnements en fonction de leur température absolue. Le bilan d'un corps est la différence entre ce qu'il a émis et ce qu'il a reçu. Si ce bilan est positif, il reçoit plus qu'il n'émet, le corps s'échauffe et sa température augmente, mais comme sa température augmente il émet de plus en plus de rayonnement. Cela évolue jusqu'à un point d'équilibre dans lequel le bilan (reçu-émis) =0. On a tous la connaissance physique intuitive de ce phénomène (bains de soleil, proximité d'un foyer, mur ou vitre froide...) Cela explique en compétition l'utilisation de torches dans lesquelles la température moyenne des gaz est très élevée 800-1000°. On peut considérer qu'en Flash steam on a essentiellement un échangeur à rayonnement.

1 Considéré comme incompressible aux pressions courantes jusqu'à quelques centaines de bars.
2 Donc de débit-masse puisque notre fluide, l'eau, est incompressible, ce qui est bien pratique pour les calculs

Convection : la convection décrit l'échange thermique à l'interface entre les parois d'un solide, dans notre cas les parois métalliques du tube d'échangeur, et le fluide en mouvement. Le schéma de transfert est donc le suivant :

Gaz chauds --> convection peau externe du tube

--> conduction dans la paroi du tube

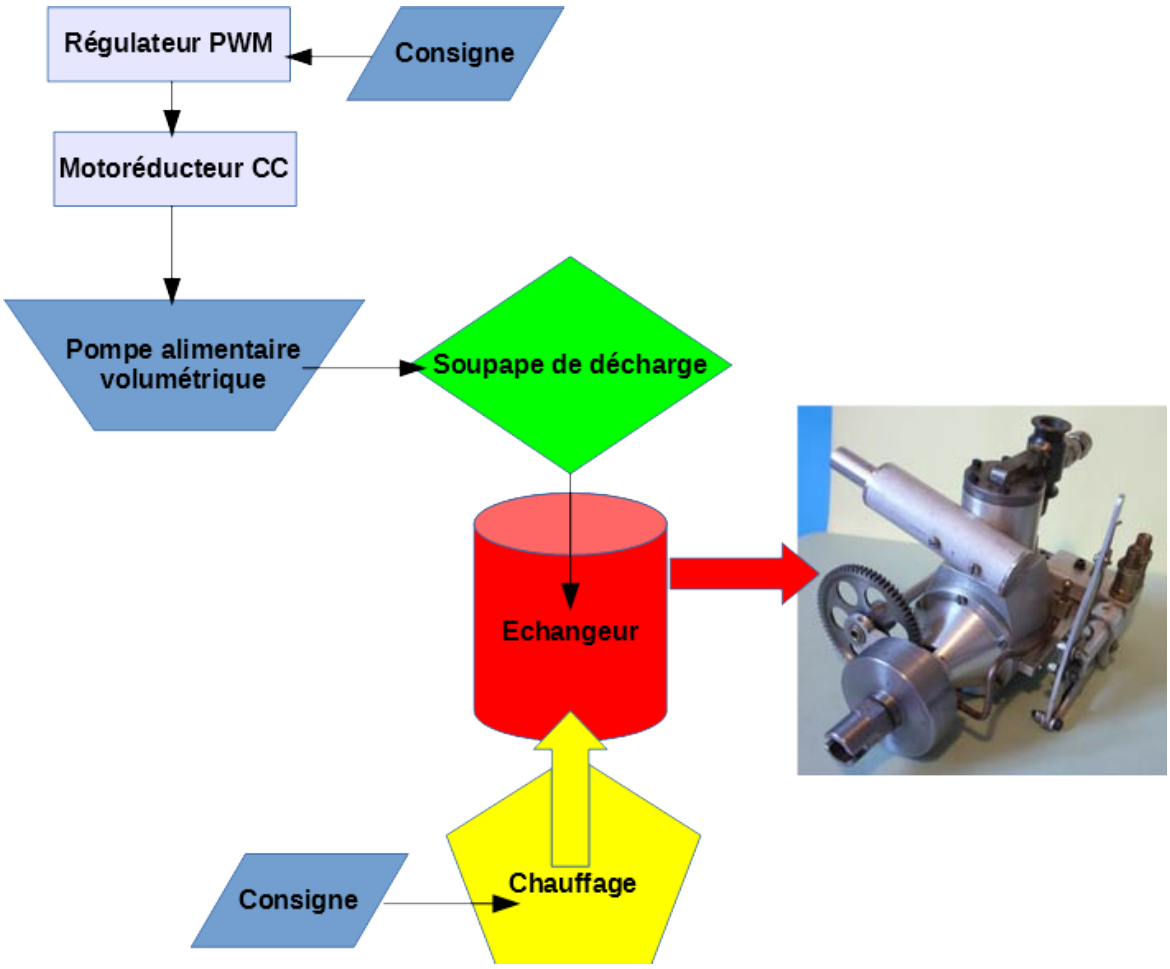
--> convection peau interne du fluide

--> fluide à réchauffer (eau liquide ou vapeur selon la zone du tube)

- la résistance thermique liée à l'épaisseur de la paroi du tube est totalement négligeable par rapport aux résistances thermiques liées à la convection sur les parois interne et externe du tube. Inutile d'amincir les tubes.
- les gaz, dont fait partie la vapeur sèche, ont un coefficient d'échange très faible ; ce sont d'excellents isolants. Le séchage et la surchauffe vapeur demandent donc de grandes surfaces d'échanges, donc de longueur de serpentin.
- Les coefficients d'échange par convection augmentent avec la vitesse d'écoulement du fluide. A température égale on a plus froid l'hiver lorsqu'il y a du vent. Lorsque la vitesse augmente le coefficient de convection augmente pour atteindre un maximum puis décroître. Côté gaz chauds l'écoulement est imposé par le phénomène de combustion et sauf extraction de ces gaz il n'y a pas grand chose à faire. Côté fluide on aura intérêt à réduire la section de passage. Cela aura aussi un effet bénéfique en augmentant le rapport surface d'échange/volume de fluide à chauffer. Côté vapeur on estime que l'optimum se situe autour de 30m/s.
- Dans un échangeur c'est le fluide qui a le plus faible débit thermique (débit_masse x capacité_thermique) qui commande le transfert. Dit autrement, comme dans notre cas c'est l'eau qui a le plus faible débit thermique, il est inutile de mettre un brûleur de puissance déraisonnable avec l'idée que l'on aura plus d'échange.

Sur le schéma ci-dessous on voit que le groupe de motorisation pourrait être composé d'une motopompe volumétrique à vitesse variable, d'un organe de sécurité (soupape de décharge), d'un échangeur monotube-monopasse avec son chauffage. L'utilisation de transmission radio avec servo et surtout d'intelligence embarquée sous forme d'ordinateur monocarte (Arduino Leonardo, Raspberri Pi B, ...) de contrôleur/régulateurs et de batterie très efficace comme les Li-Po change considérablement l'éventail des solutions à mettre en face de problèmes qui ne sont pas nouveaux..

L'utilisation d'une motopompe électrique à vitesse variable simplifie sérieusement la conception et l'usinage du bloc moteur



Finalement quel(s) moteur(s) pour le Flash steam?

Le moteur doit être fiable, d'entretien aisé et plutôt facile à construire. De tous les modèles qui ont pu être imaginés et testés, deux sont réellement devenus des standards :

- monocylindre simple effet
- bicylindre simple effet en Vé à 90°.

Le monocylindre me paraît un bon candidat car moins exigeant que le bicylindre en termes d'usinages. Par ailleurs le bicylindre risque être trop goulu en consommation vapeur. On n' a pas envie, en loisir, d'avoir a démarrer un bi-réacteur avec post-combustion pour chauffer l'échangeur.

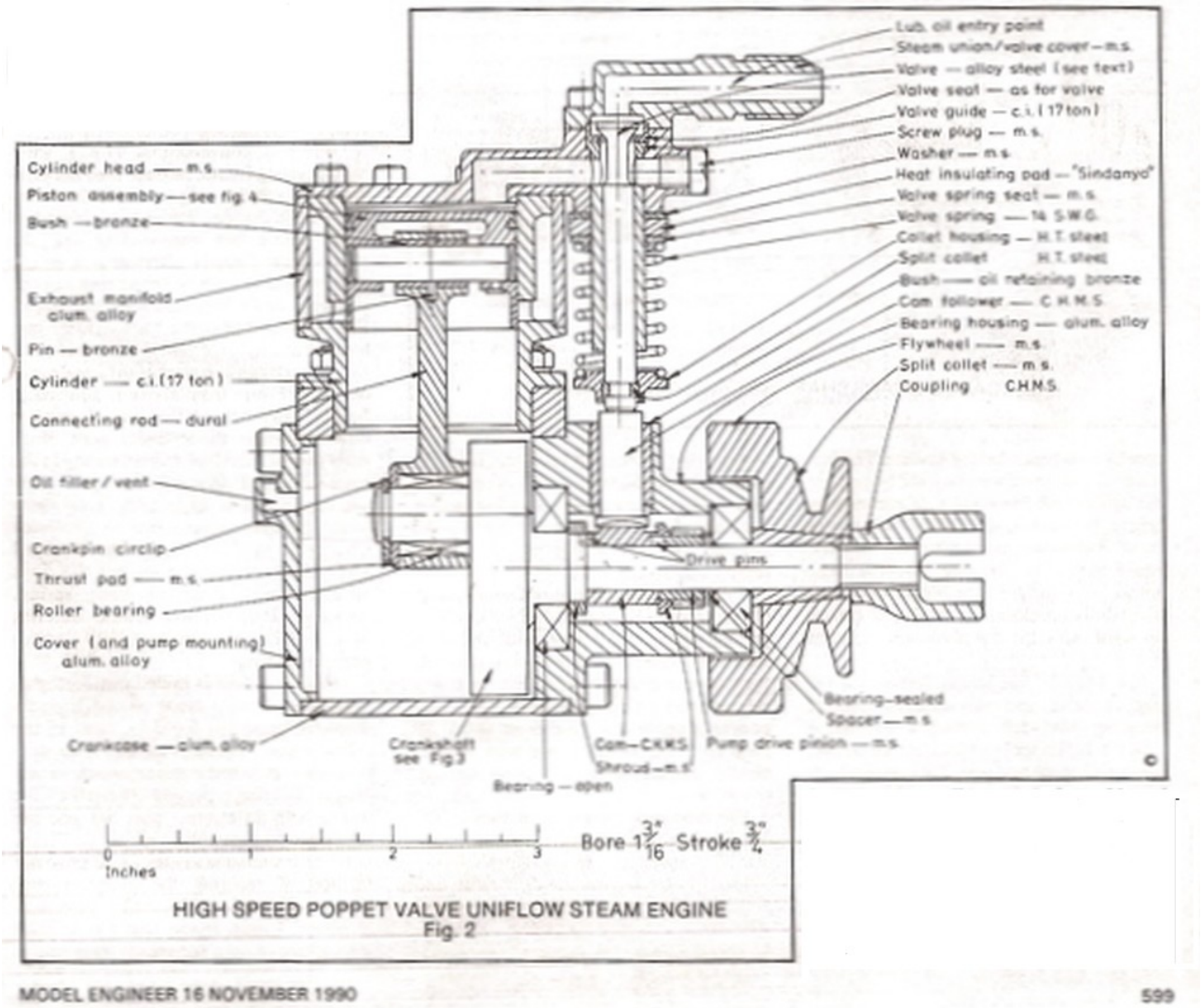
Côté distribution, la littérature ne semble pas indiquer de réelle supériorité d'un système par rapport à un autre. On s'en tiendra donc aux solutions simples et éprouvées fournies par les distributions par piston. Ces distributions posent le problème de fuites si l'on ne souhaite pas d'ajustage trop serré, incompatible avec la bonne marche du moteur. Il existe des parades imitant les joints à chicanes qui permettent des fuites à débit contrôlé. Il faudra donc prévoir un bac de rétention en fond de moteur.

L'écoulement de la vapeur est, dans les moteurs de compétition, majoritairement à contre courant, admission et détente lors de la descente du piston, échappement à la remontée du piston. Les diagrammes de distribution, en compétition ont une avance à l'admission importante (jusqu'à 25° avant le PMH[3]). Il y a donc recompression de vapeur ce qui rend ces moteurs bien sûrs difficiles à démarrer et en monocylindre ils ont besoin de volant(s) d'inertie de taille respectable pour ne pas caler.

Certains moteurs fonctionne en équicourant, souvent nommé Uniflow. La vapeur s'échappe au PMB par un couronne de trous dans le cylindre. Rien ne permet de dire que cette solution est meilleure que la précédente. Il y a eu d'ailleurs des solutions mixtes avec échappement primaire au PMB suivi d'un échappement secondaire.

Complexité et sophistication ne sont pas toujours de synonymes de performances brutes.

Ci dessous le moteur du Pisces II de Bob Kirtley en est une preuve. Il propulsait un hydroplane qui a atteint 161 km/h en 1990,



MODEL ENGINEER 16 NOVEMBER 1990 599

3 PMH : Point Mort Haut

Un autre moteur de la même conception sur le schéma ci-après. Les soupapes commandées n'ont jamais fait la preuve de leur supériorité par rapport aux distributeurs à piston. Il y a, à haute vitesse le problème de suivi de came, de résonance (affolement des soupapes) et le travail nécessaire à fournir pour lever la came contre la pression de vapeur à l'admission. Le dessin et la fabrication de la came sont réservés aux mécaniciens bien équipés et avertis. La came doit être reprise en rectification après un traitement thermique visant à la durcir.

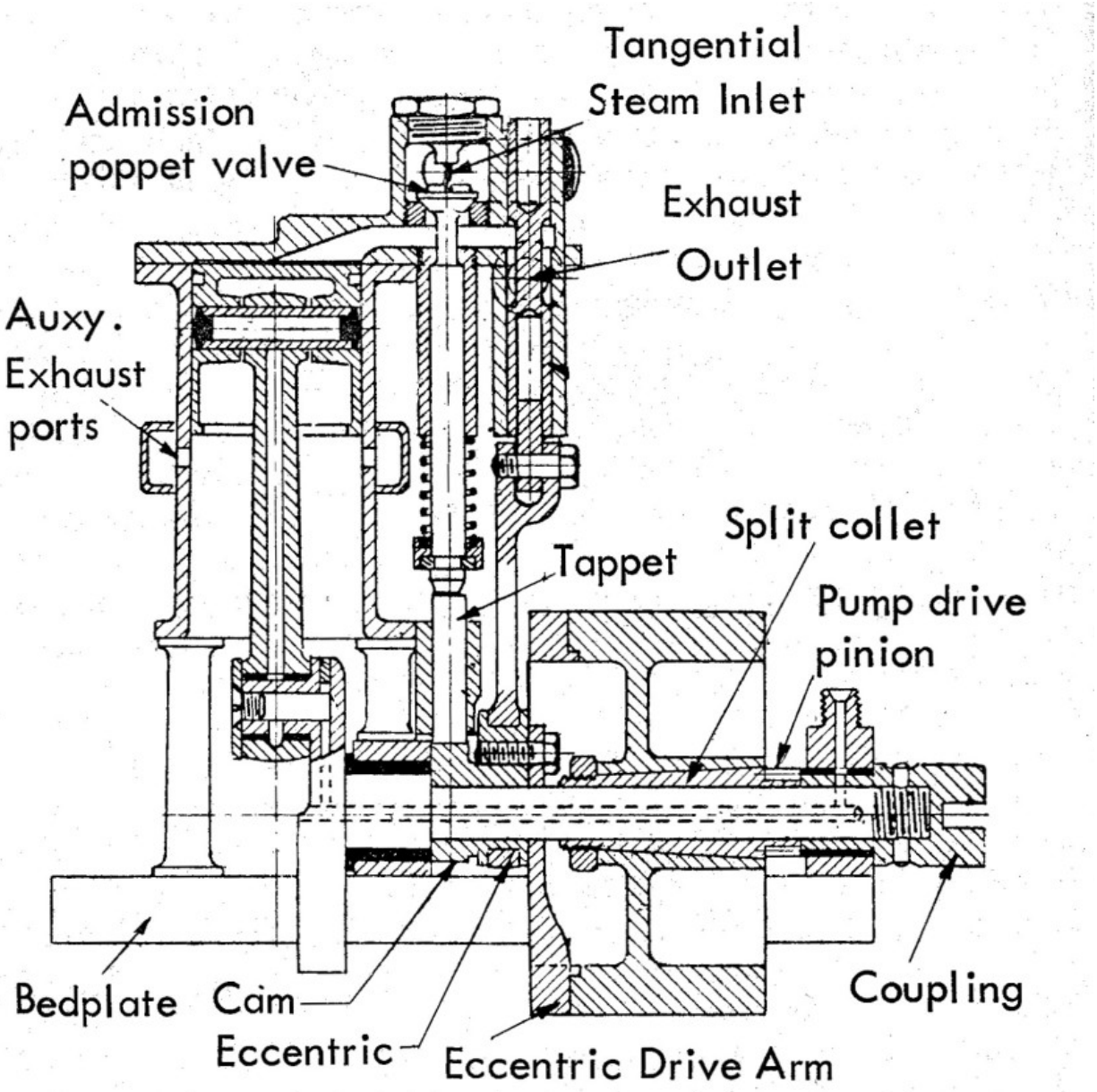


Fig. 11.5 Sectional view of the experimental poppet-valve engine

Ce moteur conçu et construit vers 1937 par Mr Martin équipait son bateau Tornado III. Le moteur d'un poids de 2kg tournait à vide vers 11000 trs/mn, emmenant la coque à des vitesses voisinant les 50 km/h.

Le moteur suivant dû à Ron Cowan, fait partie d'un architecture en vogue dans la fin des années 1930, début des années 1940

Tournant à environ 8800 trs/mn il propulsait l'embarcation à près de 80km/h. Le moteur simple effet de type Uniflow est de type carré Alésage=Course de 25,4 x25,4 mm. Le piston de distribution est donné pour une course de 12,7mm (1/2") ce qui correspond à un fonctionnement quasiment à pleine vapeur avec une coupure d'admission très courte.

Ce moteur entraînait en direct une (très!) grosse hélice de 104,8 x 254 mm (4 1/8" x 10") vu le couple dont il disposait.

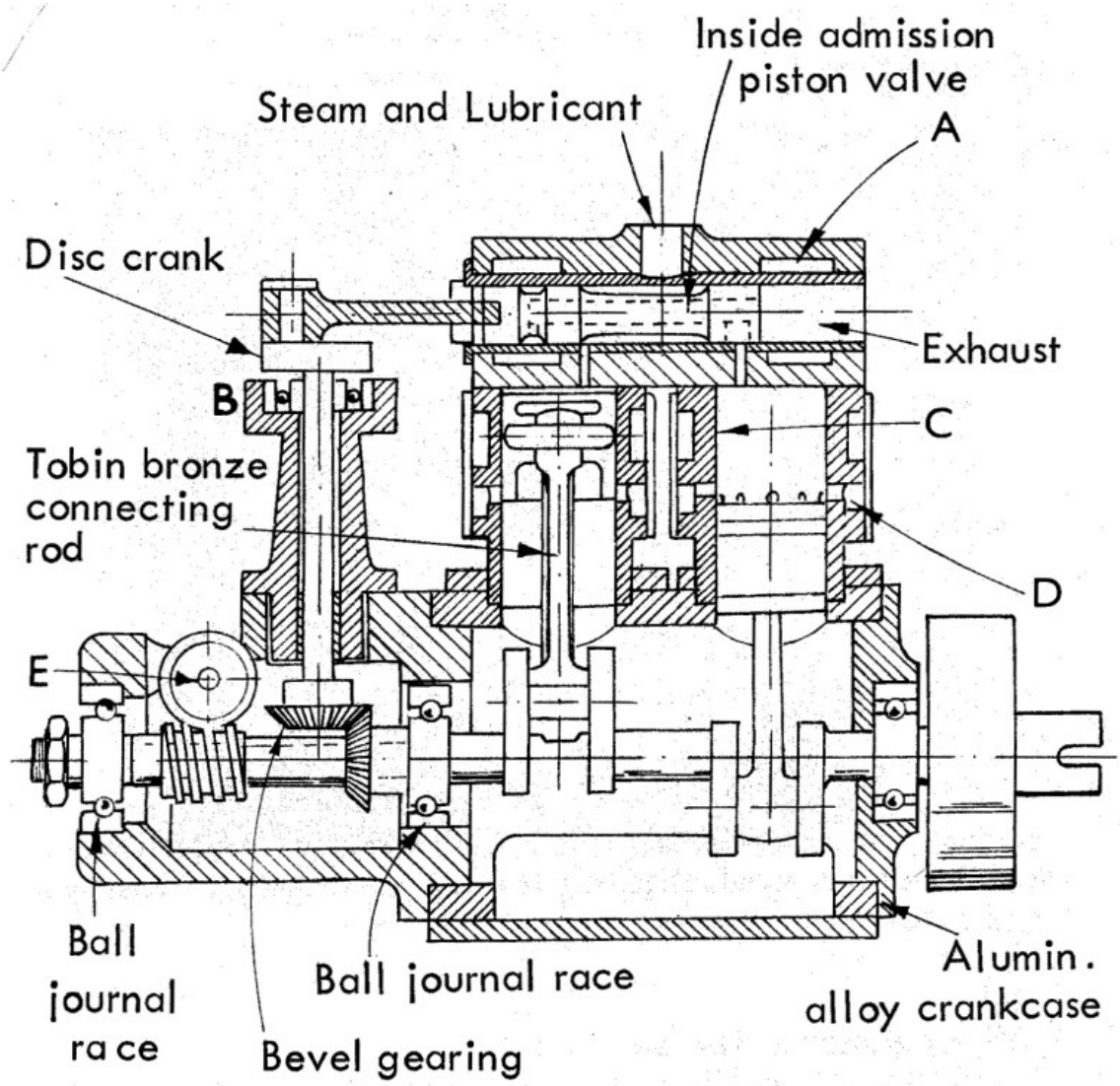


Fig. 12.1 Authors' interpretation of the engine fitted to *Sunbeam,* based on the information available. The aluminium water-cooled head and two annular chambers connected at the side are indicated by A, ball journal race at B, steel cylinders with water-cooling jackets at C, 'uniflow' auxiliary exhaust manifold at D, and worm and wheel reduction gear for pump drive at E

Deux moteurs ont retenu mon attention pour des applications moins radicales :

- le moteur de Jim Cruickshank,

- le moteur GS 20B Gems Suzor.

