

# Aventures Vapeur

Vol: 2

Compilation des fiches 24 à 29

Jean-Pascal DUCRET

Janvier 2014





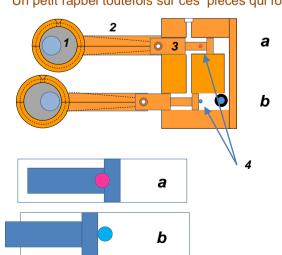
Fiche n° 24

Réalisation d'un moteur à vapeur à multiples plateaux manivelles, 4 cylindres et 8 pistons opposés. (9)

Modéliste: Jean-Pascal DUCRET



Il est temps maintenant de s'intéresser aux bielles dites de distribution. Ces bielles ont pour fonction de réguler le débit de la vapeur venant de la chaudière vers les tiroirs de distribution alimentant les cylindres en vapeur. Dans la fiche n°20, j'ai dû vous saturer avec mes pérégrinations, mes schémas et théories de la distribution. Aussi cette fois-ci je vais rester dans le chapitre de l'usinage. Un petit rappel toutefois sur ces pièces qui forment un ensemble de distribution.



L'excentrique (1) qui, solidaire d'un axe moteur, va transformer un mouvement rotatif en un mouvement linéaire par l'intermédiaire d'une bielle (2), ce mouvement est transmis au tiroir de distribution (3). La forme usinée du tiroir permet d'occulter le conduit vapeur vers l'échappement (4) et laisser ainsi le passage de la vapeur en pression vers le cylindre (situation a), ou d'occulter le conduit de vapeur sous pression et découvrir l'orifice de transfert de la vapeur détendue du cylindre vers l'échappement (situation b).

Ceci étant parfaitement au point, il faut maintenant réaliser les bielles afin d'obtenir ces positions en fin de course des tiroirs.

Pour cela il faut fabriquer une pige de réglage.

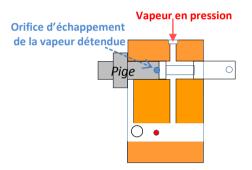
Cette pige est tirée d'un rond d'aluminium de 8 est tournée à 5,9 sur une longueur initiale de 12 mm.

La longueur de la pige est ajustée de telle façon que lorsque que le tiroir est introduit par la face antérieure, la pige permette l'oblitération du passage de la vapeur par l'extrémité du tiroir. L'ajustage se fait au tour et par des passes très très fines.

La vision à travers le passage vapeur n'est pas très aisée et nécessite une attention soutenue.

La finalité de cette pige est de définir la position extrême externe du tiroir de distribution, c'est-à-dire la position du tiroir qui occulte l'orifice de distribution de la vapeur en pression et laisser ouvert le passage de la vapeur « détendue » provenant du cylindre supérieur.

Cette position extrême sera celle de la bielle de distribution sur son excentrique.



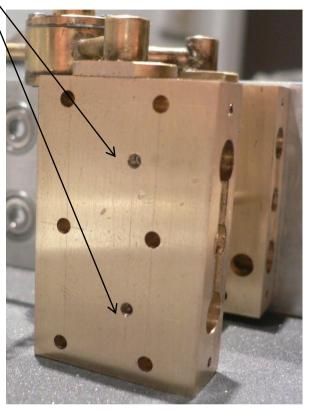
Autre petit outil indispensable pour la réalisation des étapes suivantes est un positionneur d'axe des excentriques pour régler la longueur des bras des bielles de distribution.

L'axe fait 4 mm de diamètre fileté en laissant une distance de 4 mm non filetée (partie de l'axe à l'intérieur du roulement à billes du flasque) et un rond de laiton taraudé à 10 M qui servira de pièce de serrage de l'excentrique sur le flasque.











Cette étape doit être d'une grande précision, les ébauches de bielle sont montées sur les excentriques et le tout mis en situation dans les roulements et fixé par le positionneur d'axe.

Le tiroir est introduit et mis en butée sur la pige en position, La bielle est mise en position extrême externe, la tête de bielle est introduite dans l'extrémité du tiroir et on marque le positionnement de l'axe de rotation de l'ensemble bielle /tiroir. Viendront ensuite le percement de l'axe et le marquage de la bielle qui correspond à un tiroir qui lui-même correspond à un conduit de tiroir.

L'ensemble est démonté et l'extrémité de la bielle est percée à 1,6, ce qui permet d'usiner la bielle à la fraiseuse selon une méthode que vous connaissez bien maintenant.







Ces clichés montrent l'ébauche de la bielle n° 2 ainsi que la bielle n°4 terminée.

Il reste une petite formalité que sont le percement et le taraudage des vis de fixation des « chariots » des excentriques ainsi que les trous qui permettent le réglage fin de ces excentriques.

Le percement est au diamètre 1,6 pour un taraudage à 2. Les petits trous sont au diamètre 1,3 mm Au fait vous ai-je dit ce petit truc pour connaître le diamètre du percement à pratiquer pour un taraudage donné ? C'est facile à retenir, c'est le diamètre du taraud moins le pas ; Exemple : diamètre 2 au pas de 40, je perce à 1,6.

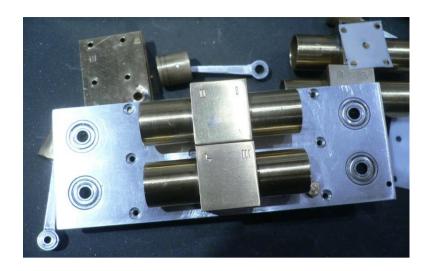
Il y a 2 vis BTR 6 Pans creuses en opposition et 3 petits trous de réglage



Il est grand temps de rassembler toutes les pièces et de commencer à penser à faire l'assemblage pour peaufiner les ajustages.

Ne pas oublier les joints... ils sont réalisés dans une feuille de téflon de 2/10 de mm d'épaisseur, découpées sur la pièce et les passages de vis sont réalisés à l'emporte-pièce

La mise au point demande des montages et des démontages nombreux aussi, comme chaque piston correspond à son cylindre, il vaut mieux graver les pièces.



De nombreuses pièces ont été réalisées il y a bien longtemps et manifestent leur impatience!



On va faire une photo de famille pour calmer ces impatiences bien légitimes. Les 2 équipages d'engrenages moteur ne sont pas encore retravaillés : réalésage, percement des vis de fixation, mise en place des masselottes d'équilibrage, mais tout cela devrait être prêt pour la prochaine fiche.



Bonnes fêtes à toutes et tous U-Pascal





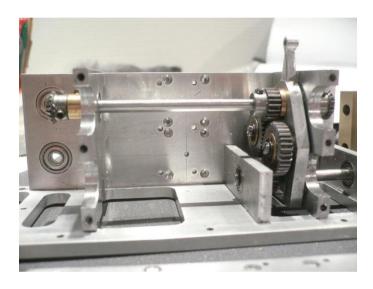




Fiche n° 25

# Réalisation d'un appareil moteur pour un futur remorqueur au 1/16.

Modéliste: Jean-Pascal DUCRET



I était temps de me remettre à l'écriture des fiches, la dernière date de Décembre 2011. Que le temps passe vite quand on a tant à faire. Et c'est déjà Noël.

Finalement le moteur tourne, les différentes pièces ont été revues, refaites, réajustées et tout va bien. Le moteur tourne doucement sous air comprimé ce qui n'est pas l'idéal pour apprécier son fonctionnement. En effet, si l'air comprimé permet comme la vapeur, par sa pression exercée sur les pistons d'obtenir le mouvement, la vapeur a des avantages supplémentaires que l'air en sortie de compresseur n'a pas :

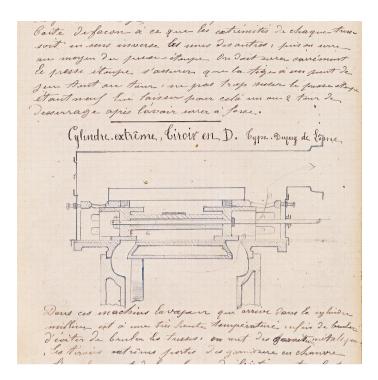
- la vapeur transmet de la chaleur aux différents organes constituant le moteur et modifie, ne serait-ce par la dilatation de certaines pièces, les caractéristiques et/ou les capacités de friction de certains métaux. La température de la vapeur est à 145° C sous une pression de 4 bars (pression couramment utilisée en modélisme vapeur), une légère et différente dilatation des métaux utilisés permet d'obtenir une étanchéité meilleure.
- on utilise la vapeur comme vecteur de lubrifiant de l'intérieur des moteurs.

Donc tout cela pour dire que les réglages d'un tel moteur ne peuvent se réaliser qu'en situation réelle d'utilisation de la vapeur.

La seule étape suivante possible pour nous assurer du bon fonctionnement, voire de nouveaux réglages du moteur est donc de construire les différents éléments qui constituent « l'ensemble vapeur ». A l'inverse des bureaux d'étude dignes de ce nom, je vais réaliser l'ensemble de l'appareil moteur et de l'appareil évaporateur puis après mesures de l'encombrement global je définirai la taille du modèle. Compte-tenu de la vélocité des moteurs à vapeur classiques et des vitesses obtenues, afin de garder un déplacement réaliste, le modèle sera probablement un remorqueur fluvial largement inspiré du *Cyrano*. S'appellera-t-il *Roxane* ? Pour le moment je suis dans la chaufferie et le compartiment moteur.

Toute la base de mes fiches, la construction de certains éléments mais surtout le vocabulaire utilisé proviennent d'un document référence que Tola a scanné puis mis à notre disposition il y a quelques

années. Ce document est une série de cours datant d'Avril 1884 ; tout est bien entendu écrit et dessiné à la main, c'est un petit bijou de 177 pages, à consommer sans modération.



Avant de traiter la construction des très nombreux appareils indispensables à la navigation utilisant la vapeur, j'aimerai vous amener à réfléchir sur quelques éléments. La grande particularité du modélisme naval utilisant la vapeur est le simple fait, mais oh combien important, que la réduction d'échelle ne s'applique pas de façon générale à la pratique de notre passion.

Les règles de physique et l'élément eau ne sont pas réductibles comme le sont les tailles du modèle que nous voulons représenter. Nous sommes obligés de réduire les pièces tout en conservant les règles d'étanchéité mais surtout de sécurité liées à l'utilisation de combustibles, de vapeur surchauffée et d'huile chaude. Même à échelle 1/  $20^{\rm ème}$ , l'eau bout à 100° et la température de la vapeur augmente en fonction de la pression dans la chaudière selon les lois de Charles, Gay-Lussac et autre Mariotte sans oublier Kelvin. Bref, du modèle réduit certes, mais surement pas de réduction des risques inhérents à l'usage de la vapeur.

1 – L'appareil évaporateur : terme global utilisé dans les cours de notre maître Tola et qui représente l'ensemble chaudière et son mode de chauffage.

Dans le cadre de mes capacités restreintes de brasure (pour le moment), j'ai confié la réalisation de la chaudière à un spécialiste qui assure par sa compétence et son professionnalisme la bonne facture de la chaudière ainsi que les résultats des tests d'épreuve de la chaudière. Les soudures et l'épaisseur (2 mm) des cylindres en cuivre utilisés garantissent la sécurité d'emploi dans une plage d'utilisation habituelle. Des situations, par définition extraordinaires et rarissimes, ne doivent pas être écartées et c'est pour cette simple et bonne raison que ces chaudières « professionnelles » sont certifiées testées jusqu'à 11 bars. Ces tests d'épreuve sont importants pour assurer la sécurité du modéliste mais aussi celle des très nombreux curieux attirés par un modèle à vapeur au bord d'un bassin. Les enfants sont nombreux, posent beaucoup de questions et ne peuvent s'empêcher de toucher à tout malgré les « chaudes » recommandations du vaporiste ; ils apprennent souvent à leurs dépens que la vapeur est le résultat de l'ébullition de l'eau à partir de 100°C. Quant aux adultes, le plus souvent les parents des futurs grands brûlés, ne mettent pas les doigts, mais le vaporiste ne peut presque jamais préparer son modèle, car il y a toujours une ou deux têtes entre la burette d'huile et le graisseur car ils cherchent désespérément le moteur électrique forcément camouflé sous la fausse chaudière.

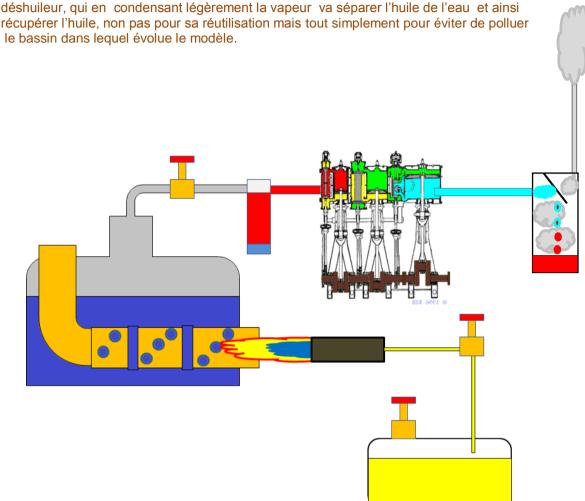
PRESSION d'UTILISATION lue sur les manomètres	PRESSION ABSOLUE en bars	TEMPERATURE de la VAPEUR en °C
en bars		
0,09	1,1	102,32
0,2	1,2	104,81
0,3	1,1 1,2 1,3	107,13
0,4	1.4	109,32
0,5	1,5 1,5	111,37
0,5	1,5	111,37
0,6	1,6 1,7	113,32
0,7	1,7	115,17
0,8	1.8	116,93
0,9	1,9 2 2,2	118,62
1,0 1,2	2	120,23
1,2	2,2	123,27
1,4	2,4	126,09
1,6	2,6	128,73
1,8	2,8	131,20
2,0	3	133,54
2,5	3,5	138,87
3,0	4	143,63
3,5	4,5	147,92
4,0	5	151,85
4,5	5,5	155,47
5,0	6	158,84
5,5	6,5	161,99
6,0	7	164,96
6,5	7,5	167,76
7,0	8	170,42
7,5	8,5	172,94
8,0	9	175,36
8,5	9,5	177,67
9,0	10	179,88
10,0	11	184,06
11,0	12	187,96

On peut voir sur ce tableau que le risque de brûlures à cause de la température de la vapeur sous pression est important, d'où la grande responsabilité du vaporiste quand les spectateurs enthousiastes veulent voir de très près ou veulent toucher.

Pression d'utilisation de la vapeur pour faire tourner la machine et pression de réglage du régulateur de chauffe. C'est aussi la T° de la vapeur qui sort du sifflet.



Revenons à notre appareil évaporateur ; le principe est des plus simples : la vapeur, produite par la chaudière mise en chauffe par un brûleur va alimenter la machine dont la vitesse de rotation dépend du débit, régulé par une vanne dite de registre, la lubrification de l'intérieur du moteur est assurée par un graisseur qui « distribue » de l'huile via le flux de vapeur. Enfin la vapeur s'échappe à travers un départer l'entire qui en condensant légèrement la vapeur, va génerar l'huile de l'eau et gipti



Certains modélistes utilisent de l'huile d'olive, ainsi s'affranchissent-ils de l'utilisation d'un déshuileur, car l'huile d'olive ne pollue pas ou plutôt beaucoup moins que l'huile vapeur qui n'est autre que de l'huile de pont automobile. En effet, il faut utiliser une huile très lourde, résistante aux températures élevées et qui évite une émulsion de type mayonnaise (qui perd alors tout pouvoir de lubrification) lorsqu'il y a miction avec la vapeur. Cependant, en cas d'incident, il ne faut pas s'attendre à une catastrophe écologique, même à échelle réduite 1.

