

des petites chaudières (3) : étude et construction

par Jacques Clabaux

La réalisation de petites chaudières est un domaine passionnant. De nouveaux modèles ...



11 mini-chaudière à tubes de fumée



12 une autre mini-chaudière à tubes de fumée



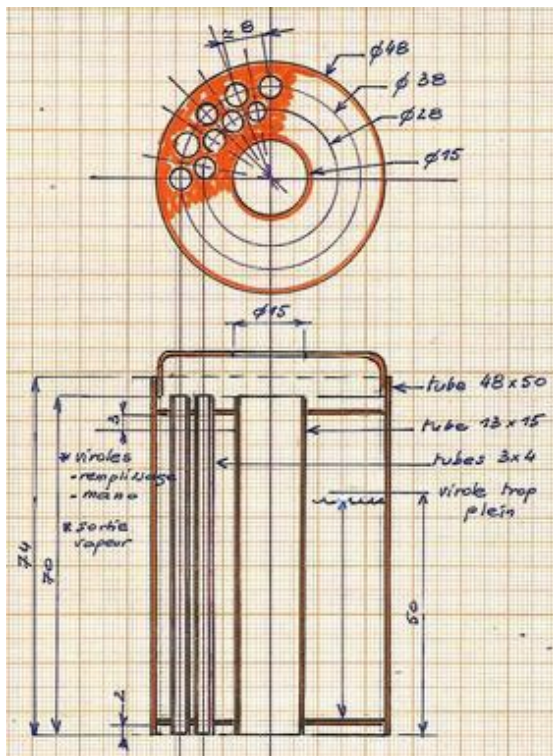
13 et encore une autre mini-chaudière

3 modèle avec le même principe mais des tailles et des brûleurs différents pour s'adapter ...

11 - mini-chaudière verticale à tubes de fumée



... avec, pour commencer, celui-ci à tubes de "fumée" qui, on le verra à travers le calcul de sa surface de chauffe, pourra être assez étonnant dans son rendement.
On peut certes hésiter devant le travail de brasure et pourtant avec une torche montée sur une bouteille de propane, aucun problème !



Le corps de la chaudière est un tube en laiton de 48 x 50.

Il est fermé aux extrémités par deux disques en laiton de 1 d'épaisseur. Ces disques sont percés pour recevoir 30 tubes en cuivre de 3 x 4 et un tube central de 13 x 15 en laiton.

Si on le peut il vaut mieux réaliser tout cela en cuivre ...

Surface de chauffe

On se trouve donc avec 30 tubes de 3 x 4 qui plongent de 45 mm dans l'eau (remplissage aux 3/4) ce qui donne une surface externe de 169 cm². Le tube central en ajoute 21 et le fond dont on déduit le diamètre intérieur des tubes en apporte 14.5.

Soit un total de plus de 2 dm².

Cela peut sembler énorme. Cependant, quand on sera arrivé en fin de chauffe sécurisée (garde de 1/3), il ne restera plus que 0.74 dm² de cette surface.

Mode de calcul personnel qui ne correspond peut être pas à la réalité mais qui semble réaliste.

Voir dans les compléments en fin d'album.

Capacité

Elle n'est pas bien énorme et si on se réserve 1/3 de garde, on ne pourra utiliser que 46 cm³ d'eau.

Utilisation

Comme à l'habitude cette chaudière va alimenter un petit moteur de 1 cm³ ou peu s'en faut. On peut imaginer qu'il va tourner à 1200 tours/minute et que le démarrage se fera à 2 bars mano.

Dans ce cas la surface de chauffe nécessaire est de 0.48 dm² et on se trouve plus que dans les normes ...

Notre moteur de 1 cm³ va, à 1200 tours, consommer 1.2 litre de vapeur à 2 bars mano soit 3 bars absolus.

Le poids spécifique de la vapeur à cette pression étant de 1.61 g/l, notre moteur va consommer 1.61 x 1.2 = 1.93 gr soit 1.93 cm³ d'eau.

Et dans ce cas il peut tourner 25 minutes environ. Si on applique un taux de rendement de 50%, il reste plus de 10 minutes de plaisir !

Cette supposition se révélera assez exacte.

construction

les disques

On commence par tracer les disques : diamètre de 48, diamètres des trous à percer, repérage des centres de ces trous.

Pour la couronne extérieure on peut régler le compas à 8 mm ; pour la couronne intérieure, on le fait "au pif" ...

En fait on peut se limiter à un seul traçage complet car les perçages se feront à travers les deux disques.



