

# Equipement de chaudière

Par Jacques Clabaux



ensemble complet avec moteur

**Une chaudière horizontale que l'on va équiper complètement.**

Chaudière équipée d'un niveau d'eau avec purge, d'un' chapelle d'introduction, d'un dôme vapeur avec registre vapeur, manomètre, soupape avec sortie vers sifflet, prise vapeur annexe (autre sifflet ou vanne de sécurité gaz ?), prise d'eau sous pression pour régulateur de pression.

Cette chaudière a été sortie d'une étagère où elle attendait vainement et depuis des années le petit truc qui la ferait fonctionner correctement ...

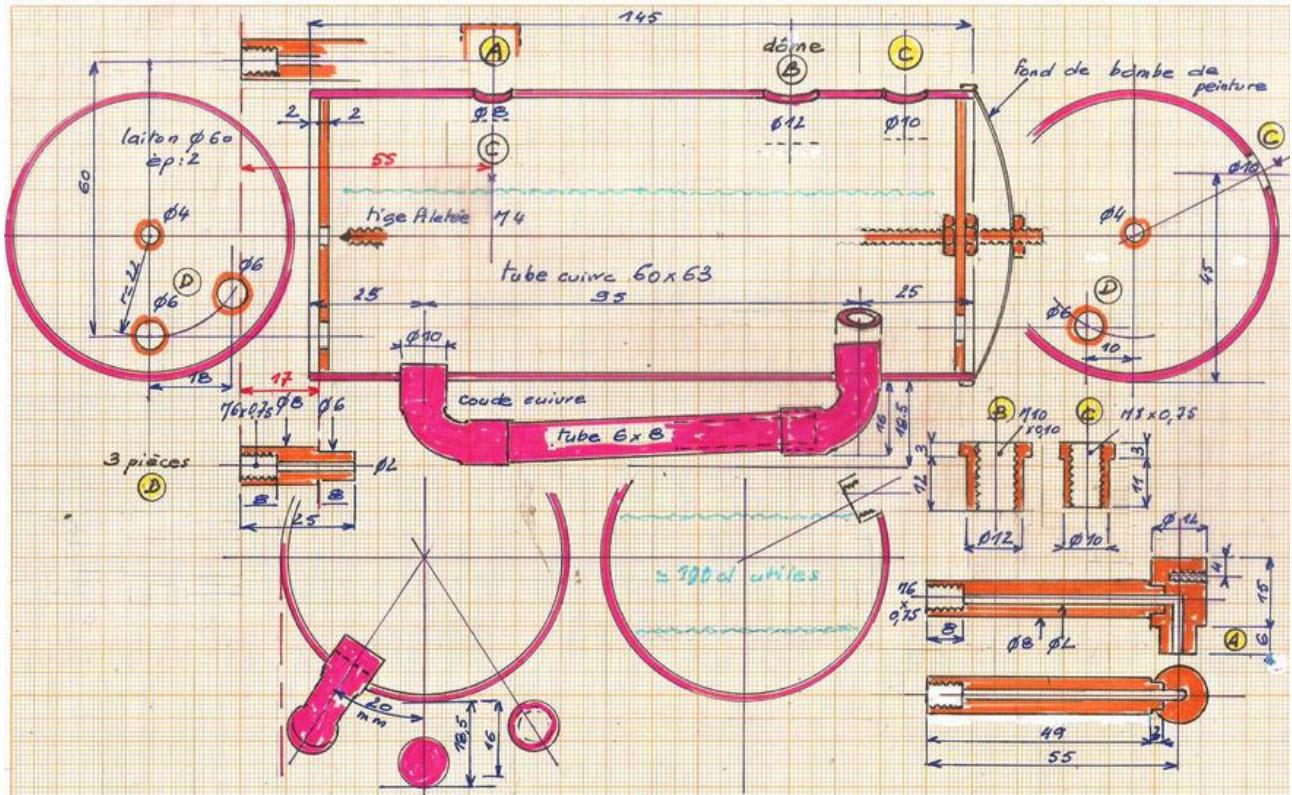
La solution a été toute simple : il a suffi de remplacer le brûleur pour lui donner enfin des chances de servir.

**Attention cependant** : bien que chez moi l'eau ne soit pas calcaire, j'ai eu la mauvaise surprise de constater que les conduits menant au niveau, au clapet anti-retour et au régulateur de chauffe étaient bouchés !

Alors, avant une remise en service curer ces conduits et laisser un peu de vinaigre blanc agir pour les nettoyer. Cela suppose aussi une nouvelle mise à l'épreuve à la pompe à eau ...

# la chaudière

## le corps de la chaudière



On part d'un tube de cuivre de 60 x 65. Certains trouveront que l'épaisseur est un peu forte, mais cela fonctionne ... Cependant pour la brasure à l'argent, il faudra avoir affaire à un professionnel.

Le montage le plus simple mais performant avec des tubes bouilleurs obtenus à partir de coude en cuivre du commerce. Les fonds n'étant pas bombés, un tirant (tige filetée M4) est nécessaire;

Le volume d'eau utile n'est pas très important mais il devrait être compensé par la pompe alimentaire qui pourra fournir presque 300 cl. **A condition que le système fonctionne !**

Pour une meilleure lecture du niveau, la partie supérieure est montée sur un rond soudé au-dessus de la chaudière. Sur la droite, un taraudage M2 permet la fixation de la fausse cheminée.

Pour faire plus joli, deux flasques (fond de bombes d'aérosol) viennent se coller.

**Amélioration du fonctionnement :** à refaire, le trou pour la virole de vidange ne serait pas percé à 45 mais à 40. On va perdre un peu de volume d'eau (compensé par les réservoirs annexes) mais le bouillonnement ne provoquera pas comme c'est le cas autant de sortie d'eau au démarrage ...