Suivons donc ce schéma directeur pour survoler la construction de l'appareil évaporateur.

Le réservoir à gaz ou tank: La chaudière sera chauffée au gaz et plus particulièrement au mélange butane /propane. Comme la chaudière, je n'ai pas réalisé ce réservoir, qui présente moins de problèmes que la chaudière dans sa réalisation et ses soudures. Simplement l'envie « esthétique » mais aussi pratique de l'utilisation du gaz liquide m'ont orienté vers un réservoir avec hublot. Ce tank a été fabriqué par MVM à Levallois (publicité totalement gratuite puisque ce magasin n'existe hélas plus).

-

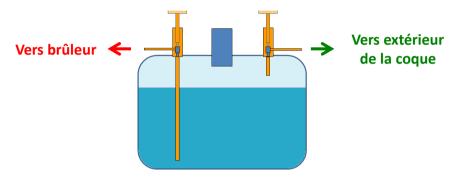
<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Si, dans le cadre très prisé maintenant des simulations en modélisme marin, pour représenter au 1/200 la pollution due au naufrage de l'Erika (qui a versé 31 000 tonnes de fioul lourd soit environ 37 000 m 3), il faudrait verser 185 000 litres d'huile dans le bassin ou le lac d'évolution.



On voit parfaitement le hublot ainsi que la vanne de remplissage qui est un raccord pneumatique de type rapide dit « Legris ».

Pour une utilisation optimale du GPL, il va falloir installer 2 vannes supplémentaires :

- bien évidemment la vanne de GPL qui va alimenter le brûleur.
- mais aussi une vanne qui va évacuer la pression générée par la phase gazeuse au-dessus du gaz liquide; cette pression nuirait à un remplissage non pas complet, mais satisfaisant du réservoir.



La réalisation de ces 2 vannes ne pose pas de difficultés majeures à l'exception de 2 détails :

- le tank est un produit du commerce et de ce fait, les pas des viroles de piquage doivent correspondre au pas des petits matériels du commerce, jusque-là pas de problème, mis à part que les grands commerçants de matériel vapeur sont Anglais et Allemands ; la perfide Albion a encore frappé, tous les pas sont anglais...les Allemands ont du s'y mettre. Les grands piquages sont en 3/8 de pouces et 24 filets par pouce (3/8-24) et les petits piquages en 1/4 -28 ². Au même titre que les normes métriques on retrouve une différence pour un même diamètre des filets fins et des filets normaux. Il est clair qu'en matière de fluides il vaut mieux utiliser des pas fins ce qui augmente l'étanchéité, ou plutôt diminue le risque de fuite.
- le deuxième élément particulier et un peu sensible dans cette réalisation est le volant des vannes que je désire absolument sortir de la masse.

Après de nombreux essais voici la méthode qui m'a donné un rapport satisfaction / nombre de pièces au rebus relativement positif.

**Phase1**: On prend un rond de laiton de Ø13 et on tourne le futur moyeu du volant au Ø 6. On fabrique un outil qui permet de tourner une gorge laissant au moins 1 mm d'épaisseur de part et d'autre et on creuse cette gorge sur 4 mm de profondeur.

On obtient normalement cela



<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Voir en fin de fiche un petit résumé sur filets et pas à votre disposition.

**Phase2**: On sectionne la barre, on retourne la pièce pour tourner le profil du volant avec un outil taillé dans une plaque HSS ayant le rayon idoine pour obtenir l'arrondi du dessus du volant.

On en profite pour percer l'axe du moyeu au diamètre 1.6 puisqu'il sera taraudé plus tard en M2 (si la pièce est réussie).



**Phase3**: Cette pièce est reprise dans un diviseur placé à la verticale pour effectuer les saignées à la fraise scie de 1 mm d'épaisseur. Pour cela il faut amener la face inférieure de la scie 1 mm au-dessus du centre de la pièce et régler le diviseur à 0°, faire un premier passage de la fraise sur une profondeur de 2 mm, puis il faut décaler l'angle en fonction du nombre de branches du volant. Le modèle choisi aura 8 branches, donc l'angle choisi est de 45°.

A noter cet outil indispensable qu'est le diviseur, un vrai... Il est gradué au degré près ce qui permet ainsi de travailler au ½ °. Il pèse au moins 10 kg et heureusement que ma table croisée fait 70 cm ce qui me permet de le laisser en place le plus souvent possible.







Fig 1

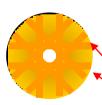


Fig 2





Fig 3

Revenons à nos volants :

Après un certain nombre de passes on obtient la pièce de la figure 1, il faudra faire **2 tours de diviseur** pour obtenir la pièce de la figure 2.

Il reste des petits rayons de laiton à supprimer, mais il n'est point besoin d'essayer de le faire à la lime. Il suffit de faire 2 manœuvres :

- descendre la fraise scie de 1.5 mm afin de faire correspondre le centre de la pièce avec le milieu de l'épaisseur de la fraise.
- décaler le diviseur de 45 / 2 = 22.5° afin de mettre face à la fraise les petites « bavures » de laiton et de refaire des passages de 2 mm de profondeur en tournant le diviseur de 45° après chaque passe.

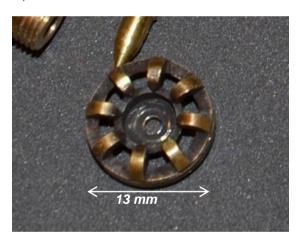
On obtient théoriquement la figure 3 et en pratique la pièce ci-dessous.

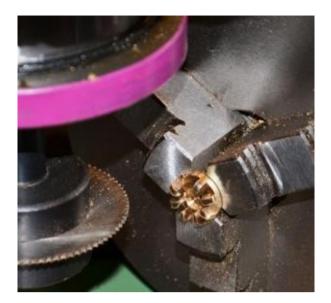
Je distingue bien la théorie de la pratique car, la profondeur des passes est importante mais aussi, il ne faut absolument pas être dérangé pendant ces phases critiques :

- le comptage des divisions du diviseur
- la profondeur des fraisages horizontaux
- le fraisage central du moyeu.

Une petite erreur pendant ces phases est fatale...

**Phase 4**: Il faut reprendre la pièce au tour pour tarauder l'axe en M2 et surtout pour fraiser au Ø 5 la face supérieure du moyeu pour permettre le passage de l'écrou de serrage du volant qui sera fait à partir d'une barre hexagonale de 5 mm .Un peu de tourmaline et hop.



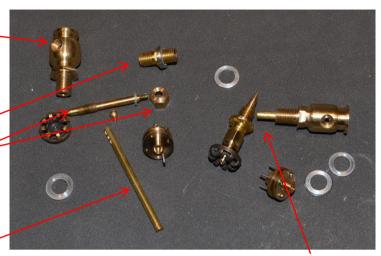




Voici les pièces qui vont constituer les 2 vannes de piquage du gaz du réservoir.

Le corps de vanne sur lequel sera brasée la bride. La petite difficulté de cette pièce est le filetage en pas anglais pour s'ajuster sur le réservoir et le filetage interne en métrique pour recevoir la pièce de serrage de la vis pointeau et son écrou.

La bride complète, dont une partie sera brasée sur le corps de vanne. Les petites vis de serrages sont en inox, diamètre de 1mm.



Le grand tube plongeur qui prélève le gaz liquide, le petit permet de purger le gaz en phase gazeuse. Ces 2 tubes sont brasés sur le corps de vanne.

Les différentes rondelles en aluminium qui s'écrasent lors d'un serrage ferme et assurent l'étanchéité de l'installation.

Les différentes pièces terminées et en place sur le réservoir.





La pièce du milieu est le cache de la vanne de remplissage du réservoir faite à partir d'une vanne attache-rapide d'un compresseur (vanne Legris).

Il ne reste plus qu'à commencer le réseau de distribution du gaz jusqu'au brûleur Il me faut du tube de cuivre, un détendeur, une vanne antiretour, un régulateur de chauffe, un brûleur, du temps, de la tranquillité et ......... un raton laveur aurait ajouté Prévert.

## Petite annexe technico-historique

ou un peu de nostalgie pour ceux qui lisaient le journal de Spirou, il y a quelques décennies.



#### LES BELLES HISTOIRES DE L'ONCLE PAUL

# Le mystère des pas et filets



Si on répond de façon assez spontanée Archimède, à la question qui a inventé la vis, on s'aperçoit que cette réponse doit être pondérée. En effet, vis et filets font partie des machines simples qui sont apparues au cours du perfectionnement des plans inclinés. Aussi, il ne sera pas surprenant de découvrir que l'attribution de cette invention en est que plus difficile.

Je vous livre, sans aucun sens critique, de nombreux témoignages, tous incontestables selon leurs sources, permettant sous réserve d'établir un ordre chronologique de l'utilisation de la vis :

- SENACHERIB, ROI DE NINIVE (704 à 685 avant JC): en faisant de Ninive (Irak) la nouvelle capitale du royaume il y fait construire de magnifiques jardins qui seraient à l'origine du mythe des jardins suspendus de Sémiramis à Babylone. Il fait construire des canaux à partir de la rivière Khosr et des machines pour élever l'eau avec des vis sans fin, et ce, 4 siècles avant Archimède.

#### - ARCHYTAS DE TARENTE (430-350 avant JC)

Philosophe pythagoricien, ami de Platon, mathématicien, est sans doute le premier physicien de la mécanique, on lui doit la crécelle et même peut être la vis et la poulie, et ce, 2 siècles avant Archimède.

#### - ARCHIMEDE (285-212 avant JC)

L'inventeur génial (?) de Syracuse est sans doute, outre sa fameuse vis, aussi celui de l'écrou, de l'engrenage, du foret, du palan à poulies multiples.

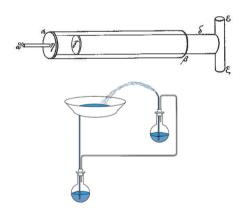
Il semblerait qu'à partir de sa théorie mathématique des spirales, Archimède aurait perfectionné le fonctionnement des vis d'adduction d'eau en optimisant l'hélice et l'angle de pompage.

#### - HERON D'ALEXANDRIE (1er siècle avant JC)

Un savant visionnaire, mathématicien et inventeur; on retrouve en 1896, à Constantinople 3, un de ses manuscrits appelé « Les Métriques ». Aujourd'hui, la majeure partie de ses recherches nous est parvenue, c'est-à-dire sept ouvrages qui mentionnent quelquesunes de ses inventions : le tour à vis, le piston et la pompe à incendie, l'horloge hydraulique, le polybolos (baliste à culasse mobile tirant des rafales de projectiles) Ses écris sont précieux car il est très rare de retrouver des œuvres portant sur les techniques de l'Antiquité. C'est Pline qui le qualifie d'inventeur de génie avec 2 inventions : le pressoir à vis directe et l'éolipyle l'ancêtre de la machine à vapeur.







Mosaïque de l'église de Qabr Iram (Liban) 6<sup>ème</sup> siècle après JC ( Musée du Louvre)

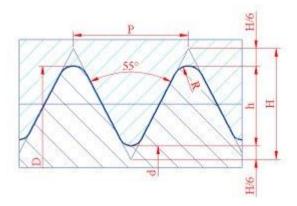
15

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Constantinople, ancienne Byzance, deviendra définitivement Istambul en 1930.

Des bijoux du 1er siècle après JC utilisaient des vis de fixation pour leur fermeture, c'est sans doute l'une des premières applications du système vis/écrou en fixation. Ce mode de fixation est resté très limité puis perdu. Ce serait encore notre bon Léonard de Vinci qui l'aurait restauré en étudiant des textes anciens.

Sacré Léonard, tu ne savais pas dans quelle galère tu allais mettre le monde industriel lors de la révolution industrielle 4 siècles plus tard...

En 1841, un certain **Joseph Whitworth** (1803-1887), fabricant anglais de machines-outils établit une règle pour le taraudage avec un pas de vis dépendant du diamètre et un angle de filetage uniforme de 55°. Il apparut bientôt comme le premier système standardisé national ; son adoption par les compagnies de chemin de fer, qui jusque-là utilisaient toutes sortes de boulons, entraînèrent son usage universel et même son adoption comme norme : **le British Standard Whitworth** (BSW).



En 1864, **William Sellers** (1824 –1905), ouvrier autodidacte devenu le dirigeant de la plus grande firme de machines-outils de Philadelphie , devient président du Franklin Institute, société d'ingénieurs et mécaniciens de Philadelphie et intitule son discours d'investiture « on a uniform system of screw threads » , reprenant des principes qu'il avait déjà développés pour des grands donneurs d'ordre maritimes ou ferroviaires. Le système Withworth nécessitait 3 sortes d'outils coupants et 2 types de tours pour le réaliser, en passant à un angle à 60° et un sommet plat, il suffit d'un seul outil sur une seule machine pour réaliser les filetages, et le contrôle est basé sur un simple système de triangle équilatéral.

En 1880, le pas Sellers s'est unanimement imposé et permet l'utilisation de pièces interchangeables, dans toutes les industries dans le monde.

En 1894, pour probablement contrer la perfide Albion à l'origine du système de mesure dit impérial, la Société d'encouragement pour l'industrie nationale définit et enregistre le pas français dans le système métrique qui sera lui-même à l'origine de la définition du pas standard SI, unifiant les systèmes métriques au cours d'une réunion à Zurich en 1898.

La réponse du berger à la bergère ne se fait pas attendre, la ratification internationale du pas Sellers intervient 2 ans plus tard en 1900 et on parlera dorénavant du filetage unifié ou **UN** qui est un filet ayant un pas défini dans le système impérial donc en pouces. C'est comme ça et pas autrement.

Voici quelques définitions qui vous seront utiles quand vous feuillèterez les pages 216-221 du catalogue Otelo<sup>4</sup>.

UN, UNC, UNF, UNEF, UNS, BSF, BSW, BSC, ANSI/ASME B1.1

ANSI/ASME B1.1ou filetage UST : Profil unifié normalisé aux USA, en Grande-Bretagne, et au Canada, il a le même profil de base (triangle équilatéral) que le filetage métrique ISO à filet triangulaire. Le filet de la

Qui chacun sait a été le premier ouvrage imprimé par Gutenberg. Une légende dit que « **#fat Lux** » furent les 2 premiers mots imprimés ; des études récentes montrent que c'est totalement erroné ; les 4 premiers mots furent : **#livraison sous 24 heures**.

vis est caractérisé par un sommet de filet plat et un fond de filet arrondi. Il se différencie essentiellement du profil ISO (métrique) par des dimensions nominales en pouce, des tolérances différentes et par la désignation.

**UN** veut dire "Unified National"

**UNC**: "Unified National Coarse" (gros filet) **UNF**: "Unified National Fine" (filet fin)

UNEF: "Unified National Extra Fine (filet extra

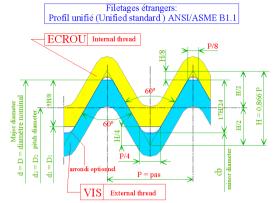
fin)

**UNS**: "Unified National Special" (filet dont le pas n'est pas standard)

BSF: « British standard fine »

**BSW**: British standard Withworth » pas impérial avec un angle de 55 °. Utilisation en rénovation automobile.

**BSC**:"British Standard Cycle", c'est un profil à 60° à pas fin utilisé sur des diamètres exprimés en pouces, avec des pas propres à l'industrie du cycle.



Je profite de ce schéma pour vous donner la définition du pas :

- dans le système anglo-saxon le pas est défini par le nombre de filets sur une distance d'un pouce
- dans le système européen dit métrique le pas de vis correspond à la distance relative parcourue en translation par une vis par rapport à son écrou lors d'un tour.

