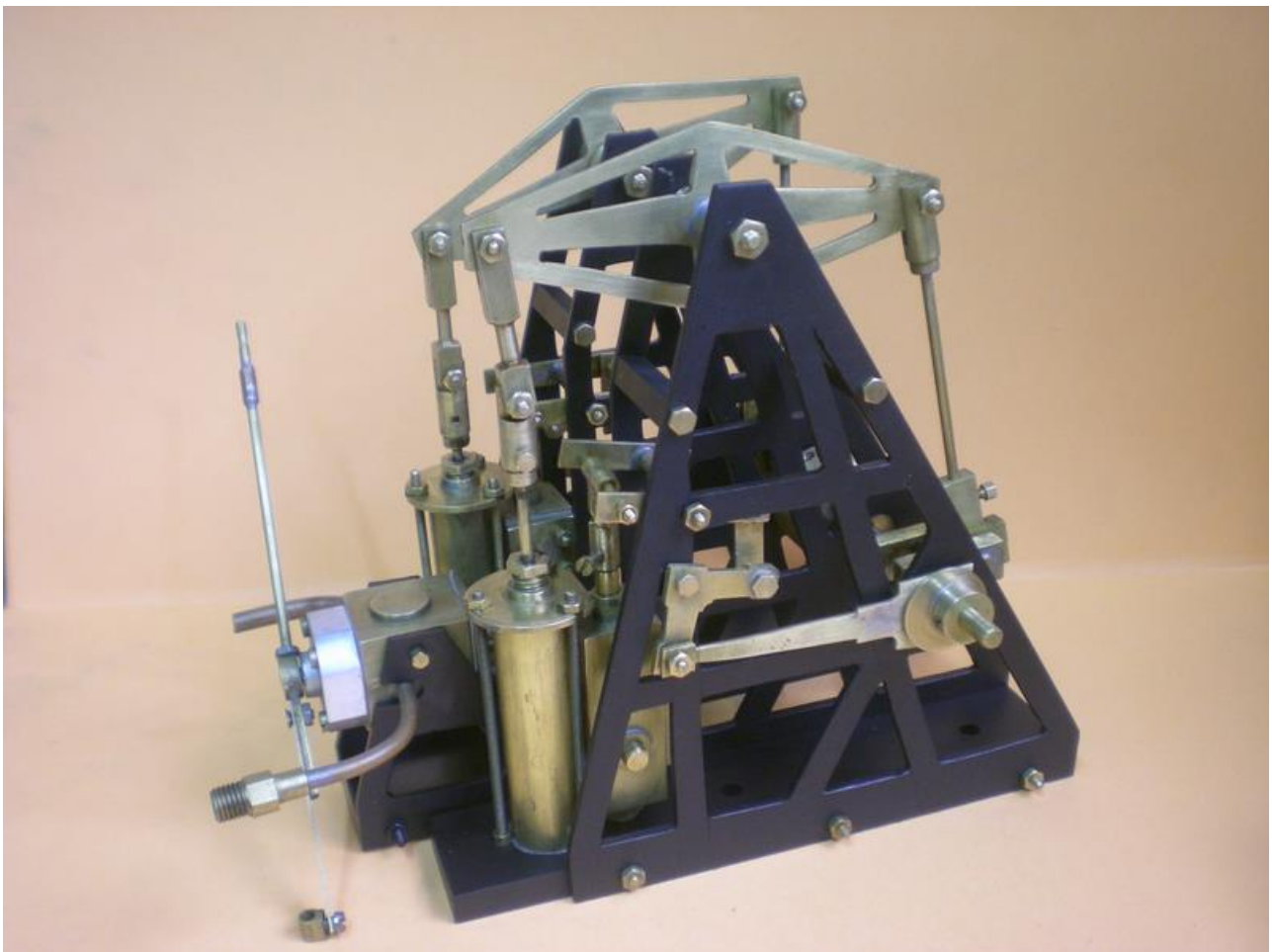


Machinerie « TARA VANA » pour Bateau à roue à aubes

par Jacques Clabaux

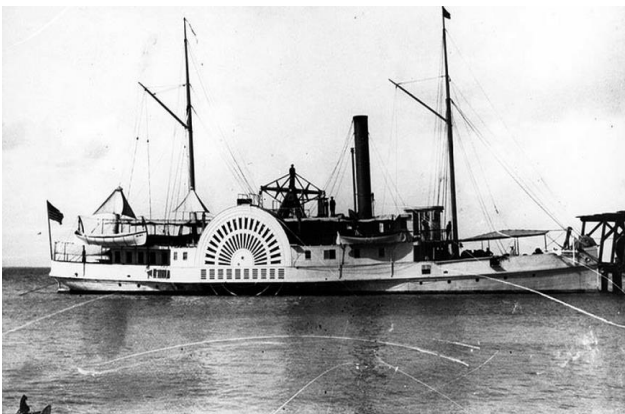
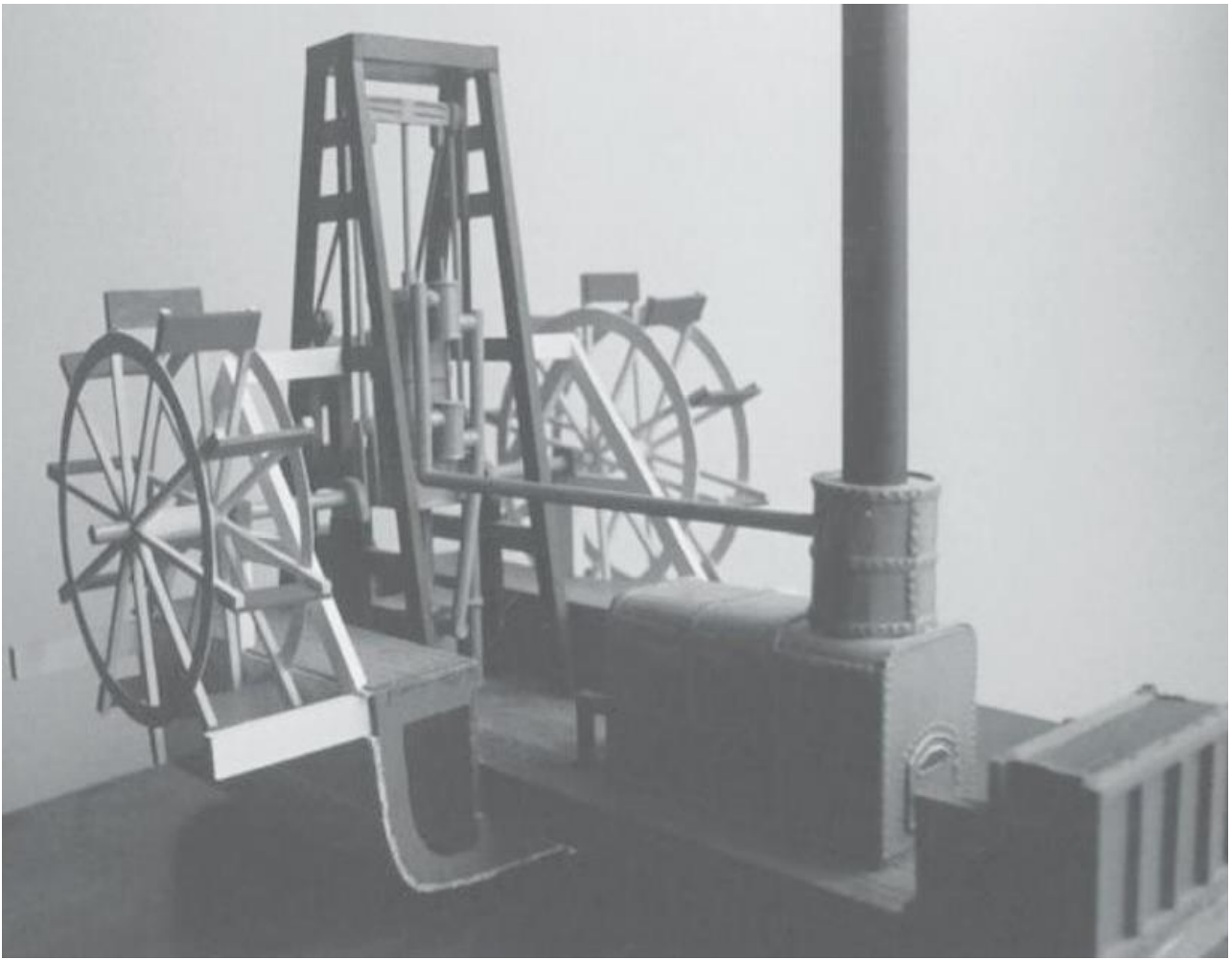


Ces machines, les premières utilisées dans la marine, par leur disposition, présentent beaucoup de charme.

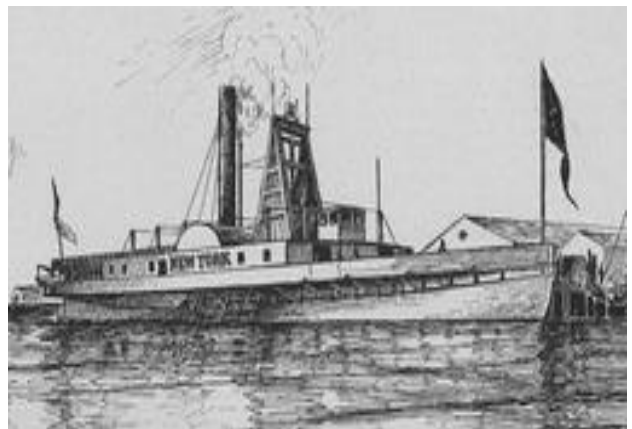
Les précédents "travaux" montrent qu'il serait possible d'adapter le moteur déjà étudié, tout au moins un du même type, à ces balanciers.

Cette machinerie est inspirée de celle de STEVENS installée sur le Phoenix, premier bateau à l'utiliser en mer.

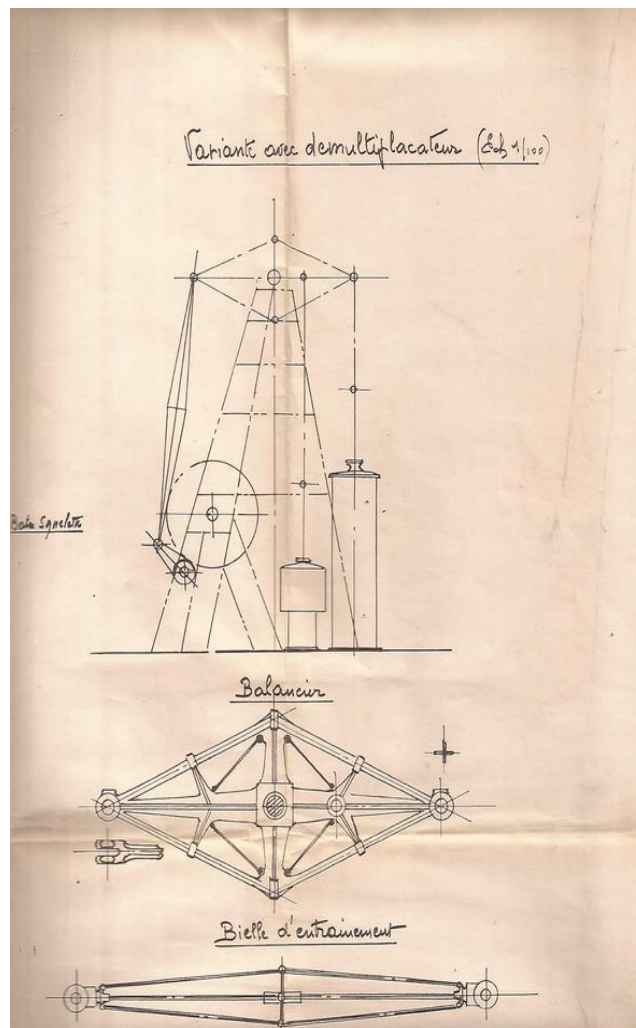
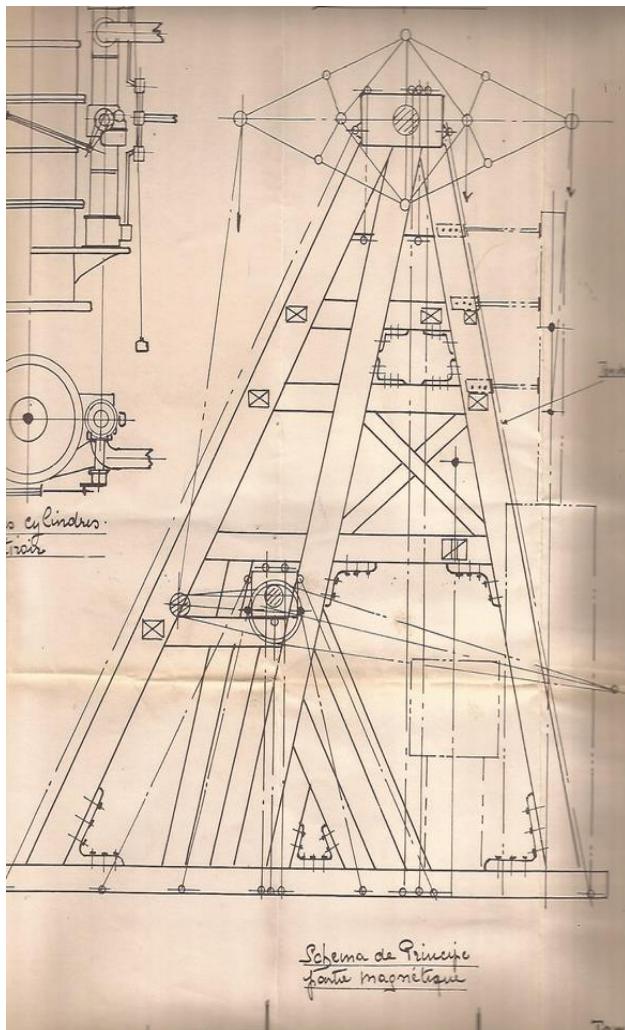
Documentation :