Le **mauvais truc** qui consiste à percer le disque à usiner et à l'installer sur une tige filetée : l'outil n'est pas du tout d'accord pour s'engager correctement à la périphérie d'un disque qui a tendance à bouger (la tige filetée ne fait jamais exactement le diamètre de perçage).



Le **bon truc** : prendre un bout d'hexagonal qui ne bougera pas dans le mandrin, et le reprendre à une extrémité au diamètre 3 ou 4 (celui du perçage du disque).
On l'étame, on enfle le disque et on chauffe ...
L'usinage se fera parfaitement.



Là, aucun problème mais on ne peut usiner qu'un disque à la fois.

Penser à vérifier si le disque entre bien et facilement dans le tube de la chaudière.



Le centre des disques a été découpé au diamètre 15. Même si on réussit un emboîtement serrant, les disques bougeront lors du passage des tubes 3 x 4

Une idée pour éviter ce désagrément : 3 tiges filetées M4 pour les bloquer en position à la bonne distance.

Après le montage de tous les tubes, on enlèvera ces tiges filetées pour les remplacer par des tubes et ça ne bougera pas.



Changer de vis quand on passe au diamètre 4.

Repérer par un coup de lime la position des disques l'un par rapport à l'autre afin que les tubes puissent s'enfiler sans trop de problèmes.



Premier essai pour voir ...

Coup de chance, le tube 3 x 4 entre correctement dans les perçages à 4.



Les deux disques sont superposés et serrés par vis et écrou.

Perçage d'un premier trou à diamètre 3 et blocage par une autre vis.

Cette vis changera de place deux ou trois fois au fur et à mesure des perçages dans l'étau ouvert de la perceuse à colonne.



Avant de passer au montage, il faut s'assurer que le montage glisse parfaitement dans le tube.

le chapeau



... car si on découpe un trou de diamètre 14, on pourra prévoir un épaulement sur la base du tube servant de cheminée et ainsi obtenir un meilleur positionnement pour la brasure qui se fera de l'intérieur.
En haut à gauche, petite corolle obtenue à partir d'un raccord de plomberie.



Il est constitué par un fond embouti de diamètre 48 acheté.

Petit problème : il n'entre pas facilement dans le tube ...

On commence par percer un trou au centre en le plaçant à l'extérieur des mors du mandrin puis on le soude à l'étain comme les fonds et on le reprend à la lime et à la toile émeri jusqu'à ce qu'il s'ajuste.

Avant de percer, penser à tracer le diamètre 15 du trou de la cheminée ou mieux, un diamètre 14 ..

le tube

Il faut percer les trous avant la brasure car ensuite on risquerait de percer ou d'enfoncer un des tubes placé à l'intérieur.



Toujours la même méthode pour le repérage.
On aura 4 trous à percer :

. 3 de diamètre 6 (remplissage, trop plein, manomètre)

. 1 de diamètre 3 (sortie de vapeur)



A cause du remplissage intérieur, on n'aura pas la possibilité de reprendre les trous de diamètre 6.
Aussi, il vaut mieux ajuster au mieux le diamètre des viroles lors de leur usinage.

Préparer aussi l'extrémité du tube de 2 x 3 (sortie de vapeur) si il ne fait malheureusement pas 3 de diamètre !

montage



Commencer par brasurer le tube central et les fonds

en n'oubliant pas de placer les repères tracés face à face.



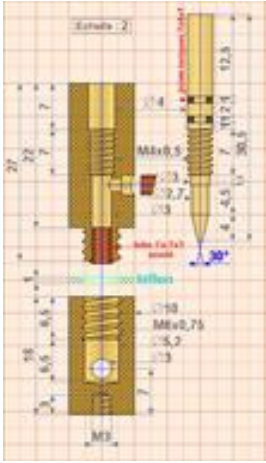
Placer les tubes de la couronne intérieure après ponçage.
Prévoir un passage du foret de 4 pour faciliter l'opération.



La liaison avec la vanne est prévue par un tube de 1.5 x 2 en laiton.

A chaque extrémité des embouts étanches : le joint torique utilisé dans une autre réalisation a été remplacé par des rondelles en téflon de 1 mm d'épaisseur obtenues à l'emporte-pièces. Ainsi le montage n'est plus "flottant" car on peut vraiment serrer le raccord.

Le raccord femelle fera 6 de profondeur au lieu de 5 habituellement.



Construction de la vanne qui est classique mais indépendante du réservoir.