Pour finir avec les pas anglais et dans le cadre de la restauration de belles anglaises (les voitures of course) voici encore quelques repères chronologiques. En résumant grossièrement :

Jusqu'aux années 30 : c'est généralement le format Whitworth (BSW) qui était utilisé

Entre 1930 et 1950 : le Whitworth coexiste avec le British Standard Fine

Entre 1950 et 1970 : les formats précédents sont remplacés par deux formats de pas de vis nouveaux : l'UNC et l'UNF ; en fait, l'UNC est rare, la plupart du temps, c'est l'UNF qui est utilisé.

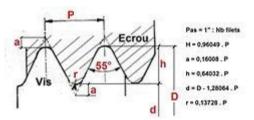
Depuis les années 70 : la boulonnerie en métrique se généralise mais on rencontre encore de l'UNF qui peut coexister avec du métrique parfois d'origine sur une même voiture.

Pour pousser la plaisanterie encore un peu plus loin, il serait légitime de parler du pas GAZ.

#### Le filetage gaz

C'est un filetage de tuyauterie très utilisé en plomberie, en hydraulique et en pneumatique. Sa particularité est la forme des filets, toujours sur la base d'un triangle équilatéral mais arrondi à ses sommets. Ce filetage est couramment désigné, pour des raisons historiques, par le sigle BSP (British Standard Pipe) et bien évidemment il est en pouce et en nombre de filets/pouce. On en distingue deux types, selon le mode de réalisation de l'étanchéité.

Sans étanchéité dans le filet : dit GAZ non conique

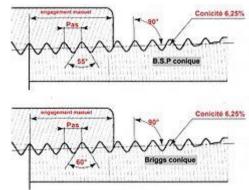


Le filetage extérieur (mâle) et le taraudage sont cylindriques ; les appellations usuelles sont : BSPP (British Standard Pipe Parallel), BSP cylindrique, « Gaz » cylindrique .Les pas sont en pouce mais avec un G devant

Avec étanchéité dans le filet Il existe 2 types de filets

Filet GAZ conique BSP

Filet GAZ conique Briggs



On distingue là encore 2 systèmes, tous 2 coniques , avec une conicité de 6,25 % mais seul le profil du filet change :

- Le système BSP conique (british Standard Pipe) utilise le système Whitworth (pas du gaz avec un profil de filet à 55°.
- Le système NPT Briggs, (National Pipe Thread ou Briggs), filetage au standard américain (variante du système Sellers) avec un profil de filet à 60°.

Tout va bien, vous suivez.....

#### Le filetage lustrerie

N'avez-vous pas remarqué que, lorsque vous bricolez sur l'adaptation d'un abat-jour ou la restauration d'un vieux lustre abimé, vous ne pouvez pas utiliser un bon vieil écrou que vous gardez dans votre boîte à trésor ?

C'est tout simplement que la lustrerie électrique est l'héritière directe des vieux becs de gaz qui éclairaient les vieilles demeures, leurs escaliers ainsi que nos rues partout en France et en Europe. En effet, les premières applications de la lumière électrique se sont faites par adaptation sur des mécanismes antérieurs de lumières à gaz ; les deux sources d'éclairage ont cohabité de la fin du XIX ème au début du XX ème siècle.

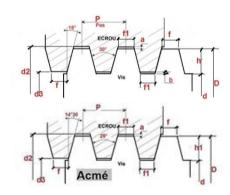
Voici encore un domaine dans lequel on peut s'arracher les cheveux, voici différents filetages des tubes pour lustrerie et luminaires :

- Pas des Petits Becs Fer : Ø ext 7 mm 28 filets au pouce (~0.90)
- Pas des Becs Fer : Ø ext 8 mm 28 filets au pouce (~0.90)
- Pas des Becs Cuivre : Ø ext 10,85 mm 19 filets au pouce (1.33) (surnommé parfois "onze", "filetage français")
- Pas de Rouen : Ø ext ~13,3 mm 19 filets au pouce très proche du 1/4 G, quelque 1/10 en plus, mais compatibles grâce aux tolérances
- Pas de Paris: Ø ext = 16,85 mm 19 filets au pouce très proche du 3/8 G, quelque 1/10 en plus, mais compatibles grâce aux tolérances.

#### Le filetage trapézoïdal

Le profil trapézoïdal est utilisé pour la transmission d'efforts importants et précis. On distingue deux sortes de filets trapézoïdaux :

- le pas métrique (ISO) avec des flancs formant un angle de 30°,
- le système Acmé dont le pas est exprimé en pouces avec des flancs formant un angle de 29°. Bien évidemment utilisé par tous les pays à mesure impériale.



#### Le filetage rond

Le pas de vis à filet rond est utilisé pour sa résistance, et en particulier sa résistance aux chocs, mais son coût d'exécution limite son emploi. La forme arrondie des filets facilite l'engagement de la vis dans l'écrou, c'est aussi pour cette raison qu'il est utilisé dans le domaine ferroviaire pour l'attelage de wagons ou pour les raccords d'accouplement des tubes de forage dans l'industrie pétrolière mais dans cette utilisation, en plus, le filetage est conique.

# ECROU TI

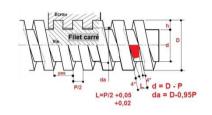
#### Le filetage carré

Il est couramment utilisé dans les vis de commande de machines-outils ou outillage simples comme les étaux, pressoirs, etc.

Le filet carré n'est pas normalisé mais est très employé pour remplacer le filet trapézoïdal, car moins onéreux à réaliser.

Attention, encore de bons moments pour sa normalisation...

On a du mal à s'entendre sur les effets délétères de la pollution, alors espérer une normalisation mondiale sur le filet carré, on a pas fini d'en parler.



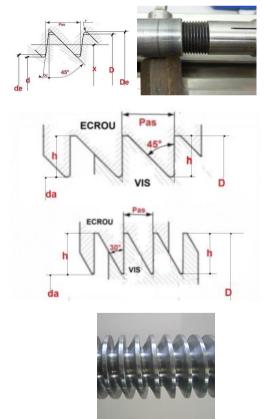
#### Le filetage en dents de scie

Il est conçu pour encaisser les chocs et les pressions, tout en assurant l'étanchéité sur des éléments fabriqués en matière synthétique polymère. On l'utilise pour des raccordement de tuyauterie, les vannes de cuve, en parfumerie pour les bouchons de flacon mais aussi, comme la photo le montre en machines-outils ici pour le fixation des pinces sur une fraiseuse ou un tour. Le profil du filet présente deux faces avec des inclinaisons différentes par rapport à l'axe de la pièce :

Une face avec un angle de 45°; la face opposée peut présenter deux angles différents : 7°30' ou 3°.

Il dérive du pas de vis à filet d'artillerie qui est utilisé pour des pièces devant subir des chocs violents et répétés, comme le filetage interrompu des culasse de pièces d'artillerie, les filetages anti-recul des volets équipant les concasseurs ou filetage sur certaines vannes très haute pression.

Les efforts et les chocs sont encaissés par les faces verticales par rapport à l'axe de la pièce.



Je passerai sous silence le filetage utilisé pour les appareils photos, dit filetage Kodak

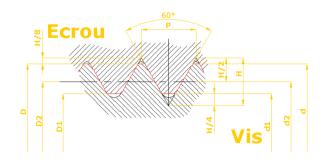
#### Et le métrique me direz-vous,

Après toutes ces pérégrinations vous allez tout comprendre facilement.

Comme je vous l'ai dit plus haut le filet SI (Standard International) a été défini par le congrès de Zurich en 1898. Il a été utilisé dans de nombreux pays, dont la France, l'Allemagne, l'Italie, pour la boulonnerie.

Le filet SI est triangulaire, formé par un triangle équilatéral dont le côté est égal au pas de la vis. De cette caractéristique, et de la forme des crêtes et fonds de filets, découle la règle très simple : pour créer un trou taraudé à x mm, il faut préalablement percer l'avant-trou à x moins le pas.

Exemple : pour créer un trou taraudé de 10 (pas 1,50 mm), il faut percer à 8,5 mm.



### Le filetage ISO

Le filet SI a été remplacé en 1959 par le filet ISO.

Par chance, les différences entre les deux normes sont minimes : la forme du filet est aussi un triangle équilatéral de 60 °et presque toutes les caractéristiques du SI sont identiques, sauf la troncature au sommet des filets de l'écrou, qui est doublée (passe de H/8 à H/4, H étant la hauteur théorique du filet). En d'autres termes, le diamètre intérieur de l'écrou, en crête de filet, est un poil plus grand dans l'ISO. Ceci permet d'augmenter le diamètre du noyau de la vis, et donc d'en améliorer la résistance mécanique. L'un et l'autre s'en rapprochant d'autant plus que la qualité de réalisation est élevée. Il s'est généralisé pour devenir aujourd'hui le profil standard pour les diamètres allant de 1 à 68 mm.

Il existe en pas normal et en pas fin voire extra-fin pour certains diamètres.

On le distingue par une désignation commençant par la lettre "M" Ex : M 10 x1.5  $\,$  Ø 10; pas normal 1.5 ou pas de 150

L'indication du pas dans la désignation, pour le pas gros, est facultative : si le pas n'est pas indiqué, il s'agit d'un pas gros. La désignation pour un pas fin est la lettre S ou F. Ex : le M 6 correspond à un Ø de 6 mm avec un pas de 1 (l'écrou avance de 1 mm par tour).

M 6 S ou M 6 F correspond à un Ø 6 mais avec un pas de 0.75 (l'écrou ou la vis avance de 0,75 mm par tour).

La variante MJ, avec un rayon en fond de filet, est destinée aux applications aéronautiques.

Dans le cadre du modélisme, il est recommandé de choisir des pas fins, en effet, même s'ils demandent une plus grande qualité de réalisation, ces pas permettent de « récupérer » une meilleure précision. Après ce rapide survol du monde sans pitié des pas et filets vous comprendrez aisément, non pas la difficulté mais l'attention supplémentaire à apporter à la réalisation des pièces en matière de modélisme vapeur.

Il faut jongler avec les pas anglais, le pas Gaz et le métrique et tout cela le plus souvent en pas fins. A vos tarauds et filières et bon courage.





Fiche n° 26

Réalisation d'un appareil moteur pour un futur remorqueur au 1/16.

Modéliste: Jean-Pascal DUCRET



inalement les Mayas avaient simplement décidé de nous faire peur ou bien alors leur système de prévision n'était pas au point. Cela n'a pas trop changé et depuis la science de la prévision est loin d'être devenue une science exacte.

Pour commencer cette nouvelle année, que je vous souhaite en bonne santé, pleine de petits bonheurs, de beaux projets et aussi de belles constructions, nous allons revenir à une autre science inexacte, tout au moins entre mes mains, qu'est la maîtrise de la vapeur et de ses appareils. Malgré le soleil, la mer et le rhum, j'ai eu quelques moments propices à la réflexion (essentiellement les moments d'attente entre l'arrivée des accras et le 2ème ti punch⁵) et je me suis rendu compte que j'avais oublié de vous dire que la pratique de la vapeur c'est avant tout un paradoxe dans lequel il faut en permanence trouver le parfait équilibre : ce qui est froid doit être réchauffé et ce qui est chaud doit être refroidi.

Vous allez comprendre tout au long de ces fiches qui vont traiter de l'appareil moteur.

Dans la fiche précédente, je vous résumais la situation en disant on utilise de la vapeur à partir d'une chaudière chauffée au gaz et c'est là que commence le premier paradoxe.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Avez-vous remarqué que j'ai écrit deuxième et non second.

#### 1- Le gaz oui mais dans quel état

Quand on lit le courrier des lecteurs de nos revues de moins en moins spécialisées<sup>6</sup>, on s'aperçoit que les déboires des ex-futurs vaporistes commencent là.

Prélever le gaz dans le réservoir et l'envoyer directement au brûleur est a priori la solution la plus simple ; c'est en partie vrai. Si le brûleur est un gros consommateur de gaz, si la température extérieure est un peu fraîche<sup>7</sup> et si vous êtes en altitude, chacun de ces facteurs, et encore plus lorsqu'ils sont réunis, vont nous apporter plus de déboires que de risques et donc une situation très décevante et de surcroît lorsqu'il y a du monde autour de la bête.

En effet, l'évaporation du butane liquide, comme tout gaz comprimé, provoque un refroidissement du réservoir avec très souvent un givrage de celui-ci. Le cercle vicieux est engagé, givrage, diminution de la pression, baisse de la puissance de chauffe, extinction du brûleur, panne vapeur, mécontentement, colère, gros mots, insultes, bagarres avec les spectateurs et conseil des parents à leurs enfants « tu me promets que lorsque tu seras plus grand de ne jamais faire de modélisme vapeur, tu vois comment on devient!! » Ceci est assurément l'explication du manque d'intérêt des jeunes modélistes pour la pratique de la vapeur.

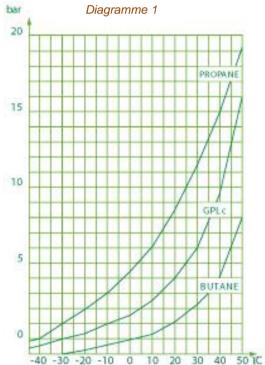


Cliché de « graine au vent » sur le site :Les copains d'abord.

Pour éviter ce genre de situations et pour profiter de mon hobby, j'ai donc suivi les conseils de vieux moustachus en vapeur et ai décidé d'examiner les 3 solutions qu'ils offrent :

- a. Réchauffer le réservoir : solution qui peut devenir dangereuse, la pression peut monter rapidement au-delà des limites de sécurité.
- b. Remplacer le butane par un mélange butanepropane (GPLc) qui s'évapore à des températures
  inférieures (surtout le propane). Le diagramme
  montre bien que le propane commence à se
  vaporiser à 40 °C pour arriver à des pressions
  très importantes quand il est soumis à des
  températures compatibles avec des chaleurs
  estivales. C'est pour cela que le mélange est en
  général 70 % de butane et 30 % de propane.
  J'ai cette solution sur ma chaloupe et elle me
  donne entière satisfaction en dehors du prix
  exorbitant des cartouches camping-gaz et du fait
  qu'il est parfois difficile de s'en procurer.

Lorsqu'on regarde le diagramme, on s'aperçoit que le mélange GPLc semble être un bon compromis. Cependant, la relecture du diagramme montre qu'il s'agit plus d'une moyenne des lectures des caractéristiques de chacun des gaz.



Des recherches plus approfondies démontrent que finalement lors d'une mise en chauffe d'une chaudière chauffée au GPLc on brûle en premier le propane puis c'est le butane, qui, compte tenu de la chaleur ambiante dans la chaloupe va régulièrement se vaporiser.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Je tiens à remercier la revue Bateau Modèle d'avoir interdit la pratique de la vapeur au sieur Métivier dans un soucis très louable de protection de la nature et du genre humain.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Les vaporistes adorent que les volutes de vapeur soient bien visibles et il est vrai que faire évoluer nos modèles par temps frais ou froid, exagère la visibilité et même la beauté des « panaches » de nos machines.