côté niveau et chapelle d'introduction



côté régulateur de pression



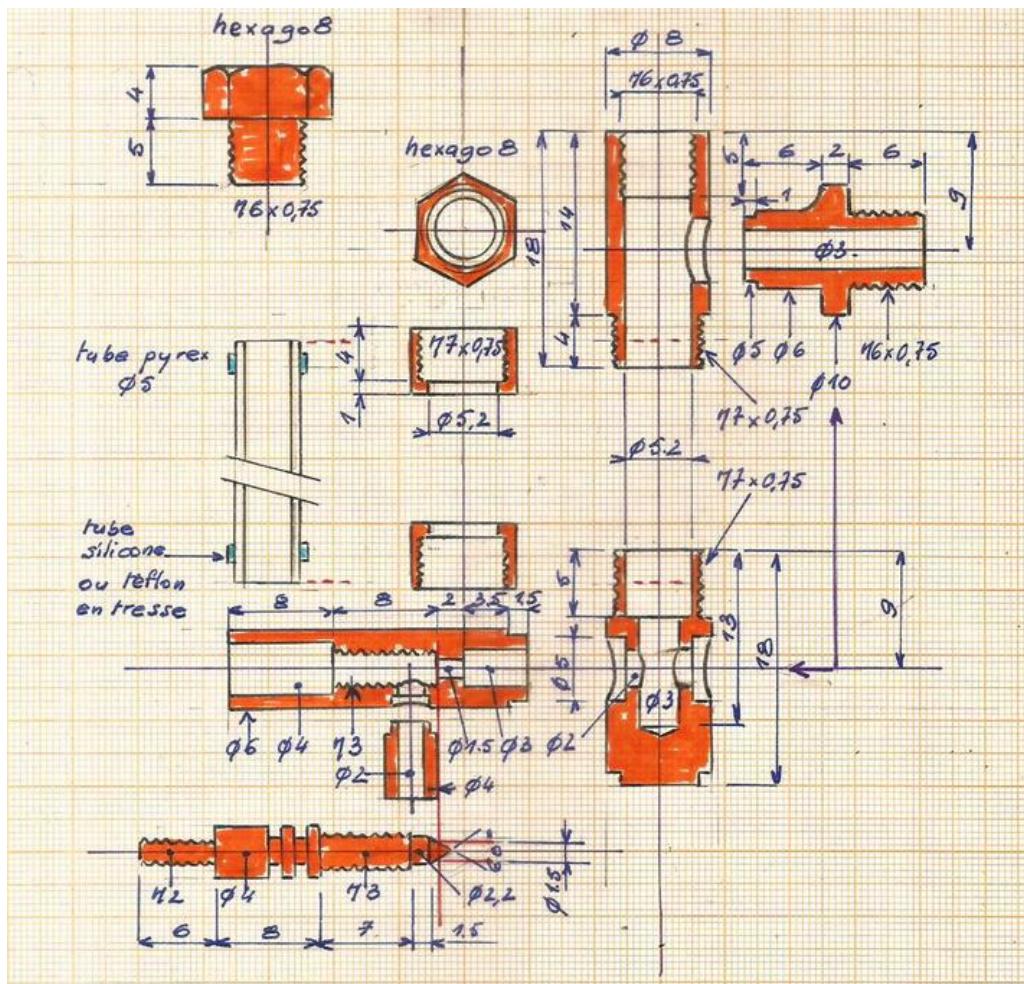
tubes bouilleurs



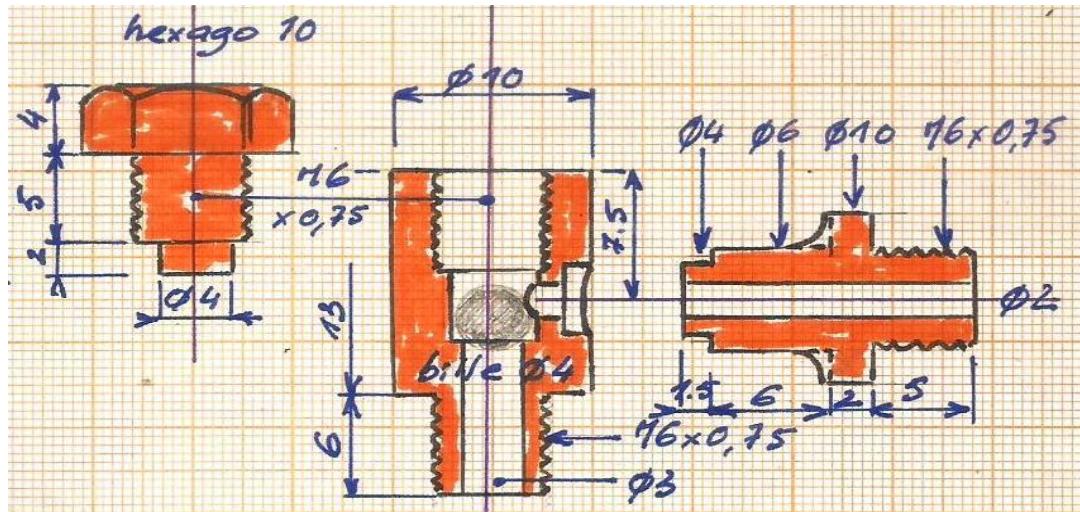
## flasques

# **Le niveau**

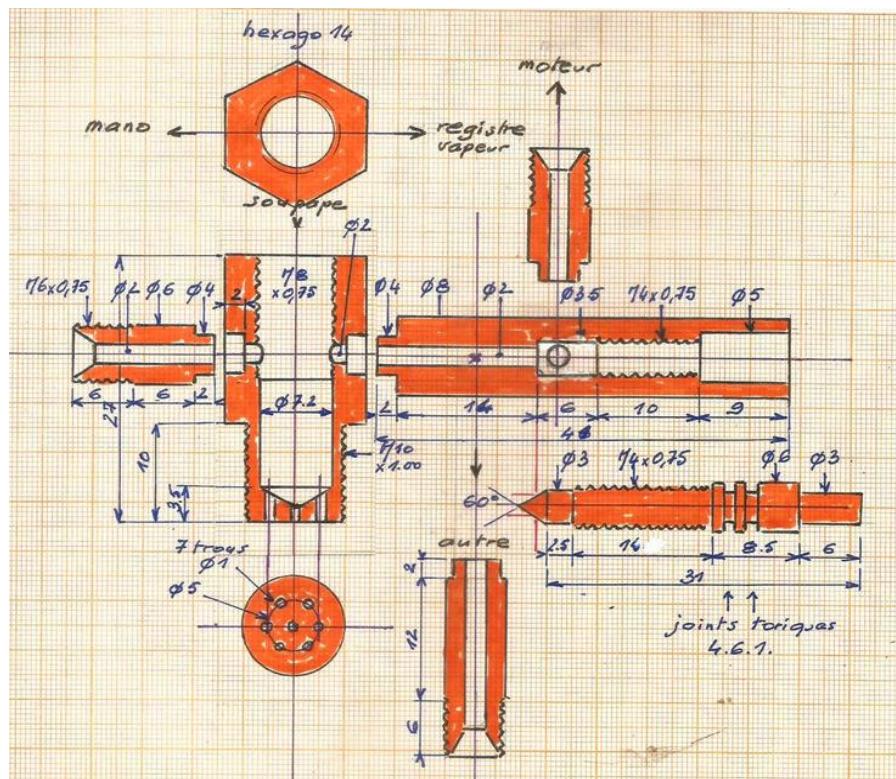
## **pour un tube de pyrex de diamètre 5**