L'étanchéité se fait :

- par un contact du pointeau en laiton sur un tube de cuivre recuit
- par deux joints toriques

J'ai cependant opéré quelques modifications à cause de mon taraud M4 x 075 qui fait quelques fantaisies : utilisation d'un rond de 6 avec joints toriques 4.6.1 et filetage à M5.

Le corps est taraudé à M5.



Le corps est vraiment petit et il faut ajouter un petit tube pour placer le raccord.

On choisit une arête de l'hexagonal de 10 pour percer un trou de 1.5 puis le reprendre à deux sur 2 mm de profondeur.



C'est prêt pour la brasure à l'argent.

Par contre je n'ai pas brasé le tube de cuivre : on ne sait jamais, il risque de bouger lors de la soudure.

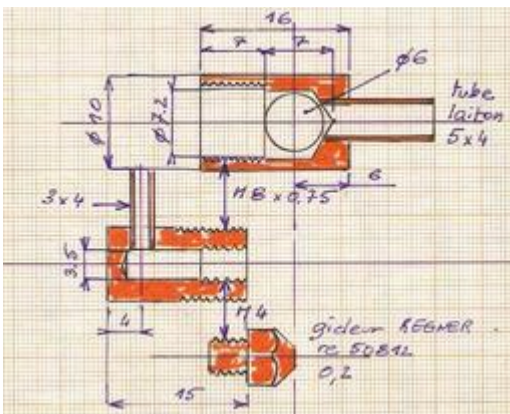


Avant de souder à l'étain le tube de cuivre qu'on a encore recuit, on repère la position de ce tube (petit trait à la lime ou à la scie). La position a été obtenue en serrant à fond ce qui a déplacé le tube : on dévisse et on pousse d'un 1/2 mm le tube avant de tracer le repère pour la soudure.

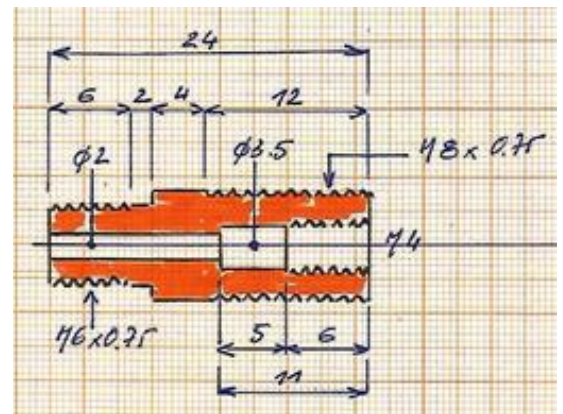


Il ne reste plus qu'à souder le tube de cuivre après avoir enlevé le boisseau dont les joints n'apprécieraient pas la forte chaleur... Ensuite on coupera à 2 ou 3 mm (on se garde une marge pour un démontage éventuel), on vissera le boisseau en forçant plusieurs fois pour obtenir le siège et on testera au compresseur en plongeant la vanne dans l'eau..

porte gicleur



C'est le plan de base.



Modification de la partie fixe



Ce porte-gicleur est devenu classique dans mes réalisations puisqu'il permet pratiquement tous les réglages en utilisant un gicleur de 0.2. Là, j'ai fait un essai en perçant les trous d'air au diamètre 5. Par la suite ces trous ont été repris comme sur le plan à diamètre 6 et le fonctionnement s'est amélioré.



Petit avantage dans ce montage que le réglage possible du brûleur alors qu'il se trouve en position : il suffit de tourner la bague mobile.

fixation du brûleur



Une idée pour la **fixation du brûleur**.
Plus de support mais un blocage à la bonne position grâce à deux écrous M6 dont on a repris l'épaisseur.
On enfile sur le tube du brûleur (3 x 4) un bout de tige filetée M6.
Pas besoin de le souder.



Un écrou à l'intérieur pour centrer le brûleur, et un autre à l'extérieur pour le blocage en position.
Le support de la chaudière a été re-découpé pour permettre le positionnement par rapport au fond de la chaudière.

les essais

Les deux qui suivent ont été effectués avec des brûleurs différents.

Il faut noter que, lors de la présentation de cette mini-chaudière, les avis étaient plutôt partagés sur sa fiabilité ...

Et il faut constater que le petit brûleur prévu n'est pas à la hauteur. Remplacé par son copain tubulaire, les résultats sont identiques donc pas probants.

Les essais qui suivent sont donc réalisés avec d'autres brûleurs.

Un **premier essai** avec un brûleur céramique, qui heureusement est mal réglé.