## pourcentage de Butane/Propane arrivant au brûleur

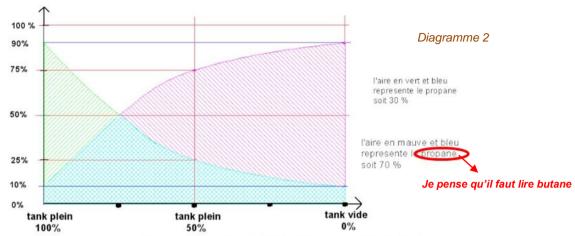


Diagramme pour un mélange standard 30% Propane 70% Butane exemple de lecture :

Quand le tank arrive à la moitié le pourcentage de mélange qui arrive au brûleur est : 25% Propane et 75 % Butane

Diagramme d'un dénommé J-P sur le site « les copains d'abord / vapeur

c. Prélever le gaz liquide (butane) et le vaporiser avant son arrivée au brûleur.

Finalement, après mûre réflexion, parce que c'est plus compliqué à mettre en place et que je dois faire des économies à très long terme (car je dois investir à court terme) je vais choisir la dernière solution.

Ainsi il n'y a pas de refroidissement rapide car le butane liquide prélevé libère un petit volume et sachant qu'un 1 ml de gaz liquide équivaut à 250 ml de gaz gazeux (à pression atmosphérique) il y aura seulement évaporation du volume du liquide prélevé puisque la pression interne du réservoir est supérieure à la pression atmosphérique.

Oui mais <sup>8</sup>, l'un des problèmes du butane liquide est son arrivée dans le brûleur, s'il arrive liquide et que vous allumez le foyer vous allez vous retrouver avec un mini lance-flamme, vous transformez votre brûleur en torchère à l'intérieur de la chaudière et il y a un risque non nul de provoquer une belle explosion.

Donc il faut le réchauffer pour qu'il s'évapore car de façon spontanée pour obtenir une tension gazeuse de 1 bar il faut une température d'au moins 20°C (cf infra diagramme 1).

Simple mais, il ne peut se réchauffer que s'il y a source de chaleur et en l'occurrence c'est votre chaudière qui apportera la chaleur...

Oui mais, il faut qu'elle soit en chauffe... Pas simple, je vous avais prévenu.

Mais l'idée qui m'est venue est de commencer à mettre en chauffe la chaudière en utilisant le volume gazeux qui se situe au-dessus du gaz liquide avec un petit débit pour limiter (voire supprimer) le givrage et passer en mode liquide dès que le brûleur se sera un peu réchauffé et permettra une vaporisation douce du gaz liquide pour prendre le relais d'approvisionnement du brûleur. CQFD.

Petits détails qui valent tout de même leur poids en cacahuètes :

- il est indispensable de demander les tests du réservoir de gaz
- il faut des tuyaux de cuivre dont l'épaisseur est le ¼ du diamètre en l'occurrence du 4/2 mm
- il faut absolument des brasures à haute teneur en argent.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Largement inspiré de *L'Aiglon* de mon cher et adoré Edmond Rostand.

La suite n'est qu'une succession de questions que l'on peut entendre autour du modèle sur le bord d'un bassin. C'est, sans exagérer, à peu de choses près, la conversation que tout vaporiste doit soutenir en préparant son modèle et tous les mots en gras sont les fameuses pièces à fabriquer et à construire.

- Le gamin : A quoi ça sert le truc en tuyau autour du truc où y a le feu ?
- Moi : Pardon je n'ai pas compris ; oh malheureux ne mets pas le doigt ça peut brûler.
- Le papa : Ce petit garçon veut simplement savoir à quoi sert le serpentin autour du brûleur.
- Moi : Ce serpentin transporte le gaz liquide qui vient du réservoir et qui va s'évaporer, enfin qui va passer de sa phase liquide en phase gazeuse, pour alimenter le brûleur.
- Le papa : d'accord, mais c'est normal que ça fonctionne aussi fort, votre chaudière ne va pas se dessouder.
- Moi: bonne remarque; vous avez raison, en début de chauffe, le débit est plutôt de type lampe à souder et en fin de réservoir un petit souffle léger avec risque d'extinction du brûleur au moindre courant d'air. Alors, pour avoir une pression de gaz constante au brûleur et avoir une chauffe régulière et reproductible sans pouvoir jouer sur le débit et sans avoir les abaques pression / températures ambiantes / force du vent, Il faut comme pour les gazinières, un détendeur, qui est là.
- Le papa : Oui mais, la pression du gaz avant le détendeur est importante et le gaz va remonter dans le réservoir de gaz et qu'est ce qui va se passer ? C'est peut-être dangereux et c'est complètement inconscient de pratiquer ce genre de passe-temps dans un endroit public et de plus devant des enfants!
- Moi : Cela ne risque rien si on met un clapet anti-retour, vous voyez c'est cette pièce et... ça ne risque rien à condition que votre gamin arrête de mettre la main dans mon bateau, les risques de brûlures sont beaucoup plus importants que le risque d'explosion.
- Le papa : Ce n'est pas grave ce n'est pas mon gamin. Oui mais, quand vous chauffez la chaudière et que la pression devient importante, comment faites-vous pour arrêter la chauffe, vous ne pouvez pas couper l'arrivée du gaz ?
- Moi : Il y a 2 éléments pour répondre à votre question .Le premier élément que voici est un élément de sécurité, c'est la soupape, comme sur un autocuiseur. Elle se déclenche à partir d'une certaine pression que l'on détermine à l'avance. C'est un ressort dont les caractéristiques permettent à la vapeur de s'échapper quand la pression est supérieure à 6 bars. L'autre élément, c'est un régulateur de chauffe qui permet d'économiser la vapeur et le gaz. Cette économie permet simplement d'augmenter le temps de navigation. Lorsque la pression d'utilisation est atteinte, pression inférieure au seuil de déclenchement de la soupape, cela ne sert à rien de continuer à chauffer alors que vous allez prendre le temps de contrôler votre radiocommande, que vous allez mettre le modèle à l'eau voire d'attendre que quelqu'un utilisant la même fréquence radio que vous, arrête ses évolutions, un coup de téléphone, répondre à des questions bref des situations très courantes au bord d'un plan d'eau. La pression dans la chaudière s'affiche là sur le petit manomètre et quand elle atteint 4 bars, elle va pousser un piston qui lui-même va exercer une pression sur une qui va graduellement obturer l'arrivée du gaz et donc réduire le débit du brûleur. Cependant un by-pass réglable interne laissera suffisamment de gaz pour que le brûleur fonctionne en mode veilleuse. Dès que la pression diminue dans la chaudière, le piston de déplace et ouvre l'arrivée du gaz qui permet au brûleur de reprendre sa fonction initiale de chauffer l'eau de la chaudière.

- Le papa : C'est compliqué votre truc. C'est quand même dangereux si la veilleuse s'éteint, si votre bateau va se coincer dans les herbes, bref si vous n'avez plus d'eau dans la chaudière et bla bla bla. Et tout ça vous le trouvez dans le commerce, ça coute cher ?
- Moi: (dans ma tête: si j'ai un problème avec mon bateau coincé, s'il y a une fuite de gaz et si ma tante en avait ...). Pour arrêter le gaz à distance il faut une vanne coupe -gaz qui se déclenche à distance soit par une voie de radio-commande soit par un système électronique qui en cas de panne radio ou interférences va déclencher l'arrêt du gaz. C'est cette vanne qui est là. Pour éviter que le niveau d'eau baisse dans la chaudière, il faut la réalimenter en permanence. Cette pompe dite pompe alimentaire qui est entraînée par le biais de l'arbre d'hélice récupère l'eau dans une bâche à eau et par sa pression importante (> 4 bars) l'introduit dans la chaudière par le biais de cette chapelle d'introduction. Le problème que vous soulignez est juste, on ne trouve pas grand-chose dans le commerce ou à des prix frôlant l'indécence, et il faut faire le maximum soi-même. Ce n'est pas que ça coûte cher mais c'est le temps qu'il faut pour tout construire ; vous comprenez que nous soyons vigilants surtout quand les gens veulent toucher.
- Le papa: mettez combien de temps pour faire ça?
- Moi : je ne sais pas exactement mais entre la coque et le groupe chaudière et moteur il faut compter entre 3 et 4 ans
- Une dame : Mais qu'est-ce que tu fais chéri ? Tu as passé l'âge de t'intéresser aux jouets, on t'attend avec les enfants il est temps de rentrer, tu vas encore râler parce que tu vas manquer « questions pour un champion ».
- Le papa : tu te rends compte Mimine, le monsieur il a mis 4 ans pour faire son bateau, y en a qui n'ont que ça à foutre dans leur vie. Tout ça en période de crise.. non mais je rêve...
- Le gardien: on ferme dans 5 minutes, il va falloir remballer vos affaires.
- Moi : c'est bête je n'ai pas eu le temps de naviguer, laissez-moi juste le temps de vider ma chaudière de sa vapeur.
- Le gardien : Mais ça marche réellement à la vapeur, revenez demain j'aurai plein de questions à vous poser....

La prochaine fois vous aurez la construction des différentes pièces et un commentaire sur leur fonction et/ou utilité, c'est promis.

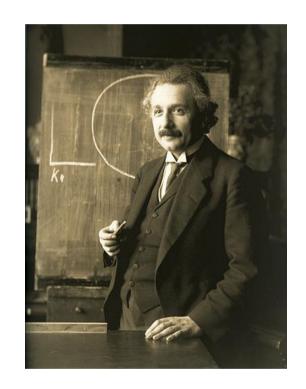
En attendant même si je me répète je tiens à vous souhaiter une excellente année à vous toutes et tous.



Fiche n° 27

Réalisation des différentes pièces de l'appareil moteur pour un futur remorqueur au 1/16.

Modéliste : Jean-Pascal DUCRET



e vous méprenez pas, je ne me prend pas pour Albert Einstein , non point du tout... enfin pas encore tant que les traitements sont efficaces. Je vous propose ce cliché car c'est un cliché peu connu et sur lequel vous remarquerez la simplicité du texte inscrit sur le tableau. Habituellement on voit beaucoup de chiffres et de symboles. Le plus souvent quand on interroge le vulgum pecus et qu'on lui dit Albert Einstein, il répond in petto E = mc². A ce propos, la célèbre équation qui a plus de cent ans a libéré le pouvoir de l'atome, et avec lui nos plus grands espoirs ainsi que nos réelles craintes. Attention, l'Oncle Paul qui est en permanence sur Wikipédia va bien nous donner une petite information : en 1912, Lorentz et Einstein furent proposés et recommandés pour un prix Nobel conjoint pour leur travail sur la théorie. La recommandation était de Wien, lauréat de 1911, qui déclare que « bien que Lorentz doit être considéré comme le premier à avoir trouvé le contenu mathématique du principe de relativité, Einstein réussit à le réduire en un principe simple. On devrait dès lors considérer le mérite des deux chercheurs comme comparable ».

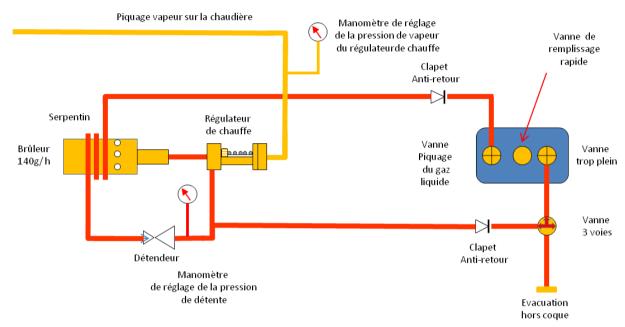
Et c'est là que je voulais vous amener, car le grand homme <sup>9</sup> a dit de nombreuses et importantes phrases définitives mais surtout

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Einstein ne reçut jamais un prix Nobel pour la relativité, ce prix n'étant, en principe, jamais accordé pour une théorie pure. Le comité attendit donc une confirmation expérimentale. Le temps que cette dernière se présente, Einstein était passé à d'autres travaux importants. Einstein se verra finalement décerner le prix Nobel de physique en 1921 « pour ses apports à la physique théorique, et spécialement pour sa découverte de la loi de l'effet photoélectrique

« Rendez les choses aussi simples que possible, mais pas plus simples. » et surtout pas plus moches, n'est-ce pas petit monsieur Métivier de BM!

Dans la fiche qui va suivre je vais aussi souvent que possible mettre en application cette merveilleuse phrase.

Un schéma valant mieux qu'un long discours, vous avez eu le discours sur la fiche précédente eh bien maintenant voilà le schéma du réseau gaz pour la chauffe de la chaudière.

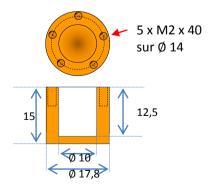


Toutes les pièces en dehors des 2 manomètres seront usinées, (recommencées plusieurs fois), fabriquées et montées en nos propres ateliers.

Les 2 vannes du réservoir de gaz vous ont été présentées il y a peu.

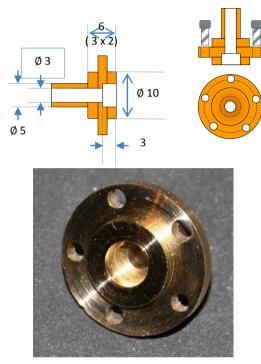
- 1. La vanne trois voies : dont les fonctions retenues vont être
  - d'évacuer hors de la coque la pression lors du remplissage du réservoir ; un petit tube plongeur permet ainsi le remplissage du réservoir aux 2/3. La pression de vapeur va permettre d'utiliser le gaz pour le démarrage du brûleur.
  - d'amener le gaz directement au régulateur de chauffe (qui ne fonctionne que lorsque la pression d'utilisation de la vapeur sera atteint a priori 4 bars). Cette fonction sera utilisée par temps frais c'est-à-dire en dessous de 25 °C. En effet, au-dessus de 25 °C le butane liquide se vaporise seul.

Rien de très particulier pour son usinage sauf bien évidemment , la précision qui élimine à elle-seule 90% des fuites potentielles.

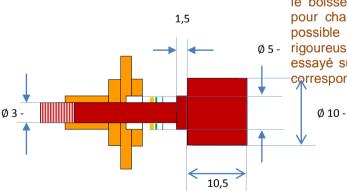


On obtient la cuve de la vanne dans un rond de laiton ramené au  $\emptyset$  17,8, on fraise sur 12.5 mm de profondeur au  $\emptyset$  10.

Le bouchon est un peu plus délicat à réaliser : Il est tiré le même barreau au Ø 17,8, dans lequel va être effectuée une série de décolletages.

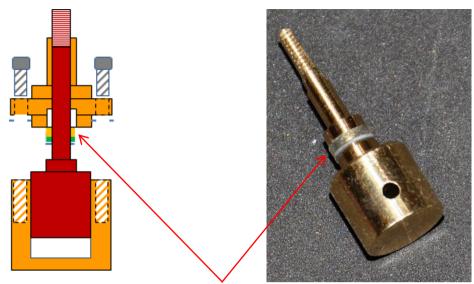


Les percements pour le passage des 5 vis seront effectués au diviseur sur l'ensemble cuve + couvercle qui seront collés pour la circonstance. Les percements sont au Ø 1.6 puis repris à 2.2 sur le couvercle. Sur la cuve le taraudage est pratiqué en M2 x 0.40 ; je dois avouer que l'un des percements a été taraudé avec un mauvais taraud (mal rangé!) et pour éviter de recommencer, il a été taraudé à M 2.5 x 0.45 ce qui permet d'obtenir finalement un « détrompeur » lors du montage du couvercle sur la cuve.



La pièce la plus délicate à réaliser est maintenant le boisseau rotatif de la vanne car il va falloir pour chacune des mesures être le plus précis possible afin d'assurer une étanchéité rigoureuse. Chaque décolletage devra être essayé sur la portée de la pièce ou de l'endroit correspondant.

Avant d'aller plus loin dans la réalisation, il faut faire les joints de téflon (0.3 épaisseur), un joint en silicone et une petite pièce en laiton de  $\emptyset 5$  –, qui viendra s'appliquer sur la face interne du couvercle.