Moteur de Jim Cruickshank

D'après [1] ; ce moteur est connu pour avoir fonctionné quelques centaines d'heures en condition de compétition sans problèmes majeurs avec une maintenance somme toute aisée

- Alésage : 21,4 mm (27/32") ; course 22,2 mm (7/8") ; soit un déplacement d'environ 8cm3
- Valve d'admission et d'échappement séparées en face à face. La valve d'admission sert d'échappement secondaire
- Vilebrequin : rompu à volant interne portant sur deux roulements d'alésage 9,5mm (3/8") et diamètre ext. 22,2mm (7/8"). Cette disposition est typique des motocyclettes de l'époque. L'usinage est délicat et une reprise avec appairage au tour sera nécessaire. Prévoir les surépaisseurs de finition. L'acier est un mi-dur traité qui correspondrait aujourd'hui à un 42CD4. Les volants de bielle qui font office de volant d'inertie sont en simple acier doux. La conicité des demi vilebrequins est d'environ 10°. Elle sert d'appui et de blocage, à l'aide des écrous de pignon de pompe et d'axe du propulseur, pour les excentriques d'admission et d'échappement.
- Bielle : le pied de bielle, compétition oblige, est monté sur roulement à aiguilles. L'acier doux a été utilisé. Mais le Dural pourra être choisi pour des utilisations moins poussées. En cas de problème la bielle Dural sert de fusible mécanique réduisant les dégâts aux autres parties.
- Piston : Muni d'un seul segment d'étanchéité ; usiné à l'origine dans de l'acier à haute limite élastique avec les bossages d'axe de piston rapportés et mécano-soudés par brasure à l'argent. Des nuances d'aluminium à haute ténacité peuvent être utilisées pour le piston. Le coefficient de dilatation thermique élevé des alliages d'aluminium nécessite des jeux plus importants et donc un préchauffage sérieux du moteur. L'épaisseur de la jupe ne doit pas être inférieure à 0,65mm (0,025") pour l'acier et 0,8mm (0,035") pour l'aluminium.
  L'axe de piston est en acier dur de 6,4mm (1/4") . L'axe de piston est percé traversant à un diamètre de 4,8mm (3/16) et muni de bouchons d'extrémité en métal tendre.
- Carter de vilebrequin : en aluminium, séparable horizontalement en deux parties sur la ligne de centre
- Cylindre : monobloc vissé dans le carter supérieur. Fonte usinable type Meehanite . La collerette d'appui supérieure, là ou vient se loger la culasse, fait 38,1mm de diamètre (1 1/2")
- Culasse et valve : en acier doux ; en conditions de compétition cette zone, l'admission surtout, peut atteindre des températures très élevées. D'origine cet ensemble a été usiné dans la masse mais une construction mécanosoudée est envisageable en utilisant une brasure au bronze phosphoreux beaucoup plus résistante aux cyclages en température et aux contraintes. Pour les cylindres guides des pistons de distribution, il convient d'opter pour un chemisage (liner) en fonte ductile inséré à la presse car en conditions de compétition l'usure est rapide. Sans liner cela signifierait un réusinage total de la culasse. Sur la valve

d'admission les forces de poussée transverse amènent une usure sévère du corps de valve. Un anneau usiné dans le liner améliorera les choses. Mieux encore une entrée tangentielle et non radiale de la vapeur diminuerait sensiblement le problème.
Valve d'admission : diamètre 9,5 x course 11,1 mm (3/8"x7/16") .
Valve d'échappement : diamètre 9,5 x course 6,4 mm (3/8"x1/4") .
Les goujons sont de diamètre 3,2mm (1/8") avec des coussinets en métal tendre. Le canal d'admission sert aussi d'échappement secondaire.

- Excentriques et « straps » d'excentriques : initialement montés sur roulements à aiguilles, on peut les concevoir de manière traditionnelle : excentriques en acier traité et straps en dural. De toute façon ils reçoivent un huilage sous pression. Les excentriques sont réalisé en deux parties : une réa (sheave) et une joue. Compte tenu des vitesses de rotation des contrepoids d'équilibrage y sont inclus, pour compenser le va et vient du strap et du piston de distribution.
- Pompe à huile : entraînée par roue et vis sans fin dans un rapport 6:1 . Le maneton détachable est là pour pré-huiler manuellement l'ensemble du moteur avant le démarrage, ceci à la suite d'un serrage de valve au cours d'un essai.
- Pompe à eau : entraînée par train d'engrenages ratio 75:15. Les engrenages sont montés dans le carter sur paliers à excentrique pour ajuster finement leur engrènement. La pompe est de type classique. Une pompe manuelle verticale à plongeur y est attelée. Une fois l'amorçage réalisé le bouton est sécurisé par vissage rapide sur le corps de ladite pompe.

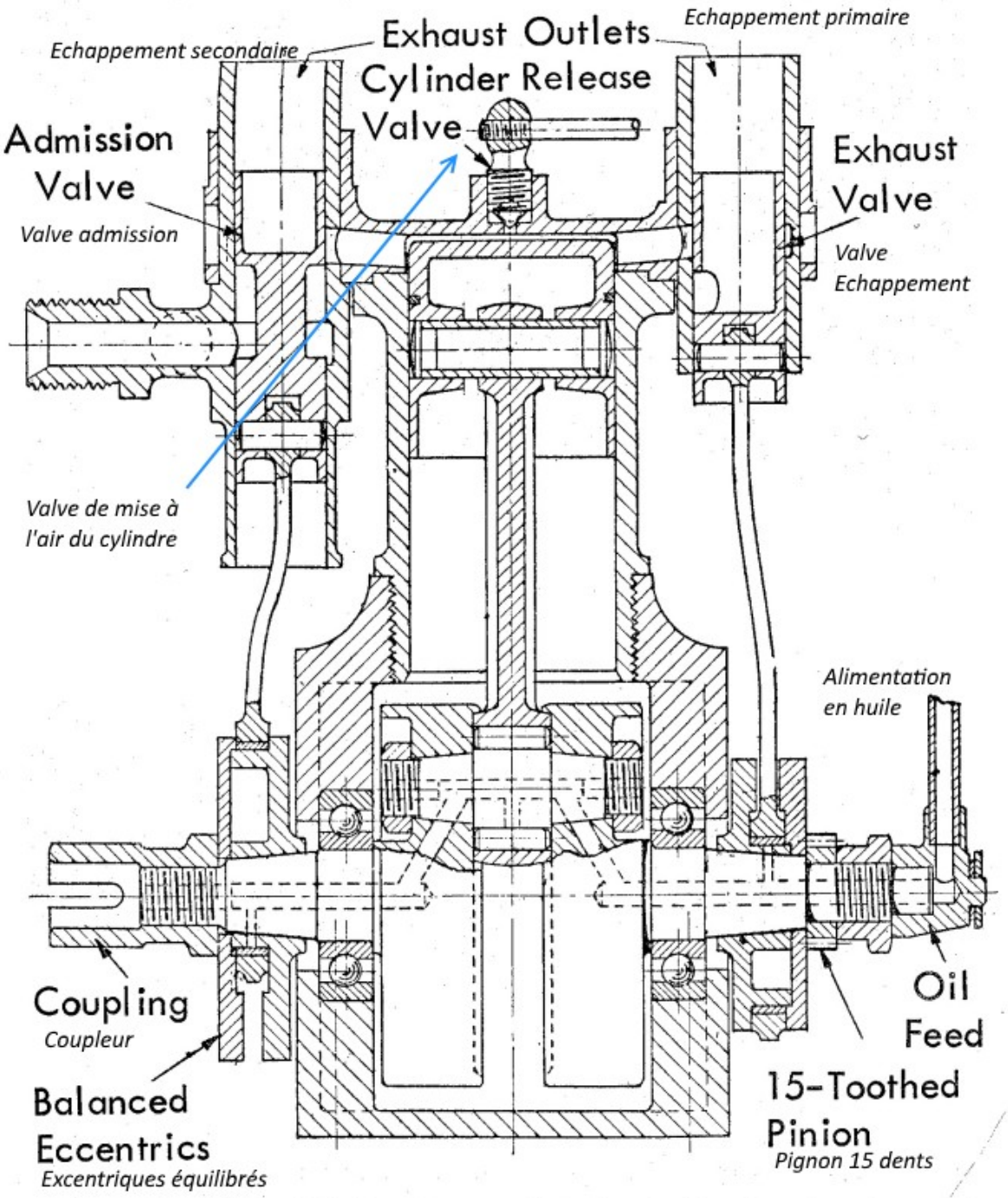


Fig. 10.1 Full-size diagram of sectional side elevation of the engine. External fittings are omitted. The oil feed is a banjo union

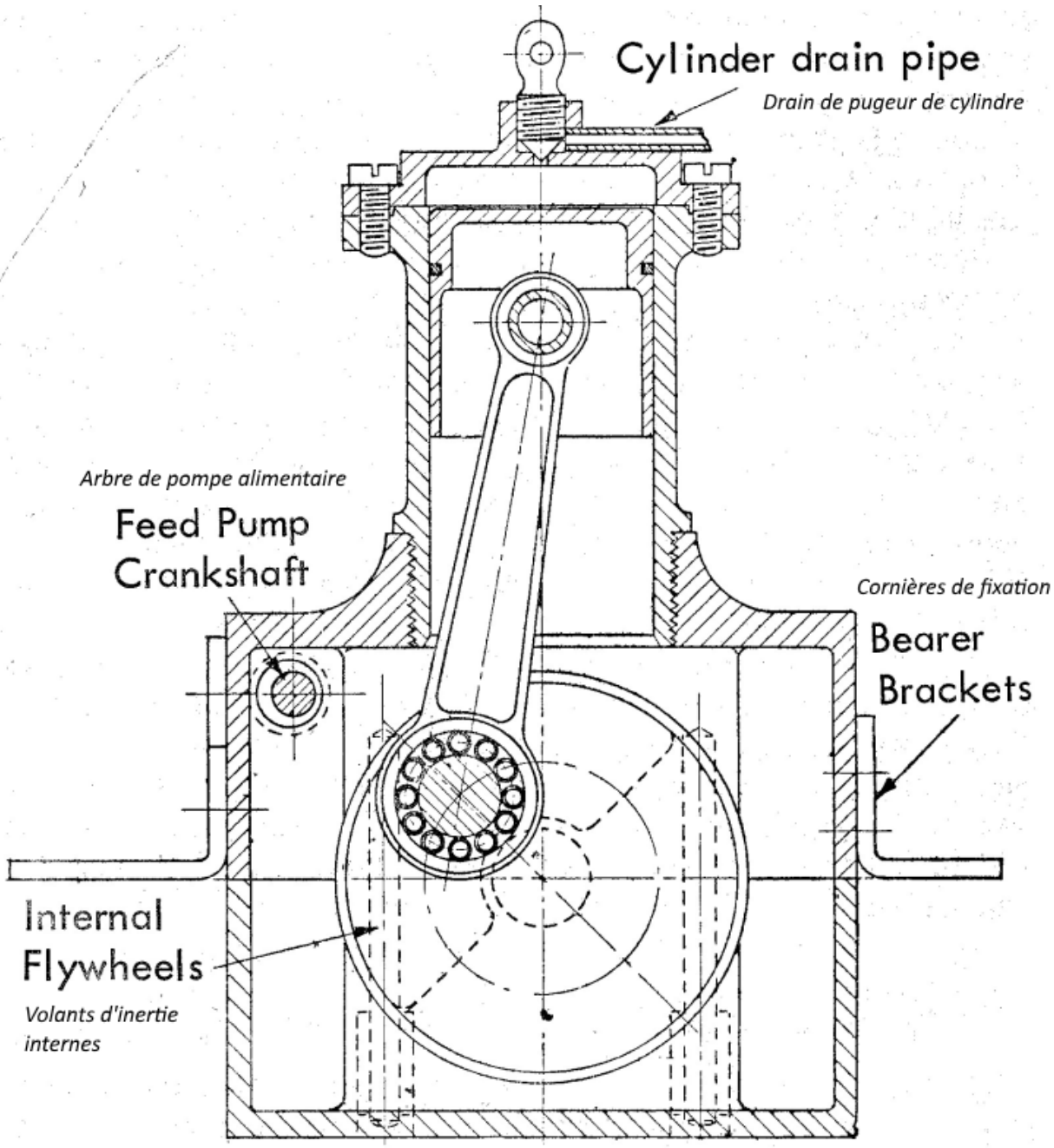


Fig. 10.2 The corresponding diagram (Fig. 10.1) of the end elevation

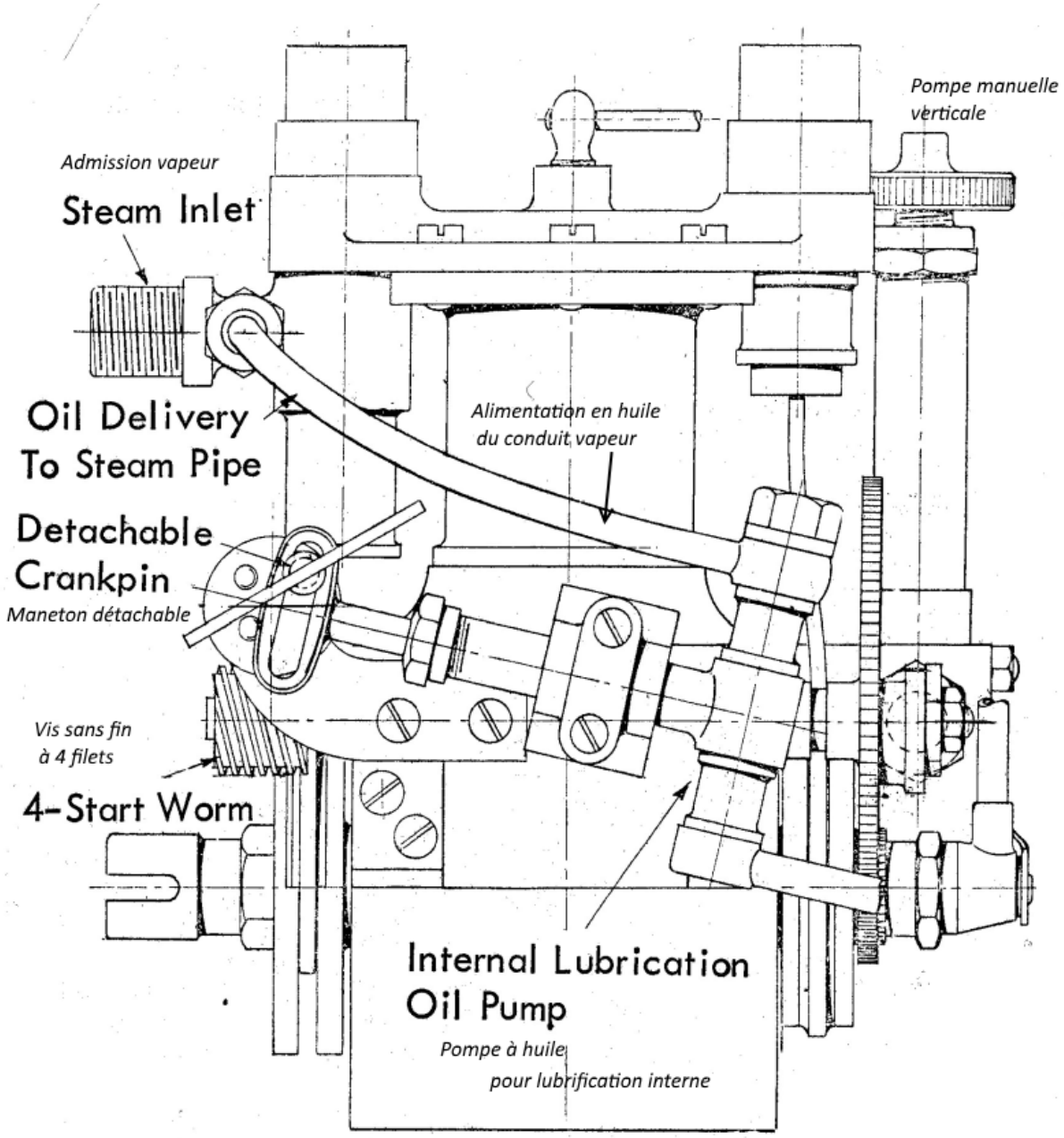


Fig. 10.3 Full-size diagram of the starboard-side elevation of the engine

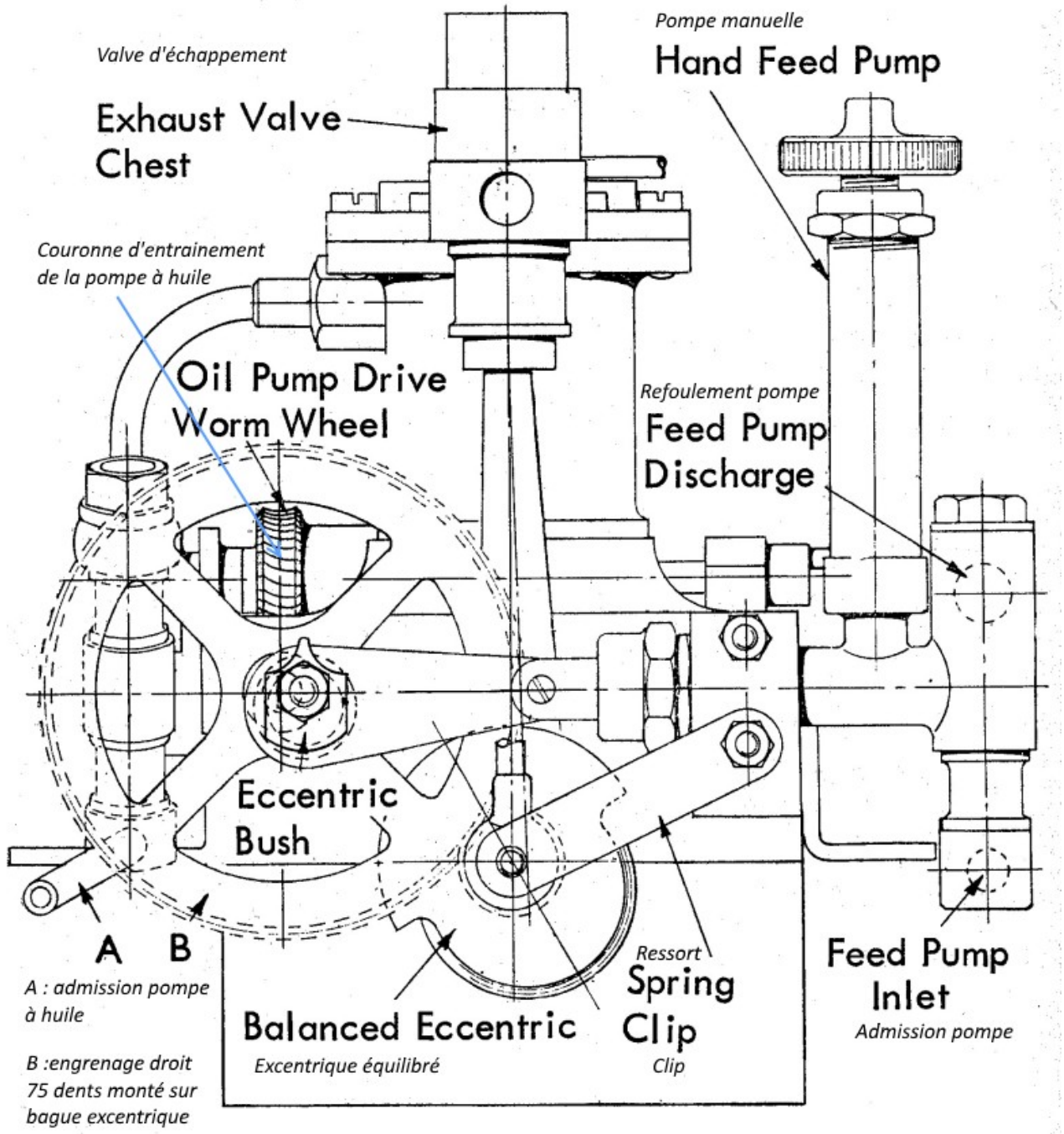


Fig. 10.4 Forward end elevation of engine. The oil pump inlet is at A, the 75-toothed spur gear at B