Par contre, on passe de 1 bar à 2 en 40 secondes et la chaudière va entraîner le **OLI 321** (2 cm³) pendant 5 minutes à 2.2 bar constants. C'est un bon résultat mais le brûleur sera trop fort une fois réglé ...

voir premier essai : <https://youtu.be/8du2IGtdd6A>:

Un en utilisant cette fois un brûleur classique annulaire.

Le OLI 321 est entraîné mais c'est le **SIMPLEX** de 1 cm³ qui est choisi pour l'essai final qui va durer 10 minutes à la pression de 0.5 bar.

voir second essai : <https://youtu.be/A1lgoIQWh4g>

Un second essai qui s'est déroulé d'une manière particulière.

La chaudière monte en pression assez rapidement, j'aperçois quelques bulles qui se déplacent dans le tube silicone et soudain le moteur se met en marche alors qu'on est à 0.5 bar ...

Deux facteurs indépendants de ma volonté se sont conjugués : la vanne de la chaudière était mal fermée, le moteur (monocylindre oscillant) était en position de démarrage. Je l'ai laissé tourner pour voir si la pression allait tenir et combien il allait consommer. Au remplissage, il faut remettre 50 cl. Donc on arrive sur la réserve.

Un autre essai a suivi avec le même moteur. Cette fois vanne bien fermée et à 2 bars, légère ouverture. La pression tombe et se stabilise à 1.2 bar pendant les 5 minutes de l'expérience : consommation de 30 cl. Un peu plus proportionnellement mais c'est normal avec cette augmentation de pression.

En fait, on a souvent tendance à trop ouvrir la vanne de la chaudière ce qui se traduit par une baisse immédiate et rapide de la pression : il est possible d'alimenter le moteur avec une vapeur légèrement surchauffée simplement sans installer de tube vapeur dans le foyer en augmentant la pression de la chaudière au-delà de la pression d'utilisation prévue. Ensuite, il suffit "d'étrangler" la vapeur à la sortie de la chaudière à l'aide de la vanne pour provoquer une perte de pression jusqu'à celle qu'on désire : le laminage.

Un petit rappel de ce qu'écrit **Léonard SUYKENS** - davantage d'explications dans ses cahiers que l'on trouvera dans les téléchargements (pages 8 et suivantes). <http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/telechargements/index.html>

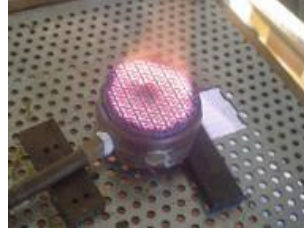
les brûleurs

brûleur céramique

Ce type de brûleur est vraiment le top du top pour les verticales.

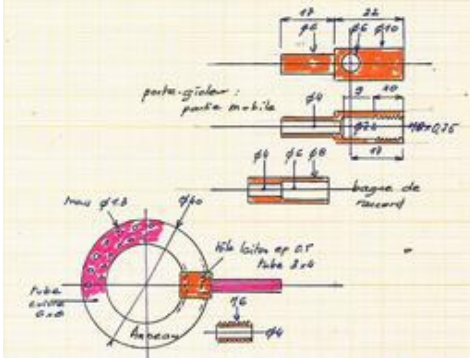


Comme je le notais, il n'était pas réglé orrectement et la belle surface rouge uniforme n'était pas au rendez-vous.



Probablement heureux car on serait passé de 1 à 2 bars en moins de 20 secondes. Cependant, selon l'utilisation de cette chaudière, j'y reviendrai peut-être en le prévoyant plus petit.

brûleur classique



qui prend la forme d'un anneau en tube de cuivre de 6 x 8 pour cette verticale : diamètre extérieur de 40 et diamètre intérieur d'environ 24.

Il est construit de la même manière que le premier du genre mais il est beaucoup plus puissant.



Soit ce n'est pas parfait ...

Il a fallu recuire le tube de cuivre de 6 x 8 quatre fois.

Voir au paragraphe 7 de : <http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/bruleurs/index.html>



Cerclage avec du laiton de 0.5 et blocage avec vis M2 à la jointure. Perçage d'un trou de 3.



Entrer le tube de 3 x 4.

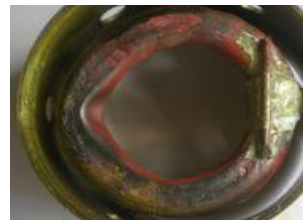
Par la suite, il me faudra revenir sur ce montage : sciage, perçage à 5 et nouveau tube de 4 x 5 cette fois ...

Les essais à défaut de connaissances précises !