Ainsi le joint de silicone se retrouve compressé entre la coupelle de laiton et le joint rigide en téflon, assurant une étanchéité supplémentaire.

Il faut maintenant monter l'ensemble et bien le fixer pour forer les passages dans cette vanne. Les percements sont au Ø 2 et un léger lamage de Ø 3 est effectué sur une profondeur de 2 mm sur les orifices de la cuve afin de braser les piquages filetés.



Les piquages n'ont pas le même filetage : l'arrivée (à gauche de la pièce) est en M6 x 0.75 S, pour la rigidité du système à partir de la bride de la vanne de trop plein du réservoir.

Les 2 autres ont une portée moindre, le piquage du milieu servira au raccordement gaz sur le détendeur et le piquage de droite allant à l'extérieure de la coque. Les raccords sont filetés en M5 x 0.75 pour des branchements de Ø 3.



Il reste 2 pièces à usiner pour finir cette vanne 3 voies

Le volant ne posera pas trop de problème, il est pris dans du rond de de Ø 25 et fraisé au Ø 20 intérieur. Un passage de molette sur l'extérieur avant de sectionner à épaisseur 1.5 mm. Une pièce de laiton tirée d'un plat de 1.5 ,découpée de façon à matérialiser les 3 voies, est brasée sur le volant, pièce sur laquelle un axe en surépaisseur a été brasé puis percé et fraisé de façon oblongue pour faire passer l'axe de la vanne.

C'est maintenant qu'il faut travailler en apnée, il faut fraiser l'axe du boisseau de la vanne de telle façon qu'il puisse être maintenu dans le volant de la vanne. L'axe a été préalablement taraudé en M3.



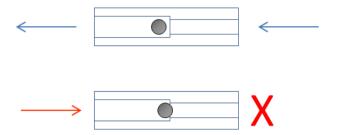
Les aplats sont réalisés à la fraise et ... ça va. Sinon il aurait fallu recommencer le boisseau. Un dernier boulon borgne à tourner, un joint en téflon entre cuve et couvercle et l'affaire est dans le sac.



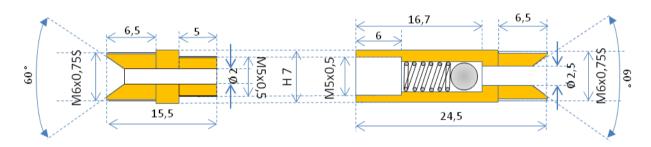
On peaufine la bride du réservoir et voilà.



**2.** Les clapets anti-retour <sup>10</sup>. Le principe en est très simple, il faut empêcher le retour du gaz dans le réservoir. En fait, c'est empêcher un retour de pression dans le réservoir afin d'éliminer tout risque de surpression et au maximum une explosion du réservoir.



Un petit peu plus compliqué quand il faut faire le plan et le coter.



Les 2 parties sont usinées à partir d'une barre hexagonale dite de 7 à plat, la seule difficulté est de trouver un ressort fin d'une puissance suffisante pour maintenir la bille en inox de Ø3.5 mais pas trop puissant tout de même pour éviter que la bille n'occulte l'arrivée du gaz.

Les filetages et taraudages sont tous réalisés avec des pas fins, n'oublions pas que nous travaillons sur un réseau de gaz. A ces dimensions les filières gaz n'existent pas. Seules les filières à pas fin peuvent pallier cet inconvénient. Un joint en aluminium de 1 mm d'épaisseur viendra régler le problème de l'étanchéité et de la liberté de la bille. Des essais à la bouche puis à l'air comprimé montrent que le clapet fonctionne à différentes pressions et surtout permettent d'indiquer le sens du passage du gaz pour le futur montage.





Le fait de tailler les extrémités en cône est capital, les "olives" de jonction avec les tuyaux du réseau sont aussi sont tournées conique et viennent s ' y encastrer, un boulon assure un serrage important et

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> D'après le modèle de C Van den Bussche, in MRB n°483 Février 2004

donc, en théorie, une excellent étanchéité, on retrouve ainsi la conicité des jonctions gaz. Les boulons ne posent pas de problèmes insurmontables mais ils sont "chiants" sur 3 points :

- le côté répétitif de leur usinage
- assurant l'étanchéité par serrage ils sont creux et viennent presser la partie extérieure plate de l'olive brasée sur le tuyau du réseau sur le cône de la pièce. Il faut donc qu'ils aient un fond plat interne, d'où le meulage des tarauds pour obtenir ce fond plat lors du filetage interne.
- Il ne faut pas oublier de les enfiler sur le tuyau ( et dans le bon sens) avant de braser l'olive sinon....



Il en faut 2, les voici.





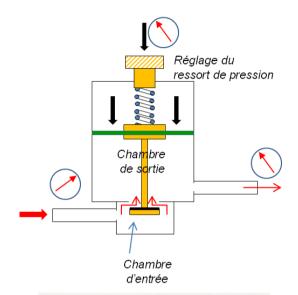
#### 3. Le détendeur de gaz

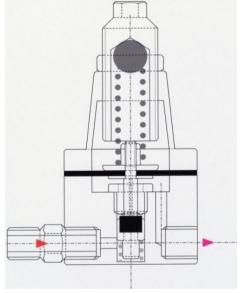
Les détendeurs servent à réduire la haute pression d'une bouteille ou d'une canalisation de gaz, à un niveau de pression qui permet d'utiliser le gaz en toute sécurité. Il existe 2 types de détendeurs, à simple et à double détente.

Dans notre cas, il s'agira d'un détendeur à simple détente dont le principe est schématisé ci-contre. Le gaz pénètre dans la chambre d'entrée, un clapet va l'empêcher de continuer au sein du détendeur. La pression du gaz pousse le clapet contre le siège de la chambre. Ce clapet est disposé de telle sorte qu'il vient en contact avec une membrane flexible qui est maintenue dans la chambre de sortie.

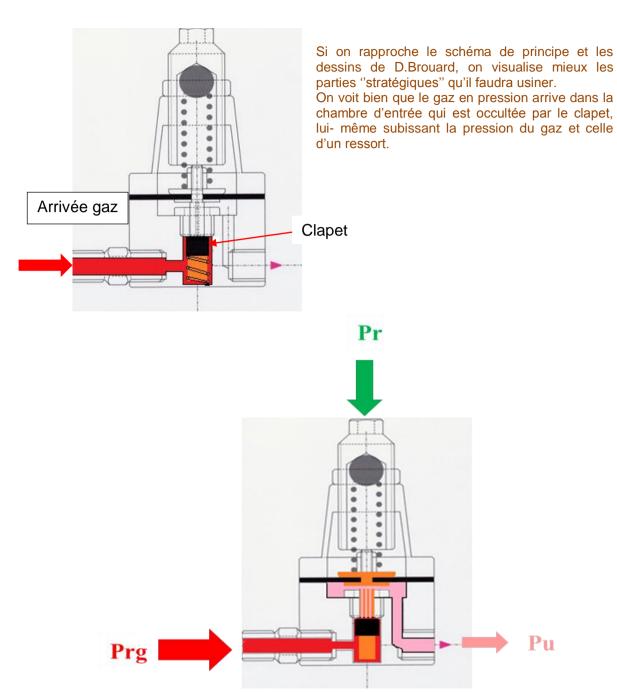
La membrane s'appuie sur un ressort, ressort de réglage de pression, lui-même écrasé par une vis de réglage. Ce ressort pousse la membrane qui actionne le clapet, ce qui ouvre le détendeur et permet au gaz de s'échapper par la chambre de sortie. Si le ressort est comprimé avec une force équivalente à 3 bars, la membrane poussera le clapet de manière à permettre au gaz de pénétrer la chambre de sortie avec une pression de 3 bars. En l'occurrence, notre pression de sortie sera réglée entre 0.5 et 1 bar. Pour le réglage, un manomètre sera branché sur la chambre de sortie.

Les plans que j'ai utilisés sont ceux d'un des grands de la vapeur, Daniel Brouard <sup>11</sup>. Je ne vais surement pas perdre du temps à essayer de les redessiner (moins bien) mais je vais les copier et les illustrer.





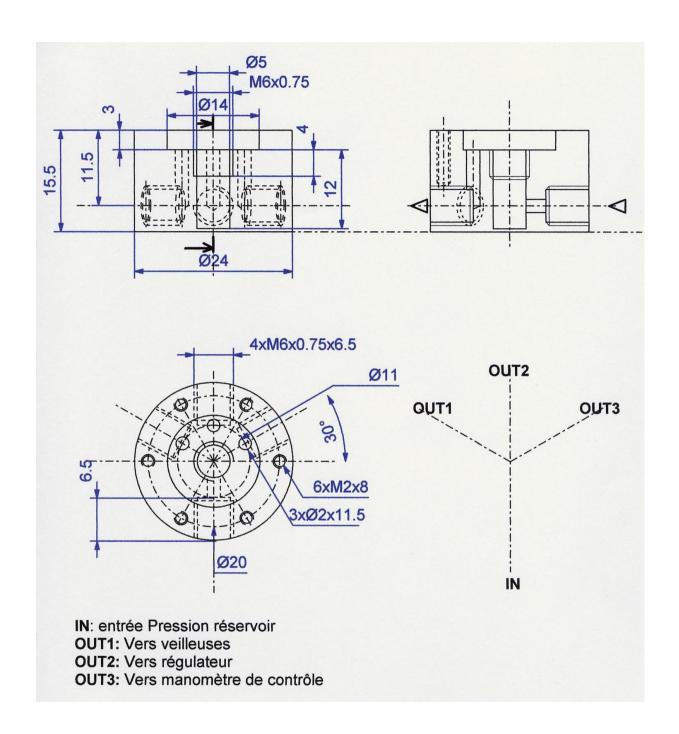
<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> J'ai rencontré de nombreuses fois Daniel Brouard lors de réunions estivales alpines, les rencontres de Samoëns, et c'est lui qui m'a vraiment infecté par le virus de la vapeur. Qu'il en soit remercié; nous avons eu l'occasion de naviguer de conserve lors d'un meeting extraordinaire qui s'appelait les petits bateaux de Courances, réunion dans un château de la région parisienne aux multiples plans d'eau et quelle fierté que fut la mienne de pouvoir faire des échanges de coup de sifflet avec son magnifique bateau et pour le plus grand plaisir des nombreux spectateurs.



Lorsqu'on applique une pression de réglage **Pr** sur la membrane par le biais du ressort de pression, lui - même mis en pression par la "colonne" de réglage, celle-ci va s'opposer à la pression du réservoir de gaz **Prg** sur le clapet.

Si Pr est supérieure à Prg, l'axe va enfoncer légèrement le clapet libérant ainsi du gaz de la chambre d'entrée vers la chambre de sortie. La pression de ce gaz sera alors la pression d'utilisation Pu au niveau du brûleur. Donc Pu = Pr - Prg.

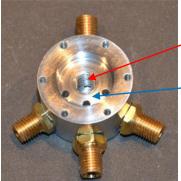
Aussi, il faudra interposer un manomètre en sortie du détendeur pour ajuster la pression de réglage à la valeur de la pression désirée pour une utilisation optimale du brûleur. Cette pression devrait être comprise entre 0.5 et 1 bar en lecture sur le manomètre.



Si dans le principe l'usinage n'est pas complexe, une majorité des pièces soit réalisée en dural et la finition doit être parfaite pour garantir l'étanchéité.

Les 2 parties faisant le corps du détendeur sont en dural, toutes les autres pièces sont en laiton. Le corps est tourné à parti d'un rond de dural de Ø 20. La partie supérieure est tournée conique pour plus d'esthétique que de gain de poids. La partie conique est filetée en 1/8 G.

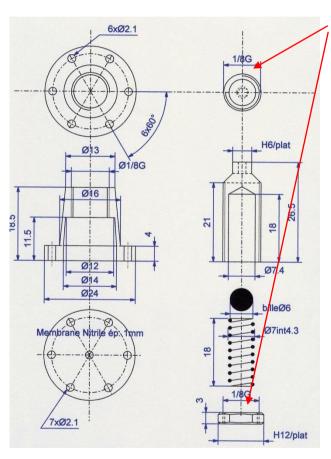




On voit sur ce cliché les 2 chambres :

- -- la chambre d'entrée qui recevra le clapet, ainsi que l'orifice d'arrivée du gaz venant du réservoir.
- la chambre de sortie et ses 3 orifices qui vont permettre d'avoir 3 sorties régulées :
- pour le manomètre
- pour le régulateur de chauffe
- pour la veilleuse brûleur.

Les 4 sorties sont vissées en M6 x75 S dans le corps de dural.



Vous noterez le coté très puriste du maitre Brouard, qui utilise les pas gaz, même si aucun gaz ne doit se trouver confiné dans cet ensemble!

Pas de difficulté majeure pour sortir la colonne de réglage de pression de la membrane à partir d'un rond de laiton de 9.5 mm pour le fileter en 1/8 G et l'aléser de façon à introduire une bille en inox qui prend appui sur le ressort.

L'extrémité supérieure est fraisée en forme hexagonale (H 4 plat) pour le serrage de la colonne sur la membrane, un contre-écrou taraudé en 1/8 G vient finir cet ensemble.

Le montage ressort / bille inox assure une rotation de l'ensemble sans frottements importants



Viennent maintenant une série de petites pièces dont la réalisation demande beaucoup de soins.

M2

H3.5/plat

Ø2

R0.5

Membrane

Ø4 collé

Ø3/3.6

Ø4.95

H4.5/plat

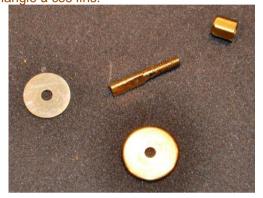
Cette pièce vient fermer la chambre d'entrée, elle est vissée sur le corps et contraint le clapet contre son ressort.

Le petit ressort vient en renfort de la pression du gaz du réservoir en assurant bien l'occultation du passage entre les 2 chambres par le clapet.

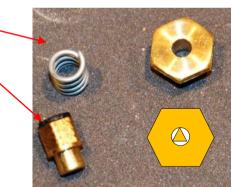
Le clapet est taillé en hexagonale 4.5 plat à la fraiseuse, pour les mêmes raisons que l'axe de la membrane, à savoir faire passer du gaz liquide vers la chambre de sortie. La partie en caoutchouc fait un Ø de 4 afin de venir obturer le passage du gaz en Ø 3.

Le montage des différents ensembles ne pose aucun problème.

Rien d'extraordinaire, mais ces pièces vont permettre de prendre la membrane entre les 2 rondelles, puis l'ensemble sera serré par un petit boulon dont le diamètre lui permette de s'insérer dans le diamètre du ressort (Ø 4). La partie inférieure de l'axe, celle qui doit être en appui sur le clapet et qui doit laisser passer le gaz venant du réservoir est taillée en triangle à ces fins.







On voit parfaitement le passage dans lequel l'axe taillé de façon triangulaire va pouvoir appuyer sur le clapet.





2 vues de la membrane en nitrile de 1 mm d'épaisseur, bien serrée entre les 2 rondelles par le petit boulon sur l'axe taillé de façon triangulaire.



La colonne dite de pression repose bien sur la rondelle supérieure de la membrane.



La partie conique est serrée à son tour; on introduit le ressort qui va venir en appui sur la rondelle supérieure puis on visse la colonne de pression sans oublier son contre-écrou.







Le détendeur est maintenant terminé, encore quelques menus travaux sur le manomètre et voici l'ensemble tel qui sera positionné dans la coque. J'attends avec impatience les autres pièces afin de tout mettre en fonctionnement et ainsi vérifier l'étanchéité puis de faire les réglages.