<http://www.history.navy.mil/photos/images/h96000/h96590.jpg>



Elle est rare (ou plutôt difficile à dénicher : en fin d'album cependant quelques pistes de recherche) et je viens seulement de trouver quelques photos dans le dernier dossier envoyé par Patrick LECLERE :



Dans mes "archives" se trouve un plan très ancien dessiné en décembre 1955 pour les éditions de la MAQUETTE puis repris par MRB.

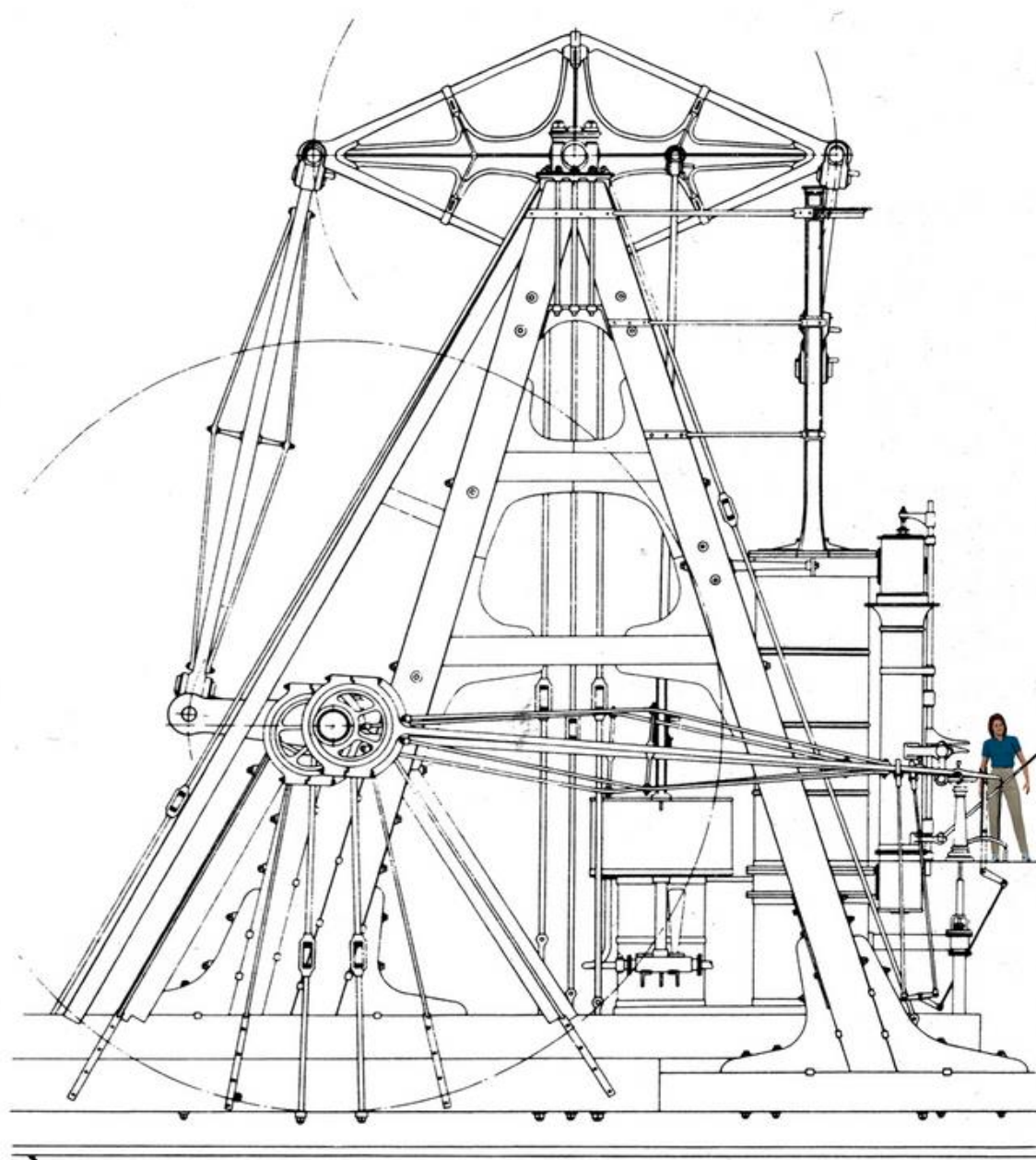
J'ai dû l'acheter il y a une vingtaine d'années, c'est dire si le sujet m'intéressait.

Mais on ne peut pas en tirer grand chose sinon que le bâti était en bois et ce squelette fortement maintenu par des teneurs.

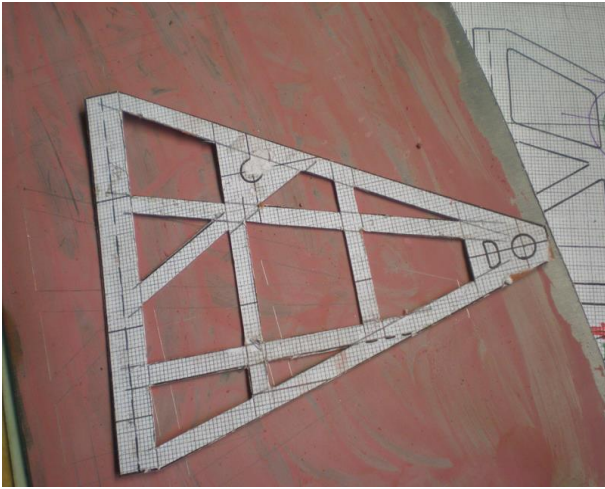
Les cylindres étaient très hauts et atteignait la mi-hauteur de cette charpente. La distribution devait se faire par tiroirs cylindriques ...

Quand à la taille ? Le second croquis extrait de ce plan parle d'une échelle de 1/11^{ème}, ce qui (le croquis faisant 11.5 cm de haut) amènerait à l'imaginer culminant à plus de 11 m !

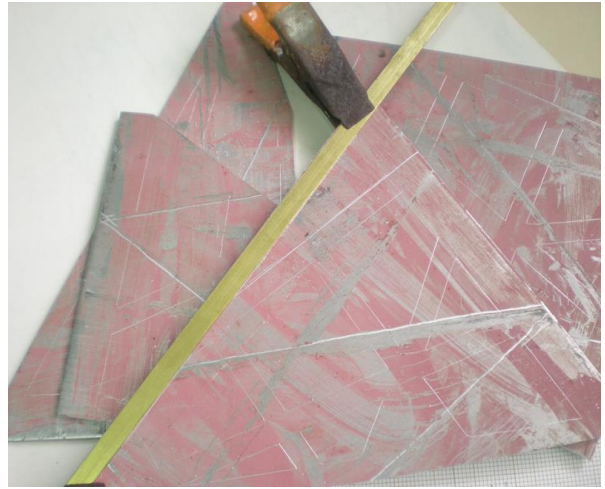
"Petite" erreur si on regarde le document que vient de m'envoyer Georges ALAUX, le dessinateur ayant eu la bonne idée de placer un personnage sur la machinerie ...



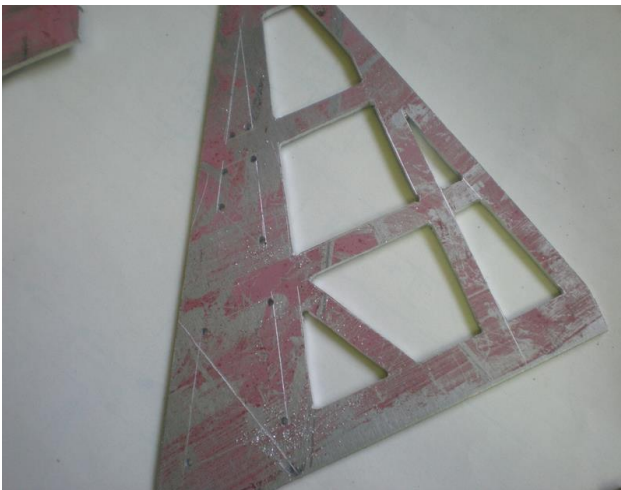
Construction du bâti :



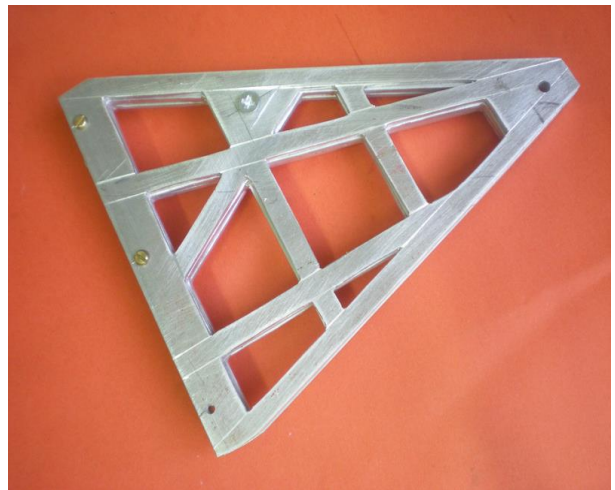
Après photocopie du plan précédent, collage sur un carton et découpe pour obtenir un gabarit de traçage.



Avant la découpe, on retrace les "chevrons" à l'aide d'un réglet de 5 de large.

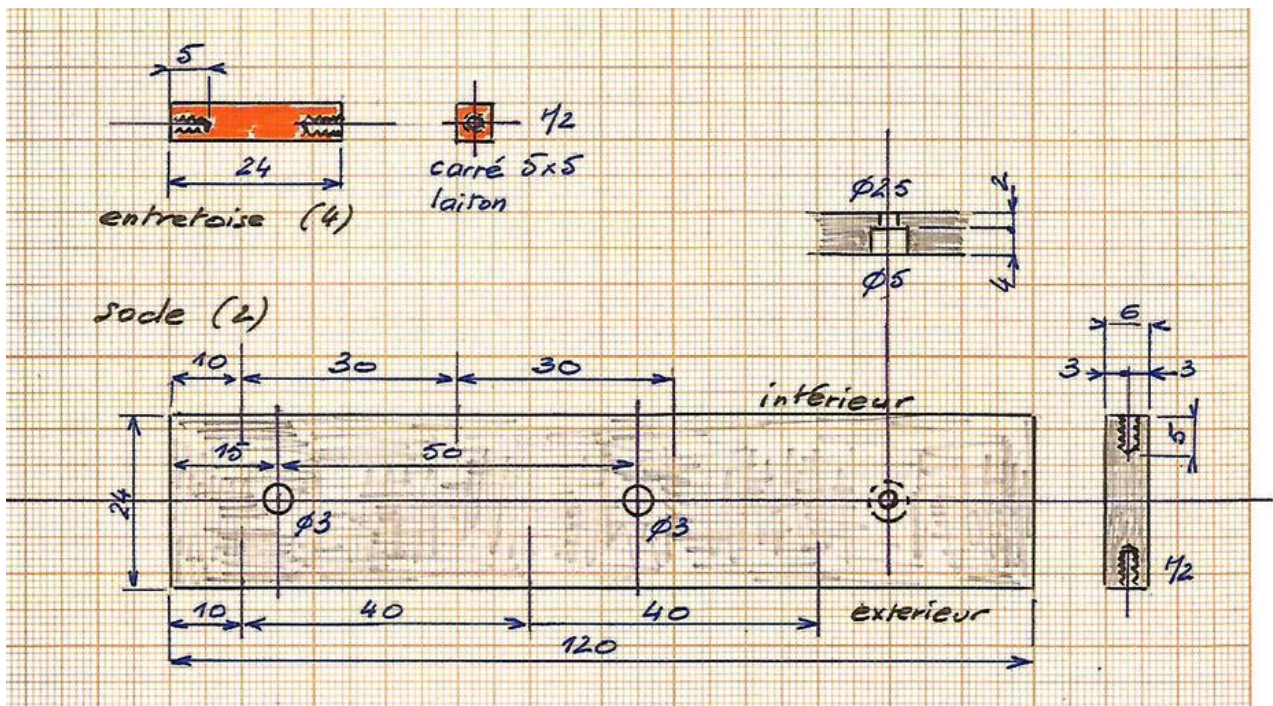


Et on se compte une petite journée pour découper les 4 côtés après perçages aux intersections..