Et, comme de bien entendu, la brasure à l'argent qui n'aime pas le vide ne s'étale pas partout ...
Nettoyage, limage pour placer un rond de laiton de 1 mm de diamètre.

A ce stade, on peut serrer le brûleur dans l'étau et l'aplatir légèrement.



Pour finalement obtenir ceci.

Pas joli joli mais ça ne se verra pas !



On passe au perçage d'abord avec le foret à centrer de 1 de Ø avec un espacement pour la couronne extérieure de 5 mm environ..
3 essais avec des forets de 1,1 puis 1,2 et enfin 1,3.
C'est le dernier qui est validé.
On se retrouve ainsi avec 45 trous de 1.3 de Ø soit 59 mm² pour une puissance minimum de 343 Wh : 59 x 5.81 Wh.



De bons résultats ont été obtenus en plaçant Les trous à 25 mm du fond de la chaudière.



Ce brûleur est donc suffisant mais limité car impossible de le pousser les flammes passant par les trous.
Cependant ce dernier phénomène est Bénéfique : on règle notre vanne pour que cela ne se produise pas ... et c'est tout bon.
Sur cette photo on voit que le réglage n'est pas parfait avec l'absence de quelques flammes ou le soulèvement d'autres. Réglage réalisé.



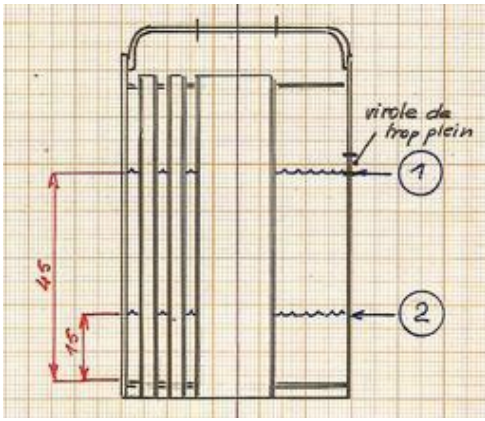
Ce brûleur est donc suffisant mais limité car impossible de le pousser les flammes passant par les trous.
Cependant ce dernier phénomène est bénéfique on règle notre vanne pour que cela ne se produise pas ... et c'est tout bon.
Sur cette photo on voit que le réglage n'est pas parfait avec l'absence de quelques flammes ou le soulèvement d'autres. Réglage réalisé.

Sivous aimez les calculs, on peut

trouver dans les téléchargements un **mémento sur les besoins thermiques** :

<http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/telechargements/index.html>

compléments



surface de chauffe des verticales

Un avis personnel.

Le niveau va baisser et au fur et à mesure la surface mouillée des tubes (extérieur) va diminuer, donc la surface de chauffe. Seule la surface du fond reste constante.

Si on prend le cas de cette chaudière -mais c'est valable pour les autres verticales en 1, au début de la chauffe avec un remplissage aux 3/4, on se trouve avec 206 cm² de surface de chauffe = 2,06 dm²
en 2, alors qu'on arrive au niveau de sécurité, la surface de chauffe tombe à 79 cm² soit 0.76 dm².

Le moteur choisi devra donc s'en contenter quand on arrivera à ce niveau.

Il y a cependant un inconvénient qui est d'ailleurs identique sur les chaudières horizontales : notre brûleur fournit toujours la même puissance alors que, la quantité d'eau ayant diminué, ce n'est plus nécessaire ... Une solution : maintenir le niveau de la chaudière avec une pompe ... et là, malgré sa taille réduite on pourrait alimenter un très gros moteur !

sur les forums ...

... on trouve que mes tubes sont trop nombreux (ou trop fins) et que la masse de la chaudière représente une gêne pour une bonne montée en pression.

Pour le nombre de tubes de 3 x 4, je suis d'accord car, en enlevant 7 ou 8, je préservais la surface de chauffe pour mon moteur de 1 cm³ mais le gain de poids n'est que de 35 ou 40 g.
Alors, plus radical, on les remplace par 6 tubes 6 x 8.

1 - la chaudière actuelle a une masse de 300 grammes : du laiton et du cuivre dont la chaleur spécifique est pratiquement identique : 0.38 et 0.39 kJ/kg

2 - les 6 tubes de 6 x 8 feront 60 g au lieu des 150 g des tubes 3 x 4 : gain de 90 grammes

A 2 bars mano :

$$1 - Q = 0.3 \times 0.38 \times 108 = 12,312 \text{ kJ}$$

$$2 - Q = 0.21 \times 0.38 \times 108 = 8.618 \text{ kJ, on aura donc besoin de } \mathbf{3.17 \text{ kJ de moins.}}$$

Pour l'eau, le volume change et augmente légèrement : 60 cm³ au lieu de 57.