## Chapelle d'introduction



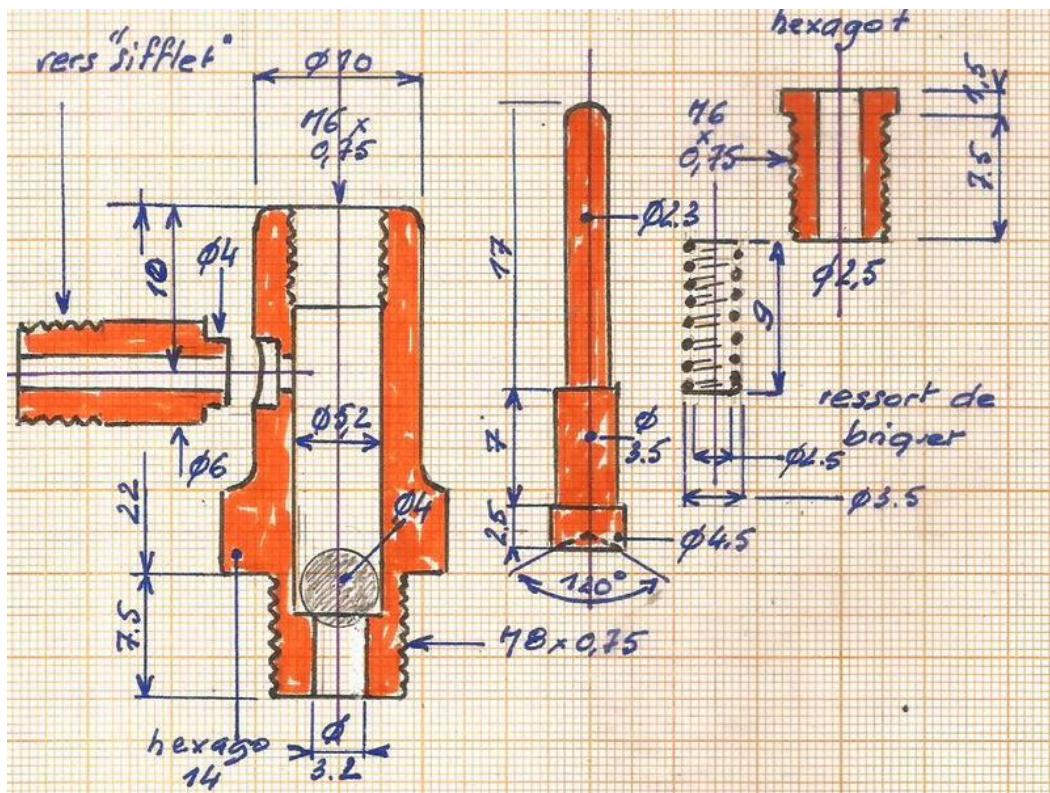
## Dôme vapeur





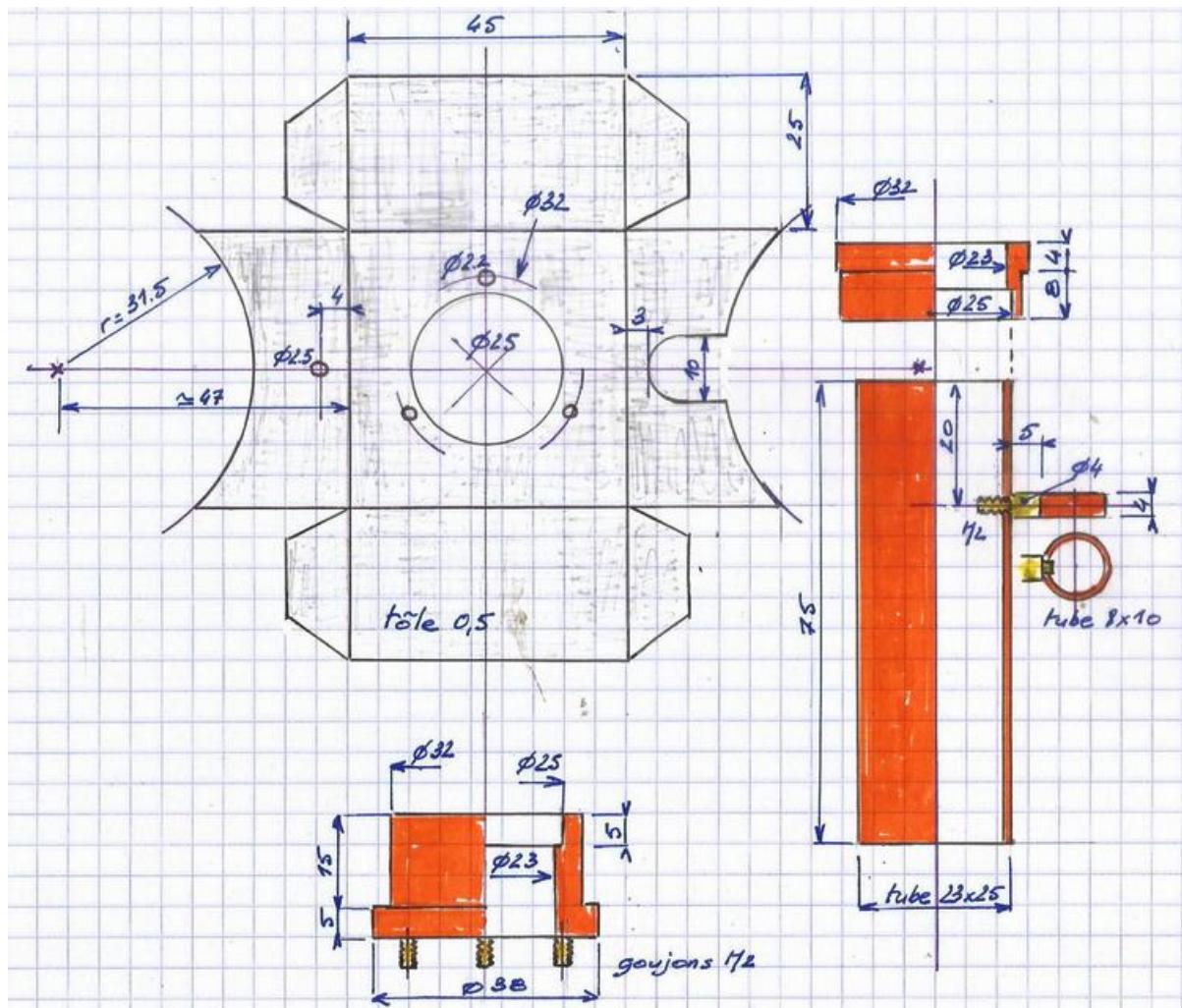
## Soupape

Avec une idée déjà exploitée que celle de la sortie vapeur par un sifflet. Si ce dernier est fonctionnel après un certain temps (le temps d'avoir vraiment une échappée de vapeur) il ne siffle pas au départ lorsqu'on dépasse les 3 bars réglés. Il sort de l'eau ..



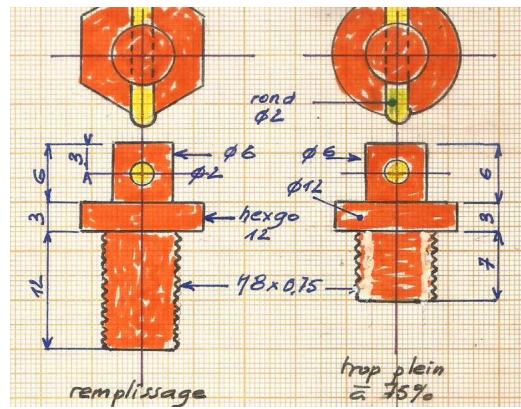
## Cheminée

qui n'en est pas une et sert de support au sifflet de la soupape ... Mais c'est joli !



## Les bouchons

Pour une fois j'ai augmenté le diamètre du passage (M8 x 075) afin de faciliter le remplissage avec un truc bricolé à partir d'un tout petit entonnoir.

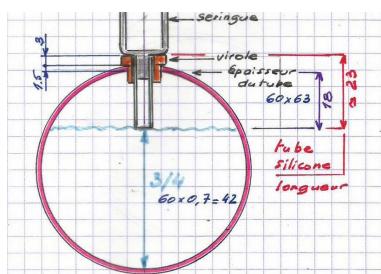


## Le niveau de remplissage de la chaudière

**Petit problème souvent rencontré :** on calcule la position de la virole de trop plein, elle déborde, on arrête le remplissage et ... lors de l'ouverture de la vanne vapeur, un "flot" d'eau survient ! Donc, trop d'eau ... En fait, lors du remplissage, l'eau avant de s'écouler par le trop plein forme une vague de quelques millimètres qui fausse la véritable hauteur.

Alors, pour éviter cet inconvénient, un petit truc à l'aide d'une seringue :

on fera le remplissage normalement, on attendra la sortie par la virole du trop plein mais on soutirera l'excédent avec cette seringue calibrée.



## Montage

Avant de monter le niveau et la chapelle d'introduction, **ne pas oublier d'installer la flasque**.



## Serpentin

Qui ne sert pas vraiment à la surchauffe mais au séchage de la vapeur ... et que l'on va glisser entre les tubes bouilleurs.



## **Enveloppe de chaudière et support de brûleur**

Elle comprend 4 faces en alu de 5 d'épaisseur.

A l'origine, le chauffage se faisait avec un champignon de type camping-gaz : la montée en pression était lente et la chaleur dégagée ne permettait pas le renouvellement rapide de la vapeur entre les zones de 2 et 3 bars. Le brûleur est désormais plat avec 3 rampes comportant 45 trous de 1.8 mm de diamètre (gicleur de 0.3) et là, ça chauffe !

*Ce brûleur est celui utilisé pour la machinerie de type SUZOR).*

**Pour qu'il fonctionne, il a fallu le surélever.**

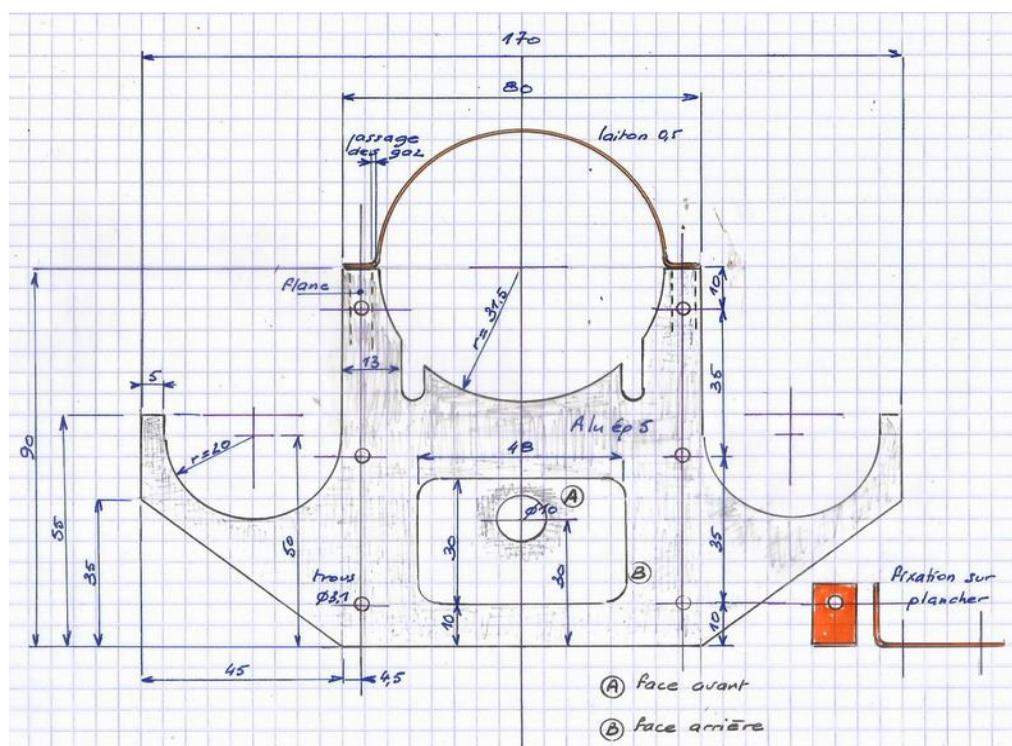
*Sur la photo de droite il est peint en noir : c'est une erreur ! Décapage à l'acétone pour retrouver l'alu qui va réfléchir la chaleur.*