Fiche n° 28

Réalisation des différents éléments sur le réseau gaz de l'appareil moteur pour un futur modèle de remorqueur au 1/16

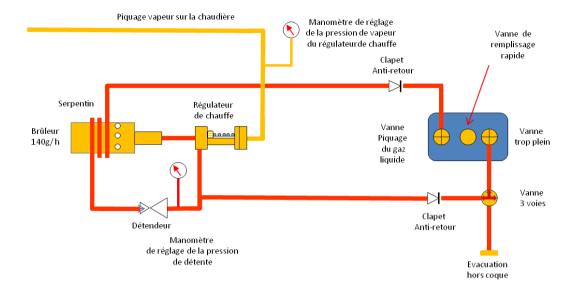


Modéliste: Jean-Pascal DUCRET

e n'ai pas changé de hobby, mais j'ai goûté à celui-ci et c'est vraiment extraordinaire, avec des sensations que ne je n'avais pas encore ressenties jusqu'à maintenant et Dieu sait que j'ai pratiqué ou tout au moins essayé à peu près tout ce qui vole.

Tout ceci pour vous montrer que d'autres hobbies ont besoin de brûleurs au gaz et surtout de tubes réchauffeurs du gaz liquide. Là encore plus que dans nos petits modèles, si le gaz arrive liquide, le brûleur transformé en lance- flammes va occasionner des dégâts importants et le plus souvent irréversibles.

Revenons sur terre et à nos petits modèles.



D'après ce schéma, il ne nous reste à fabriquer le régulateur de chauffe, le brûleur, la vanne coupe-gaz, le réseau et le serpentin.

Commençons par le régulateur de chauffe

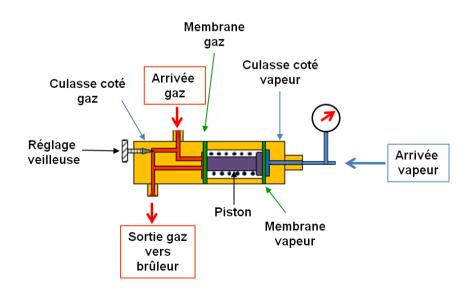
## 4. Le régulateur de chauffe

Certains l'appellent un régulateur de gaz, mais, quelque nom qu'on lui donne, son utilité est très grande. Je crois qu'après la soupape de sécurité (installée sur la chaudière), le régulateur est probablement le système le plus utile.

En effet, lorsque vous mettez en chauffe votre chaudière, il arrive un moment où la pression atteint la limite du "timbre" de votre soupape, la soupape remplit sa fonction et s'ouvre; bilan toute votre belle vapeur s'échappe, et il faut recommencer ou bien faire tourner votre machine afin de consommer le surplus. Lorsqu'on est seul sur un plan d'eau, il n'y a pas de problème mais les ennuis commencent dès que vous êtes plusieurs et a fortiori quand un autre modéliste utilise la même fréquence radio.

D'où l'idée d'une régulation du brûleur en fonction de la pression de vapeur d'utilisation et de l'utilisation de la vapeur

Le principe est simple comme d'habitude.

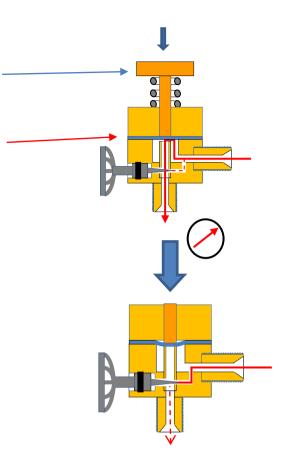


Sur la culasse vapeur, la vapeur exerce une pression sur une membrane; la membrane va transmettre tout mouvement à un piston retenu par un ressort dont la force (ou la tare) est réglable.

Le mouvement du piston est transmis à une autre membrane dite membrane gaz, qui va "réguler" le passage du gaz dans la culasse et au maximum peut occulter et donc arrêter le passage du gaz. Cette possibilité extrême entrainerait l'extinction du brûleur, ce qui n'est pas du tout souhaitable lorsque votre modèle navigue. Pour pallier ce problème, un réseau supplémentaire est donc ajouté de telle sorte que le brûleur soit toujours alimenté. Une vis pointeau va permettre de régler le débit de ce réseau parallèle et ainsi on obtient une réelle mise en veille du brûleur.

Donc pour résumer, lorsque mon manomètre, situé en sortie de chaudière, m'indique la pression idéale d'utilisation 12 de la vapeur de ma machine, je règle la tare du ressort du piston de telle façon que le piston applique la membrane sur l'arrivée du gaz et l'occulte complètement et arrête le fonctionnement du brûleur.

La vis pointeau permet de régler séparément le débit de gaz du réseau "veille" qui alimente le brûleur.



Lorsque la pression vapeur diminue dans la chaudière, la pression sur la membrane est moindre, le ressort va repousser le piston, qui va rouvrir le passage du gaz, le brûleur en position veilleuse va reprendre sa fonction de chauffage pour fabriquer de nouveau de la vapeur.

# Ainsi:

- plus de vapeur perdue inutilement par le déclenchement de la soupape de sécurité
- plus de problème de brûleur
- une chaudière qui fonctionne à pression constante
- une économie de combustible et d'eau d'où une plus grande autonomie.

Pour réaliser mon régulateur de chauffe, j'ai planché sur les plans des grands vaporistes qui ont réfléchi sur ce système ingénieux : D.Brouard <sup>13</sup>(D.B) et C. Van den Bussche <sup>74</sup> (Ch.VdB). J'ai leurs plans à ma disposition et je m'apprêtais à piquer les bonnes idées de chacun d'eaux pour réalise LE régulateur de chauffe.

41

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Cette pression correspond à la quantité de vapeur qui permet le fonctionnement du moteur mais correspond aussi à une réserve de fonctionnement. En général, les moteurs tournent bien avec une pression de 2 bars et le réglage du régulateur se situe aux alentours de 4 bars.

13 www. daniel.brouard.pagesperso-orange.fr

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> MRB n°499 Juin 2005 les moteurs tournent bien avec un pression de 2 bars.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> www. daniel.brouard.pagesperso-orange.fr

En fait, en analysant les plans de chacun des auteurs, je me rends compte que la différence de réalisation entre ces 2 moustachus est liée à un mode d'usinage totalement opposé. Pour résumer, il existerait ce que je vais pompeusement appeler 2 écoles :

• Ch VdB préconise une réalisation à portée de tous par la simplification et avec un certain souci d'économie tant en temps qu'en matière, mais cette technique nécessite de très nombreuses brasures pour assembler et obtenir les pièces définitives.
En fait, j'ai déjà réalisé ce régulateur de chauffe pour ma chaloupe. A l'époque, j'étais le roi du pétrole avec mon petit tour Toyo 210 (un tour jouet, sur lequel j'avais installé une petite colonne

de fraisage) ; toutes les brasures avaient été faites à l'étain. Tout cela fonctionne encore très bien.



• DB, probablement en relation avec son métier et sa formation, préfère les pièces d'un bloc et donc le décolletage et l'usinage parfois un peu plus complexes (!!!) pour éviter toute brasure inutile car source de soucis supplémentaires (difficultés d'alignement des pièces, changement des caractéristiques des métaux après chauffage, oxydation accélérée des sites brasés etc...).

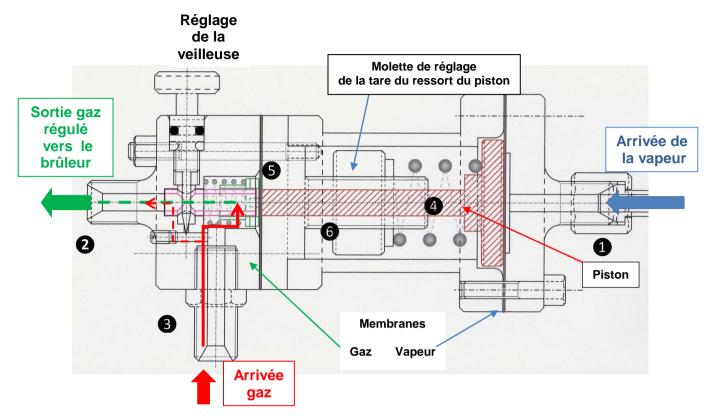
Il est clair que l'école DB est la plus proche de la pratique échelle 1, elle présente une réalisation certes plus élégante parfois plus sophistiquée mais avec cependant des inconvénients dont les 3 majeurs sont tout de même :

- le risque d'erreur d'usinage, qui, sur une étape, entraine une nouvelle pièce complexe à réaliser depuis le début.
- de prendre le rond de matière brute au plus près de la plus grande côte et donc de pratiquer de nombreuses passes pour arriver au décolletage de la plus petite. D'un point de vue pécuniaire, compte tenu des hausses permanentes et sans précédent du prix du laiton, cette méthode est tout de même plus onéreuse, surtout si, comme cela m'arrive encore (un peu trop souvent à mon goût), il me faut de temps en temps refaire les pièces...
- une méthode génératrice d'une très grande quantité de copeaux.

Avec le temps et les machines un peu plus professionnelles à ma disposition, j'avais très envie de me frotter à la (très) dure réalité de l'école de DB.

Comme pour le détendeur de gaz, je ne vais pas refaire les plans de DB, mais bien les reproduire et les commenter et mettre en exergue les différences avec ceux de ChVdB et particulièrement sur les différentes pièces à réaliser

Tout d'abord reprenons le pan de D.B et assurons nous de repérer les pièces maitresses du principe de fonctionnement.

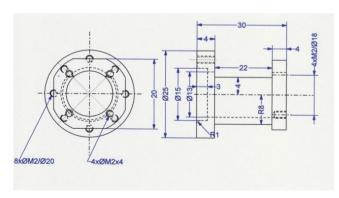


Si l'on compare la méthode de Ch. VdB avec celle de D.B, on s'aperçoit rapidement des différences de réalisation :

- les piquages arrivée 1, 3 ou départ 2 sont rapportés et brasés.
- Les différentes parties du piston 4 sont brasées
- Le porte-piston **5** et sa partie filetée **6** (réglage de la tare du ressort) sont brasés et non décolletés dans la masse.
- L'ensemble 5+6 est brasé sur le corps du régulateur et non pas « ajusté » à la culasse gaz.

Passons à la réalisation des différentes pièces.

### Le corps du régulateur



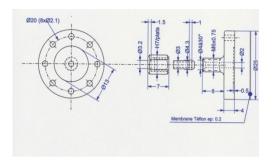
Initialement <sup>15</sup> il est tourné dans un rond de laiton de Ø 25, percé à 5, 7, 7, 9 10 et enfin12 puis alésé à Ø 13.

La partie gauche correspond à la partie vapeur et garde son diamètre de 25 ; sur le Ø 20, 8 percements seront réalisés à 1.6 pour être filetés en M2 x 0.40.

Une « chambre » de Ø 15 sur 3 mm de profondeur est pratiquée pour recevoir la partie la plus large du piston, pièce qui va transmettre les variations de pression subies par la membrane "vapeur".

La partie droite dite gaz : son Ø sera ramené à 22 avec 4 percements sur le Ø 18 à 1.6 pour être filetés en M2 x 0.40 pour fixer à la fois la partie « porte-cylindre » et la culasse gaz. Quand les 3 ébauches seront

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> J'entends par « initialement », les premières pièces que j'ai réalisées…voir un peu plus tard.







terminées et fixées entre elles, on pourra fraiser

- la partie centrale du corps pour laisser apparaître la partie centrale du portecylindre, le ressort de de pression et sa molette de réglage de tare.
- L'extrémité gaz pour rendre carrées ces 3 pièces.

Pour finir le coté vapeur, la culasse vapeur est tournée dans un rond de laiton de Ø 25, le piquage vapeur est tourné et fileté en M6 x 0,75 S; sur le Ø 20, les 8 percements sont réalisés au Ø 2.2. Un petit alésage de 0.5 mm de profondeur est réalisé au Ø 15, les bords seront chanfreinés pour éviter toute usure de la membrane de en appui sur la culasse.

L'ensemble vapeur est fixé avec des vis BTR inox Ø 2. L'ensemble est repris au tour pour une passe de finition coté vapeur.

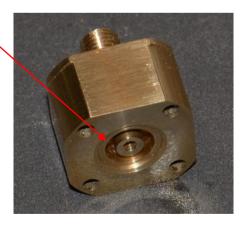


Il est temps d'aborder un problème de la réalisation tant chronologique que logique. Jusqu'à maintenant, ayant horreur des travaux en série, et je crois que je ne suis pas le seul, n'est-ce pas maître Hubert, je réalisais chaque pièce de A à Z, puis heureux et fier je les admirais les unes après les autres, jusqu'au montage et là, redescente vers la dure réalité de la mécanique :

A l'ajustage, je me rendais compte qu'il y avait de petits écarts,

- que ces petits écarts rendaient difficiles voire impossible de visser les pièces entre elles,
- que les reprises de tour sont rock 'n roll quand les diamètres des pièces se sont pas identiques
- mais surtout problèmes de centrage quand on reprend les pièces dans un mandrin 3 mors alors que les angles ont été arrondis





Bref, il faut revenir aux fondamentaux ! Quels fondamentaux ? Car j'ai appris seul et que je n'ai aucune formation. Alors soyons pragmatiques.

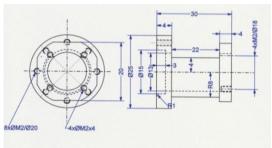
Après avoir analysé son plan pour bien comprendre les pièces et leur fonction, il faut refaire une analyse pour un plan d'actions et les rendre logiques entre elles. Par ailleurs, il faut aussi avoir conscience que c'est toujours l'œil et la main qui règlent les machines aussi précises soient-elles. On réfléchit aux étapes logiques de fabrication.

- faire des ébauches qui ont toutes le même diamètre, quitte à les reprendre en fin d'usinage
- répertorier et réaliser toutes les étapes qui nécessitent un centrage sur le tour à la suite des unes des autres.
- faire tous les percements à la suite en gardant les mêmes réglages sur le diviseur.

- quand les pièces sont difficiles à réaliser ou que la technique n'est pas acquise, ne pas hésiter à faire plusieurs ébauches de la même pièce qui serviront toujours ,voire de martyrs.

# Et on reprend tout depuis le début

## Le corps du régulateur



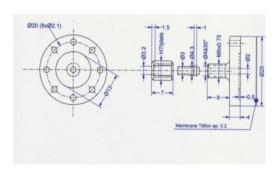


Dans la mesure où cette pièce n'a aucun contact avec la vapeur, elle est tournée dans un rond d'AU4G de Ø 25 puis percée à 5, 7, 8, 9 10,12 et enfin12,5 car c'est mon plus gros foret et que je n'avais plus envie de réaléser à Ø 13, car finalement cela ne devrait rien changer le fonctionnement du régulateur.

Sur la partie gauche correspondant à la partie vapeur, une « chambre » de Ø 14 sur 3 mm de profondeur <sup>16</sup> est pratiquée pour recevoir le piston, pièce qui va transmettre les variations de pression subies par la membrane "vapeur". La lèvre de cet alésage est légèrement chanfreinée afin d'éviter le risque d'endommager la future membrane.

Aucun percement et aucune réduction du diamètre de la partie « gaz » ne seront effectués à cette étape.