Finition à la lime, perçage en assemblant les 4 côtés, repérage pour le montage à l'aide de coups de pointeau.

On peut donner une impression d'assemblage des bois en reprenant les croisements avec le côté d'un tire-point. après passage d'un cutter.



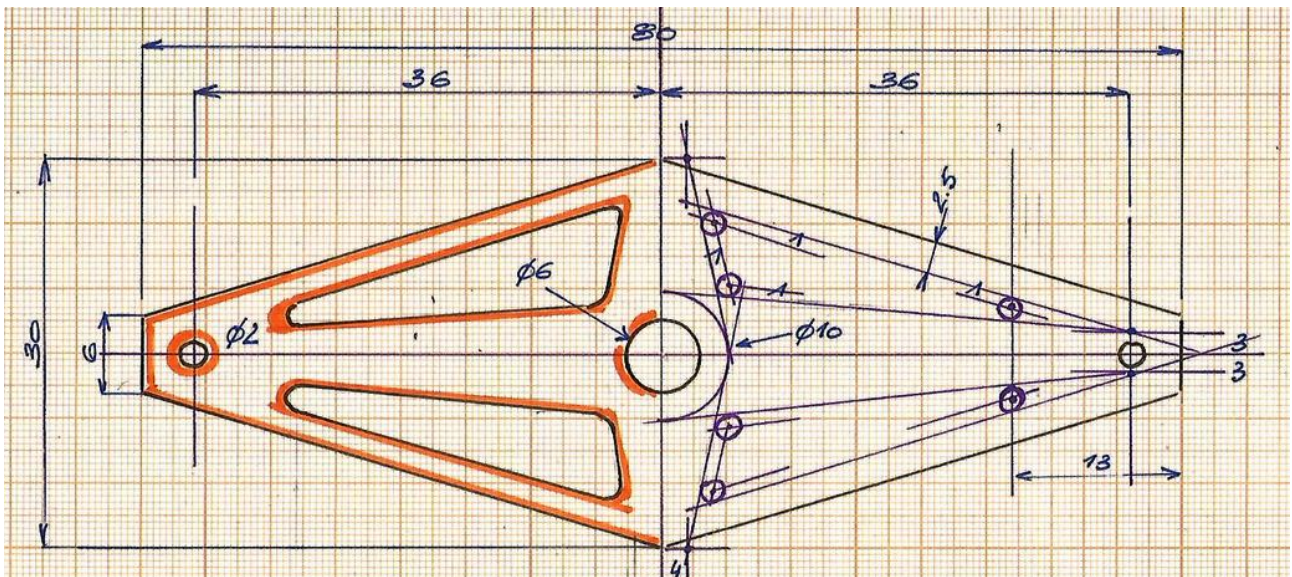
Les deux socles sont tirés d'alu de 6 d'épaisseur, on pourrait utiliser du 5.
 Le vissage du bâti se fera par des goujons M2.
 Les entretoises (2 par bâti) sont en carré de laiton de 4 x 4.

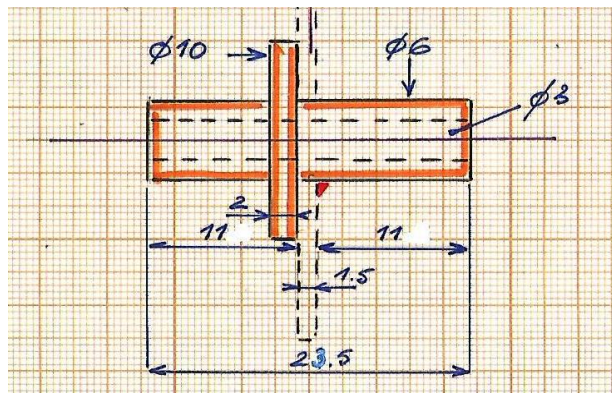
les balanciers :

dont le dessin est simplifié sont tirés d'une feuille de laiton de 1.5 d'épaisseur.

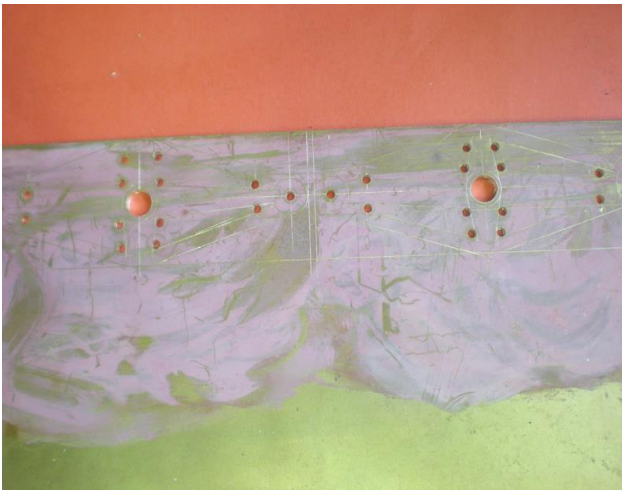
Sur la gauche, découpe terminée; sur la droite une idée pour le traçage.

On pourrait se rapprocher davantage de la réalité en s'inspirant des gravures de l'époque.

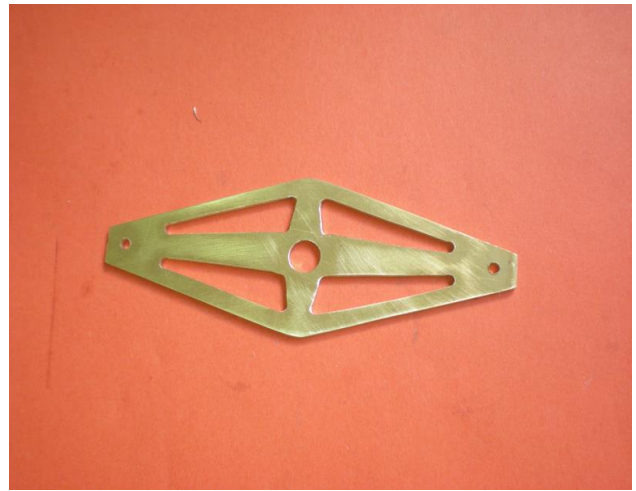




Croquis des axes permettant la soudure à l'étain.



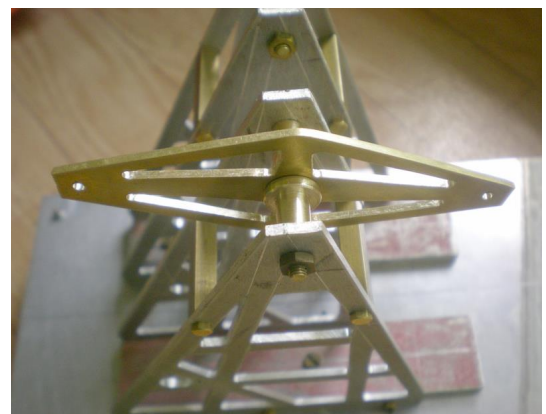
Longue opération de traçage et de perçage au diamètre 2 pour les liaisons des traits de scie et au diamètre 6 pour l'arbre.



En sciant sur les traits, il y a peu à reprendre.



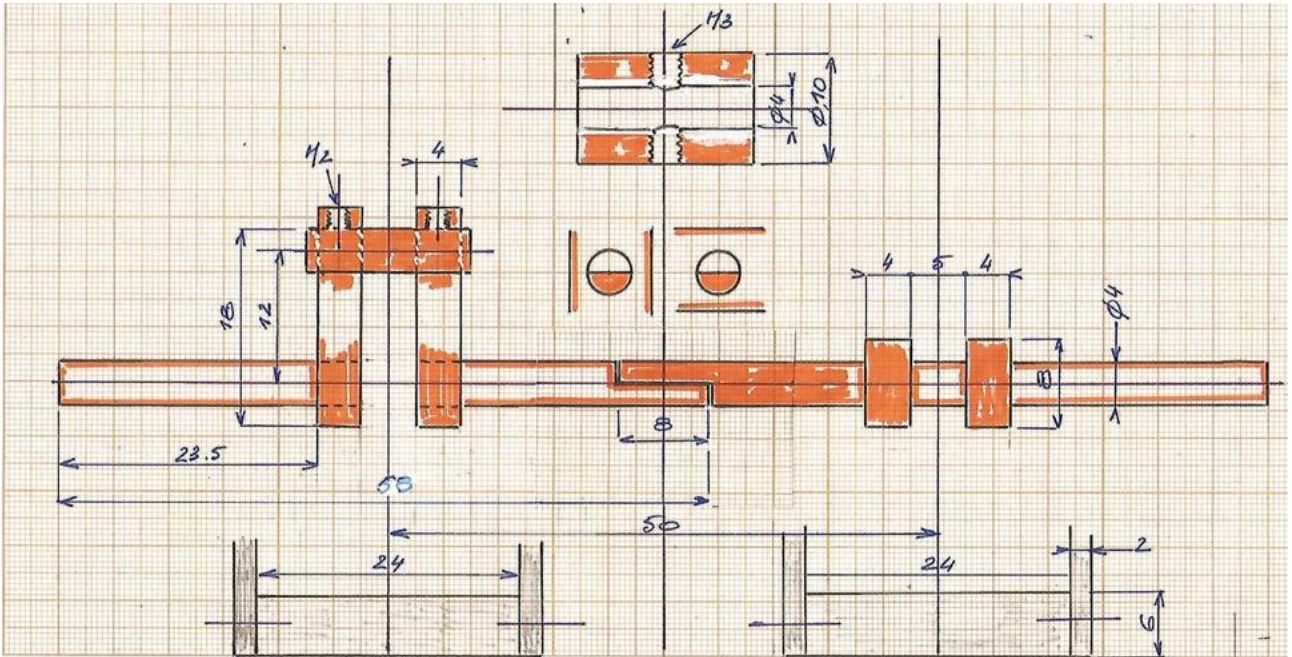
Tout est prêt pour le montage.
La tige filetée sera remplacée ultérieurement par un axe en laiton de diamètre 2.



Premiers balancements ...

Construction de la mécanique :

Le vilebrequin :



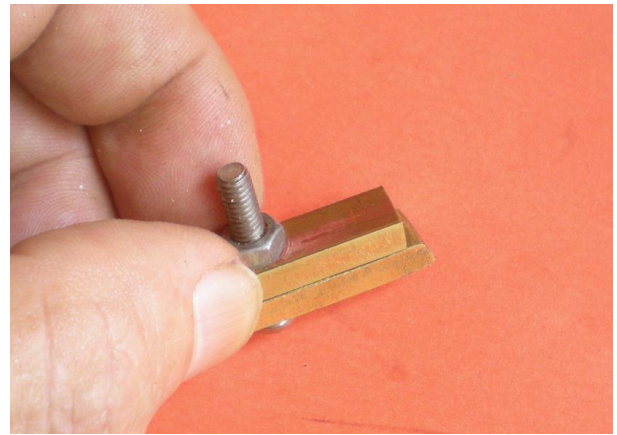
L'axe fera 4 mm de diamètre, l'assemblage se fera sur du laiton de 4 x 8 tiré d'une plaque de 4 d'épaisseur ou mieux de profilé de cette dimension.