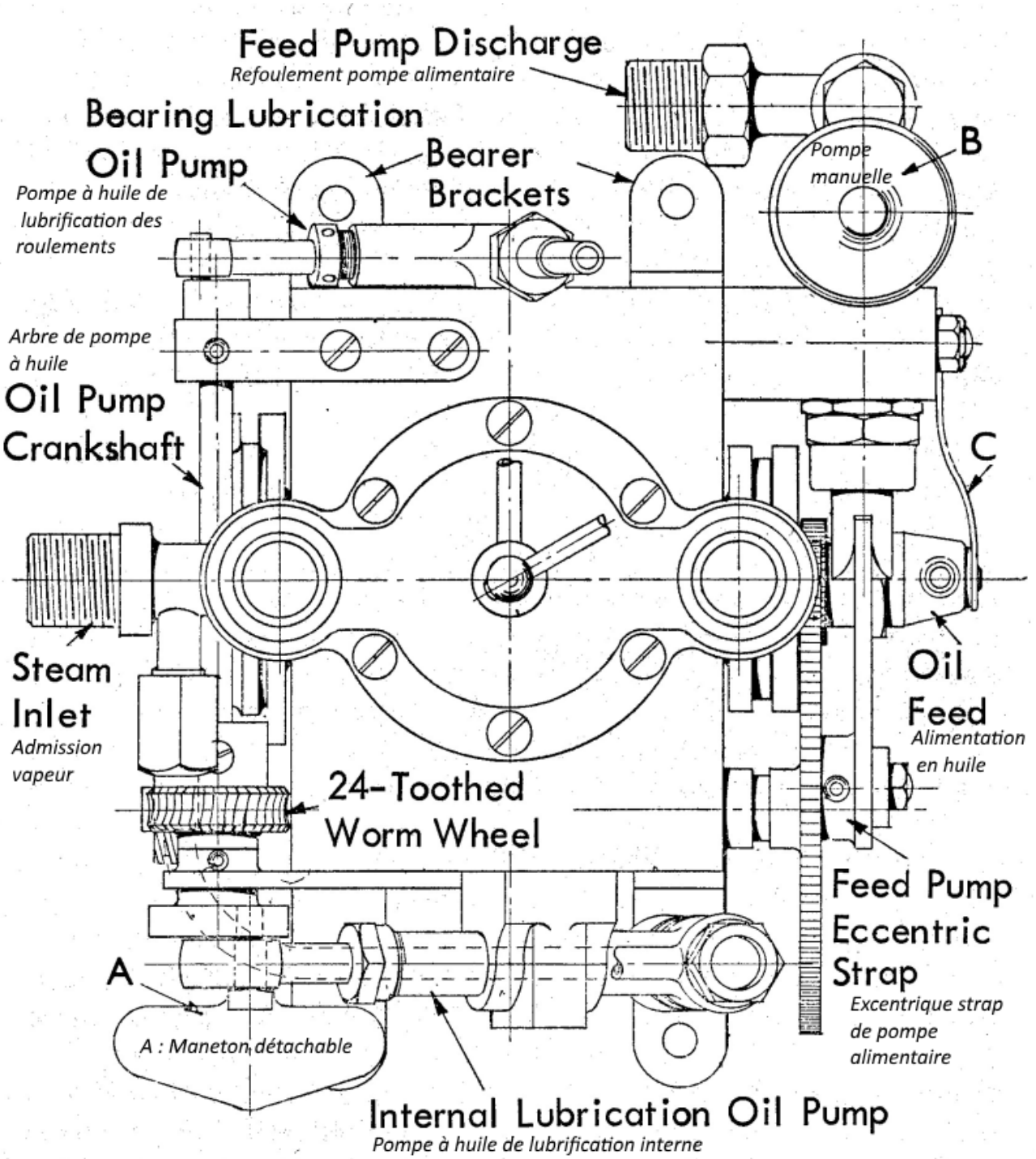


Fig. 10.5 The plan of the engine. The oil feed is by a banjo union held in place by a spring clip. A indicates the position of the detachable crankpin, and B the position of the hand

Conclusion

Je trouve ce moteur assez radical et remarquable dans sa conception. Cependant il est quand même réservé à des modélistes confirmés car on est, en matière d'usinage et de conception, bien plus proche des moteurs à combustion interne que des moteurs à vapeur traditionnels.

L'utilisation d'une motopompe électrique devrait cependant simplifier notablement la conception, mais en contrepartie, comme cela a déjà été dit, il faut utiliser des moyens modernes de contrôle commande et une excellente régulation pour rendre docile la vaporisation instantanée.

Moteur Gems Suzor 20B et 45B

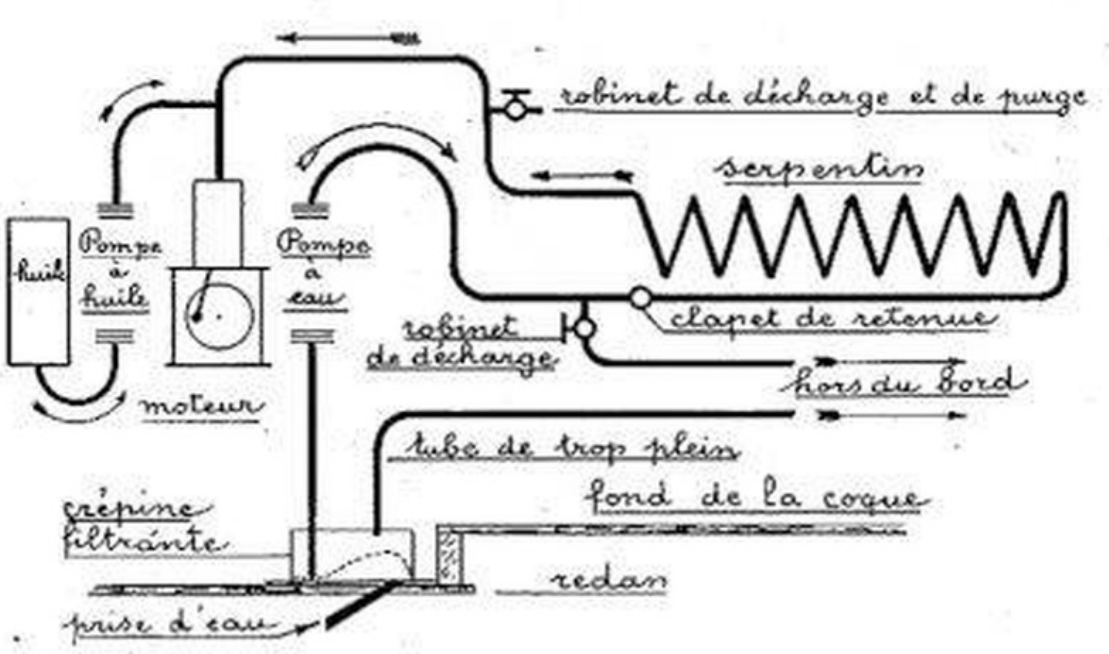


Fig. 92. — **Schéma explicatif d'un groupe moteur à vaporisation instantanée.**

Gems Suzor propose ce schéma générique sachant que ses machines étaient orientées compétition d'hydroplane. Il semble que ce soit un schéma largement adopté à son époque.

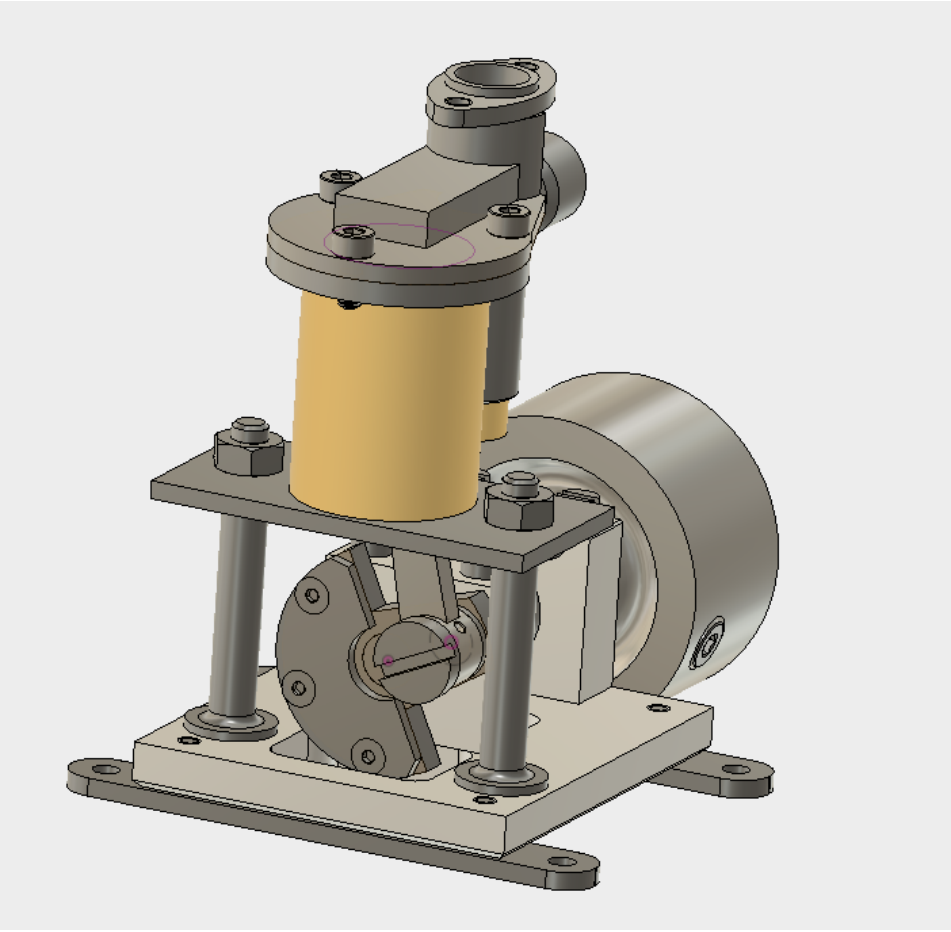
L'eau est prise directement dans le bassin par une écope sur le redan de coque puis placée dans une bâche alimentaire avec crépine de filtration. Le trop plein est directement évacué par dessus bord. L'eau de la bâche est reprise par une pompe à piston classiquement équipée de clapets à bille. La pompe alimentaire étant entraînée par le moteur, on trouve en sortie de pompe un robinet de décharge qui sert d'organe de réglage/optimisation, fixant le débit et donc la pression dans le circuit. L'évacuation du débit de fuite est envoyé par dessus bord.

En aval de ce robinet de réglage on trouve un clapet anti-retour. Son rôle est selon lui de soulager et réduire l'usure du clapet de refoulement de la pompe. En sortie de serpentin il a placé un robinet de décharge et purge. Ce n'est pas à mon sens un organe de sécurité mais un organe pour le démarrage à froid et pour l'arrêt. Le moteur est muni d'une mise à l'air du cylindre pour la purge et l'aisance du démarrage.

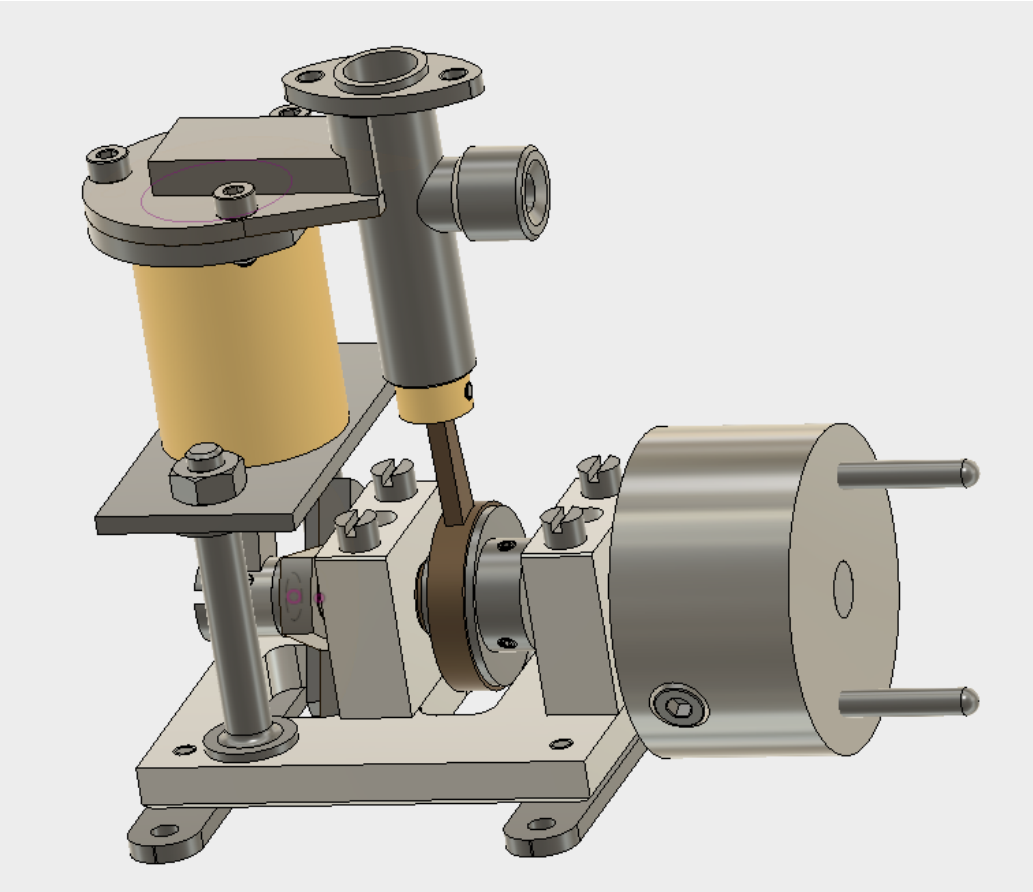
Voici dans l'un de ses articles ce qu'il propose comme règles de base en prédimensionnement, ce qui est assez précieux.

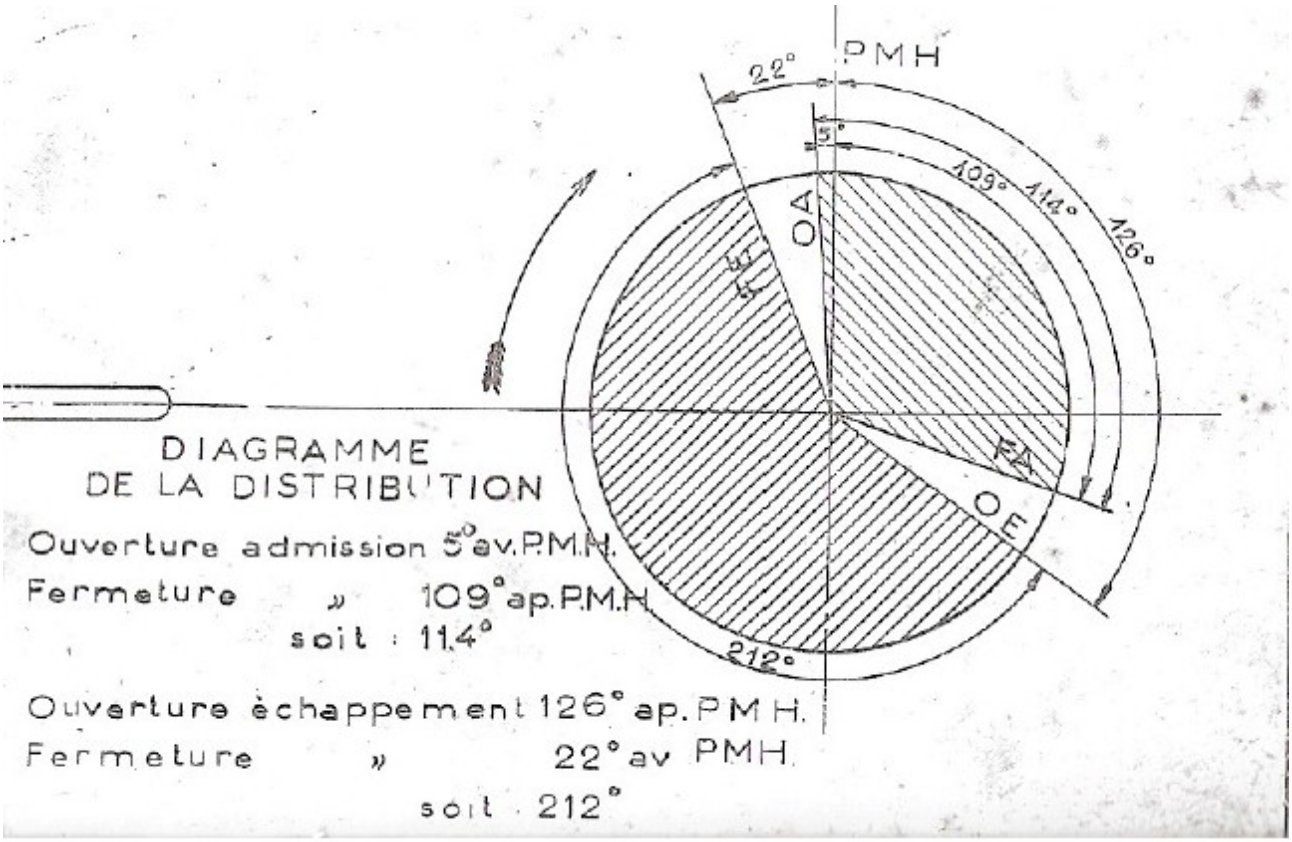
- Pour des cylindrées de 3 à 25cm3 la longueur du serpentin allait respectivement de 3,5 à 14m pour des diamètres intérieurs du tube de 3 à 5mm.
- Pompe à eau : rapport de déplacement/cylindrée 1/100 à 1/200 pour une démultiplication de 1/5 à 1/10
- Pompe à huile : rapport de déplacement/cylindrée 1/700 à 1/1000 pour une démultiplication de 1/50 à 1/100

Moteur 20B



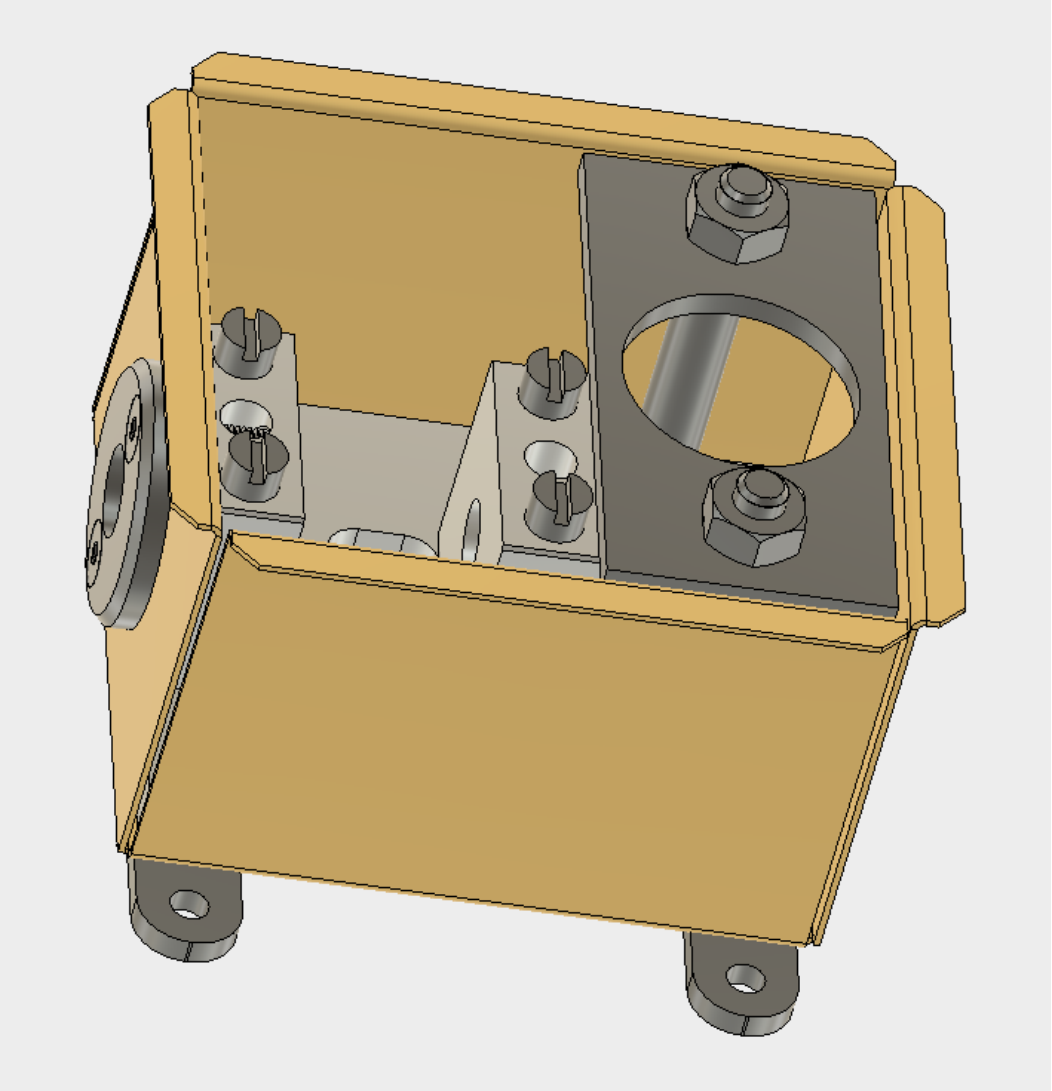
C'est un moteur de début pour se familiariser avec le Flash steam basé sur une conception classique à contre-courant. Il est donné pour 20 bars et fait appel a des assemblages mécanosoudés. L'utilisation de roulements étanches ou même de paliers bronze associés à des paliers porte roulement démontables en deux parties seraient de mon point de vue les seules améliorations valables car le moteur est vraiment bien conçu. Ci-après le diagramme de distribution prévu.