### La culasse vapeur



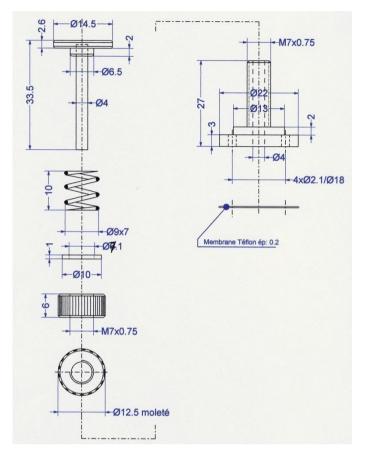
Une « chambre » de Ø 14 sur 0.5 mm de profondeur est pratiquée pour permettre les mouvements de la membrane "vapeur". La lèvre de cet alésage est aussi légèrement chanfreinée afin d'éviter le risque d'endommager la future membrane.

Afin d'éviter toute corrosion de la vapeur la culasse vapeur est tournée dans un rond de laiton de Ø 25, la prise vapeur est tournée au Ø 6 et sera filetée plus tard.



<sup>16</sup> C'était Ø 14 ou16, car ce sont les tailles de mes fraises! Et je n'ai toujours pas envie de refaire un alésage supplémentaire.

## Le guide-piston et le piston



Pas de difficulté majeure pour la réalisation de ces pièces.

Le guide-piston est tourné dans un rond de laiton de Ø 25, dans lequel le décolletage de Ø 12.5 sera réalisé avec grande précision pour pouvoir s'encastrer juste dans le corps du régulateur. La tige de Ø 7 devrait être filetée en M 7 x 0.75, elle le sera en M7 x 100, ce qui engendre un réglage du ressort de tare moins précis, mais cela n'a aucune importance sur l'utilisation future.

Pour le passage de la tige du piston l'ensemble est percé au Ø 3.9 puis passage d'un alésoir Ø 4.

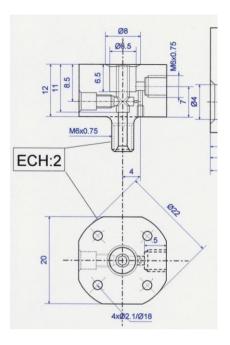


L'écrou moleté est réduit à Ø 12 pour passer sans aucun problème dans l'alésage de Ø 12.5 du corps du régulateur.



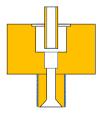
Le piston ne pose pas de problème particulier, il doit glisser sans point dur dans le guide-piston. Les bords sont chanfreinés pour éviter toute usure des membranes sur lesquelles il viendra en appui.

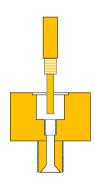
## La culasse gaz



Comme toutes les pièces y compris du « coté » gaz, l'ébauche de la culasse est tournée dans un rond de laiton de  $\emptyset$  25, la sortie du gaz régulé vers le brûleur est tournée en  $\emptyset$  6 et filetée en M 6 x 0.75 S.







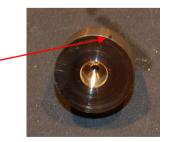
Sur la face opposée au piquage gaz, il va falloir fraiser le passage du gaz. Sur son plan, D.B préconise de coller à la loctite, un tube de Ø 3, qui sera par la suite percé pour le réseau et le réglage de la veilleuse.

Ne trouvant pas cette méthode « élégante » et ayant du temps à perdre, j'ai procédé autrement.

Au fond du fraisage de  $\emptyset$  7 (6.5 sur le plan), élargi au  $\emptyset$  9 avec un léger chanfrein, je perce au  $\emptyset$  2.5 sur 5 mm et je taraude en M3 sur 4.5 mm de profondeur.

Petite astuce: comment savoir que votre filet va faire réellement 4.5 mm?

Il suffit d'utiliser votre marque sur votre pièce, celle qui sert à replacer systématiquement votre pièce au même endroit entre les mors de votre mandrin (vous ne le faites pas! c'est une grave erreur !!!). Sachant que votre taraud est M3 x 0.50, cela veut dire qu'à chaque tour de votre taraud ou de votre pièce, vous taillez un filet sur une longueur de 0.5 mm; donc 4.5 mm = 9 tours de votre pièce.







L'extrémité d'un rond de laiton de Ø 4 est tournée à Ø 2 sur 15 mm de longueur puis 12mm sont tournés en Ø 3 et filetés en M3 sur 4.5 mm La portion de tige de 2 mm vient servir de fiche de centrage dans le piquage de sortie du gaz, puis vissée et bloquée au frein filet fin dans la culasse gaz.

L'ensemble est repris au tour,

- section de tige au au ras de la culasse.
- le percement au Ø 2 du rond de laiton pour finir,
- un léger fraisage de 0.5 mm de profondeur au Ø 9 pour ramener l'extrémité du tube au niveau de la partie basse du fraisage de la culasse.



Toutes les ébauches ont été réalisées, les percements des culasses et autre corps du régulateur vont pouvoir être réalisés pièce par pièce.

Les percements des extrémités du corps du régulateur sont au Ø 1.3 puis 1.6 pour être taraudés en M2 x 0.40 et recevront des vis inox BTR.

Quant aux percements des culasses et du guidepiston ils sont réalisés au Ø 1.3 puis 1.8 puis 2 puis 2.2 pour faciliter le passage des vis.

A quoi servent ces 2 pièces qui n'ont pas encore été mentionnées ?

Tout vous sera dévoilé dans le chapitre circuit gaz.

Les différentes pièces sont maintenant fixées entre elles et reprises au tour pour :

- le filetage de la prise vapeur
- ajuster les diamètres
- et la finition qui empêche de distinguer la culasse gaz du porte-piston.





Avant d'envisager la réalisation du circuit gaz dans la culasse-gaz, il faut maintenant procéder à tous les fraisages de la pièce pour lui donner sa fonctionnalité mais aussi son esthétique.

Le fraisage de l'aluminium est toujours difficile car ce métal est très mou et fragile.

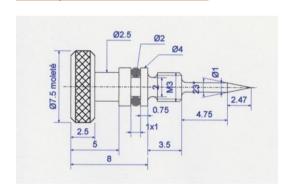
Il faut donc fraiser la partie centrale du corps pour faire apparaître le guide-piston.

Reprise au tour pour mettre au diamètre 22 la partie gaz, puis de nouveau fraisage pour rendre paralipipédique l'extrémité gaz afin d'y placer l'arrivée gaz qui sera vissée dans la culasse ainsi que la vis-pointeau de la veilleuse.



Je me suis amusé à passer de la tourmaline sur les différentes pièces pour les distinguer et donner un aspect différent.

## La vis-pointeau de la veilleuse





Il me tardait de mettre en application une idée qui me trotte dans la tête depuis un certain temps.

La voici : cette vis de réglage sera faite non seulement entièrement dans la masse, comme dessinée par D.B,mais de plus , je ne vais pas faire la molette , mais un volant taillé. Risques importants, car si le volant est raté il faut tout refaire. "Voila encore une idée qu'elle est bonne" disait le regrété Coluche.

La partie la plus longue, car c'est elle qui a demandé le plus d'essais, a été la mise au point des outils spécifiques pour creuser la collerette et pour creuser le sillon de la face postérieure du volant.

C'est exactement le type de pièce dont il faut faire plusieurs ébauches soit pour tester des méthodes soit tout simplement pour refaire la pièce, si besoin était.

Tout est tourné à partir d'un rond de laiton de Ø 10, les décolletages sont réalisés de la pointe vers le volant sur une longueur de 20 mm.

Le filetage en M3 sera réalisé plus tard car cette portée va nous servir pour serrer la pièce au moment de tailler le volant ; tous les détails de la méthode de la réalisation sont dans la fiche 25.

Un peu de finition à la tourmaline pour lui donner du relief et un aspect vieillot et voila ma vis-pointeau à volant taillée dans la masse avec son joint torique.







#### Une petite pensée pour les martyrs

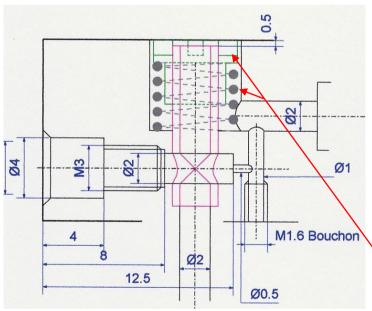
Ci dessous, une des ébauches a servi de martyr pour évaluer les dégats des serrages sur la partie recevant le joint torique et /ou la partie filetée, même protégée quand il faut serrer la pièce dans le diviseur pour tailler les branches du volant.

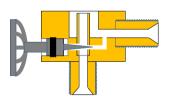




Ce cliché montre aussi que ce même martyr m'a permis de la travailler avec une scie-fraise de taille différente pour obtenir des branches moins épaisses. Le résulat n'est pas probant, on restera donc avec la méthode qui est maintenant un peu plus rodée.

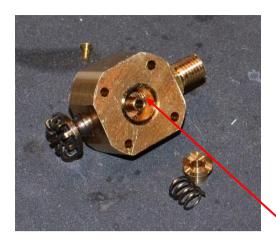
# Les circuits du gaz dans la culasse





La petite touche que je dois apporter à ce plan, surtout aux cotes, est le diamètre de la partie étanche de la vis pointeau. En effet D.B utilise un joint torique de Ø 4, n'ayant à ma disposition que du Ø 5, je dois donc m'adapter. Petit détail supplémentaire et non des moindres en matière de réalisation, révélé par cette partie du plan, est le rajout d'un ressort et d'un clapet autour du tube ; le but est préventif.

Ce ressort, qui travaille en pression, va servir à empêcher la membrane gaz d'adhérer à l'extrémité du tube et donc de lui faire reprendre sa position initiale dès que le piston vapeur relâche sa pression ; ainsi on a l'assurance que le débit de gaz vers le brûleur va permettre la remise en chauffe dès que la pression dans la chaudière diminue en dessous du seuil déterminé.



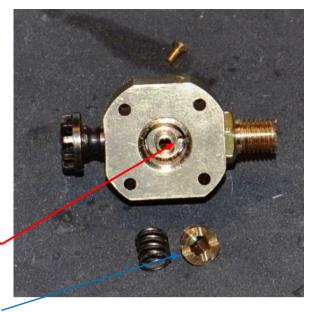
On arrive à distinguer l'arrivée du gaz venant du détendeur.

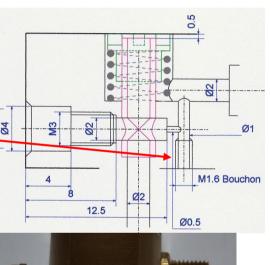
Cette pièce est largement crénelée de façon à laisser circuler le gaz dans la chambre ; les 4 méplats seront suffisants pour venir s'appliquer contre la membrane qui viendra s'interposer entre la culasse gaz et le porte-piston.

Afin de réaliser le circuit de la veilleuse, il est important de bien régler la machine car la précision doit être au rendez-vous. En effet sur le plan, le piquage du circuit veilleuse se fait ici et nécessitera un taraudage de 1.6 x 0,35 pour une petite vis qui servira de bouchon.

En pratique voilà ce que cela donne.









Tous les percements et taraudages de la veilleuse demandent aussi de travailler en douceur et en apnée, la moindre erreur est fatale et il faut se refaire toute la pièce !!!

- un premier percement à Ø 1, puis 1.5 et finalement à 2 pour le passage gaz.
- un deuxième percement à 2.5 4.5 mm pour tarauder en M3 ( 3 x 0.50).
- puis percement à Ø 4 puis 4.5 avant le fraisage de Ø 5 puisque mon joint torique sur ma vispointeau fait 5 et quelques poils.

Il est vrai que la dernière étape qu'est le percement au Ø 0.5 mm en fond et sans visibilité est très risquée, la moindre casse de foret serait dramatique.

Ouf c'est terminé et voici les clichés de la bête une fois terminée.







Dans mes vieux souvenirs, je n'ai pas l'impression que le modèle de Ch.VdB que j'ai réalisé il y a bien longtemps m'avait pris autant la tête. Est-ce un peu plus d'expérience qui me permet de me rendre compte de la difficulté des choses ou de l'inconscience de mes débuts. Probablement.

"Longtemps on a considéré la pensée consciente comme la pensée par excellence : maintenant seulement nous commençons à entrevoir la vérité, c'est-à-dire que la plus grande partie de notre activité intellectuelle s'effectue d'une façon inconsciente".

Me voilà citant Nietzsche <sup>17</sup>, il est temps de prendre quelque repos avant d'attaquer la suite.

52

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Le Gai Savoir, 1883.



Fiche n° 29

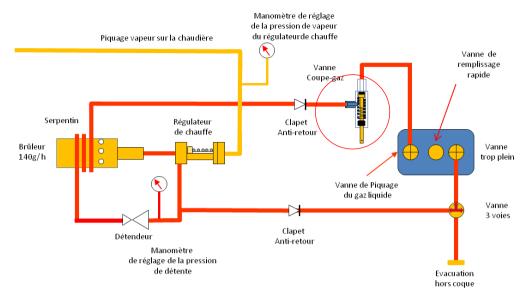


Réalisation des différents éléments sur le réseau gaz de l'appareil moteur pour un futur remorqueur au 1/16.

Modéliste: Jean-Pascal DUCRET

'un des avantages des fiches et surtout de leur envoi est bien sûr de les relire avant de se lancer dans la suivante. C'est ce que j'aurai du faire depuis la fiche 25, car je vous sature toujours avec la sacro-sainte sécurité et j'avais oublié de mentionner la vanne sécurité coupe-gaz. Cette vanne permet de couper le réseau gaz. La nécessité de couper l'approvisionnement en gaz peut être nécessaire dans diverses situations telles que le blocage du modèle sur le plan d'eau, un simple problème de réception des ondes radio rendant le modèle ingérable, bref , toute situation en navigation rendant le modèle potentiellement dangereux et éviter , certes à échelle réduite, la situation fâcheuse de ce bateau sur le lac Léman ou sur le lac de Genève disent plutôt les Français.

Je remets le schéma directeur du réseau gaz en mentionnant la vanne sécurité qui s'implante juste après la prise de gaz liquide.



Pour mener à bien la réalisation de ce réseau gaz il me reste à fabriquer, la vanne coupe-gaz, le brûleur, le réseau et le serpentin.

Attelons-nous à cette vanne coupe-gaz.

### La vanne coupe-gaz

Aussi bizarre que cela puisse être, il n'y a pas de plan de vanne coupe-gaz dans la bibliographie du vaporiste en modèle réduit.

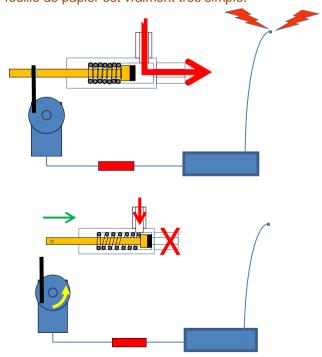
Sur les forums ou plutôt fora (pour les latinistes distingués que nous sommes) tout le monde en parle, tout le monde donne son avis mais personne ne met de plan. Et pour cause, beaucoup de vaporistes préfèrent acheter les apparaux que de les fabriquer eux-mêmes et en particulier les apparaux concernant la sécurité ; peut-être ont-ils raison!

Pourtant, encore une fois, le principe jeté sur une feuille de papier est vraiment très simple.

Un piston en position arrière maintient un ressort en pression, ce piston est luimême retenu par une came reliée à un servomoteur.

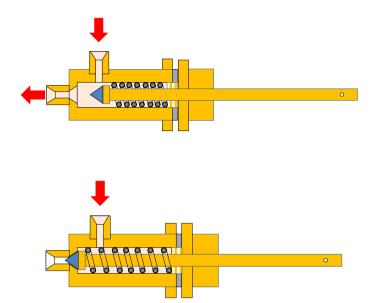
Tant que le récepteur radio reçoit des ondes émises par l'émetteur radio, le servomoteur maintient la came dans la tige du piston qui reste dans la position "ouvert" et le circuit du gaz n'est pas interrompu.