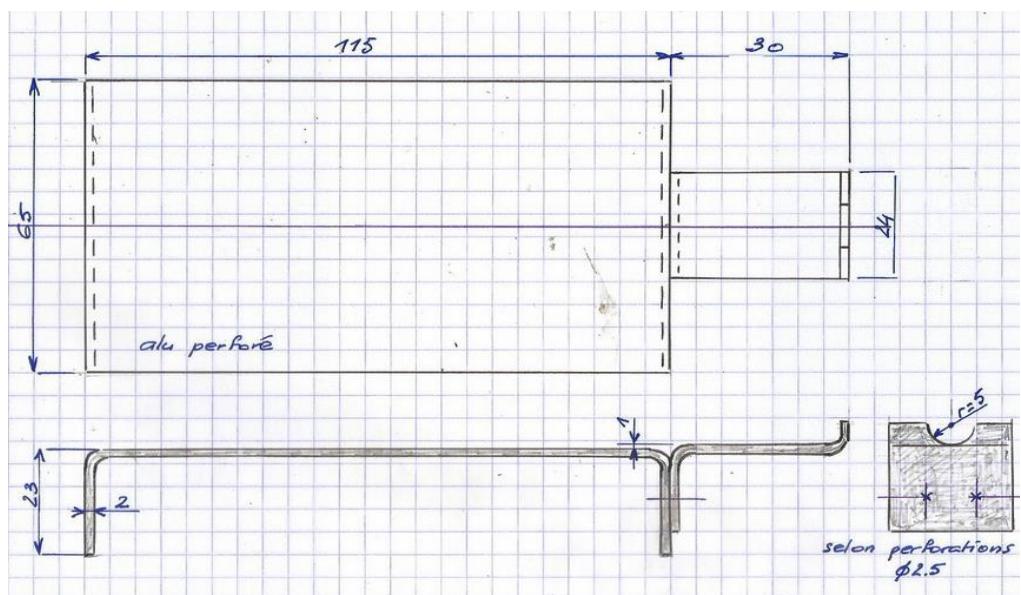
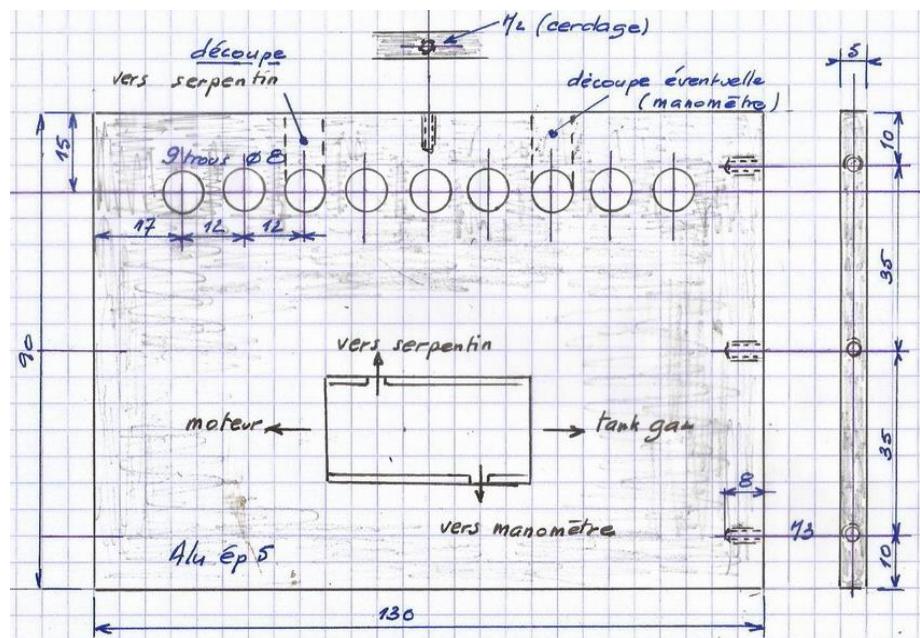


brûleur d'origine

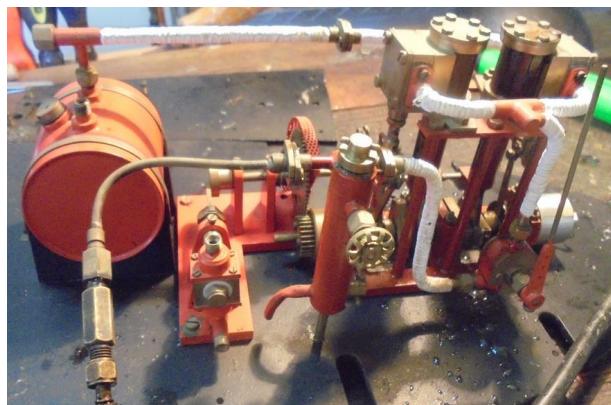


brûleur actuel





## Essai de la chaudière



Faute d'un moteur adapté qui ne devrait pas dépasser les 6 cm<sup>3</sup>(la surface de chauffe ne fait que 2,4 dm<sup>2</sup>) j'ai monté le bi-cylindre de 9,6 cm<sup>3</sup>.

Et, étonnamment cela peut tourner à 2 bars sans chute de pression et avec 1000 à 1100 tours par minute.  
C'est donc une bonne petite chaudière.

Voir la construction de ce moteur dans : <http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/moteuracoulisses/index.html>

## Groupe vapeur complet

**Essai 1 :** <https://youtu.be/iZ-mtCiGKbY>

## Le circuit d'eau

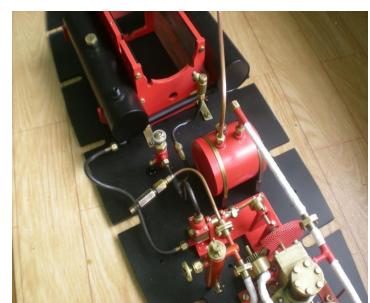
La chaudière ne présente pas un volume important. En ajoutant des réservoirs annexes, on peut porter le volume d'eau disponible à près d'un demi litre, de quoi s'amuser un moment.

Cela nécessite une pompe acceptée par le moteur, une vanne by-pass pour partager le flux d'eau entre l'alimentation de la chaudière et le retour de l'excédent ... et des essais qu'on essaiera de réduire par un peu de calcul.