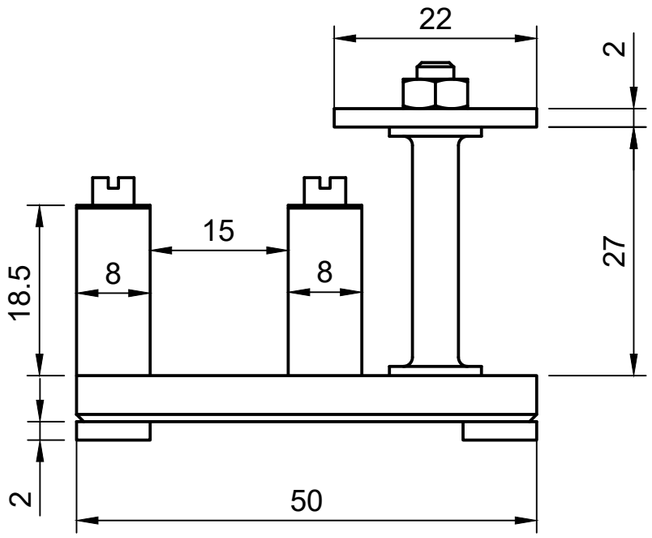


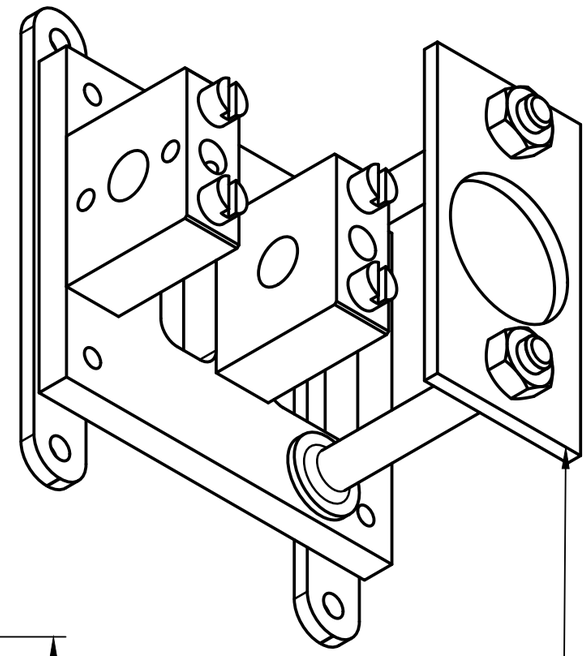


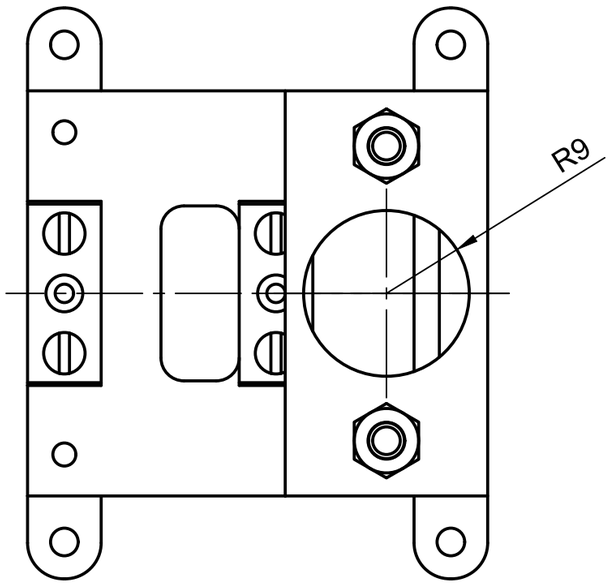
On trouvera les plans retravaillés en CAO en Annexe. Je n'ai pris que très peu de liberté par rapport aux dessins originaux.

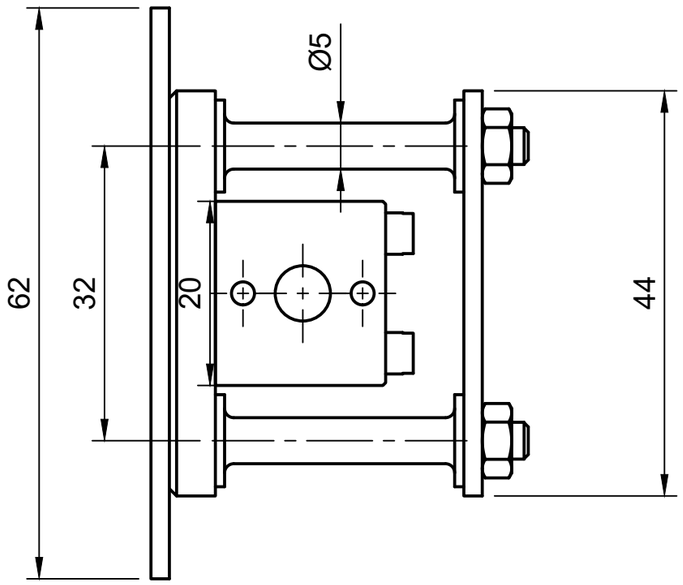
Ci-après, une vu du bâti avec le bac de rétention







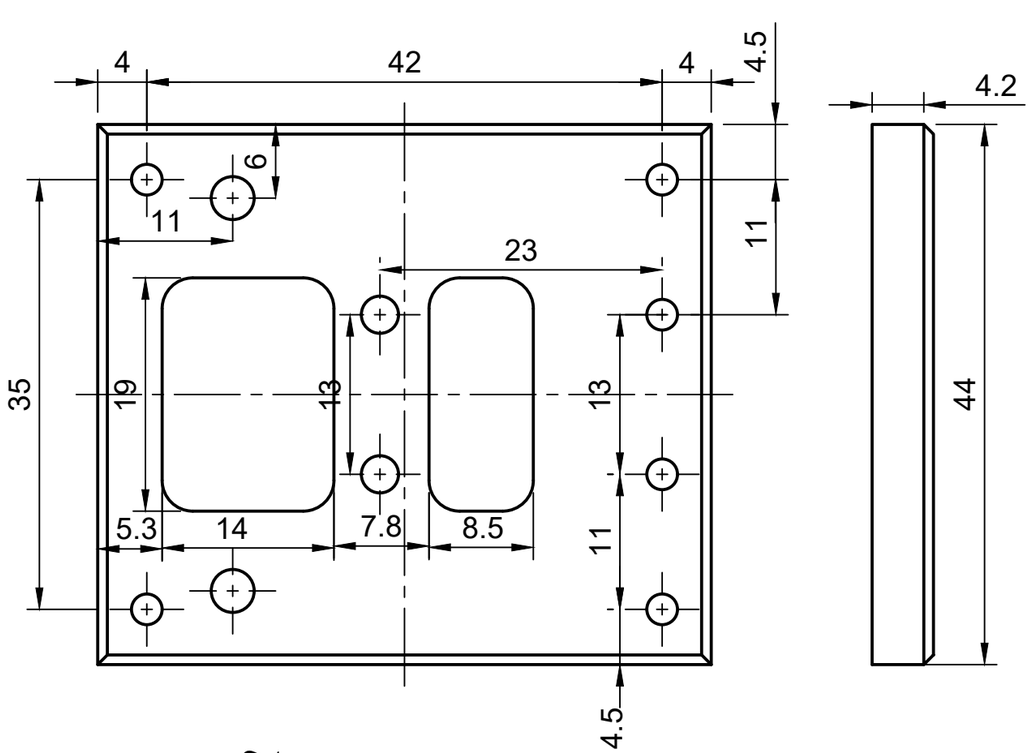


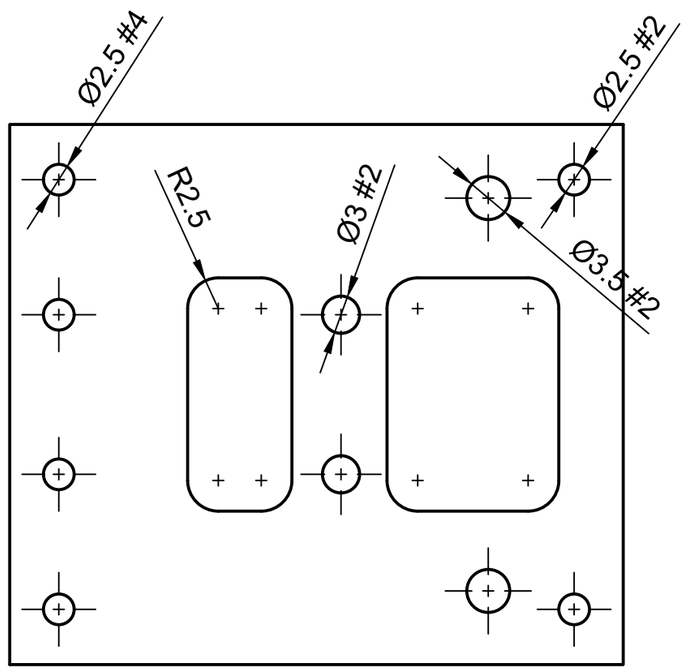


Plaque inférieure du cylindre

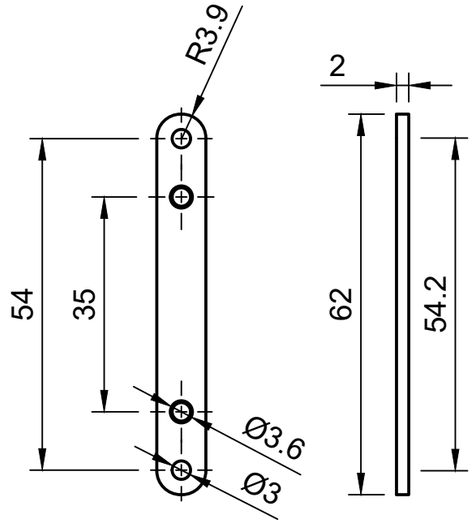
Nota: bâti représenté avec la plaque inférieure du cylindre
cette plaque appartient au sous-ensembe Cylindre composé de
trois pièces brasées ensemble

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 31/10/2017	
		Document type	Document status
		Title: Bâti	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 1/3

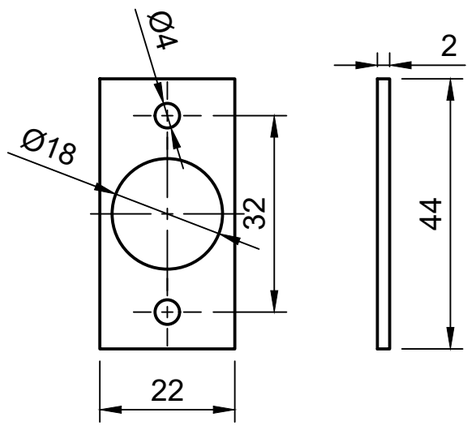




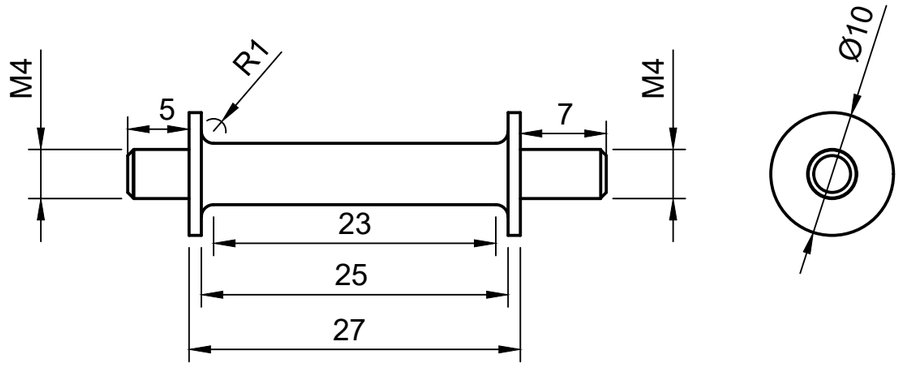
Socle



Patte de fixation

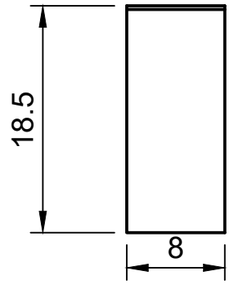


Plaque inférieure cylindre
(pour mémoire)

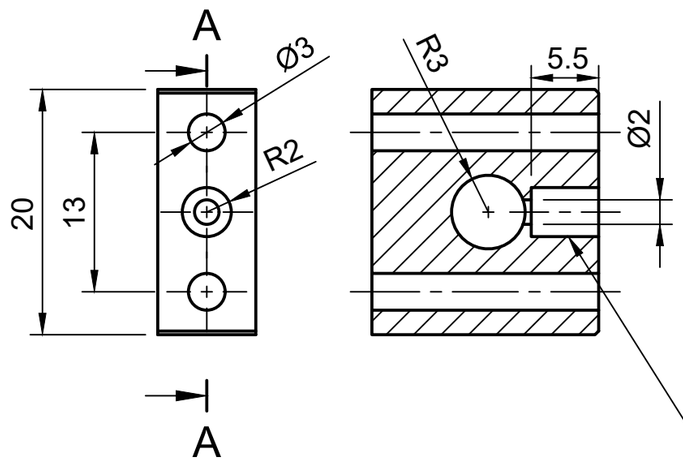


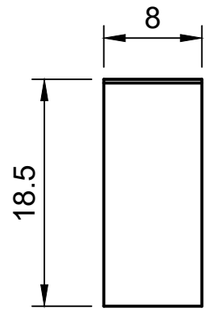
Colonnette

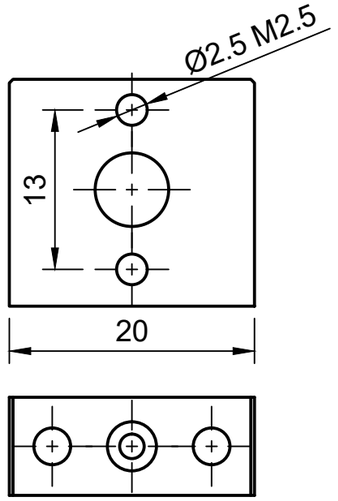
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 31/10/2017	
		Document type	Document status
		Title: Bâti	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 2/3



Palier Avant

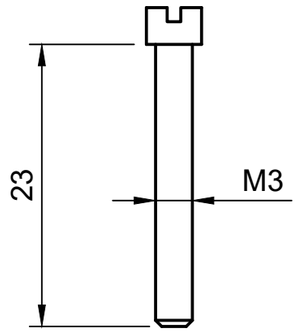






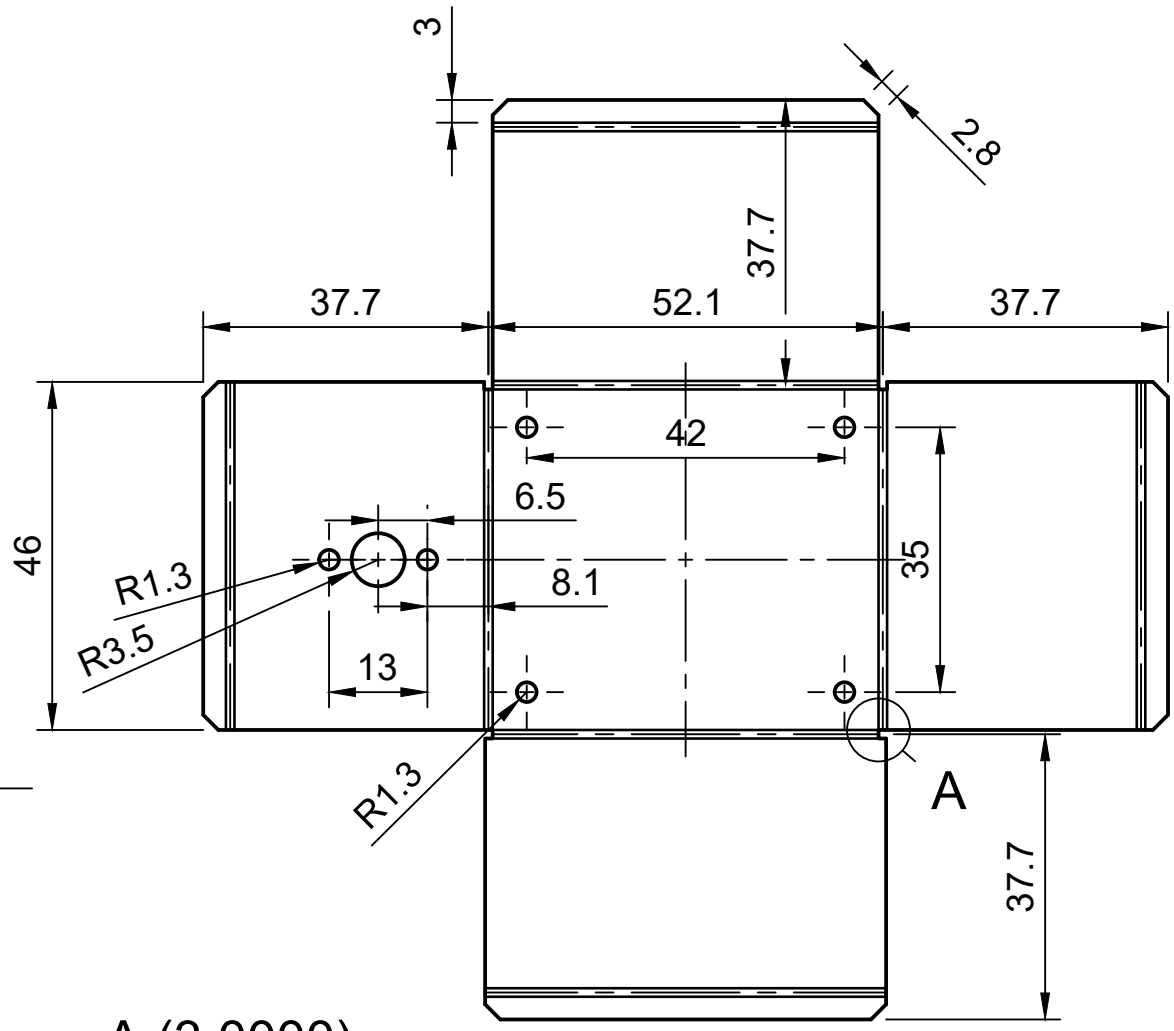
Palier Arrrière
d° Av mais vis de
fixation carter tôle

Les paliers ont été conçus à l'origine en Dural, il y a moyen de les améliorer à l'aide de bagues bronze ou de roulements étanches

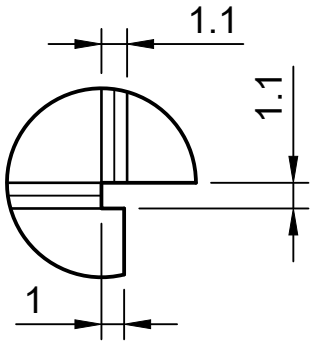


Vis fixation palier
sur socle bâti

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 31/10/2017	
		Document type	Document status
		Title: Bâti	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 3/3