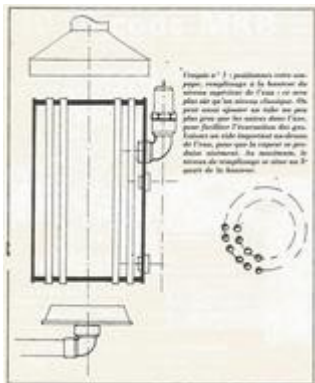
$$1 - Q = 0.057 \times 4.18 \times 108 = 25,732 \text{ kJ}$$

$$2 - Q = 0.06 \times 4018 \times 108 = 27,08 \text{ kJ, on aura besoin de } \mathbf{1.35 \text{ kJ en plus.}}$$

L'incidence est donc de **2,35 kJ en moins**.

Si on poursuit les calculs, le brûleur aura une puissance inférieure de 21 Wh ce qui est quand même négligeable !

Documentation



Un article de Philippe GOLMANN et Rudy MEMIN dans MRB 318 d'avril 1990 qui a servi de base à mes cogitations.

A sa lecture, on voit que des tubes de 3 x 4 ne sont pas si incongrus que cela ...

Pour ce type de chaudière j'ai tiré de cet article : "Régularité dans la fourniture de vapeur (la surface d'évaporation est constante du commencement à la fin de la chauffe, puisque la surface mouillée des tubes à fumée est constamment proportionnelle à la masse d'eau résiduelle)".

à refaire ...

... je tiendrai compte des remarques de **Patrick LECLERE** :

"Concernant la chaudière c'est vrai que 30 tubes en 4/3mm c'est gonflé côté boulot. Personnellement j'aurai opté pour deux couronnes en 8/6 et je pense que l'échange thermique aurait été identique.

En première approximation la surface d'échange est proportionnelle au rapport des diamètres. donc 30 tubes d4 = 15 tubes D8.

La section de passage des gaz est proportionnelle au carré du rapport des diamètres soit $(30 \cdot 16) / ((15 \cdot 64)) = 0.5$. La section de passage des gaz avec les petits tubes est la moitié de celle d'une version à tube moyens.

Une section plus faible c'est favorable à l'échange car le gaz va s'écouler plus vite (sûrement en régime turbulent) mais le tirage pourrait être perturbé à cause des pertes de charges.

A vérifier avec un test à la fumée. Tu peux envoyer de la fumée au niveau des ouïes du brûleur pour voir comme elle se répartit dans les tubes.

Le problème de conception vient de la dissymétrie liée au tube central car les fluides étant paresseux par nature il préfèrent aller là où il y a moins de pertes de charges

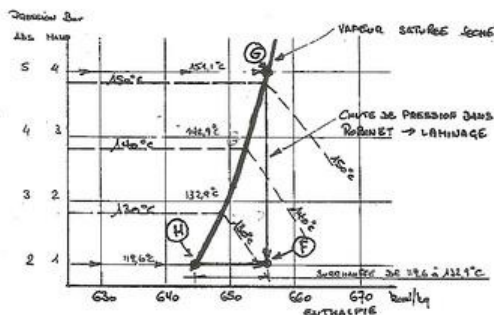
Surface d'échange $(30 \times 4) / 15 = 8$. L'ensemble des tubes D4 a une surface 8 fois supérieure à celle du tube de D15

Section de passage $(30 \times 16) / 225 = 2.1$. La section de passage totale des petits tubes est 2 fois supérieure

On voit donc qu'il n'y a rien de dramatique si la chaleur et l'émission de gaz sont uniformément répartis, ce qui est le cas du chauffage céramique.

Le seul point négatif du très grand nombre de tubes est que la réserve de marche me paraît faible sans alimentation continue. C'est pour cela que ton projet de micro-moteur entraînant une pompe est une excellente idée de développement."

Et effectivement, la mise en place d'une petite pompe permettrait de passer de 10 minutes à bien plus longtemps. A suivre ... un jour !

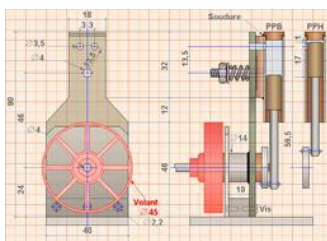


utilisation

Un extrait de ce qu'écrivait Léonard SUYKENS, un croquis et un texte particulièrement adaptés à la conduite de cette chaudière (texte intégral) ou d'autres ...