L'arbre sera scié en deux, non seulement pour le montage mais pour un assemblage à 90° bien facile dans ce cas de figure. Dans un premier temps, cet assemblage se fera par une bague. Par la suite, elle sera remplacée par un volant.

Normalement on n'a aucun problème de positionnement pour la soudure à l'étain mais des vis, qu'on sciera ensuite, ont été ajoutées pour le blocage.



Traçage large en longueur et perçage d'un trou de diamètre 4.



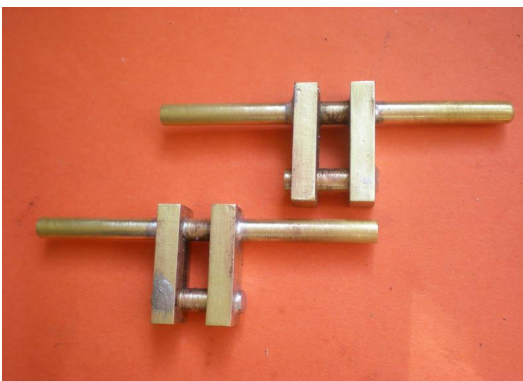
Sciage et blocage de deux côtés avant le perçage de l'autre trou de diamètre 4.



Petite vérification avant le montage et la soudure.



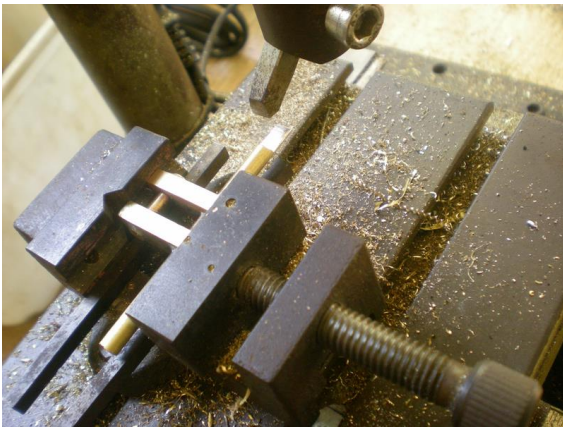
Perçage et taraudage à M2. Cale pour le réglage de la cote de 5.



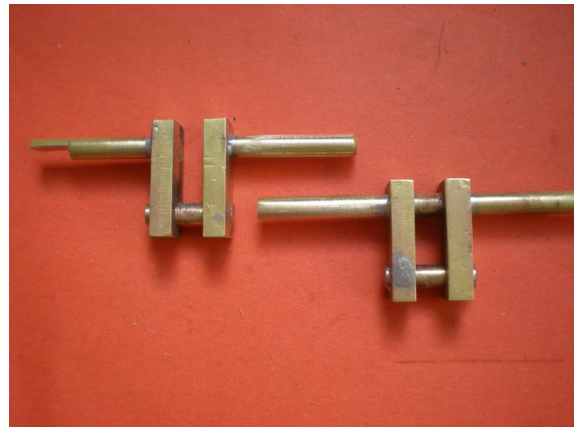
Soudure.



Le premier côté du vilebrequin est placé verticalement pour la réalisation du plat de liaison.

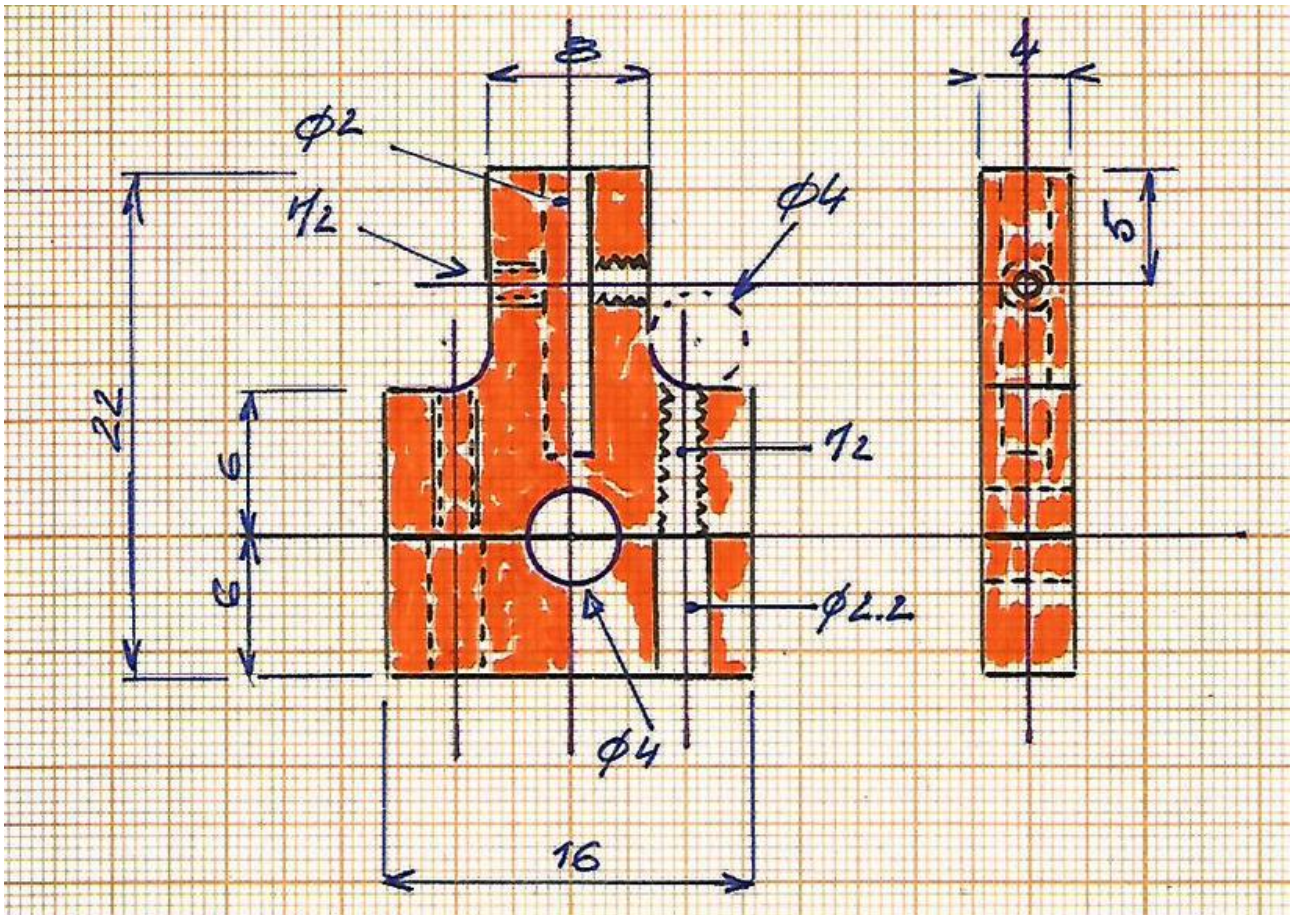


Le secon est placé à plat pour la même opération.

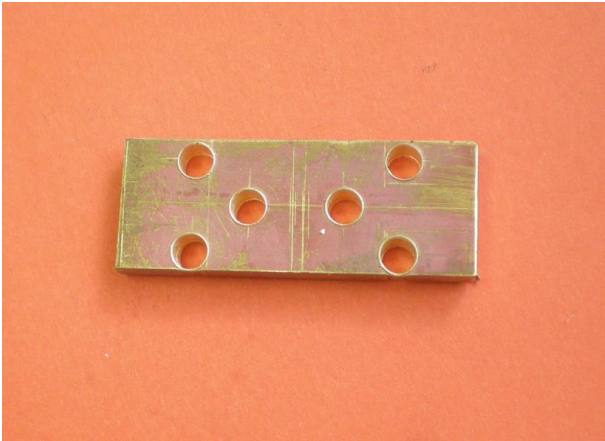


Il ne reste plus qu'à scier ...sans supprimer le maneton !

Chapes :



Elles sont tirées d'une plaque de laiton de 4 d'épaisseur.



Traçage et perçage à diamètre 4.



Les extrémités peuvent être sciées puis limées ou mieux réalisées à la fraiseuse;



Pièce obtenue ..



... qu'il faut partager en deux ...

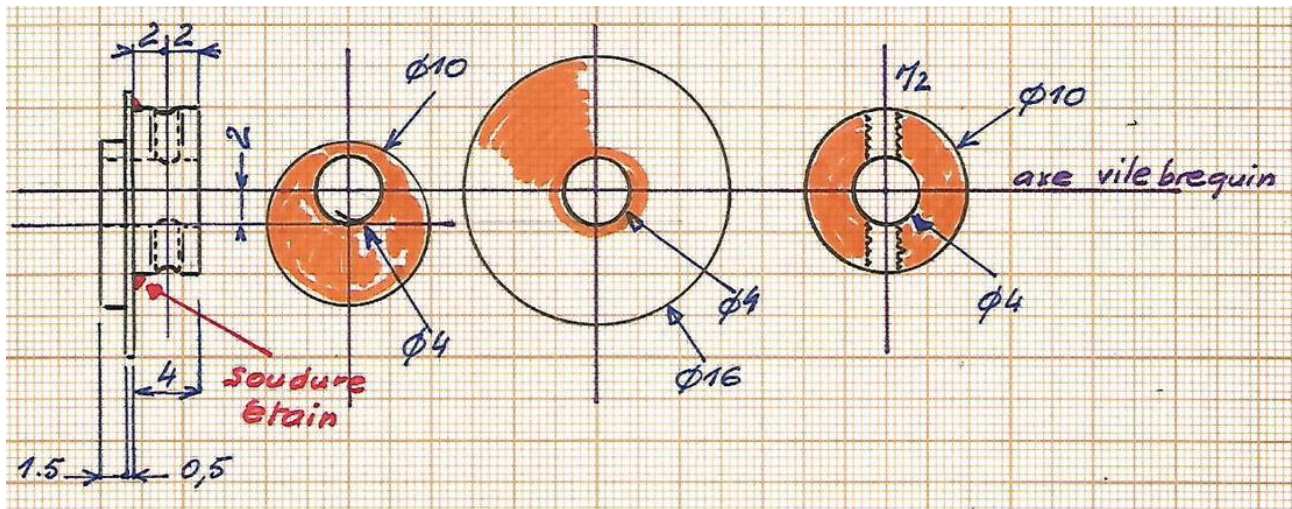


.. avant le sciage final.



Perçage, taraudage et nos deux chapes sont terminées.

Excentrique :



Il est obtenu sans mandrin 4 mors par soudure à l'étain de trois éléments :
excentricité de 2 mm.



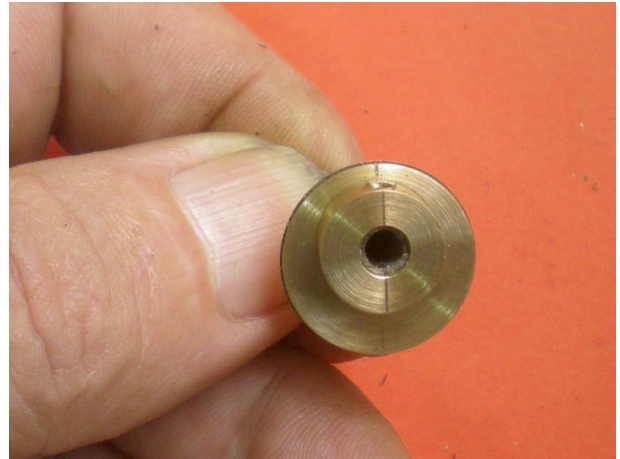
L'excentrique d'épaisseur 1.5 est obtenu dans un rond de 16. Perçage à 2 du centre qu'on aura préalablement pointé au tour et sur la diagonale (voir la photo suivante)..



Les deux pièces à souder : le rond de blocage et le disque avec l'excentrique : on aperçoit les diagonales tracées au tour..



Préparation à la soudure à l'étain (rond d'aluminium pour le positionnement) du côté opposé à l'excentrique : on voit bien l'alignement des pièces obtenu par la diagonale.