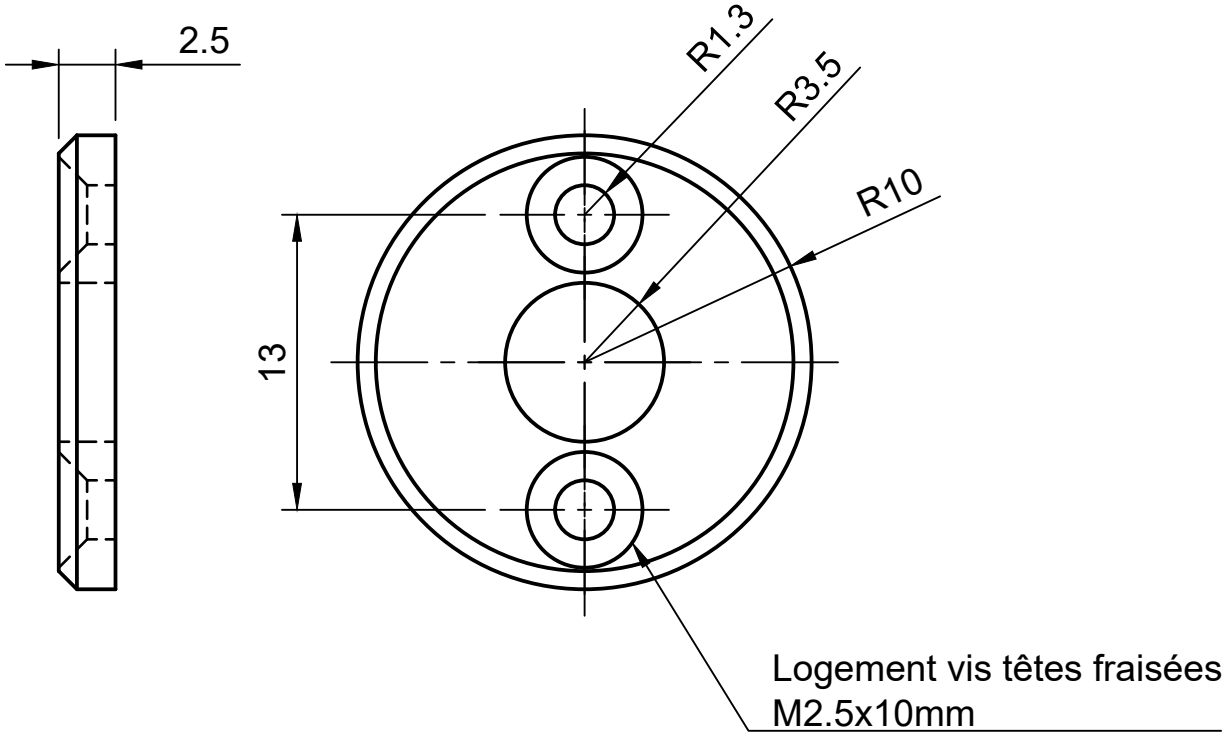


A (3.0000)

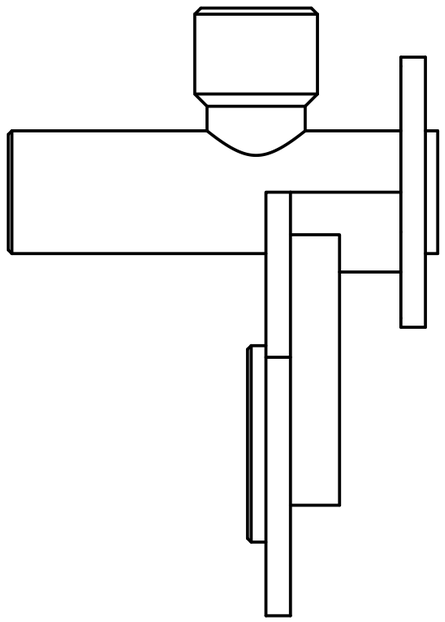


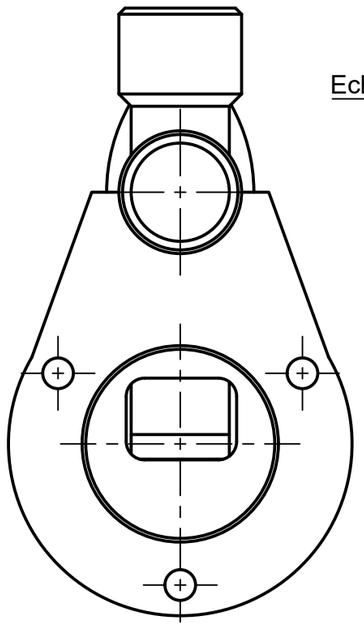
Laiton ép 0.5mm

Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 05/11/2017	Approved by
		Document type	Document status
		Title Casing Rétention	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet 1/1



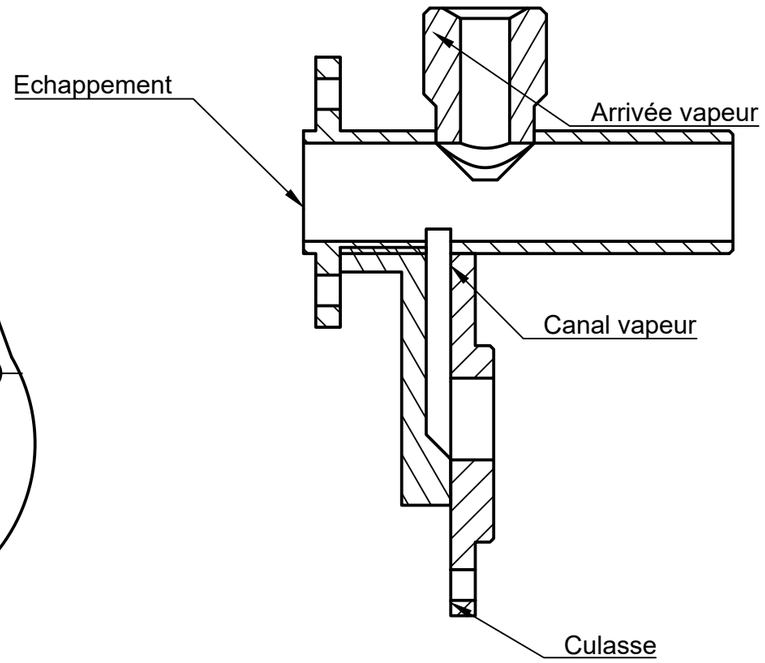
Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 05/11/2017	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title Casing rondelle étanchéité	DWG No.	
			Rev.	Date of issue / Sheet 1/1



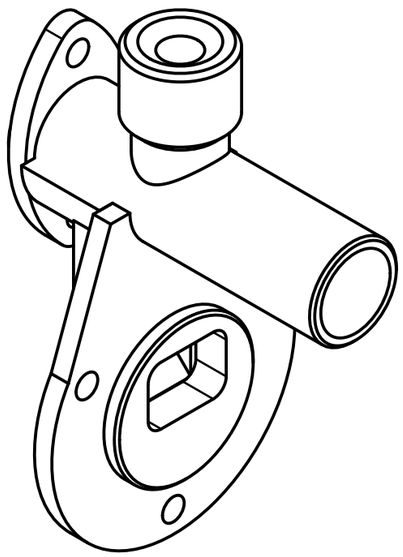


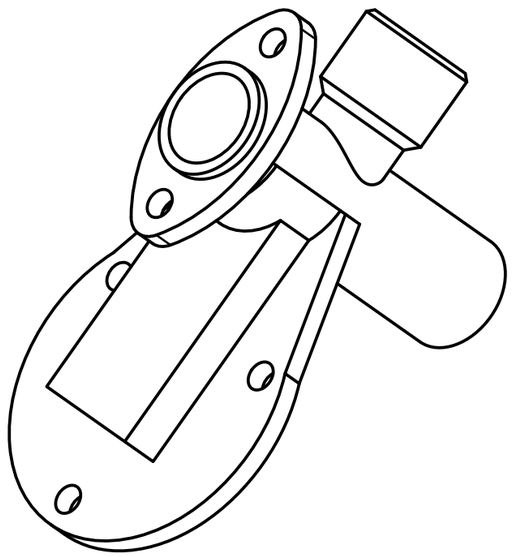
A

A



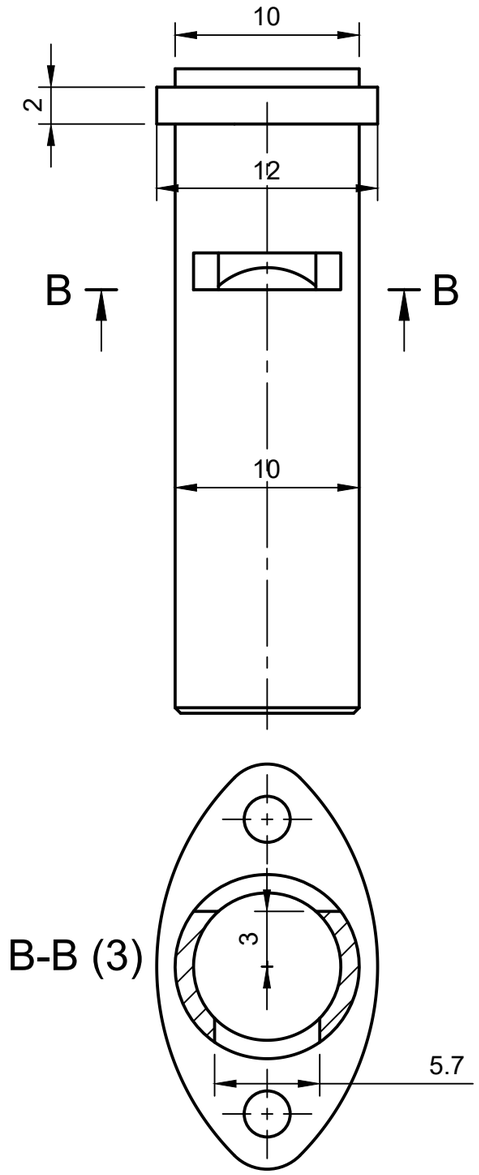
A-A (2)

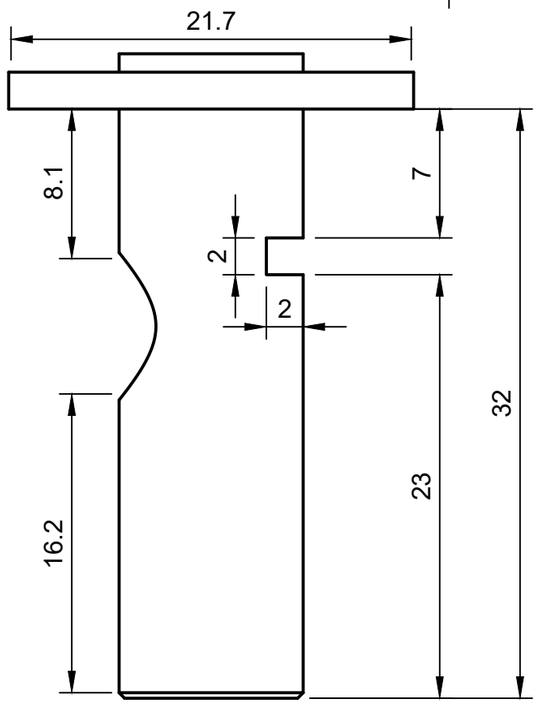


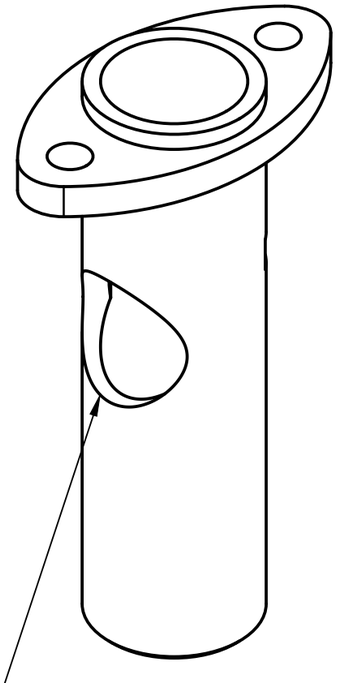


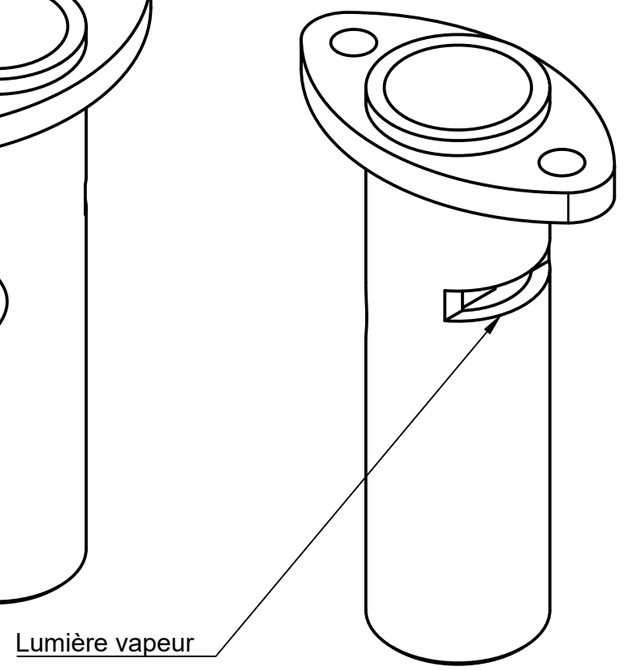
A

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title	DWG No.
		culasse_1	
		Rev. / Date of issue	Sheet 1/4



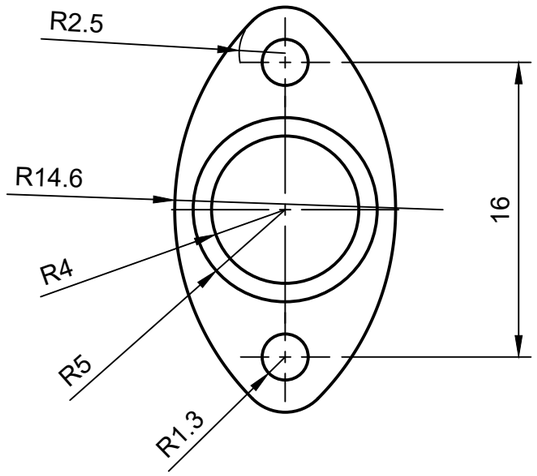






Insertion connecteur arrivée vapeur

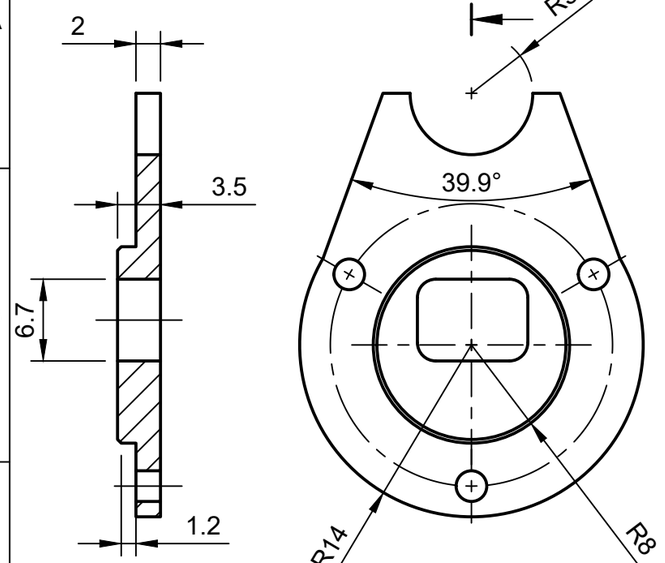
Lumière vapeur

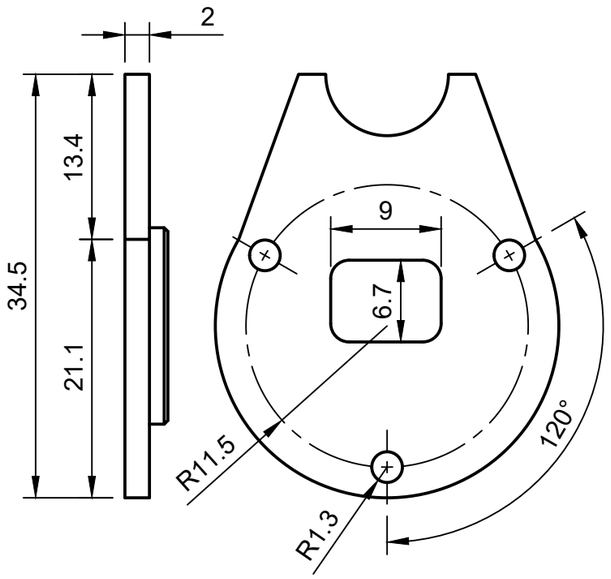


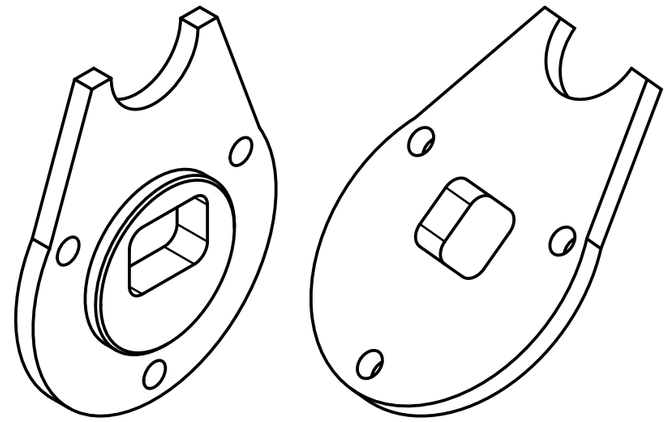
Cylindre de distribution

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 2/4

C-C (2)

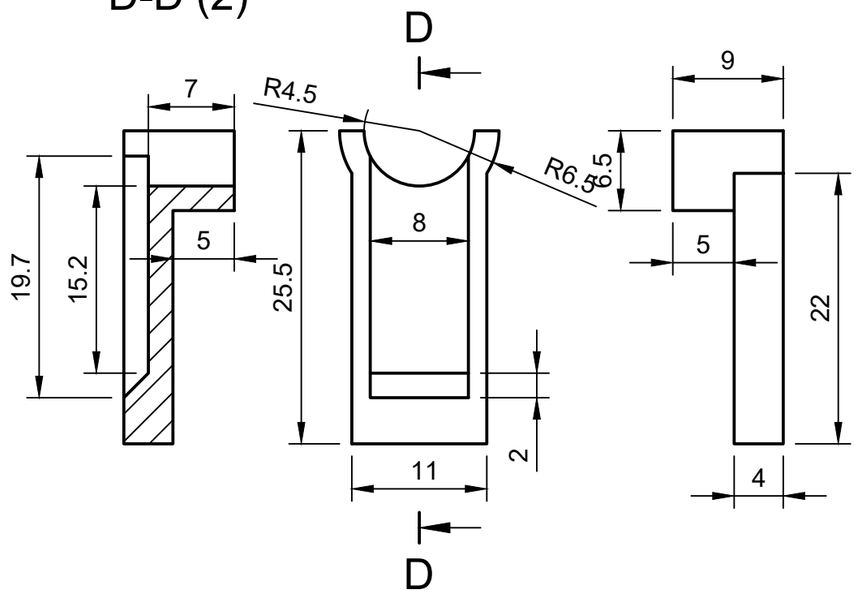


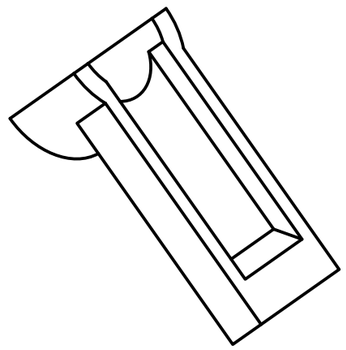


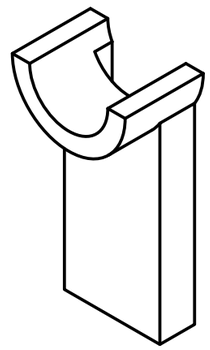


Culasse

D-D (2)