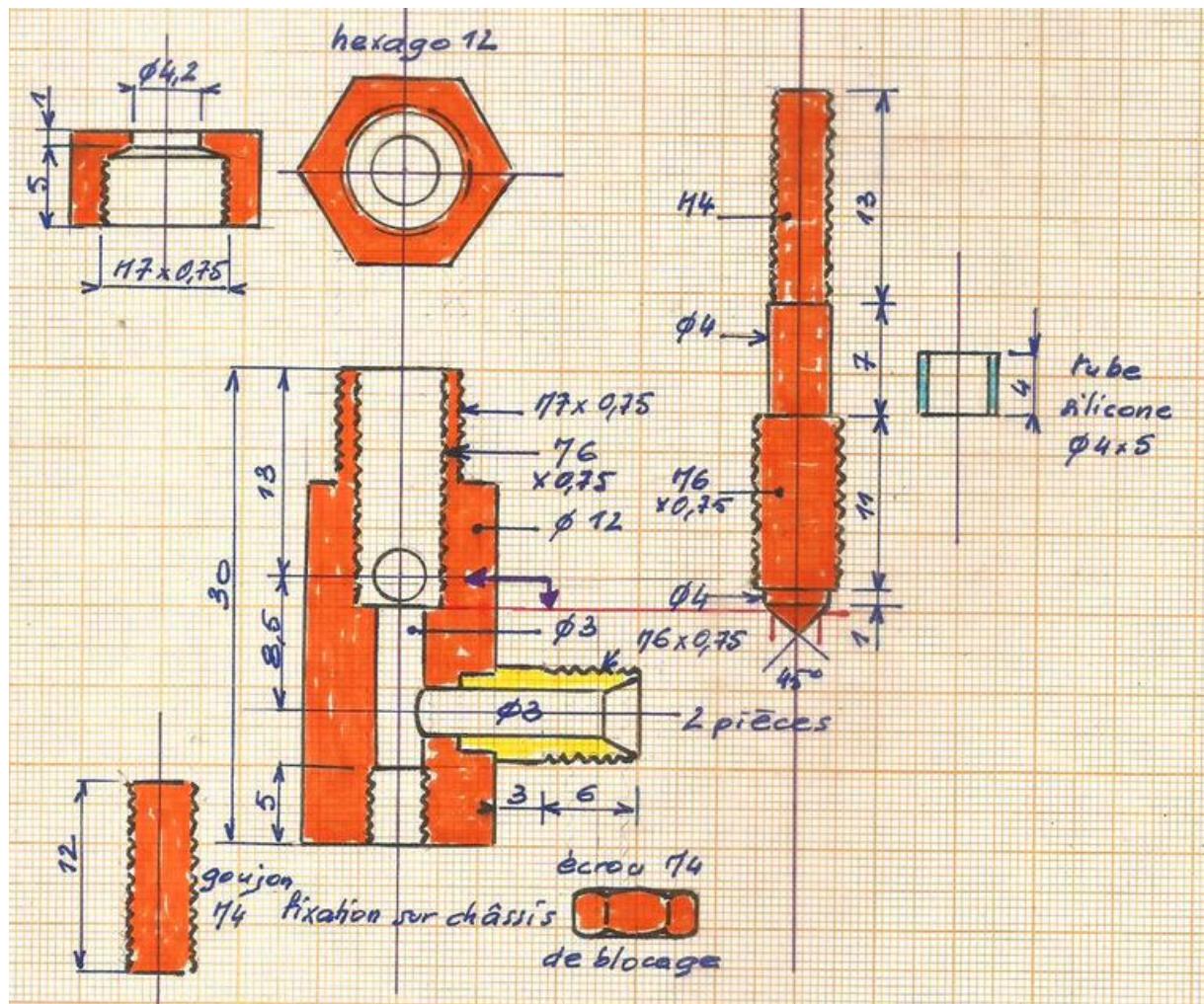
## Pompe embarquée

Le moteur l'entraîne parfaitement et le rendement, au vu de la fuite très légère au niveau du piston, doit être d'au moins 80%.

Voir la description et les plans dans : <http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/accessoires4/index.html>



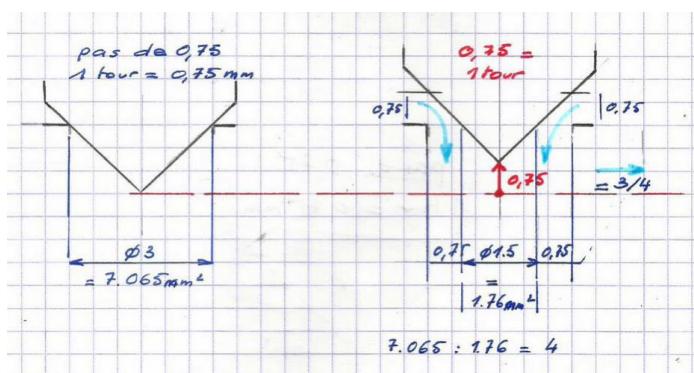
## Vanne by-pass



On peut connaître les besoins du moteur en consommation d'eau. On connaît le débit de la pompe. En fonction des résultats, il est possible d'avoir une idée de l'ouverture de la vanne by-pass à effectuer pour remplacer ce déficit.

Avec un cône à  $90^\circ$  les calculs sont faciles : dans ce cas, le débit de la pompe est 4 fois supérieur à la consommation du moteur malgré la démultiplication, il faut envoyer les  $\frac{3}{4}$  de la production de la pompe vers le trop plein ...

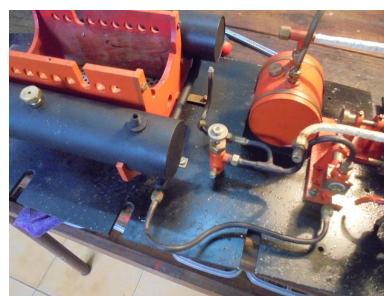
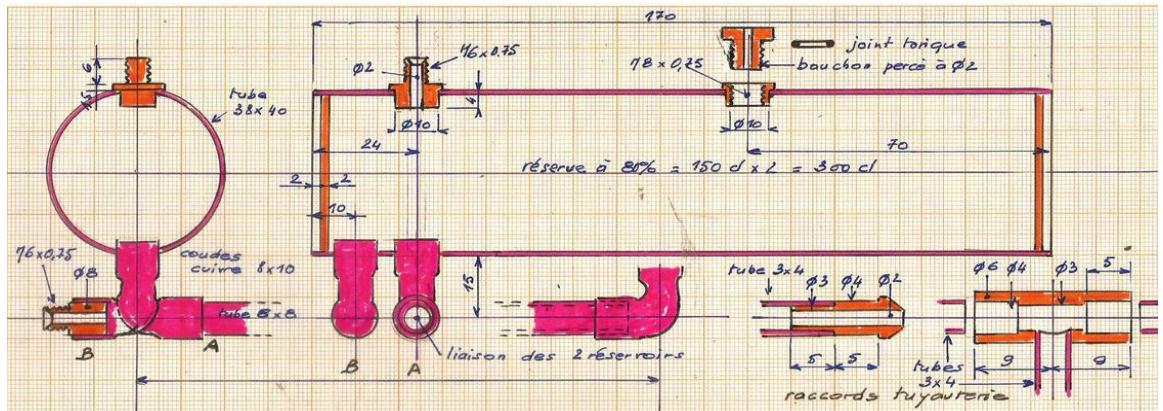
Calculs à vérifier en expérimentant !



vanne pas encore raccordée

## Les réservoirs annexes

avec du tube de cuivre ou de laiton et des raccords coudés en cuivre de plomberie. E réservoirs situés de chaque côté de la chaudière et reliés sur la face avant. Des bouchons percés pour laisser agir la pression atmosphérique.



raccordements

vers la pompe

vers la chaudière



Mais que vient faire ce petit seau pendu au robinet de purge du niveau ?

"Pour pouvoir chasser les bulles d'air qui se forment souvent dans ces petits niveaux à la partie inférieure du tube, et qui a pour effet de soulever la colonne d'eau et de fausser l'indication, il faut ouvrir le robinet de purge un instant puis le refermer" (catalogue Steam Le Hobby)

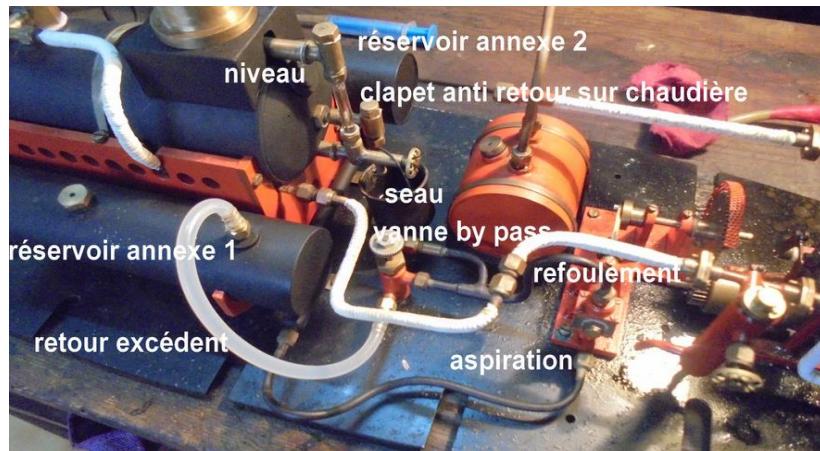
Ce petit seau va recueillir l'eau libérée par la purge (petit récipient de peinture auquel on ajoute une anse).

*J'ajouterai que le bon niveau se trouvera quand la chaudière ne sera plus sous pression ... On ne doit plus voir de minuscules bulles collées au verre comme sur la vidéo qui va suivre.*

Essais

Le premier semblerait satisfaisant mais il n'en est rien : une fois la pression tombée, le niveau va descendre. Donc la vanne ne donne pas assez d'eau vers la chaudière ...

En se servant des calculs, il a suffi de 2 essais pour retrouver le bon niveau de départ.