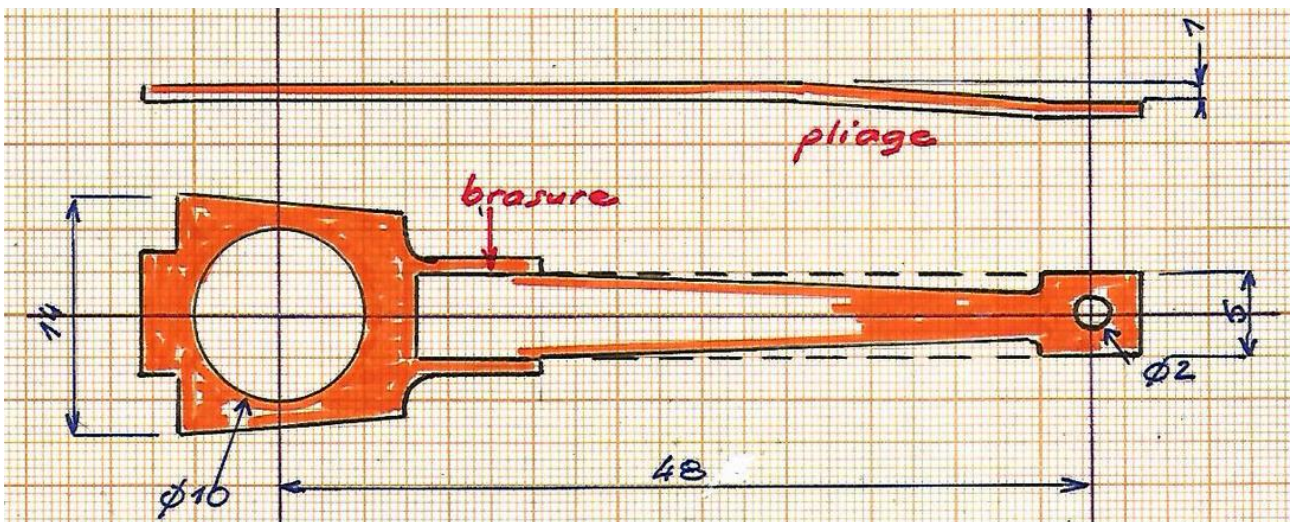


Soudure terminée : on aperçoit encore le tube d'aluminium.



Il est probable que la soudure n'est pas très jolie jolie : on peut reprendre au tour avec ce montage.

Bielle d'excentrique :



Pour changer un peu elle est en deux parties : de la tôle de laiton de 1 mm d'épaisseur et du plat de laiton de 1 x 6.

Les deux pièces seront brasées à l'argent pour obtenir un meilleur aspect lors du polissage.



Traçage de la seconde bielle.

Ajustage du plat avant brasure. Le limage et le sciage de ce plat se fera ensuite.

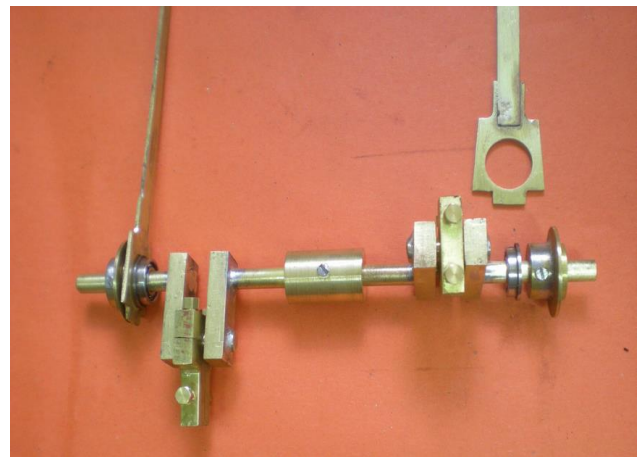


Petite torsion qui se fera après essai pour que la bielle se mette bien en position verticale.

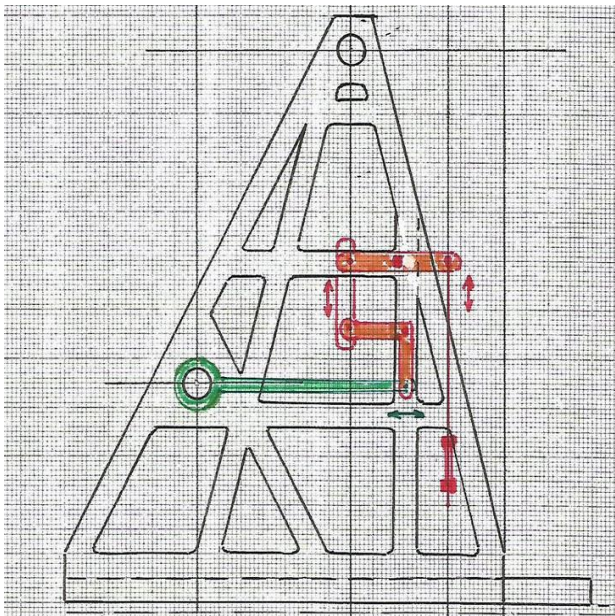
Montage et fonctionnement :



Ce sont ces roulements qui seront installés sur le bâti.



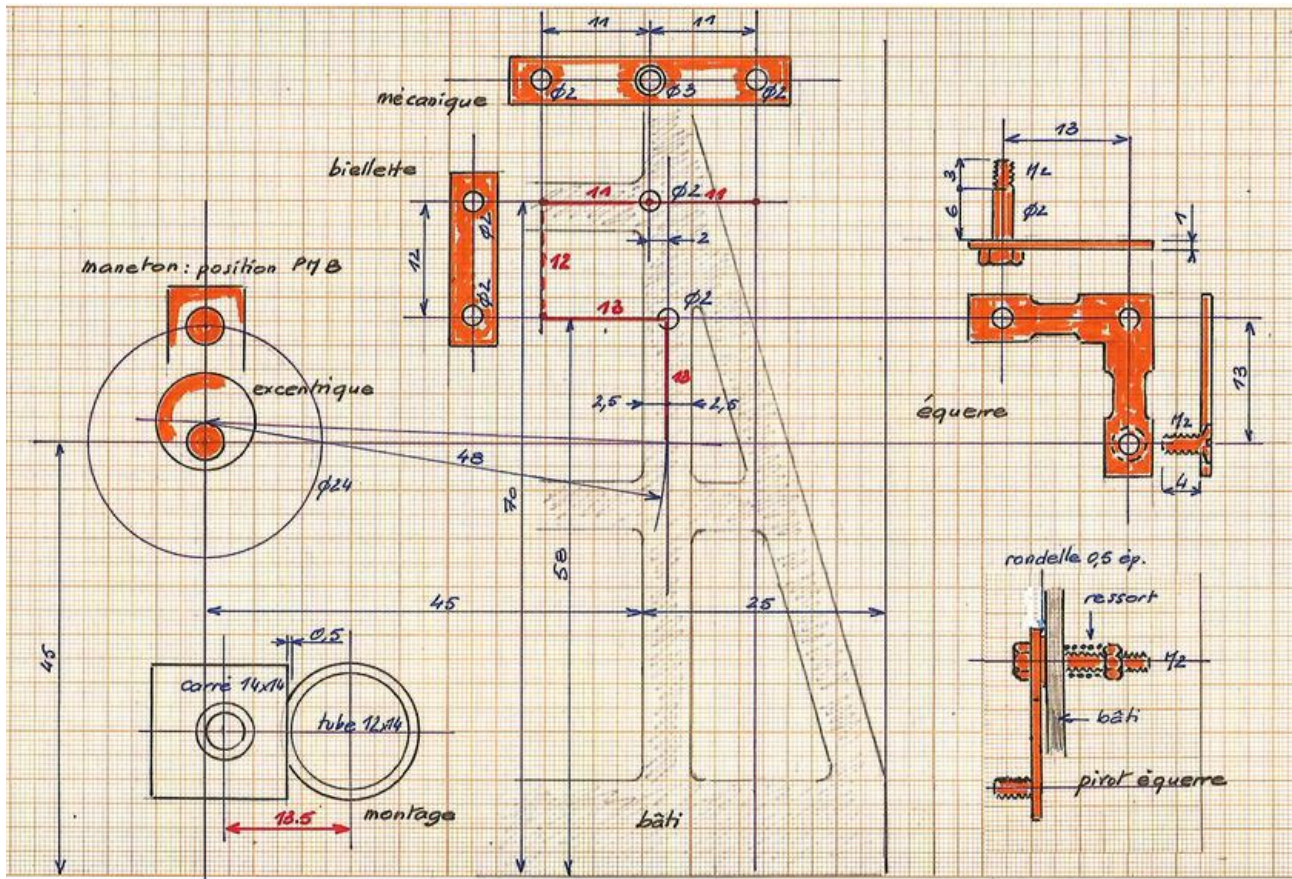
Ensemble complet : les deux parties du vilebrequin sont réunies par la bague ; les roulements seront glissés après avoir disposé le vilebrequin et il restera à caler les excentriques.



Premier croquis établi pour le déplacement des tiroirs.



Emplacement des derniers trous



Une idée du montage de la bielle d'excentrique qui renverra le mouvement par l'intermédiaire d'une équerre. Pour cela il va falloir percer deux autres trous de diamètre 2 sur les bâtis.

Le fonctionnement doux est obtenue par le montage de l'équerre sur le bâti avec un petit ressort.

L'équerre va entraîner une bielle qui va déplacer un bras venant soulever ou abaisser le tiroir.

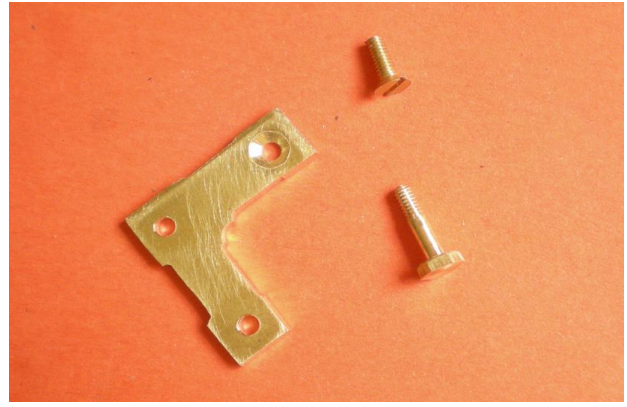
Ce croquis a été repris à la suite des essais.

Équerre :

Elle est réalisée en tôle de 1 d'épaisseur.

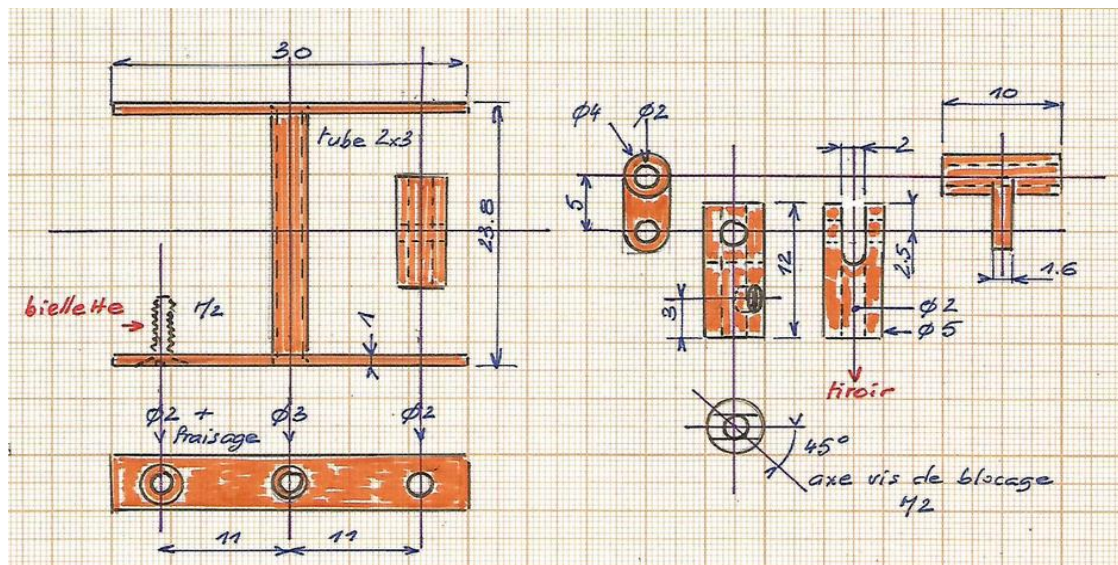


Opération de traçage et de perçage.



Après découpe. Vue sur les deux vis à souder à l'étain (une à tête fraisée et l'autre usinée : partie lisse pour la bielle).

Mécanisme des tiroirs et pivot :



Pour obtenir une bonne rigidité, c'est un "cadre" qui va se déplacer sous l'impulsion de la bielle.

Pour actionner le tiroir, il faut se fabriquer un pivot un peu particulier.