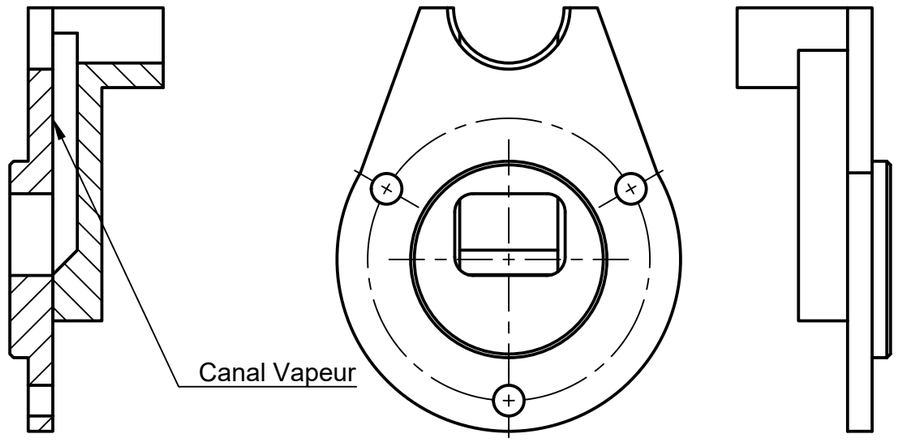


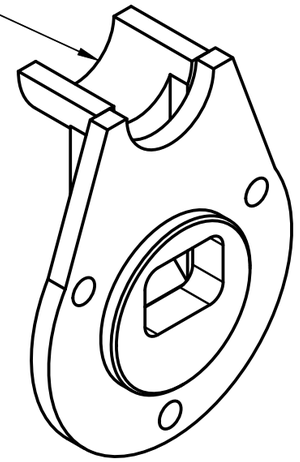


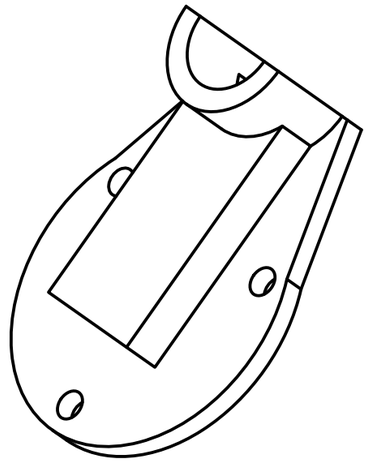
Canal Vapeur

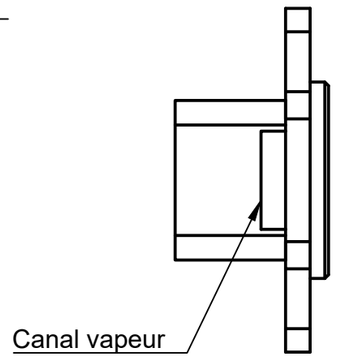
Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 01/11/2017	Approved by
		Document type	Document status
		Title culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet 3/4

E-E (2)

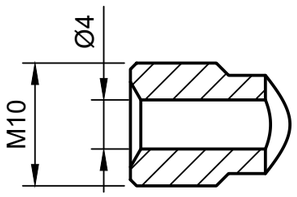


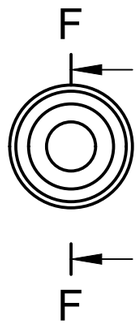






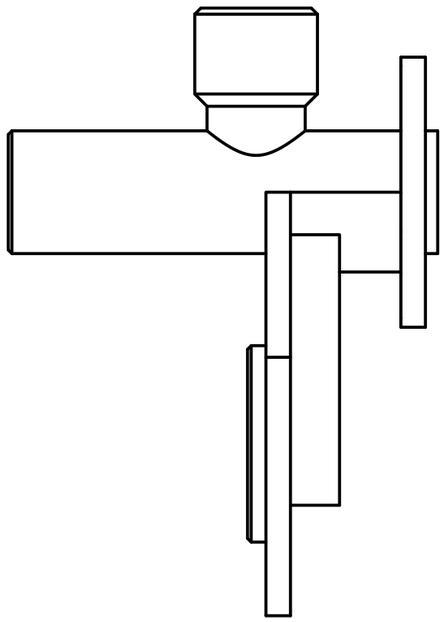
F-F (2)

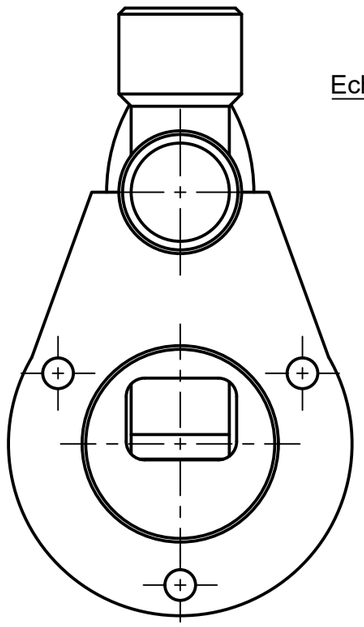


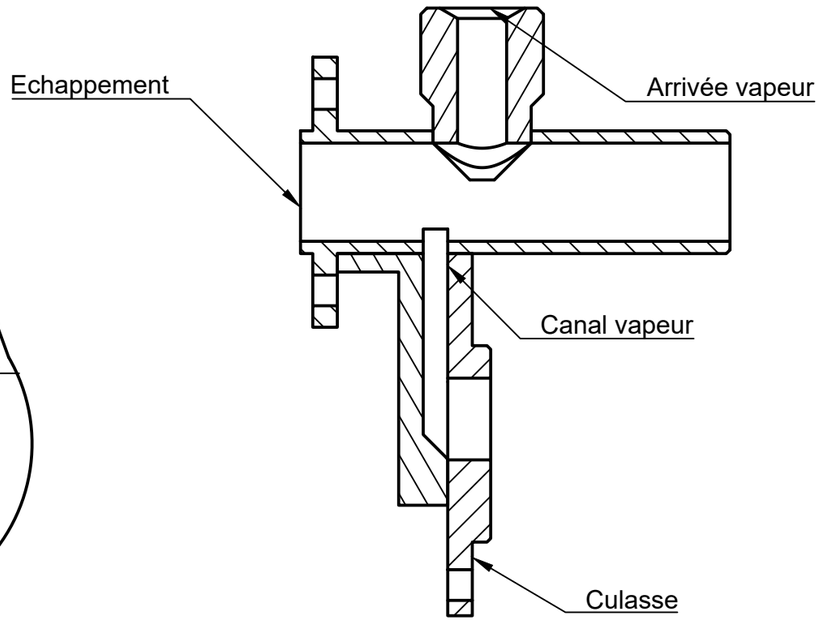


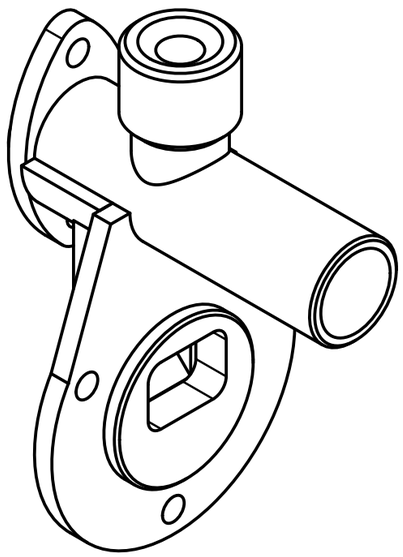
Admission vapeur
à définir selon système de raccordement.
Brasé sur le cylindre de distribution

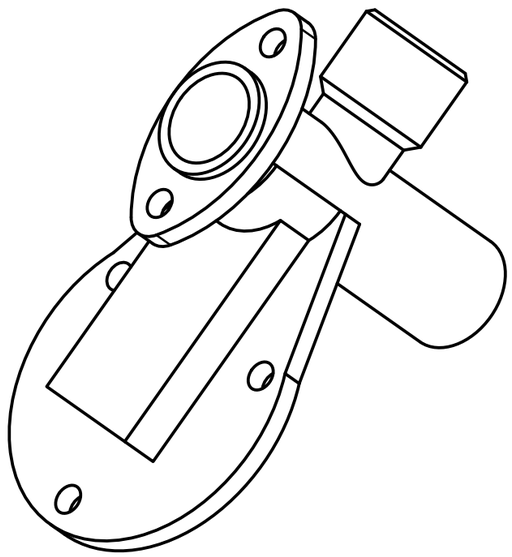
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 4/4



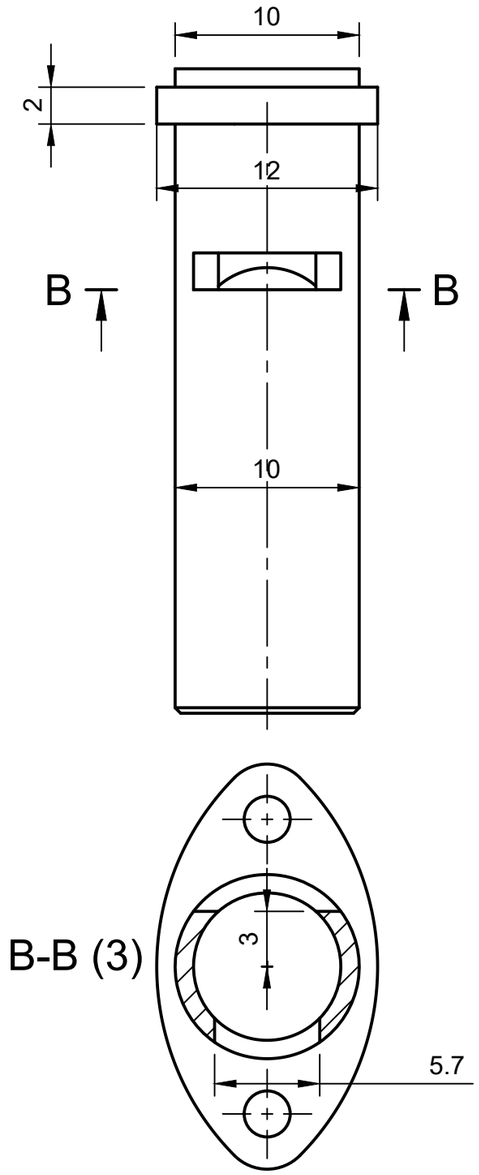


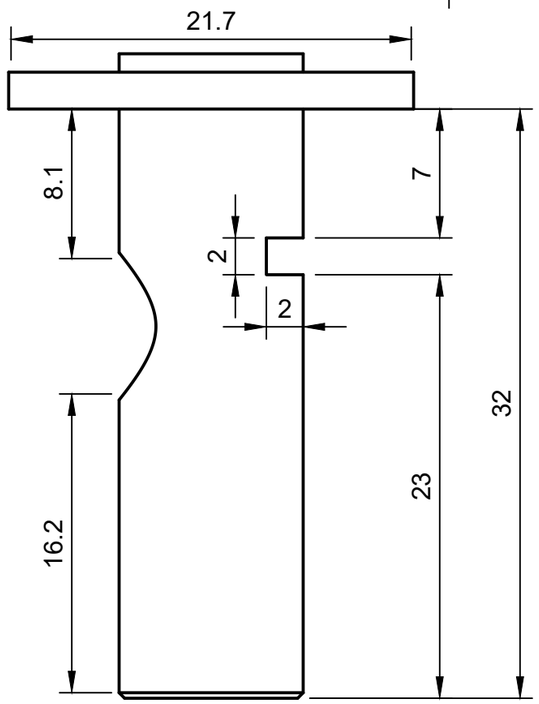


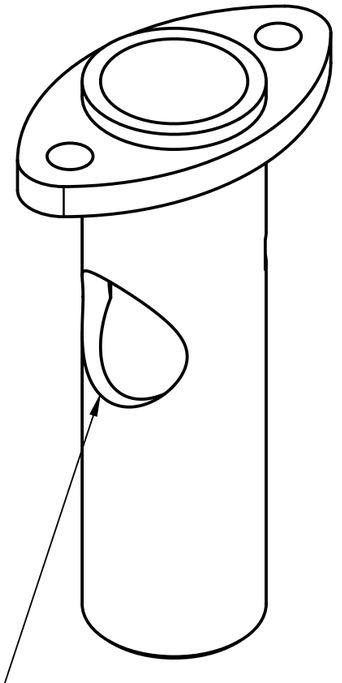


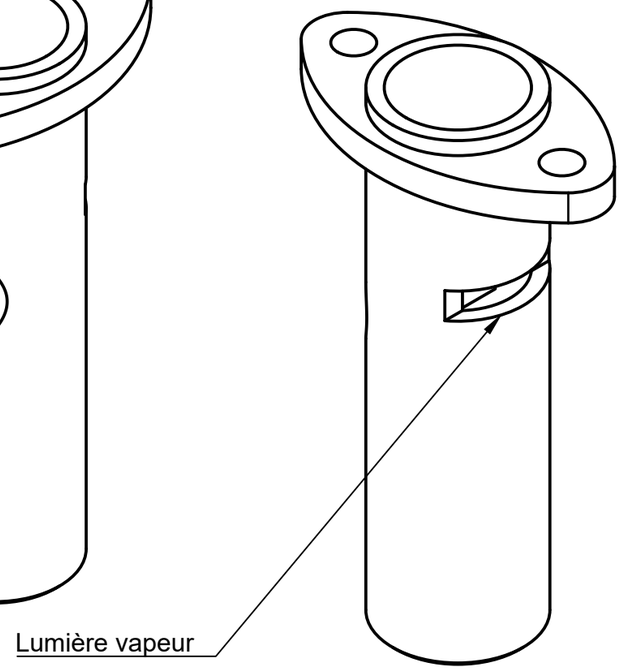


Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 01/11/2017	Approved by
		Document type	Document status
		Title culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet 1/4



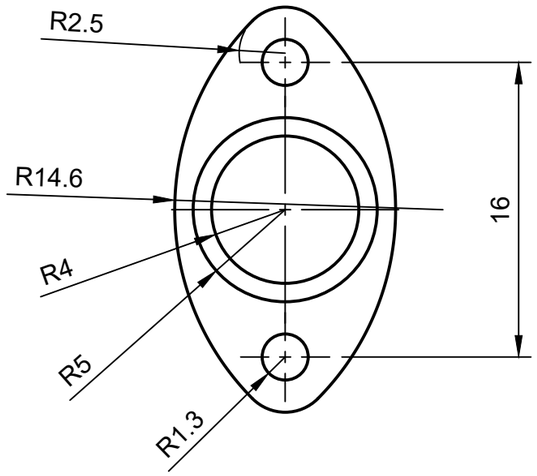






Insertion connecteur arrivée vapeur

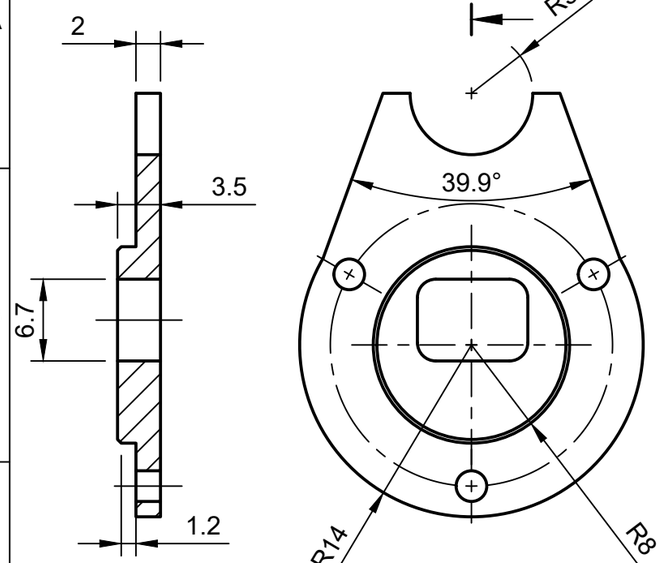
Lumière vapeur

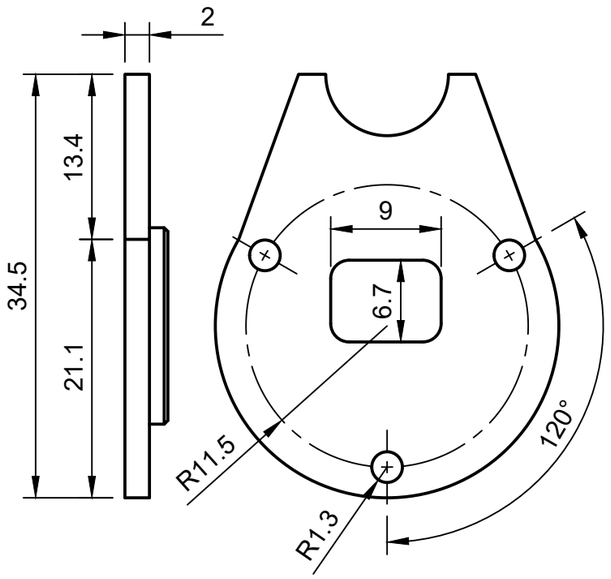


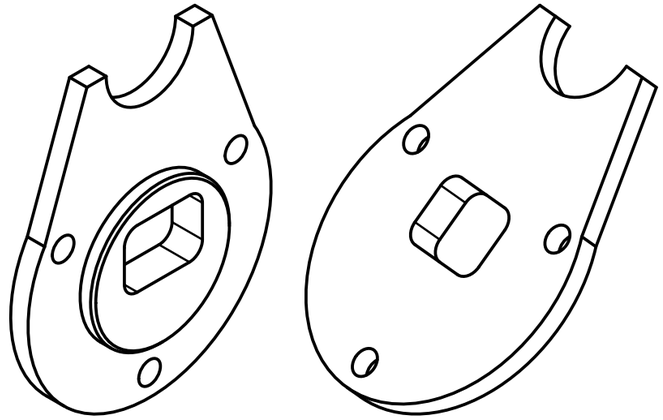
Cylindre de distribution

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 2/4

C-C (2)

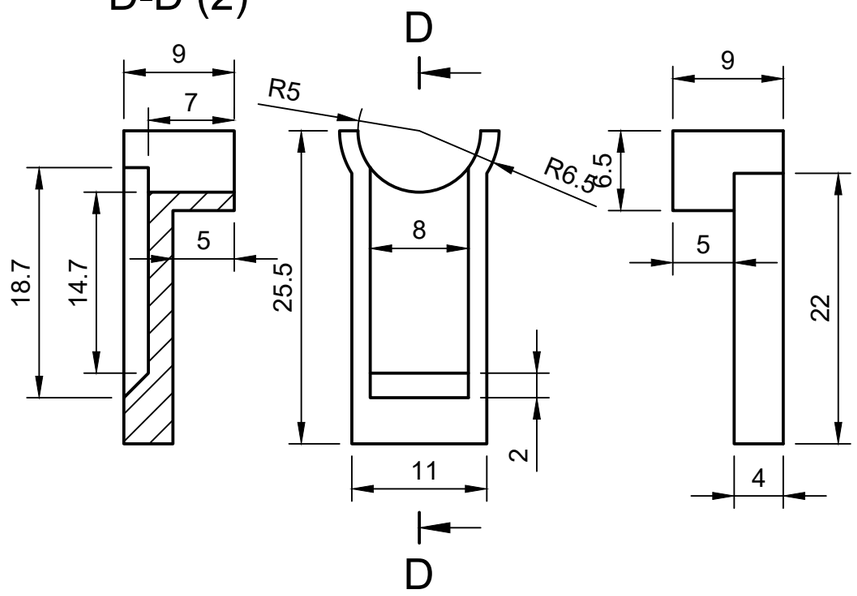


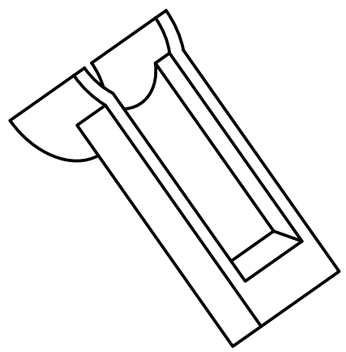


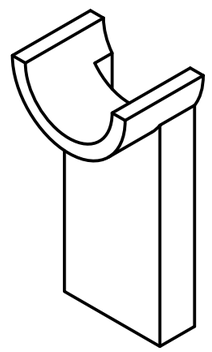


Culasse

D-D (2)



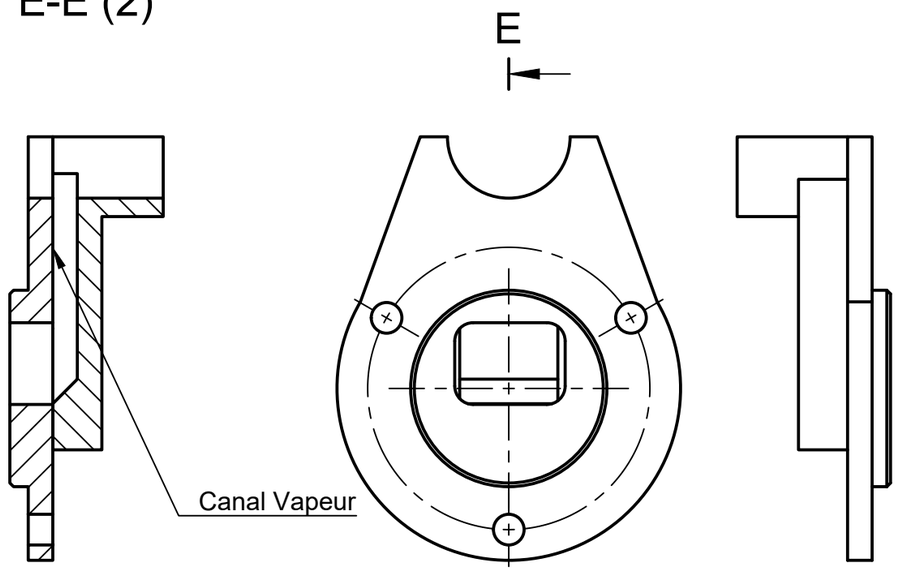




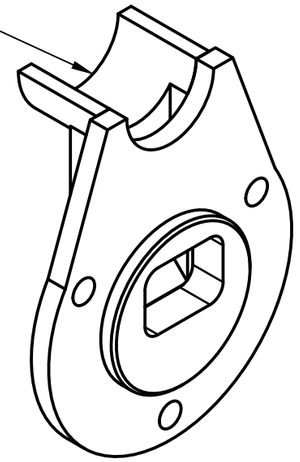
Canal Vapeur

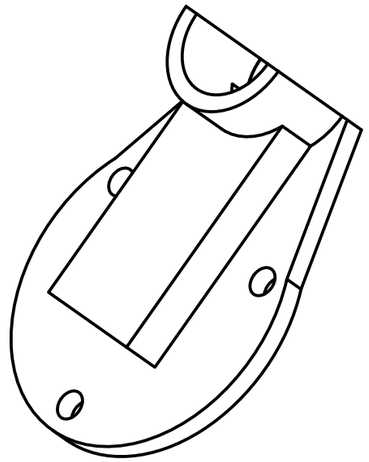
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 3/4