## **Groupe vapeur complet pour la chaudière**

Voir : essai pour la chaudière moins de 2 bars : <https://www.youtube.com/watch?v=iZ-mtCiGKbY>

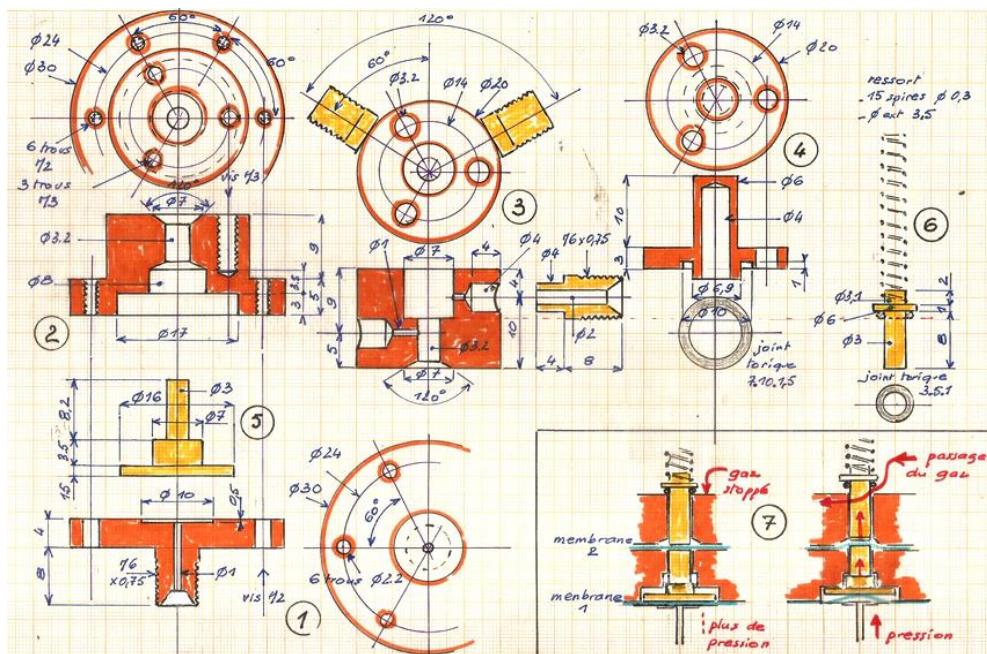
## Le circuit gaz

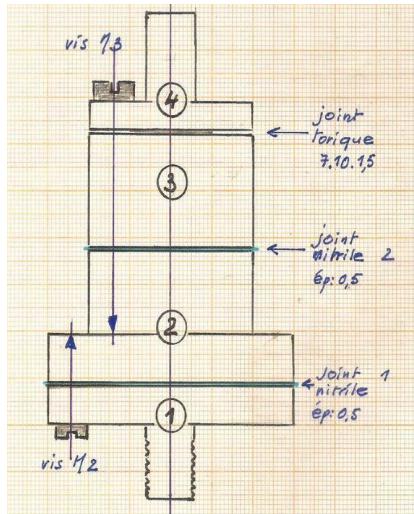
Qui comprendra un réservoir, une vanne de sécurité gaz et un régulateur de pression pour le brûleur.

## Vanne de sécurité gaz

Le plan proposé n'est pas de moi, il s'agit de l'interprétation d'un plan trouvé dans le MRB 256 de novembre 1984 de **Robert GRADELET**, avec quelques cotes modifiées.

Son objectif est de couper l'arrivée de gaz quand il n'y a plus de pression dans la chaudière par manque d'eau essentiellement !





Tous les éléments sont en laiton.

- 1 - la bride inférieure
- 2 - le corps où arrive la vapeur sous pression (quand il y en a !)
- 3 - le corps avec arrivée et sortie de gaz
- 4 - la bride supérieure qui maintient le ressort
- 5 - le piston qui transmet ou non la pression issue de la chaudière et déplace ou non la membrane vers le haut
- 6 - le clapet avec un ressort très faible de maintien : si la membrane 1 inférieure soulève la membrane 2 il se soulève et permet le passage du gaz.

## Fonctionnement

- . au repos (aucune pression de vapeur) le gaz issu du réservoir ne peut pas rejoindre le brûleur
- . lorsque la pression se manifeste, la membrane inférieure pousse le piston qui pousse la seconde membrane et soulève le clapet supérieur en permettant le passage du gaz vers le brûleur.

### **Utilité de la membrane intermédiaire ( note de Robert Gradelet) :**

Elle permet d'établir une "zone neutre" entre le piston poussé par la vapeur et le clapet soumis à la pression du gaz : deux pressions différentes d'autant que celle du gaz peut varier en fonction de la température.

Sans cette membrane intermédiaire et la possibilité pour le clapet de réagir à une plus forte pression (espace ménagé par les chanfreins à 120°), la fermeture du gaz risquerait de se produire alors que la chaudière est encore sous pression.

## Construction

- . pour la bride inférieure, il serait plus rapide de braser un embout
- . les chanfreins à 120° sont obtenus avec le bout d'un foret ( 118° !)
- . les membranes en nitrile de 0.5 d'épaisseur ne sont pas neuves ... mais elles fonctionnent toujours. J'ai vu une fois que quelqu'un avait utilisé du teflon ... à essayer si on a du mal à se procurer du nitrile.
- . pour le ressort, il faudra adapter le diamètre du téton le maintenant pour qu'il y soit serré, cela dépendra de son diamètre intérieur



bride inférieure dessous



bride inférieure dessus



corps vapeur dessous



corps vapeur dessus



corps gaz dessous



corps gaz dessus



corps gaz raccords



bride supérieure dessous



bride supérieure dessus



piston



clapet



membranes et visserie

## Essai

qui va se faire avec de l'eau pour voir si les membranes remplissent bien leur rôle.

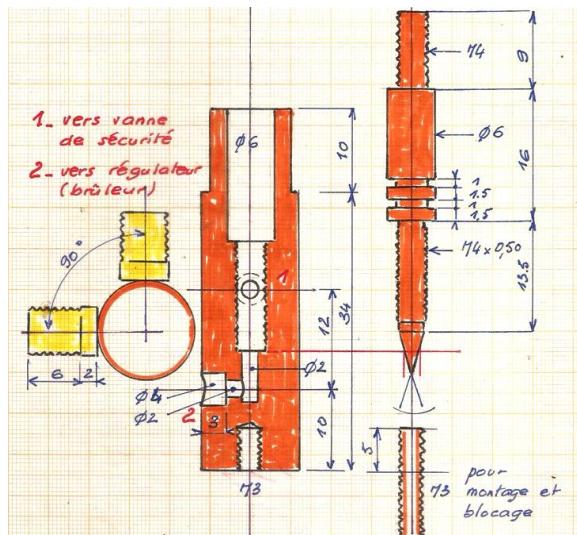


Voir l'essai avec de l'eau : <https://youtu.be/eGsqgsJTxqI>

## Vanne by-pass de liaison

dont l'étanchéité vient d'être vérifiée.

*Une construction désormais classique.*



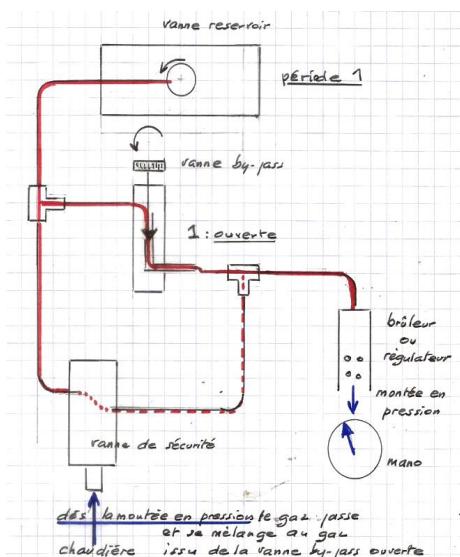
## **Utilisation de la vanne by-pass dans le futur montage**

de l'allumage du brûleur à la mise en sécurité du circuit gaz.