Lors des essais, je me suis rendu compte d'un jeu important qui empêchait le tiroir de monter ou de descendre sur environ 0.3 mm, soit plus de 0,5 au total ce qui est énorme. Ce jeu était dû au tube central : petite vérification avec un foret et le trou central est de 2.2 et non 2 !

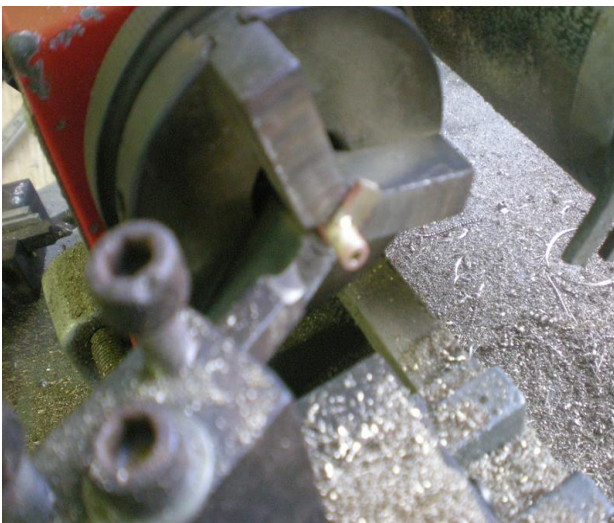
Démontage à la lampe à souder et remplacement par un tube de cuivre de 2 x 3 qui est un peu trop petit pour un rond de laiton de 2. Il a donc fallu le repercer à 2. Depuis, il n'y a pratiquement plus de jeu.



Les éléments :

- . rond de diamètre 4 que l'on passe à la fraise de 2 sur une profondeur de 2**
- . plat de laiton de 2 x 4**

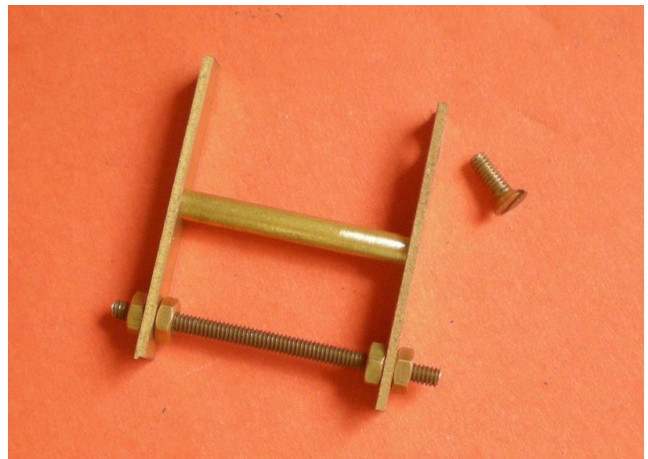
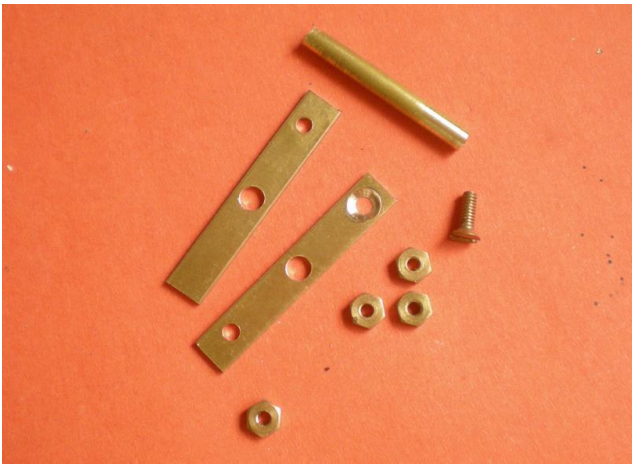
Brasure à l'argent.



Placer dans le mandrin, percer puis reprendre la face pour qu'elle soit bien d'équerre .



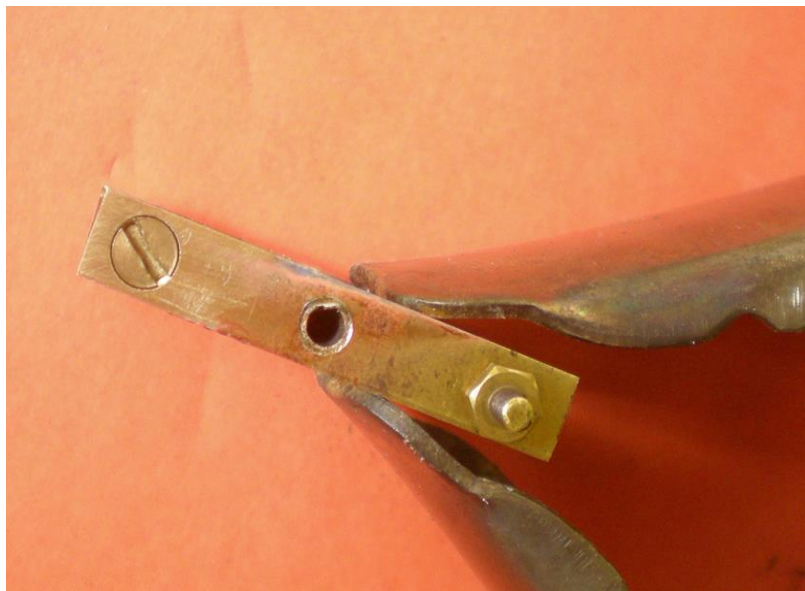
Après sciage, on peut reprendre l'autre face en amenant l'épaisseur du plat à 1.7 ou 1.6.



Les éléments d'un "cadre" :

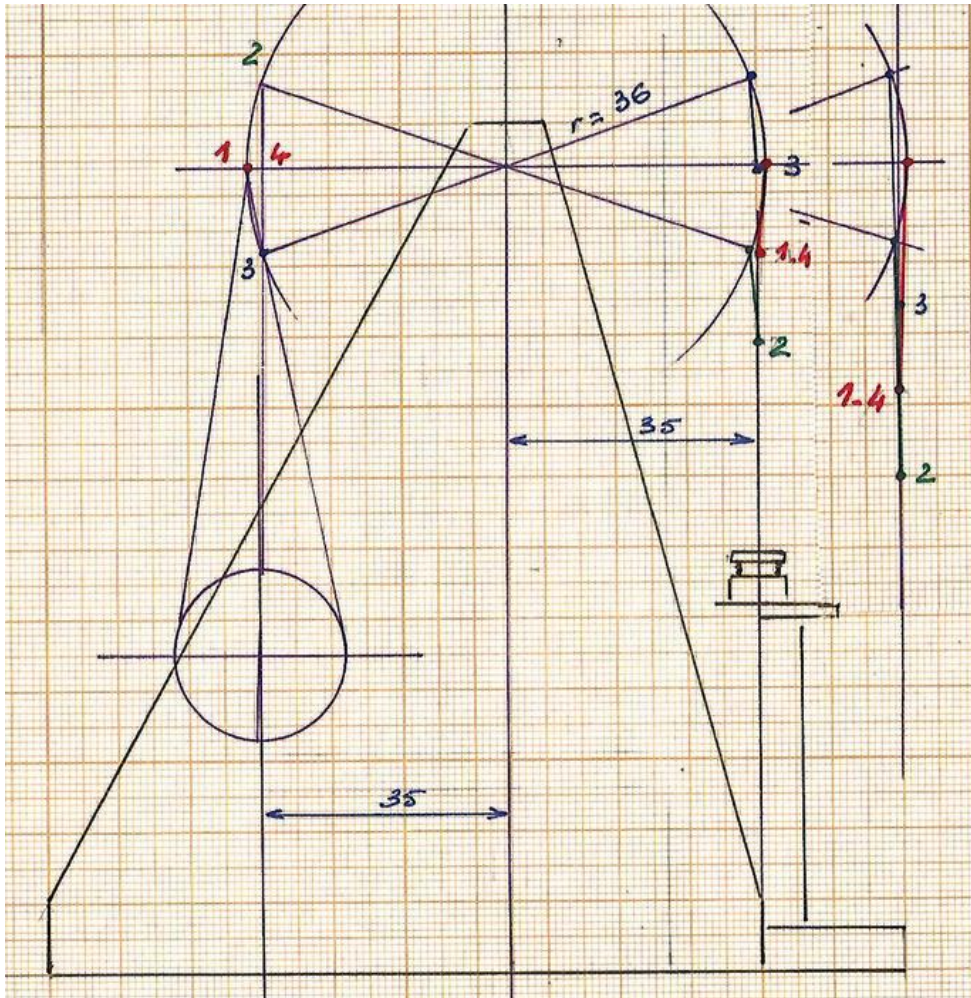
- . tube de laiton de 2 x 3**
- . deux plats de 1 x 5 percés avec un trou fraisé pour recevoir la vis qui sera l'axe de déplacement grâce à la biellette**
- . des écrous pour maintenir une tige filetée serrée à la même largeur que le tube.**

Montage avant soudure à l'étain du tube.



La vis à tête fraisée tournée vers l'intérieur est ensuite soudée en maintenant le reste avec une forte pince.

Déplacement des bielles :



Pour celle du vilebrequin, il n'y a aucun problème, le déplacement se faisant naturellement.

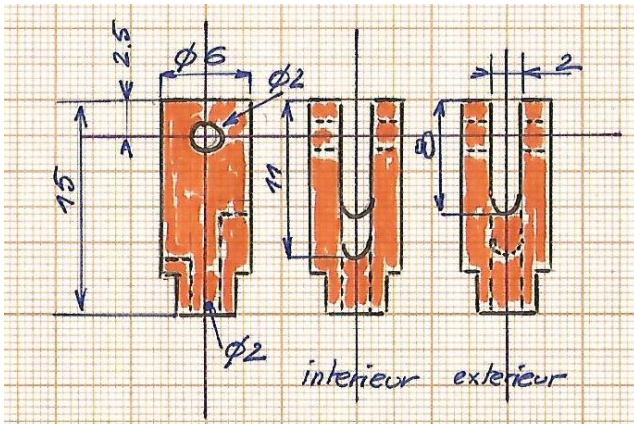
Par contre, pour celui des pistons, on se retrouve devant celui de l'aplomb impossible à obtenir avec ce système d'articulation directe sur le balancier : cela fonctionne mais il y aura forcément frottement et usure.

Dans un premier temps, essayez comme sur le premier modèle du moteur à balancier : on voit que l'angle formé est assez important et que les efforts vont être importants sur cette longue tige de piston.

Pour la suite, référence au plan en déplaçant le point d'articulation vers le bas et l'angle se trouvera très réduit.

Cela explique aussi le fait que les trous du balancier sont à 36 de l'axe alors que celui du piston se trouve à 35 : le déplacement se fait donc de part et d'autre et non pas toujours du même côté.

Articulation :



Si on ne veut pas toucher au balancier, il va falloir augmenter la profondeur de la fente d'un côté.

Après avoir réalisé la fente principale (8 de large), on reprend sur le dessus et on allonge la fente à 11 de largeur en descendant jusqu'au trou central.

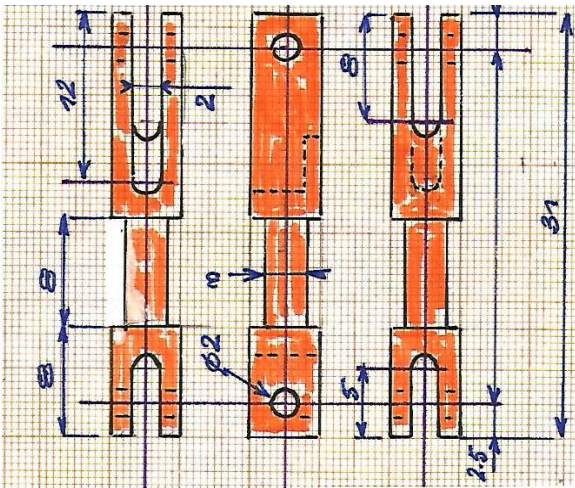


***Quelques usinages pour le réglage des bielles en longueur.
Les axes en tige filetées sont provisoires ...***



Montage de cette mécanique avec la biellette qui assure le mouvement entre l'équerre et le "cadre".