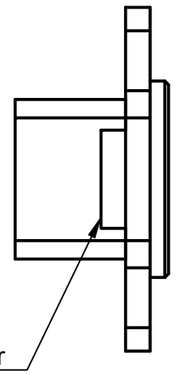
E-E (2)



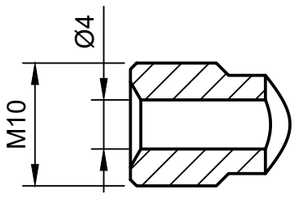
Partie brasée sur le cylindre
de distribution

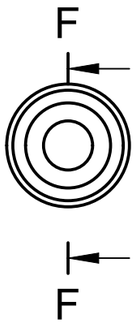






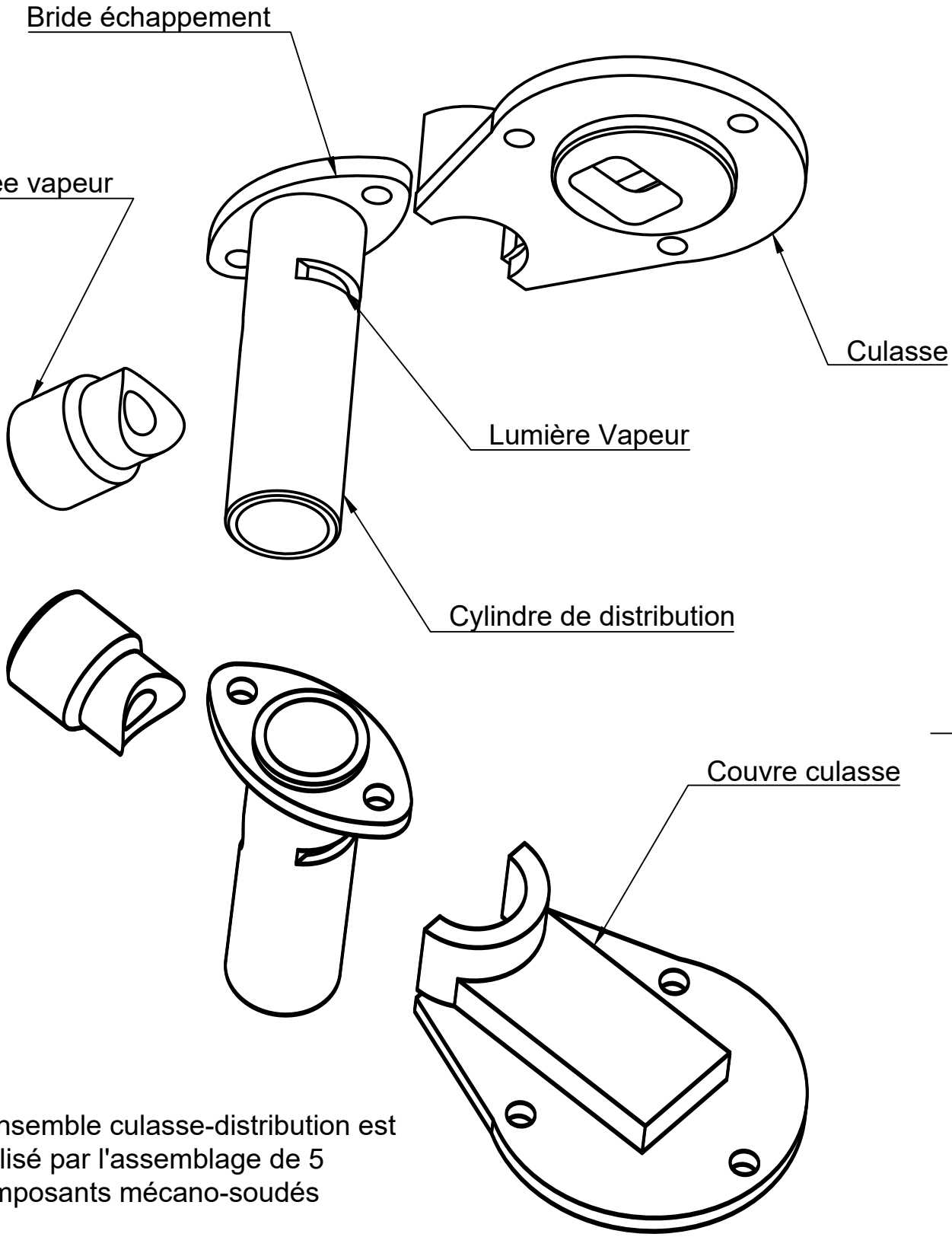
F-F (2)





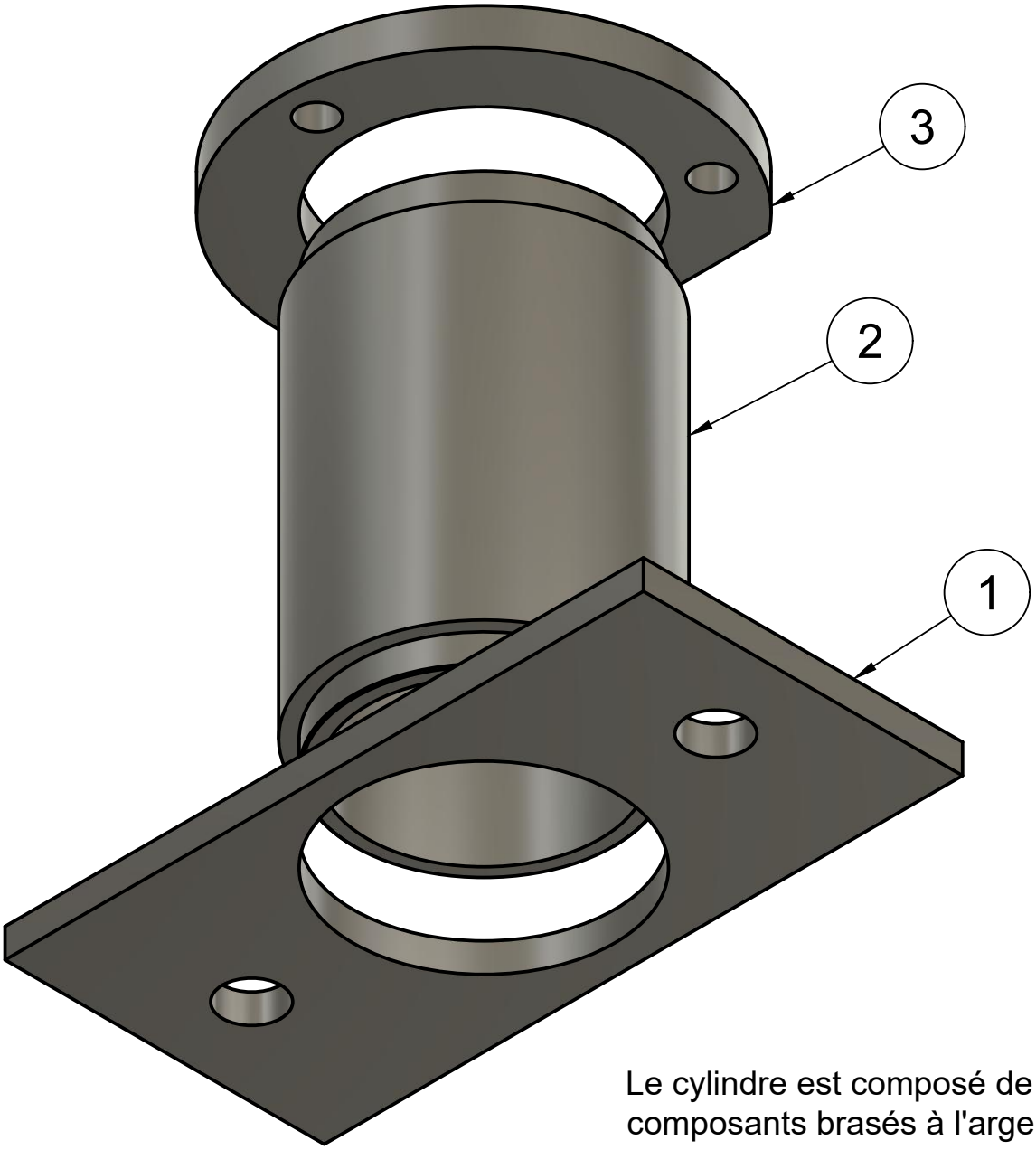
Admission vapeur
à définir selon système de raccordement.
Brasé sur le cylindre de distribution

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: culasse_1	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 4/4



L'ensemble culasse-distribution est réalisé par l'assemblage de 5 composants mécano-soudés

Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 01/11/2017	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title culasse_1	DWG No.	
			Rev.	Date of issue / Sheet 1/1

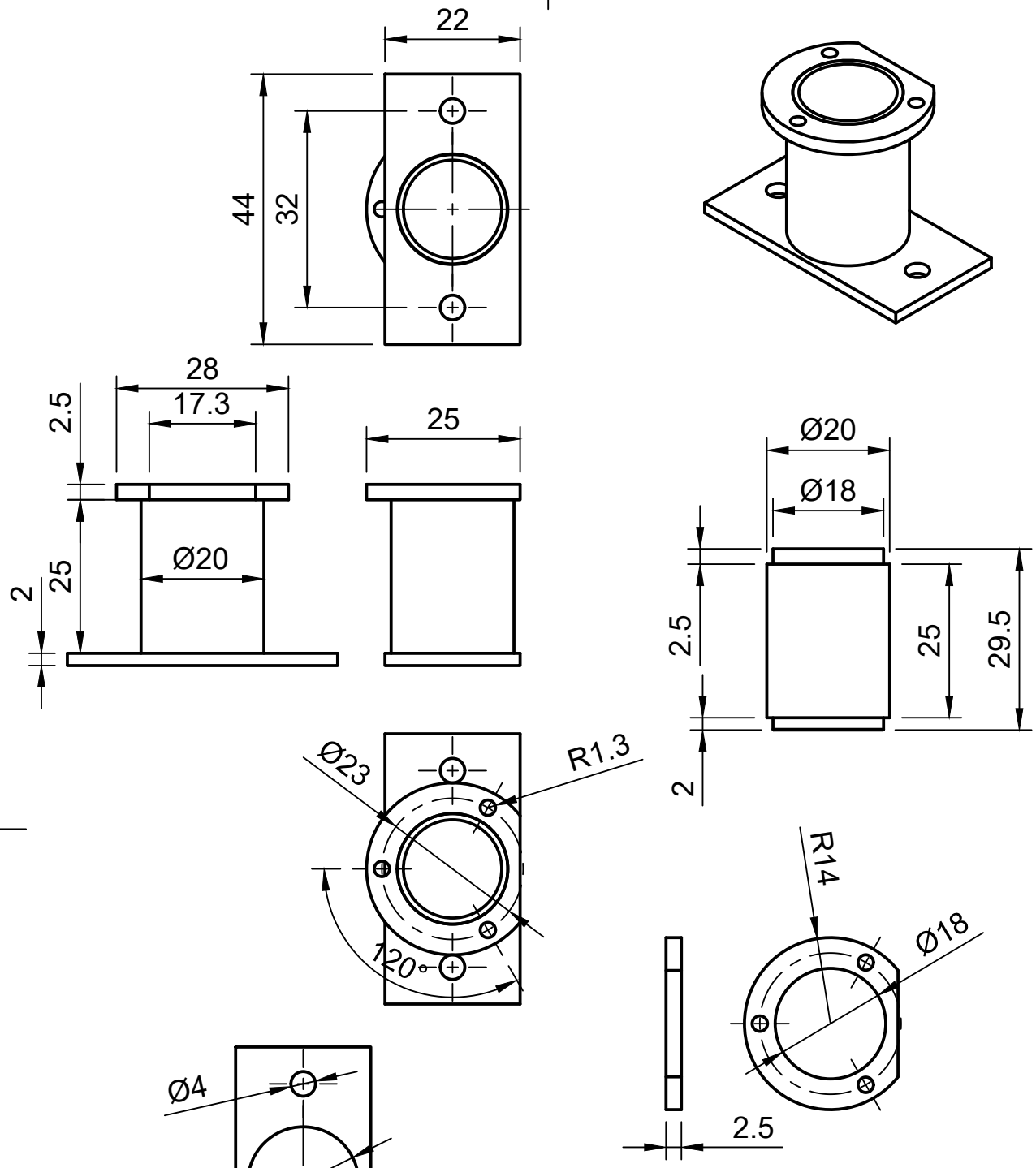


Le cylindre est composé de 3 composants brasés à l'argent

Item	Qty	Part Number	Description	Material
3	1	CYLINDER_UPPERPLATE		LAITON
2	1	CYLINDER		LAITON
1	1	CYLINDER_LOWERPLATE		LAITON

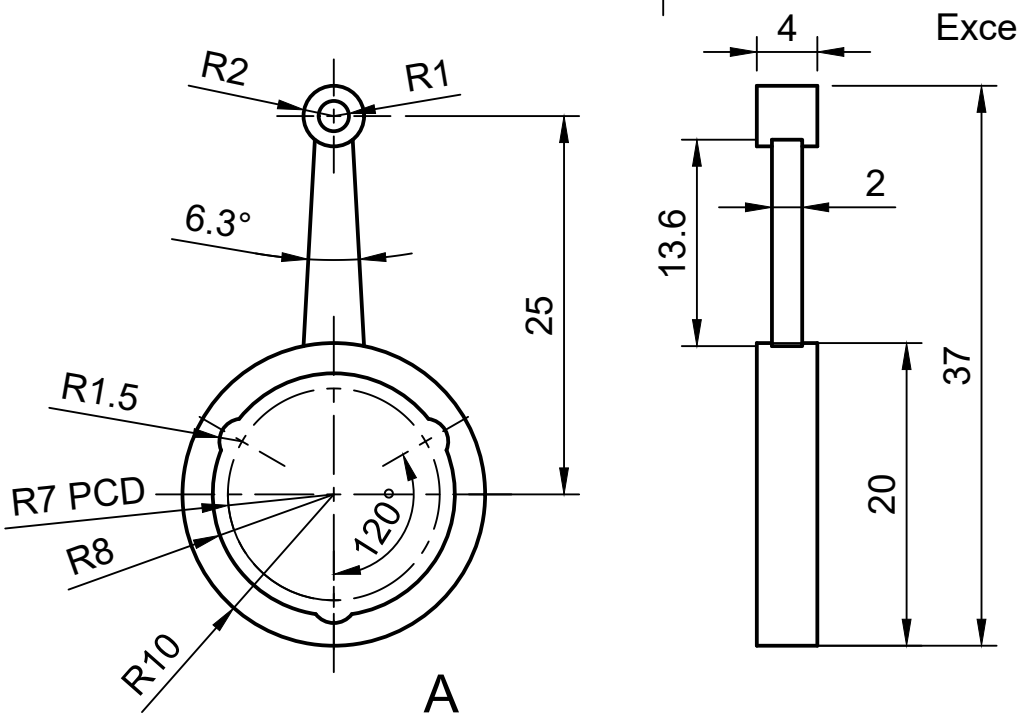
Parts List

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 01/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: Cylindre	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 1/1

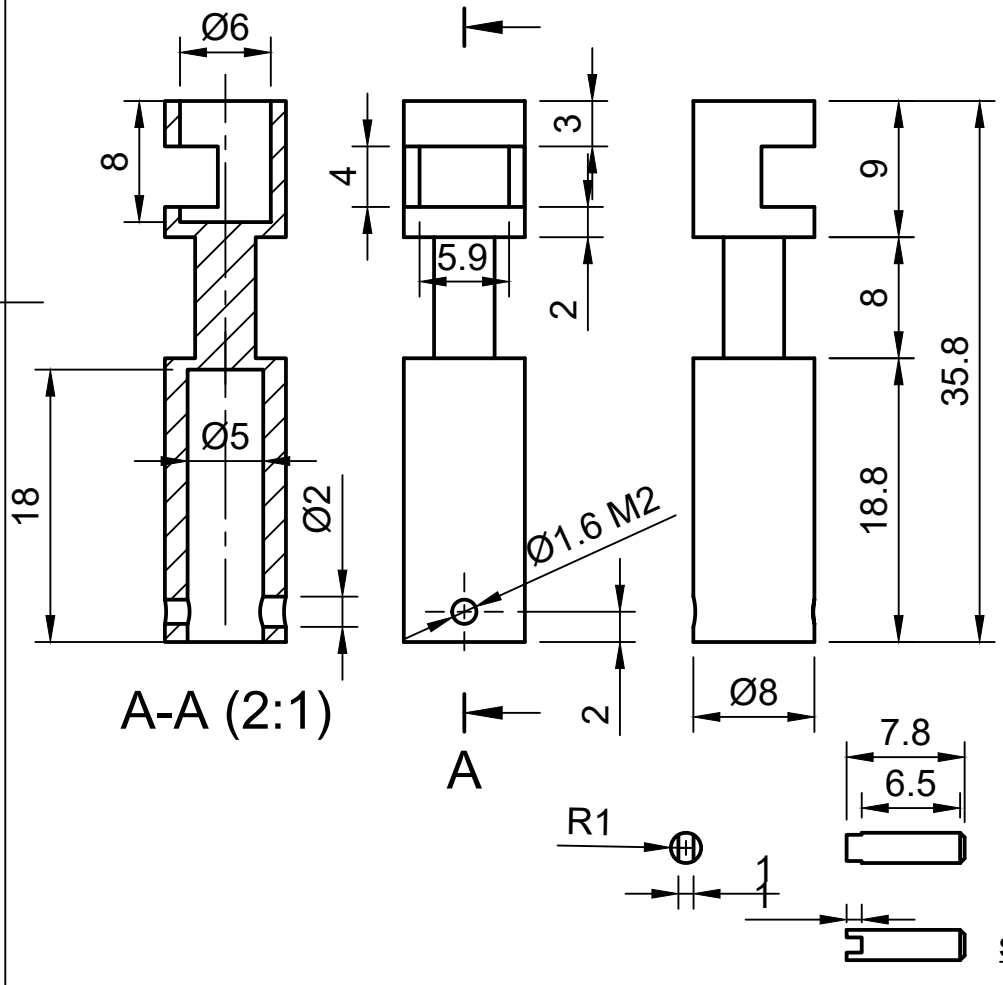


Cylindre composé de trois composants brasés à l'argent

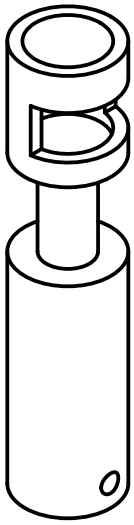
Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 01/11/2017	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title cylinder_2	DWG No.	
			Rev.	Date of issue / Sheet 1/1



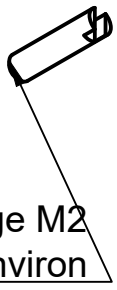
Excentrique Strap



A-A (2:1)