Imaginons que nous voulions alimenter notre machine à vapeur avec une vapeur légèrement surchauffée et à une pression de 2 Bars. 2 solutions sont possibles. Soit nous sortons la vapeur de la chaudière à 2 Bars, au point (H) et alimentons la machine via un tuyau de vapeur passant par le foyer de façon à surchauffer la vapeur jusqu'en (I) par exemple. Une autre façon consiste à ne pas installer un tube vapeur dans le foyer mais de simplement augmenter la pression de la chaudière jusqu'en (G) par exemple. Il suffit maintenant de simplement "étrangler" la vapeur à la sortie de la chaudière à l'aide du robinet d'arrêt pour provoquer une perte de pression de (G) jusqu'en (F). Cette opération s'appelle laminer la vapeur.

le moteur du dernier essai : le SIMPLEX



Utilisation

Un extrait de ce qu'écrivait Léonard SUYKENS, un croquis et un texte particulièrement adaptés à la conduite de cette chaudière (texte intégral) ou d'autres ...

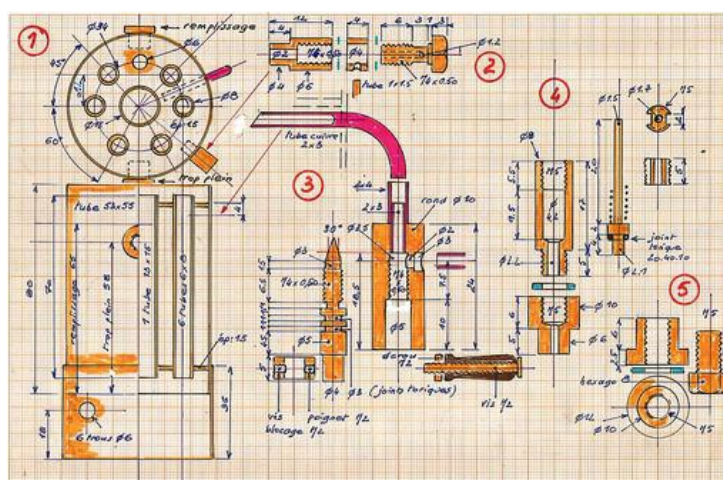
si ce dernier vous intéresse, les plans et la construction voir : <http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/lesimpexconstruc/index.html>

utilisation de la chaudière



elle équipe désormais le Tramway nommé plaisir pour voir les plans et la construction :

<http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/tramway/index.html>



12 - mini-chaudière verticale à tubes de fumée Un autre modèle plus rapide à construire avec un nombre de tubes réduit. En voici le plan avec ses accessoires : à part quelques tubes en cuivre, tout est en laiton et la brasure à l'argent se fait à l'aide d'une grosse torche montée sur une bouteille de butane.

1 - Pour la chaudière, on voit un décalage des tubes pour permettre un remplissage plus facile en ne venant pas buter sur un tube intérieur.

Le support est également un bout de tube de 53 x 55 fendu pour venir serrer la base de la chaudière. 6 trous de diamètre 6 et une ouverture à découper pour l'allumage.

2 - montage du manomètre avec sa virole.

3 - registre vapeur vertical à commande par poignée de bois : le décalage permet de ne pas trop se chauffer les doigts ! Sur le croquis, une fixation simplifiée qui a été remplacée par une fixation par raccords vissés.

4 - la petite soupape à joint torique.

5 - les viroles de trop-plein et de remplissage.

La capacité utile est d'environ 50 cl.

réalisation du corps de la chaudière



Les fonds sont tournés dans de la tôle de laiton de 1.5 d'épaisseur.

Le centre et le trou de la virole de soupape sont percés à diamètre 3 et après le perçage du fond supérieur on les maintient par vissage : ainsi quand on percera les trous seront parfaitement alignés et cela facilitera le montage.



Perçage à diamètre 8 terminé.

Il reste à reprendre le trou de la virole de soupape à 6.

Le trou de 3 du fond inférieur sera bouché par un rond de 3 et brasé en même temps que les tubes.



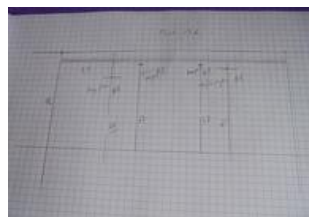
Un truc pour résoudre le montage des tubes :

Ils sont bien à diamètre 8 mais il faut forcer pour les enfiler : le mieux est de reprendre les extrémités en enlevant 1/10^{ème} sur 4.5 mm. Une fois l'outil réglé en profondeur, il suffit de présenter les tubes les uns après les autres ...