Dans le cas où le récepteur ne reçoit plus d'ondes émises par la radio, donc plus de radio contrôle (éloignement du modèle, panne radio, brouillage de fréquences etc...), le récepteur donne l'ordre au servomoteur de se mettre en position de repos, fait reculer la came, ce qui libère le piston, qui sous la pression du ressort, va aller obstruer la sortie du gaz, interrompant ainsi le circuit gaz.



Ce système électronique, le fail-safe, est bien connu et très largement utilisé par les modélistes sousmariniers ; la perte des ondes radio donne au servomoteur dédié aux ballasts l'ordre de "chasser " pour une remontée immédiate.

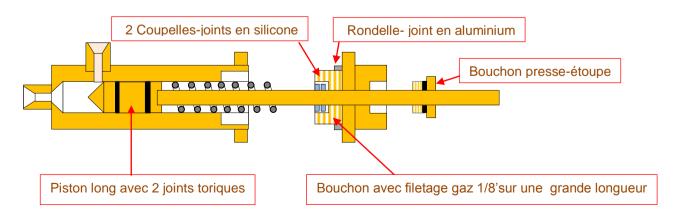
Le double principe, vanne et électronique, étant acquis, il faut maintenant réaliser cette pièce.



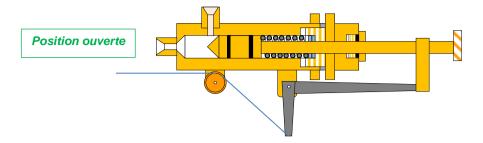
Devant ces 2 dessins, une réflexion s'impose, le gaz est en phase liquide ce qui induit une pression importante et donc :

- il est indispensable d'avoir une étanchéité irréprochable, sinon la vanne sécurité se transforme au pire en bombe à retardement, au mieux en diffuseur de gaz.
- le ressort doit être assez puissant, non seulement pour que la tige, une fois libérée puisse venir rapidement occulter l'orifice de sortie du gaz mais aussi y maintenir une pression importante.
- il ne doit pas y avoir de fuite le long de la tige d'où un ajustage très fin de la tige dans le bouchon
- si une came, commandée par le servomoteur, vient maintenir la tige en positon ouverte, il faut une grande force de servomoteur et le tout doit être fermement maintenu sur un barrot ou sur une cloison du bateau.
- éviter au maximum que le servomoteur soit toujours sous tension (donc en fonction) afin de réduire la consommation de la batterie mais surtout une usure prématurée de sa pignonnerie, ces petites bêtes demeurent fragiles.

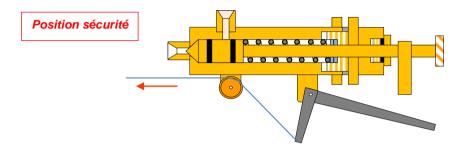
Un autre projet est donc mis en réflexion avec pour objectif principal de supprimer, autant que faire se peut, toute source de fuite et avec un principe de base de ne pas hésiter à prévoir ceinture, ceinturen et bretelles, puisqu'il s'agit d'un appareil de sécurité.



L'étanchéité étant théoriquement réglée, il faut imaginer un système qui réduit la tension du servomoteur lorsqu'il maintient la vanne en position ouverte ainsi que le système de fixation solide de la vanne.



La came retient la tige en position ouverte, ainsi le servomoteur ne demeure pas sous tension pour maintenir la tige dans sa position de fonctionnement.



La came libère la tige et ainsi la pression du ressort envoie le piston dans la position d'occultation de la sortie du gaz ainsi que l'orifice d'entrée ; l'arrivée du gaz se retrouve donc située entre les 2 joints toriques.

Quant à la force développée par le servomoteur, elle peut être a priori normale dans la mesure où nous allons utiliser le bras de la came comme bras de levier.

Le principe parait jouable et devrait être efficace car simple. N'oublions pas notre ami Albert avec son grand principe : « Rendez les choses aussi simples que possible, mais pas plus simples ».

Alors passons à la réalisation d'un prototype puis viendra la réalisation de la vanne, ainsi je pourrai mettre les cotes sur les dessins.

Ce n'est pas comme ça qu'il faut pratiquer. Ah bon!

En attendant, j'ai tout de même réalisé un prototype qui m'a permis de vérifier quelques cotes et surtout celle du fraisage du corps pour une efficacité des joints toriques.

## Le corps de la vanne



Il était <sup>18</sup> pris dans un rond de laiton de Ø 12, le bouchon était tourné dans un hexagonal de 14 à plat pour assurer le serrage sur le corps de la vanne.

Outre que c'était un prototype, l'esthétique de l'hexagonal dépassant ainsi ne me plaisait pas, alors j'ai décidé de reprendre les 2 pièces en oubliant l'utilisation de l'hexagonal et en préférant un rond de 14 dans lequel j'allais pouvoir faire des entailles à la fois sur le corps et le bouchon afin d'assurer le serrage et donc l'étanchéité.

<sup>18</sup> Vous aurez parfaitement noté l'emploi de l'imparfait ; les pages suivantes vont vous donner l'explication.



La sortie du gaz est tournée à l'extrémité au Ø 6 puis filetée en M6 x 0,75 S. Le corps est percé au Ø 4.9 puis alésé à 5 sur toute sa longueur soit 44 mm. Puis on reprend le percement sur 15 mm au Ø 8,6 pour tarauder en 1/8' Gaz.

#### Le bouchon

Il est réalisé dans du rond de laiton de 14 ; il est percé au Ø 2, puis,

- l'extrémité est fraisée au Ø 4.5 sur une profondeur de 4 mmm pour un taraudage en M5 x 0.5 (pas fin) pour le bouchon presse-étoupe, on en profite pour faire l'arrondi.
- les entailles de serrages seront réalisées plus tard en même temps que celles du corps de la vanne.
- le bouchon presse-étoupe est pris dans de l'hexagonal de 7 et ne pose aucun problème de réalisation. Il est percé au Ø 3 pour le passage de la tige d'armement.
- l'autre extrémité est tournée au Ø 9.7 pour être filetée en 1/8' Gaz sur 12 mm.
- l'extrémité filetée est fraisée au Ø 5 sur une profondeur de 2 mm, emplacement des futures rondelles en silicone.





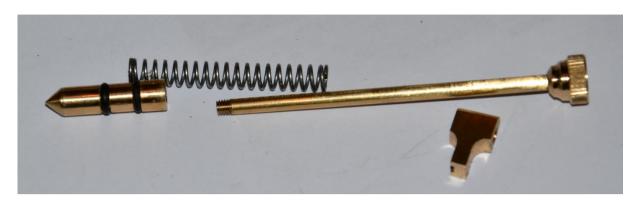
#### Le piston d'étanchéité et la tige

A l'étude du schéma, on se rend compte qu'à une extrémité de la tige d'armement , un arrêtoir sera brasé et que, sur l'autre extrémité se trouve le piston d'étanchéité de la vanne et entre les 2 se trouve le ressort qui va permettre la dynamique du système.

Cet ensemble doit donc être construit de façon telle que la tige puisse passer à travers le bouchon, qui de plus joue un rôle important dans l'étanchéité.

Il va falloir faire un montage simple et démontable.

La solution qui s'impose est le vissage de la tige dans le piston, la tige étant de Ø 3, il suffit de fileter en M3.



Une fois, l'arrêtoir brasé, le système est mis en place.



#### La came et ses renvois

Pour maintenir la came et utiliser la théorie des bras de levier, il faut réaliser les points de levier. Ils sont réalisés dans du plat de laiton d'épaisseur 5 mm, abricotés selon la méthode développée pour la réalisation des têtes et pieds de bielle (cf. fiche n°24). L'extrémité est percée en 1.6 pour être taraudée en M2 x 0,40.

La pièce est reprise verticalement pour être fraisée au Ø 2 pour laisser le passage d'un réa pour la première pièce et de la came pour la seconde.

Ces 2 pièces, ainsi que le piquage fileté d'arrivée du gaz et les 2 vis de maintien de la vanne sur un barrot de pont sont brasés sur les emplacements prévus et fraisés à cet effet.

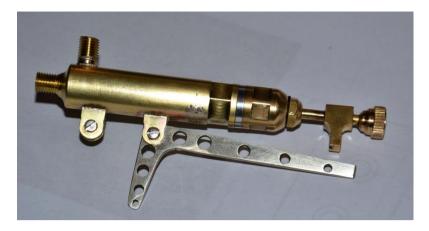
La came est réalisée dans une chute de maillechort d'épaisseur 2 mm. La réalisation ne pose pas de problème hormis la dureté du maillechort lors des percements des différents allégements.





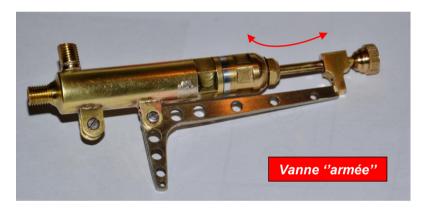


Voilà, l'ensemble peut être monté.



Je vous demande de bien vouloir ne pas me faire remarquer la dégoulinure de brasure à l'argent qui s'est lamentablement répandue sur le corps de la vanne à « l'insu de mon plein gré ». L'ensemble fonctionne, c'est l'essentiel.

Je suis content de pouvoir présenter cette vanne aux membres du Club lors de notre dernière réunion. Toutefois, par inadvertance mais surtout devant la beauté du canon d'André, j'ai laissé la vanne « armée ».



De retour au bercail, je découvre que la vanne est restée armée. Je fais jouer la came et rien ne produit ; le ressort ne jouerait-il plus son rôle ?

Que nenni, en l'espace d'une heure, la tige s'est légèrement déformée et ne glisse plus dans le bouchon. En fait, il s'agit là de la résultante de plusieurs facteurs :

- la masse de l'arrêtoir est telle qu'il a fallu un temps de chauffe trop important pour la tige de Ø 3, aussi les caractéristiques physiques du laiton se sont transformées et la ductilité de la tige a été augmentée.
- la tension du ressort met en appui l'arrêtoir sur la came (c'est le but recherché) mais sa tension trop forte majorée par le bras de levier créé par la hauteur de l'arrêtoir ont donc courbé la tige affaiblie par le chauffage exagéré de la brasure. CQFD

S'agissant d'un élément de sécurité, sa solidité doit être à toute épreuve et donc il va falloir revoir non pas le concept mais la réalisation en agissant sur au moins 3 points que sont

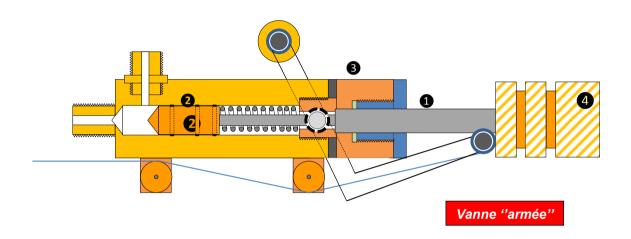
- le Ø de la tige d'armement
- sa composition
- la diminution du bras de levier.

Et hop on repart sur Internet trouver de nouvelles idées et les jeter sur Power-point®.

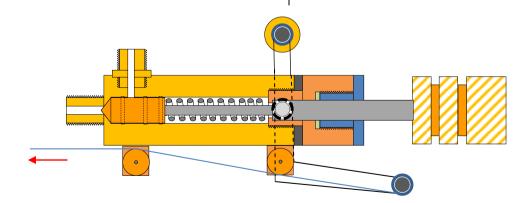
Sur un site marchand 19, je trouve cette photo de vanne coupe gaz qui fonctionne quand la pression dans la chaudière s'effondre. La cause étant le plus souvent le manque d'eau dans la chaudière, qui peut être à l'origine d'une dégradation voire un dessoudage des tubes à eau de la chaudière<sup>20</sup>.



Les 2 éléments qui m'attirent sont l'aspect compact de cette vanne coupe-circuit et surtout son levier d'armement. Un petit moment de réflexion et c'est reparti sur power-point® avec en exerque les points qui diffèrent du modèle précédent.



- 1 L'axe du piston en acier stub de Ø 5 mm.
- 2 le piston de  $\emptyset$  6 mm avec 3 joints toriques positionnés de façon telle que l'arrivée du gaz lorsque la vanne est en position sécurité soit située entre 2 joints toriques.
- 3 Une rondelle de silicone placée dans une gorge située à la base du filetage du presse-étoupe luimême situé dans le bouchon.
- 4 Un bouton d'armement plus important du fait de la force du ressort.



Vanne en position "sécurité"

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> F. Bretagne, moteurs Anton

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Ces tubes à eau permettent un meilleur chauffage de l'eau et donc un passage plus rapide de l'état liquide à l'état vapeur. On y reviendra quand on abordera la conception d'une chaudière pour modèle réduit

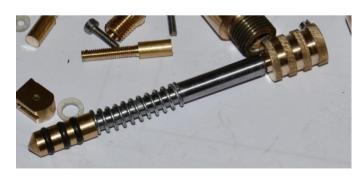
Il ne reste plus qu'à passer à l'atelier.

Voici les différentes pièces qui constituent la vanne de sécurité.



Les 2 éléments nouveaux sont le bras d'armement et l'ensemble tige /piston.





Les autres pièces sont réalisées comme pour le prototype.

Le bras d'armement est réalisé dans du plat de maillechort en 2 mm d'épaisseur, ainsi que les percements de l'axe de rotation sur le corps de la vanne. Les 2 flasques ont été façonnées ensemble afin d'obtenir une symétrie parfaite.

Les percements des différents axes sont au Ø 1,6 pour être taraudés en M 2 x 0,40 et un petit lamage de Ø 3 et de 1 mm de profondeur pour « effacer » les têtes de vis des articulations et du bras d'armement qui sera tourné en laiton dans du rond de 6 mm qui viendra finir la pièce.

Les vis sont en inox et à tête ronde reprises au tour pour que la tête puisse s'effacer dans les lamages (cf. supra).

## L'ensemble tige / piston.

La tige est en stub de Ø 5 mm, dont les extrémités sont filetées pour y visser

- le piston avec ses 3 joints toriques
- Le piston d'armement robuste du fait de la dureté du ressort.



Les brasures sont effectuées avec un peu moins de coulures que pour le prototype.

Un peu de nettoyage interne :

- alésoir pour le corps
- taraud finisseur pour les taraudages et un petit coup de filière pour les 2 piquages gaz.
- Un coup de laine d'acier 000 pour le corps et finition à la poudre « pierre blanche ».

Montage des dernières pièces et voici la bête terminée et qui fonctionne à merveille.



Enfin, nous allons pouvoir passer à la fin des pièces qui composent le réseau gaz mais...

le dernier n° de MRB offre un article et un plan encarté d'un moteur tri cylindre en étoile à distribution rotative qui me parait intéressant à regarder de près.

L'article dit simplement que le plan s'adresse à des modélistes un peu rodés mais surtout qu'il y a des améliorations à apporter à ce modèle.

Bien évidemment je plonge et je regarde ce que je pourrais éventuellement apporter comme améliorations si par hasard je voulais réaliser ce moteur plus tard...

C'est-à-dire le lendemain.

La prochaine fiche sera, je crois, consacrée à la construction de ce moteur, qui aura de toute façon besoin du réseau gaz et tout le toutim pour être testé.

Incorrigible je fus, incorrigible je suis et incorrigible je l'espère pour l'avenir.