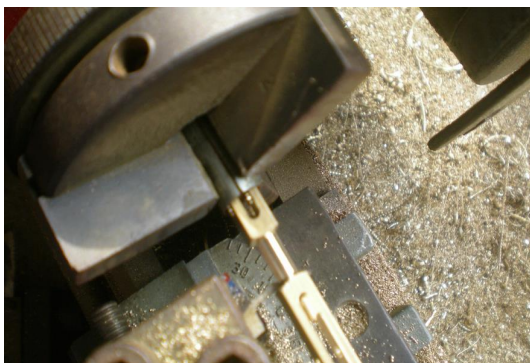
Amélioration:



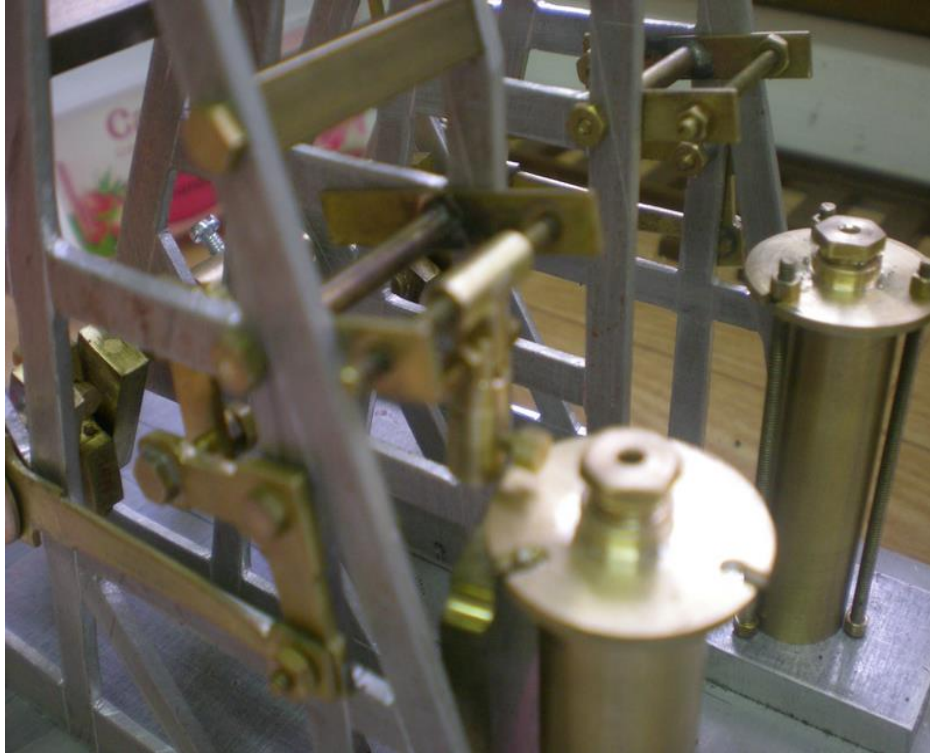
avec la fabrication de deux chapes à fourchette qui améliorent le déplacement du piston. Cette fois elles seront en carré de 5 x 5, mais on peut utiliser du rond.

les deux éléments terminés

Ci-dessous quelques étapes de la fabrication. La barre n'est coupée qu'après tous les usinages à la fraise, les perçages et la création d'une partie ronde qui a été faite avec l'outil à tronçonner.



Essai de la mécanique :

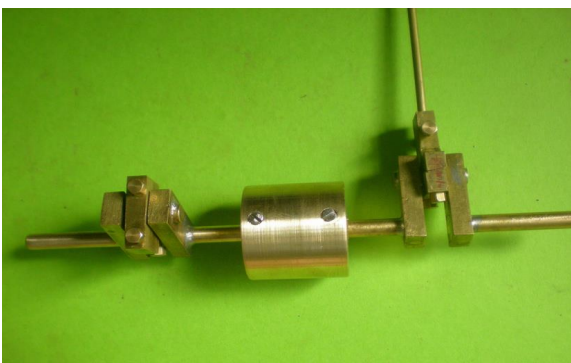


Tout est installé, même les cylindres.

Il n'y a pas encore de tiroirs, ni de pistons mais on va voir comment ça tourne et si le déplacement futur des tiroirs sera assuré ...

<https://youtu.be/ifGm8sKiqFE>

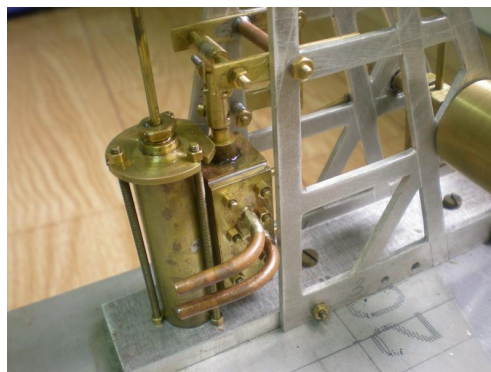
Volant :



Pour les essais suivants, installation d'un volant (rond de diamètre 22 percé à diamètre 4 avec deux taraudages M3 pour les vis de fixation à 4 de chaque extrémité.

On peut améliorer le montage en faisant un chanfrein à l'extrémité des arbres.

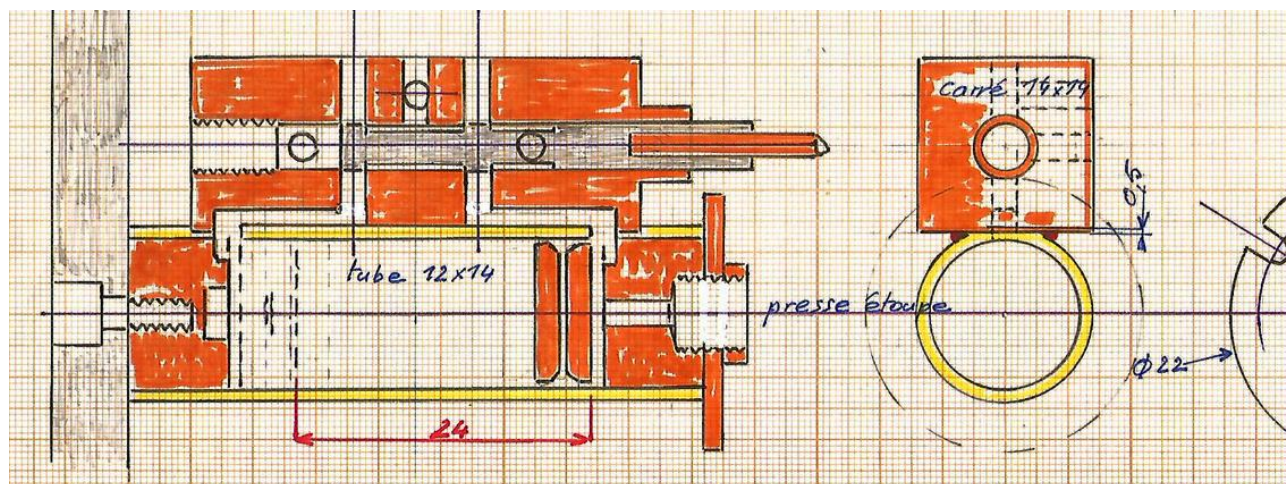
Le moteur:



Les plans et la description de sa construction vont compléter cet [album](#)

Seconde version pour ce bi-cylindre à tiroirs cylindriques qui équipera la machinerie ...

Pour les plans et la description de sa construction voir le « Moteur pour machinerie à balancier : version 2 » .



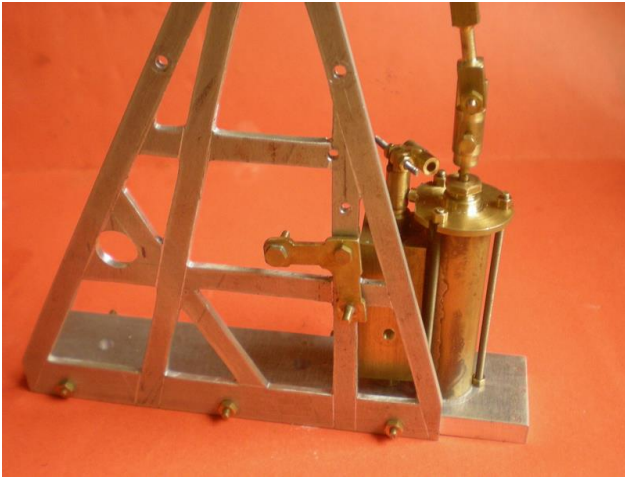
Même type de fixation sur le socle.

La cylindrée est très importante (environ 10 cm^3), mais cette fois la course est longue (deux fois le diamètre du piston).

J'espère ainsi obtenir, pour une consommation réduite, une rotation très lente ... Un peu comme le moteur à cylindres oscillants de l'Apomataï ex-Gulnare.

Construction du moteur de ce bateau dans cet [album](#)

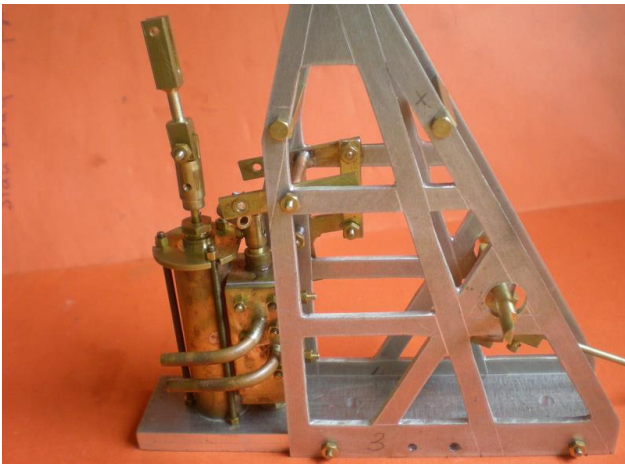
Montage d'un bâti :



Monter l'équerre sur la cadre extérieur ; monter le moteur garnir de son piston et de son tiroir sur le socle et assembler les deux.



Monter les tirants sur le cadre extérieur; glisser la mécanique du tiroir sur son axe; monter la bielle de transfert de l'équerre à la mécanique.



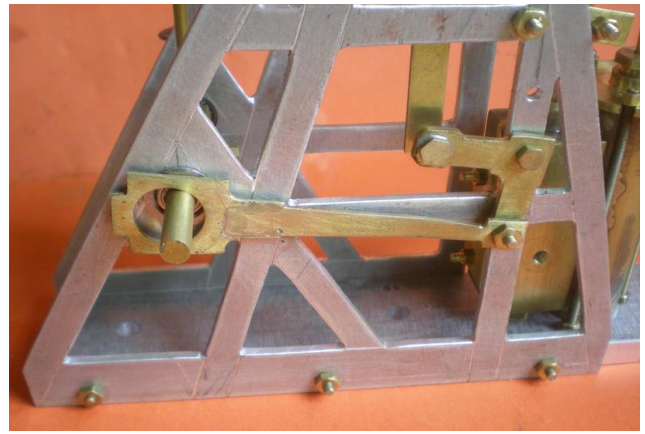
Introduire la moitié du vilebrequin muni de sa bielle; présenter le cadre intérieur et le visser sur le socle, sur les tirants; écrou sur l'axe de la mécanique.



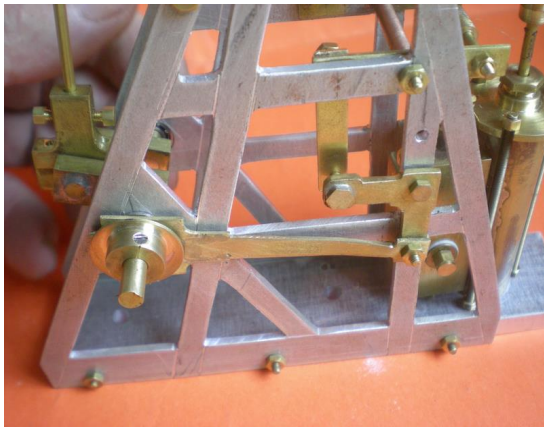
Glisser l'axe du pivot et placer les écrous.



*Solidariser les bielles avec le balancier.
//Au départ, un engrenage pour
positionner le vilebrequin. Par la suite
c'est le volant qui sera mis en place
même dans ce montage.*



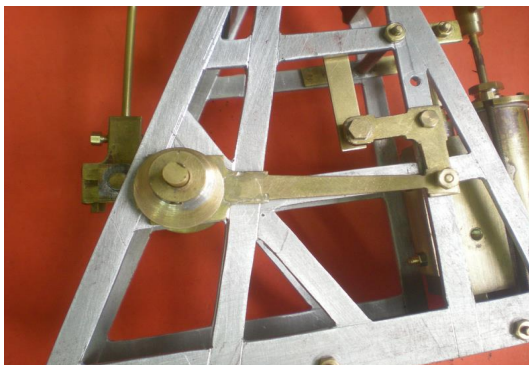
*Présenter la bielle d'excentrique
et la fixer à l'équerre.*



Monter l'excentrique.