## Période 1 :

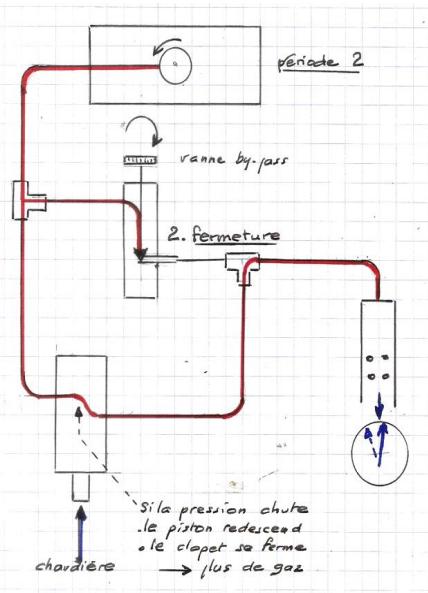
> on ouvre la vanne du réservoir puis la vanne by-pass et le gaz passe directement vers le brûleur qu'on allume. La pression va commencer à monter dans la chaudière et le piston de la vanne de sécurité va commencer à monter sous la pression de la membrane, pression exercée par la chaudière.

Le circuit à partir de la vanne de sécurité est donc ouvert.



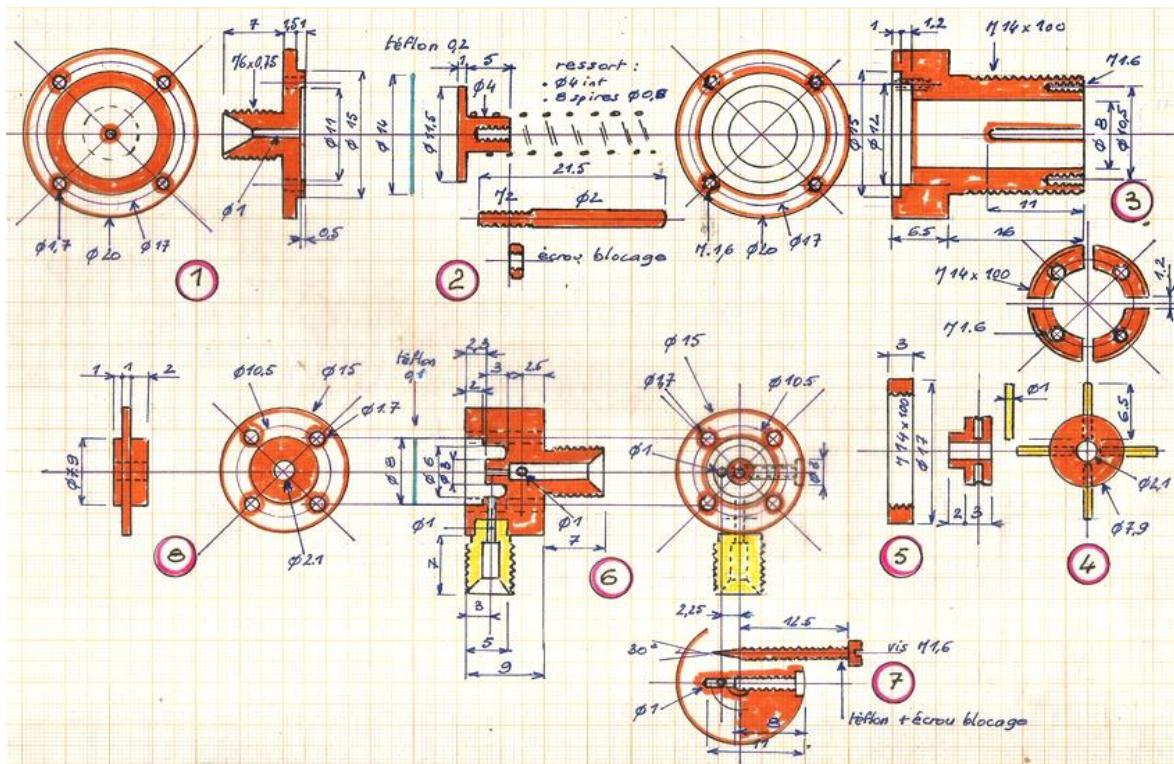
## Période 2 :

> dès qu'une pression se manifeste (à tester le bon moment) au manomètre on ferme la vanne by-pass. Le gaz qui alimente alors le brûleur est issu de la vanne de sécurité et le circuit gaz est protégé : en cas de chute de pression (plus d'eau par exemple), la membrane retombe et il n'y a plus de gaz pour alimenter le brûleur



## Le régulateur de chauffe

qui permet une navigation qui n'est plus soumise à l'ouverture de la soupape quant on dépasse la pression fixée. Avec ce régulateur, on va pouvoir se permettre des sorties beaucoup plus longues : quant la pression de de consigne sera atteinte, le régulateur se mettra en veilleuse mais le brûleur reprendra de la vigueur quand la pression de la chaudière tombera et notre moteur sera à nouveau alimenté à la bonne pression ...



Ce croquis reprend presque celui de Jean NAYROLES paru dans le n° 152 de MRB ( mars-avril 1970)

1 - couvercle côté chaudière : "On prend la pression de la chaudière dans le bas pour avoir de l'eau comme fluide de transmission" -**Claude FOREST** dans le MRB 134 (janvier-février 1967)

2 - piston réglable en longueur

3 - corps du régulateur

4 et 5 - croisillon et molette qui servent à compresser le ressort

6 - couvercle gaz

7 - vis de réglage du ralenti

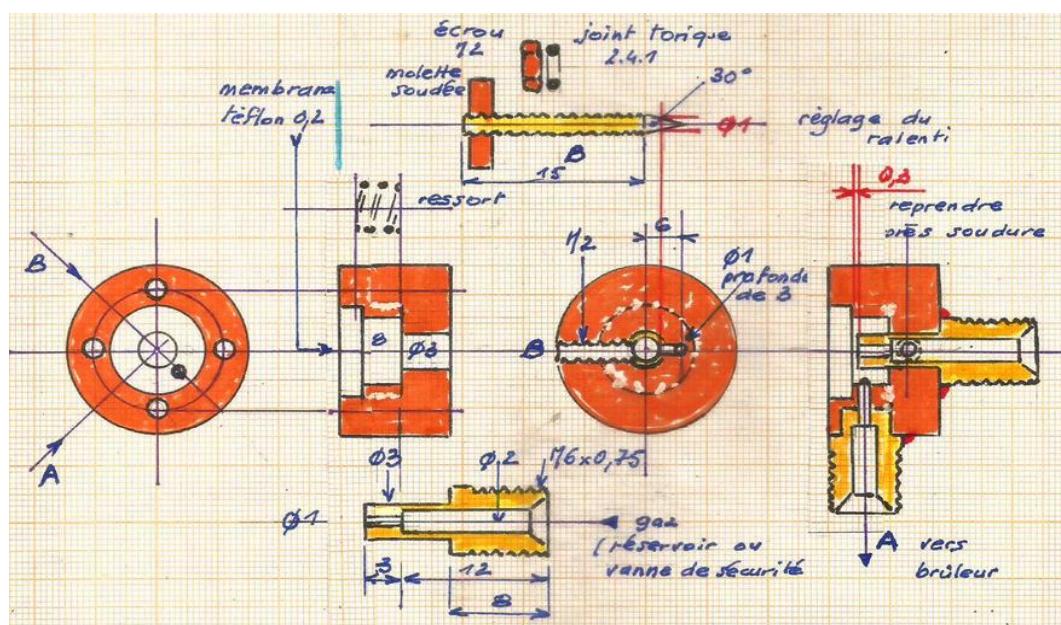
8 - guide de la tige du piston et serrage de la seconde membrane

*Le croquis de dessous va dans une simplification de l'usinage de la partie gaz car il n'est pas facile de réaliser la gorge annulaire.*

*Alors, on peut procéder à la soudure d'un raccord de gaz qui sera prolongé par un tenon de 3 mm de diamètre et percé en bout à diamètre 1.*

*Sa mise à longueur exacte ne se fera qu'après la soudure avec une fraise sur 0.3 mm.*

*On peut souder à l'étain mais l'argent serait mieux !*



La vis de **réglage du ralenti** va passer de M1.6 à M2 et sera plus facile à manier avec une petite molette soudée.