Montage terminé.

Le trou du tube central a été obtenu par sciage et rectification à la lime.

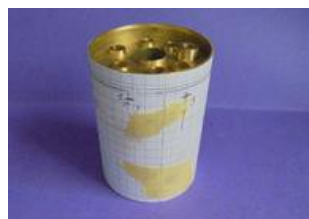


Avant de percer les trous des viroles il vaut mieux se faire un croquis et y repérer leur emplacement.

Attention aux trous de la sortie vapeur et à celui de la virole du manomètre : bien penser au côté menant à l'alimentation moteur, j'ai failli me planter !



Le bon côté pour l'alimentation du moteur à balancier de type Murdoch.



Fixer le dessin sur le cylindre de la chaudière et effectuer les avant-trous.

Petit perçage mais pour ne pas ovaliser le tube, placer les fonds.



Pour les perçages, on enlève les fonds et on glisse le cylindre sur un gros rond en bois.



La chaudière a été brasée en 3 fois :

une pour les fonds (chaudière encore très chaude retournée avec une pince; deux pour les viroles et d'un côté et de l'autre. Elle est testée par chauffage à la lampe à souder à 6 bars plusieurs fois en suivant après remplissage total d'eau.



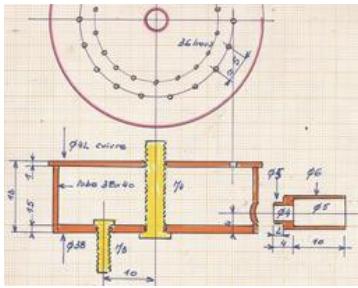
Pour le support, commencer par percer les trous d'aération de diamètre 6, scier le tube.

La découpe de l'ouverture pour l'allumage se fait à la scie fine en passant la lame dans la fente obtenue d'un côté et dans un des 4 trous percés de l'autre.

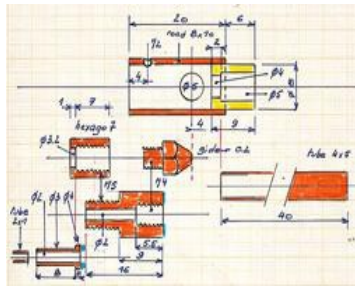
Et en la maintenant comme on peut ...

la chauffe

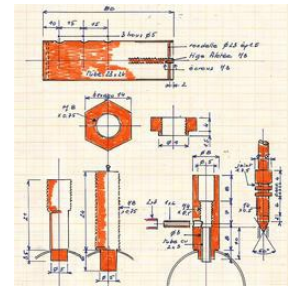
Elle a été réalisée en partant de celle du camion de pompier. Les dimensions peuvent varier en fonction du véhicule qu'on veut équiper. Pour suivre la construction, voir : <http://www.vapeuretmodelesavapeur.com/camiondepompier/index.html>



réservoir de gaz et vanne



brûleur



porte-gicleur et raccord



Brûleur et porte-gicleur.

Tous les trous ne sont pas encor percés, ce sera l'objet des réglages.

Pour l'instant avec la buse du gicleur arrivant au centre du trou et une bague d'obturation on obtient un résultat correct.



Belle flamme bleue mais, à mon avis, pas encore assez chauffante : on pourra ajouter quelques trous et si nécessaire les agrandir.



La vanne-gaz : les tubes sont brasés à l'argent et on opère un recuit en trempant le montage dans l'eau avant que la pièce soit complètement refroidie : il suffira d'insister une ou deux fois (utiliser une pince) avec le cône pour que la fermeture soit parfaite.



Tous les éléments ont été soudés à l'étain. Ne pas oublier la petite rondelle de téflon ...

autres petites choses ...



Un autre montage pour le registre vapeur.

Les deux tubes sont brasés à l'argent, par contre le raccord est soudé à l'étain.



Montage du raccord sur le tube de sortie de la chaudière : soudure à l'étain

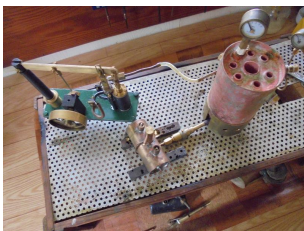


Le chapeau de la chaudière que l'on percera pour le passage de la cheminée et celui de la soupape.



Montage terminé.

essais



Premiers essais pour s'assurer d'une chauffe minimum.

Et, dans la foulée le branchement du dernier moteur réalisé ... voir : <https://youtu.be/QBAJ09pzHt4>

13 - la chaudière du Rail-Car