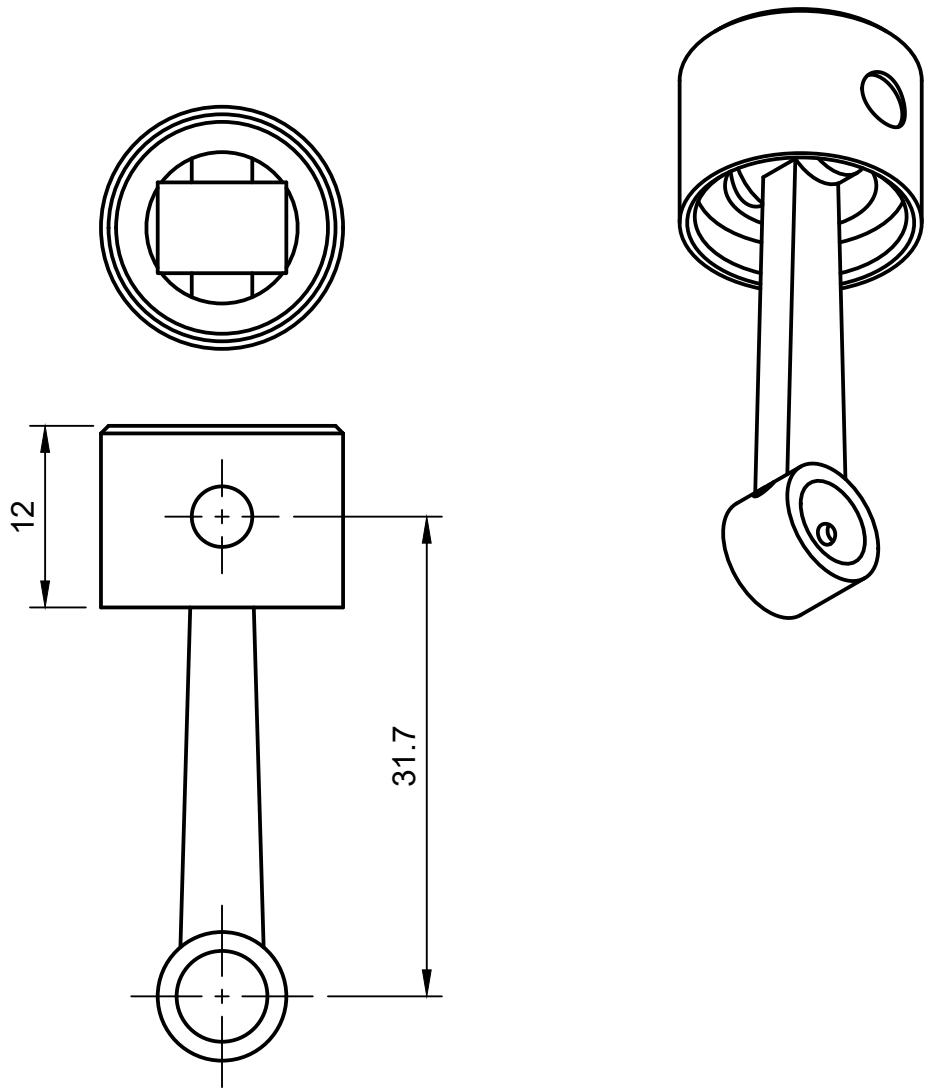


Piston
distribution

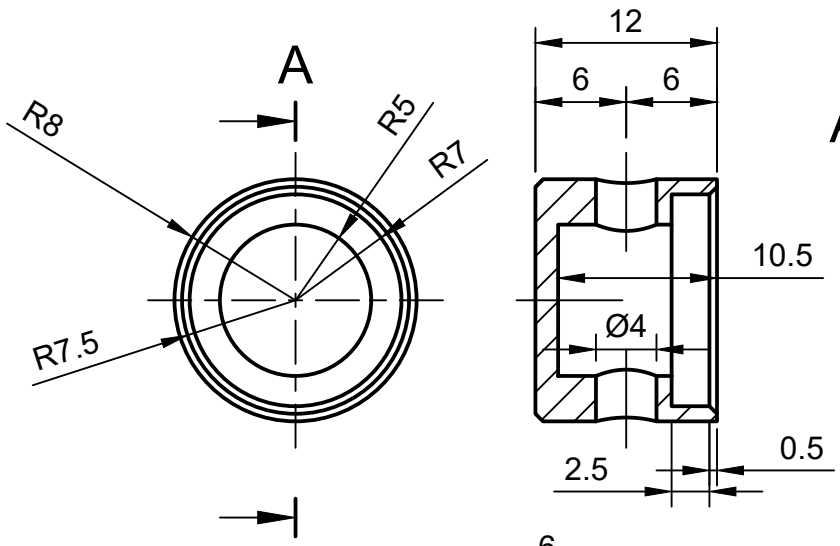


Filetage M2
sur 15mm environ

Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 02/11/2017	Approved by
		Document type	Document status
		Title Distribution	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet 1/1

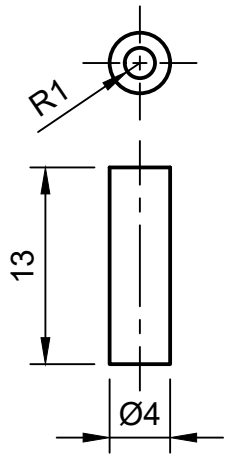


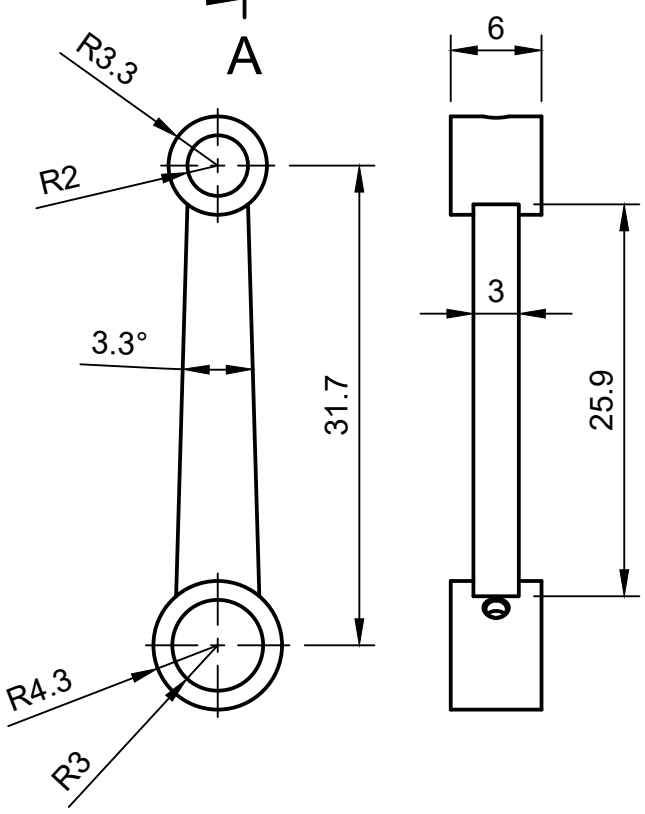
Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 02/11/2017	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title Equipage mobile	DWG No.	
			Rev.	Date of issue / Sheet 1/2



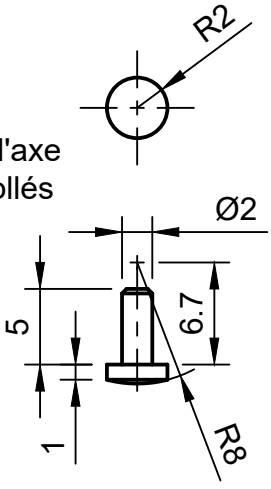
A-A (2)

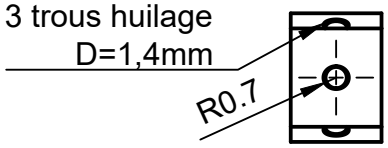
Axe de bielle



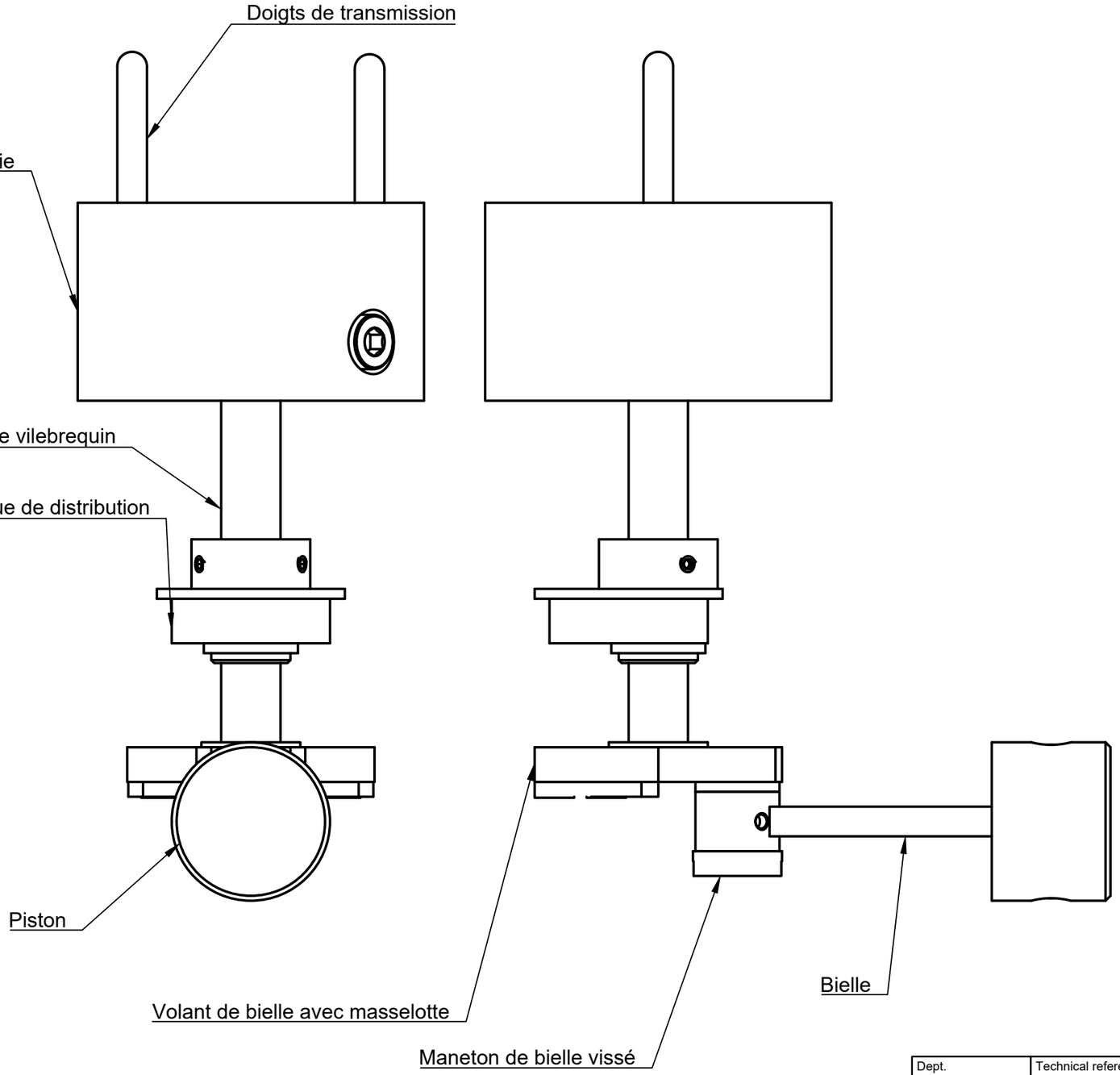


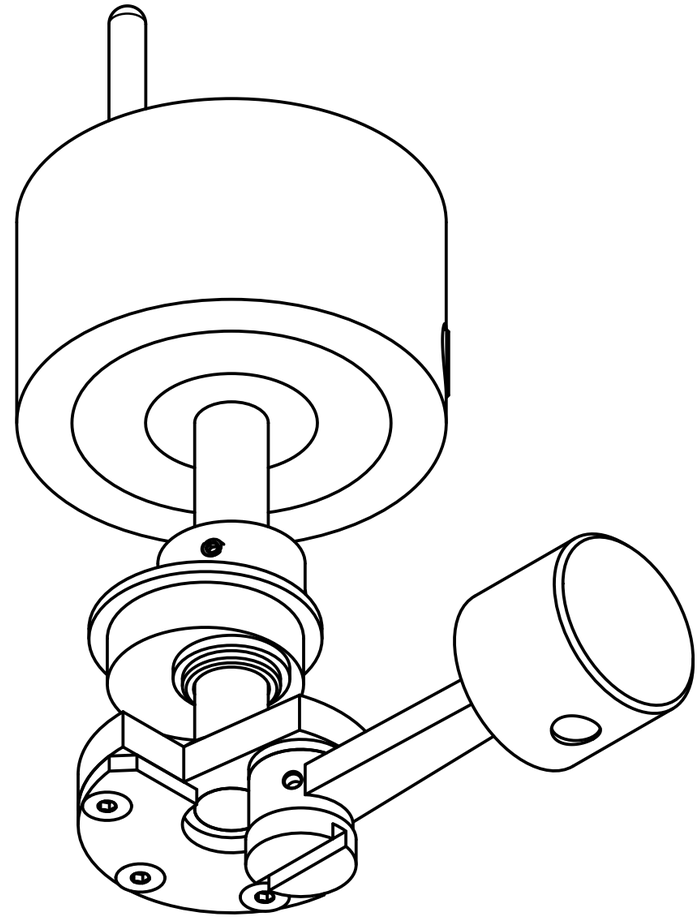
Bouchon d'axe
pressés collés





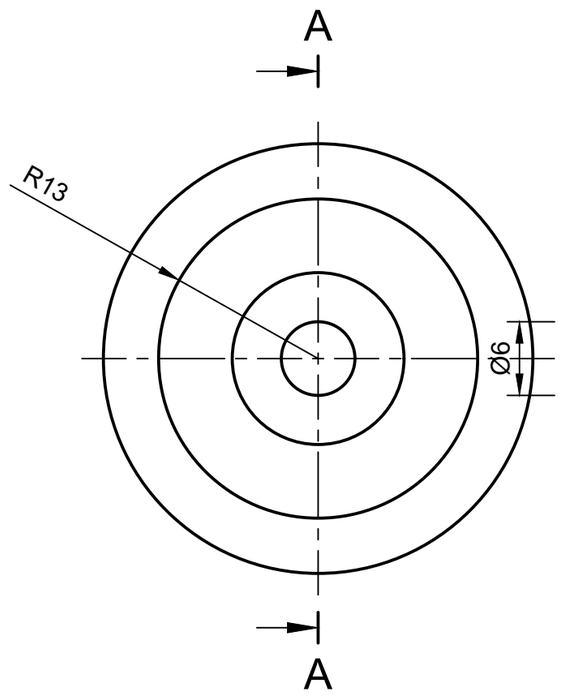
Dept.	Technical reference	Created by Patrick Leclere 02/11/2017	Approved by
		Document type	Document status
		Title Equipage mobile	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet 2/2

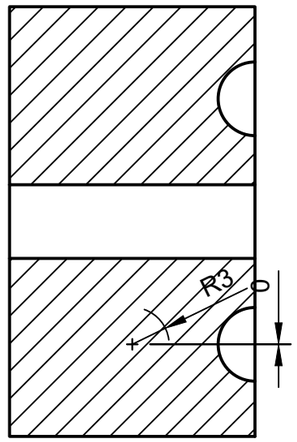


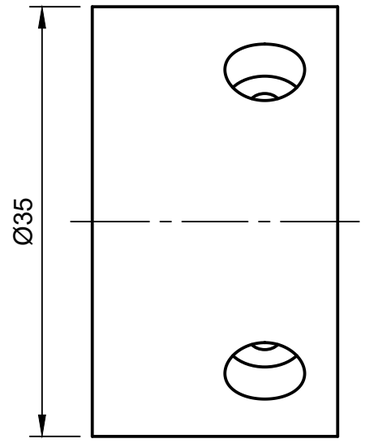


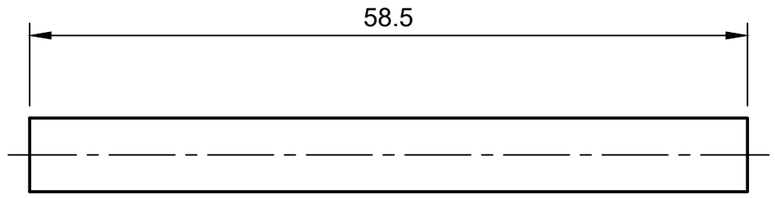
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 02/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: Vilebrequin	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 1/3

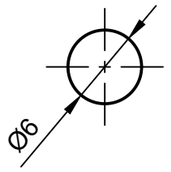
A-A (2:1)

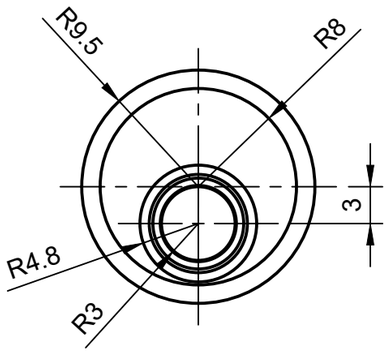


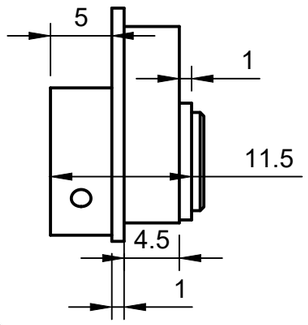


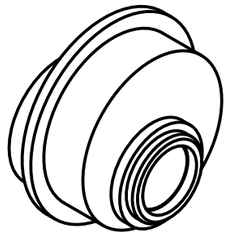






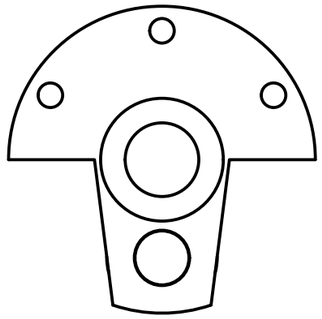


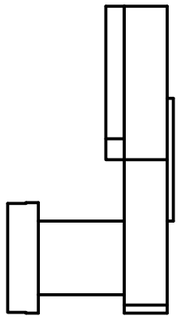


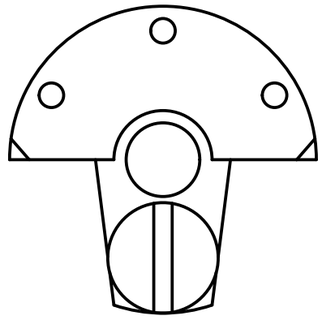


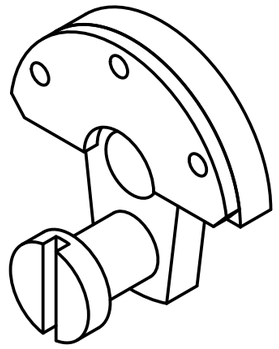
Excentrique

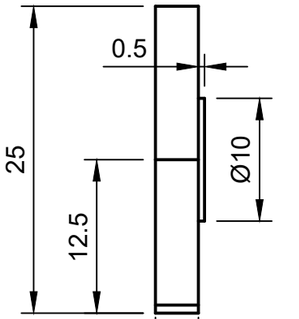
Dept.	Technical reference	Created by	Approved by
		Patrick Leclere 02/11/2017	
		Document type	Document status
		Title: Vilebrequin	DWG No.
			Rev. / Date of issue / Sheet: 2/3

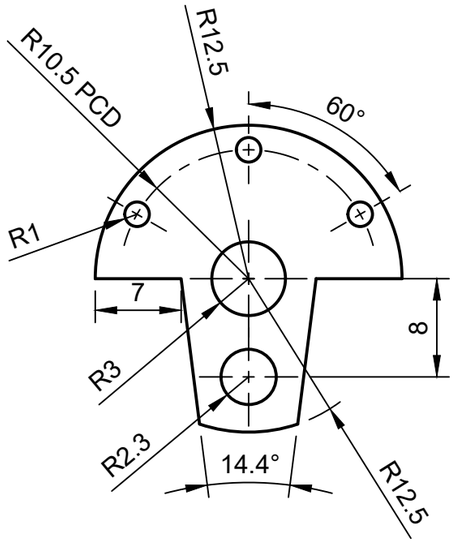




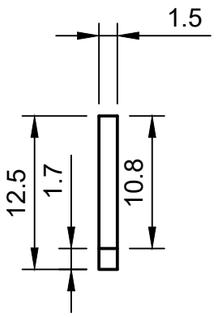


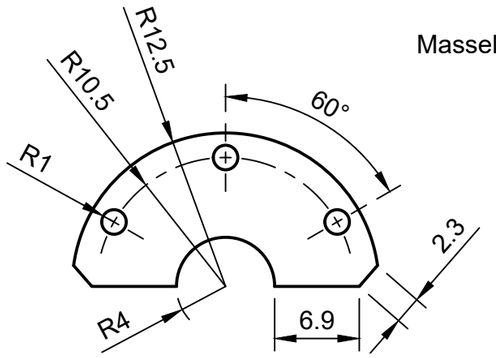




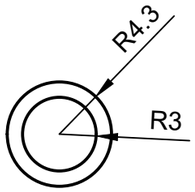


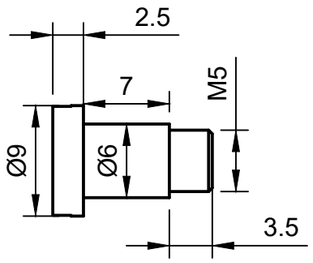
Volant de Bielle

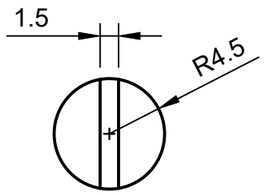




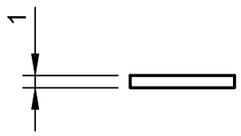
Masselote







Maneton de bielle



Rondelle d'épaisseur

Dept.	Technical reference	Created by	Approved by	
		Patrick Leclere 02/11/2017		
		Document type	Document status	
		Title: Vilebrequin	DWG No.	
			Rev.	Date of issue / Sheet: 3/3