*Le seul souci : percer bien perpendiculairement pour rejoindre le trou de 1 qui envoie le gaz pour le ralenti ; sinon le contact entre le cône de la vis et le trou de 1 ne sera pas parfait et la vis risque de ne rien ralentir du tout !*

Le **ressort** doit être très léger (du 0.3 pour les spires par exemple) car il ne sert qu'à repousser la membrane après un serrage plus ou moins long. *Attention aux extrémités à recourber intérieurement pour ne pas entamer la membrane. Cette membrane sera en téflon de 0.2 et non de 0.1 comme sur le premier plan.*



1 - dessus

1 - intérieur

2 - piston

3 - corps extérieur



3 - corps côté membrane



3 - corps côté gaz



4 et 5 - croisillon, molette



6 - couvercle gaz, extérieur



6 - couvercle gaz, intérieur



7 - vis de ralenti



8 - guide tige piston



membrane téflon 0.2

## Montage



piston



membrane côté chaudière



croisillon



molette guide



membrane gaz



vissage tête gaz



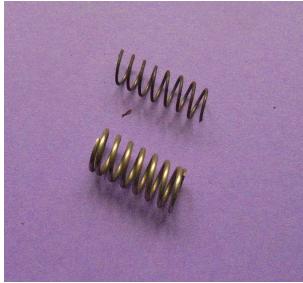
vis de ralenti

## Améliorations



Mise en place d'un petit ressort dans la gorge qui ne dépasse que d'une spire le téton central .

*La membrane de droite en nitrile de 0,5 d'épaisseur n'a pas été Conservée .*



### Le choix du ressort du corps est un peu délicat .

Celui du haut avec des spires de 0.5 de diamètre étant trop faible ; n'en trouvant pas de 0.8 j'en ai mis un de 1 et cela fonctionne mais la molette le comprime à peine pour limiter la pression à 2 bars .

### Des essais de réglage

pour se rassurer. Dans un premier temps, on peut le faire en utilisant le compresseur et un gobelet d'eau. Sans monter le couvercle 1 (côté chaudière) on alimente la tête de gaz 6 avec le compresseur. On a installé un tube de silicone sur la sortie gaz (vers le brûleur) pour déboucher dans un récipient.

Quand on appuie sur le piston, on ferme l'arrivée d'air (du gaz). Il faut alors régler le ralenti avec la vis 7.  
. le piston est libre et on obtient un gros bouillonnement  
. le piston est pressé et le bouillonnement devient léger correspondant au ralenti.

*Dommage, pas de vidéo car mon support d'appareil photo a rendu l'âme.*



Des réglages "au pif"



Quand le piston n'est pas sollicité, sa tige doit affleurer la partie supérieure du guide de 8 .



Quand le piston est poussé et vient buter sur son épaulement en 1, la tige doit Dépasser de 0,3 mm.

*Cette longueur peut être réglée .  
Une fois ce réglage établi , on bloque l'écrou de la tige du piston .*

## Installation du circuit de gaz



On retrouve la vanne by-pass, la vanne de sécurité gaz, le régulateur de chauffe et le brûleur.



Il ne reste plus qu'a réunir tous les éléments .

*Le support du régulateur n'a pas été gardé, il m'aurait fallu tout démonter pour percer les trous qui permettaient sa fixation ... pas le courage !*

Mais il tient !!!



2 raccords en T simplifiés car il y a déjà assez de raccords filetés dans le montage .

On les réalise avec du tube de 2 x 3 et de 3 x 4 que l'on brasera à l'argent .



Les deux T terminés après le perçage à 2 du tube vertical.



Un premier montage pour la brasure ...

... et le suivant.



Et on va obtenir ce montage qui correspond à celui donné lors de la réalisation de la vanne de sécurité ( voir ci-dessus ).

**Contrôle d'étanchéité** avec notre allume-gaz en se préparant à souffler et à fermer le réservoir de gaz ... Et ce serait étonnant que tout soit parfait !

Alors un petit truc qui fonctionne ...



Prendre du téflon en ruban de 0,1 mm d'épaisseur .  
On le torsade et derrière le cône, on enroule 2 spires.  
On serre bien dans l'axe et c'est peut-être suffisant .

*La photo a été prise après un autre essai ce qui explique  
Qu'on aperçoit du téflon sur le filetage .*

## Essais

les premiers se feront sur l'établi et puis, dans la foulée, après installation dans la **Pinasse de Hambourg** ... pour voir !

*Cette coque a été construite il y a des années, a une longueur de 120 cm avec un maître bau de 35 cm.*



Les essais vont se faire facilement après les premiers réglages à l'air comprimé.  
Il restera à régler la tension du ressort interne en observant bien le manomètre.

Pour cette expérience je me suis limité à 2 bars ce qui donne un fonctionnement du moteur à un peu plus de 1 bar avec une rotation de l'hélice à 500 tours en moyenne.

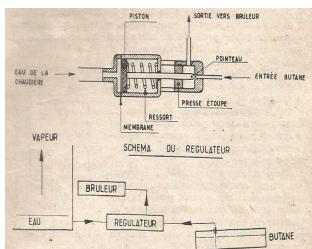
Essai du : Groupe Vapeur complet 3 La vanne de sécurité gaz et la vanne by-pas ( déjà testées ) .

*Mettre le haut parleur au maximum pour bien saisir les variations de débit du brûleur.*

<https://youtu.be/lVZn-sHWG4E>

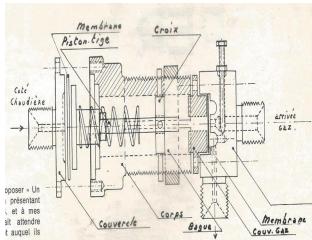
## Documentation sur les régulateurs de chauffe

avec d'autres plans à trouver ...



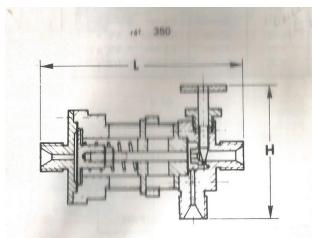
Un article de base dans MRB 134 ( janvier-février )  
de Claude FOREST .

Mais il n'est pas évident de garantir l'étanchéité du gaz par un presse-étoupe .

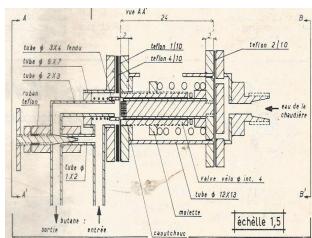


Cet article de **Jean NAYROLLES** paru dans MRB 152 ( mars-avril 1970 ) est en fait la suite du n°134 !

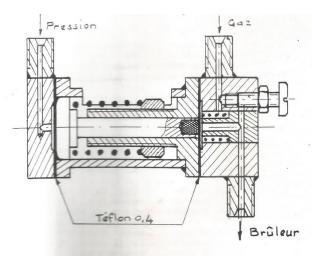
Là le presse étoupe côté gaz a été remplacé par une membrane qui assure une étanchéité absolue .



Un croquis issu du catalogue de **STEAM LE HOBBY** qui, il me semble, commercialisait le régulateur précédent .



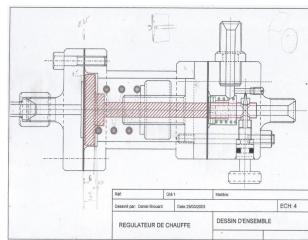
Ce régulateur est construit sans tour : un autre exploit de **Adrien SENTZ** avec une construction détaillée dans le MRB 191 ( septembre-octobre 1976 ).



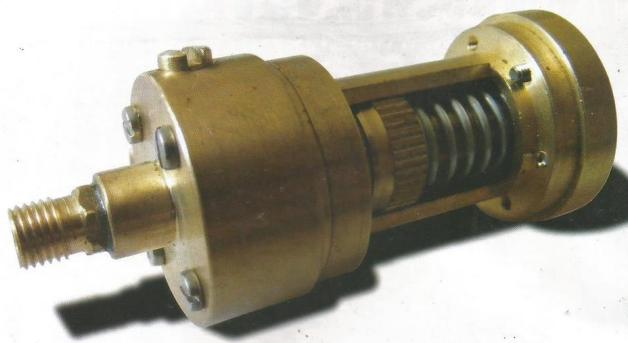
Celui-ci se trouve dans un cahier de la CAV ( Les dessous d'Emma, une locomotive ! Page 29 ) avec pour auteur **Jean LECOMTE** .

Cahier que l'on peut commander sur cette page (Emma) :

<https://www.cavescarbille.com/gestion/pdftarifventepublic.php>



Un modèle de **Daniel BROUARD** dessiné en 2003 et que l'on peut téléchargé sur son site :  
<http://daniel.brouard.pagesperso-orange.fr/>



Le dernier à ma connaissance, de **Jean-Paul BOURDILLAT** avec des plans que l'on trouvera dans le MRB 547 (juin 2009).

**Vous en avez construit un ? Pour quoi ne pas partager ...**



Des erreurs ? Des commentaires ? Des questions ? ... [écrivez-moi](mailto:clabauxj@mail.pf) clabauxj@mail.pf