*Vérifier si ça tourne sans point dur
mécanique. La machine ne tourne
pas comme une horloge à cause du
piston à coupelles de téflon.*



*Ouvrir le corps du tiroir et procéder
aux réglages ...
et ça finira par tourner : d'abord
à l'air comprimé puis à la vapeur .*

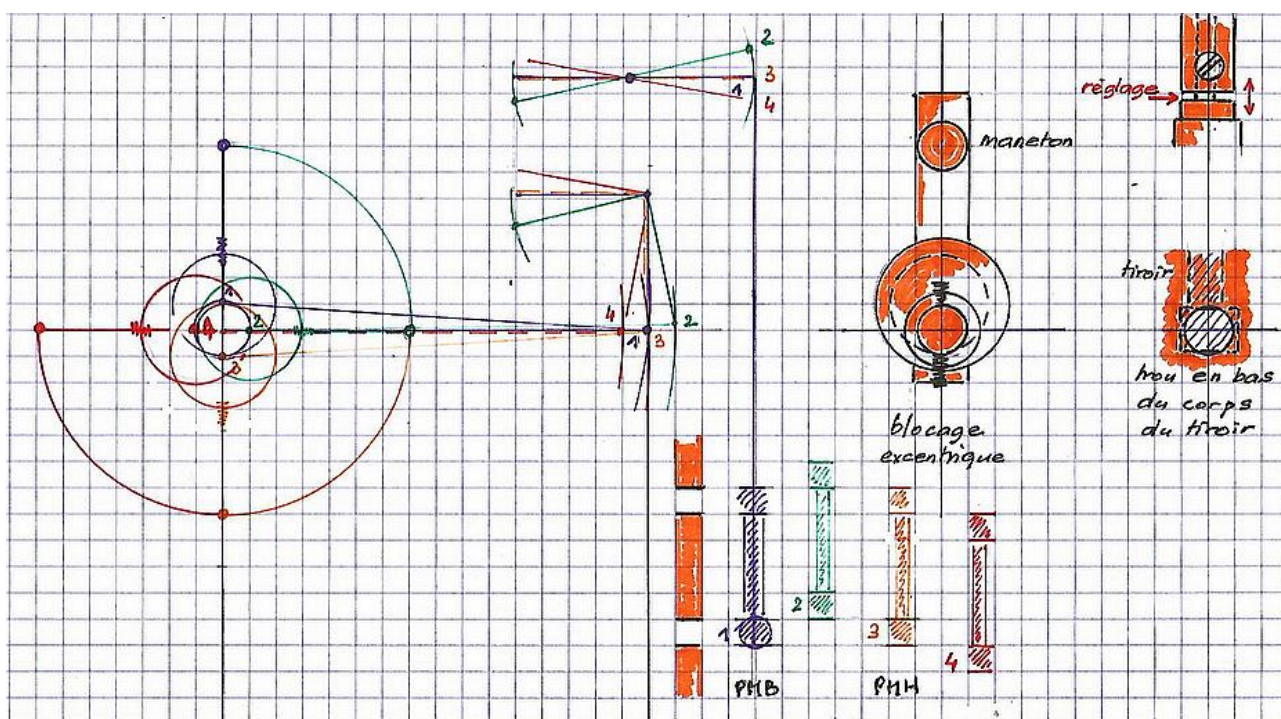
https://youtu.be/8J_jj6ff3Es

Des essais plus poussés et plus prometteurs :

On pouvait se contenter du résultat obtenu en se disant que, à part la rotation de l'excentrique de 180°, il n'était pas possible d'obtenir l'inversion de marche ... Cependant l'exemple du OLI continuait à me trotter dans la tête

Quelques-jours après , je me suis décidé à décaler mon excentrique de 90°, en le mettant cette fois dans le prolongement du maneton,

Réglage :



En partant de ce croquis, il est tout simple :

- . bloquer l'excentrique dans le prolongement des joues du maneton*
- . retirer la vis du corps du tiroir*
- . placer la joue du maneton à la verticale (piston au PMB) et régler le tiroir pour que la tête du bas soit "inscrite" dans le trou*

Ce réglage se fait en déplaçant la queue du tiroir dans le pivot de la mécanique.

L'inversion ne peut se faire que si la distribution est parfaitement symétrique (ainsi, il n'est pas possible de déplacer de quelques degrés le tiroir).

Le moteur démarre seul, mais ce résultat n'est pas obtenu à très faible pression. Quand il y aura deux cylindres le démarrage se fera naturellement. Enfin, je l'espère !

On pourra obtenir le démarrage dans un sens préférentiel en déplaçant l'excentrique de 180°



Cette expérience amène à abandonner la construction d'une simple vanne mais à envisager celle d'un inverseur : on pourra outre l'inversion obtenir le réglage de la vitesse de rotation.

Cet inverseur vient de voir le jour, et on en trouvera les plans, les étapes de la construction et un essai dans cet [album](#)

Les essais avec le moteur complet :

La petit bout de 14 x 14 est enfin arrivé et la construction du second cylindre a été rapide.

Les réglages ont été identiques à ceux du premier cylindre, l'inverseur a été installé et ... ça tourne.

Essai à l'air comprimé :

Ce n'est pas très net, mais la marche arrière ne répond pas aussi franchement et l'accélération est moins bonne.

Le problème est réglé pour l'essai final ...

<https://youtu.be/x0cvEKBKZ4s>

Essai à la vapeur :

... en reprenant le joint et en vérifiant que les trous sont correctement percés au bon endroit : l'un d'entre eux bouchait la moitié du trou !

La manoeuvre sera facilitée avec l'installation d'un servo.

<https://youtu.be/GrhGT7985vc>

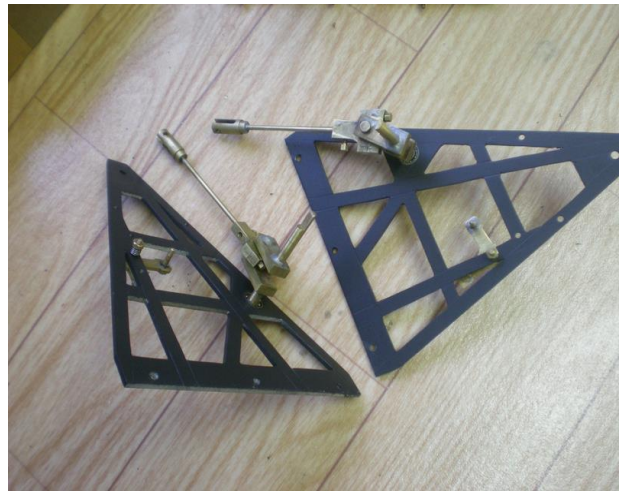
Montage de la machinerie :

L'opération n'est pas délicate et si on a pris le soin de ne pas modifier les réglages, la machinerie démarrera sans problème à la première sollicitation.

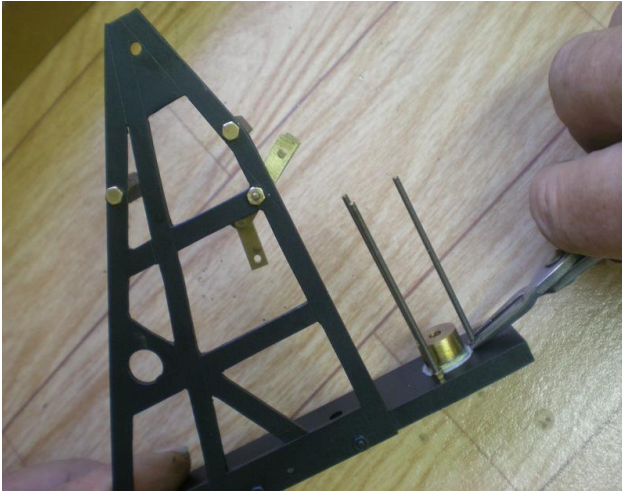


Après peinture (bombe de noir pour barbecue).

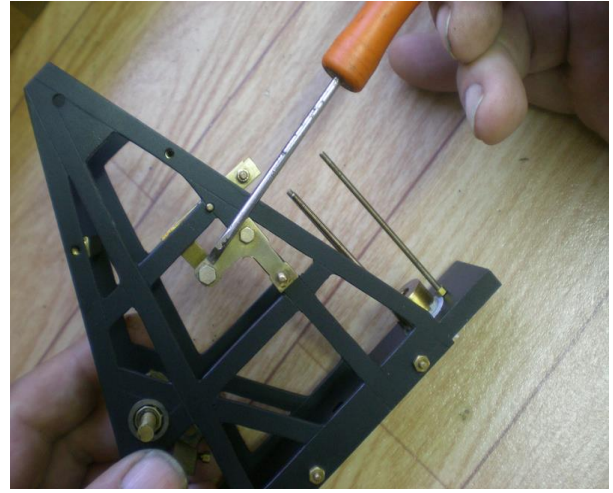
Mise en place des plots avec les joints sur les supports et montage de la mécanique : axe de pivotement) sur le bâti intérieur.



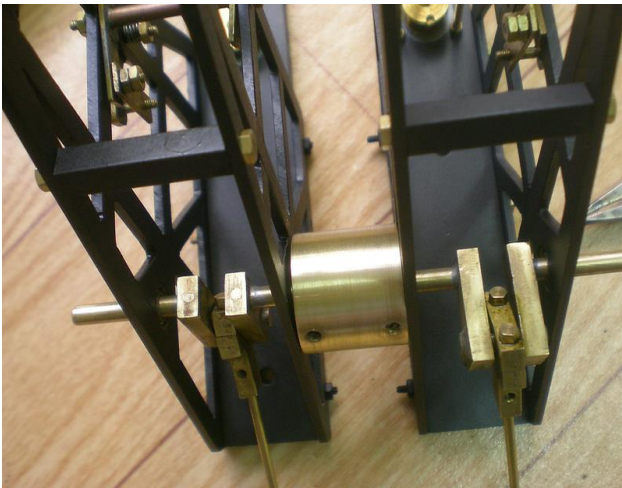
Mise en place des roulements et des équerres (ne pas oublier le ressort) sur les bâtis extérieurs.



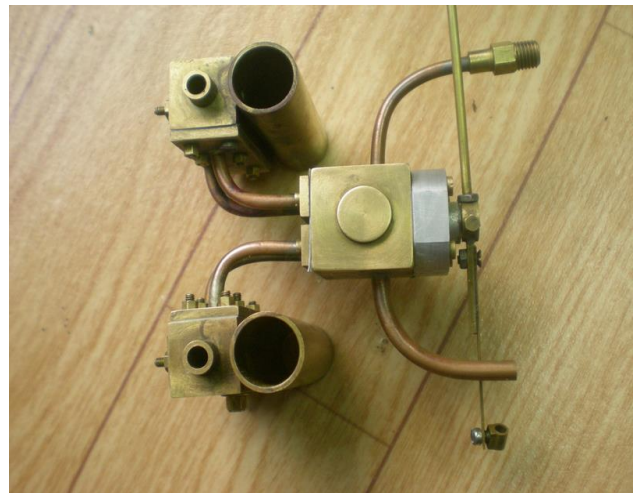
Enfiler les axes sur les roulement.



Placer les tiges filetées des cylindres et placer les traverses.

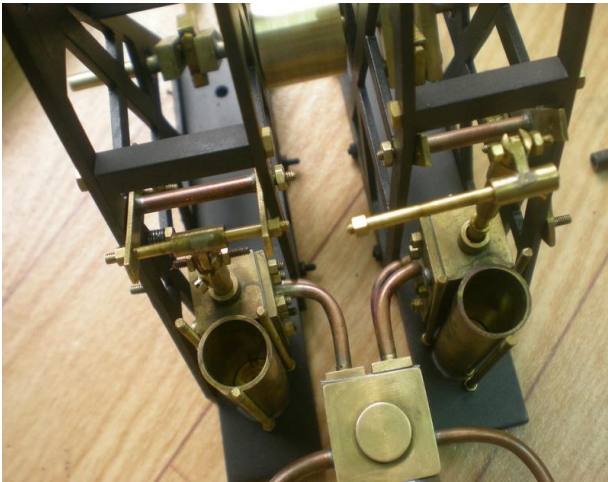


Enfiler le bâti extérieur sur la base introduire la vis de renvoi d'équerre dans la mécanique. Visser : écrous et vis pour les traverses.



Le moteur est entièrement monté : ne manquent que les tiroirs et les pistons.

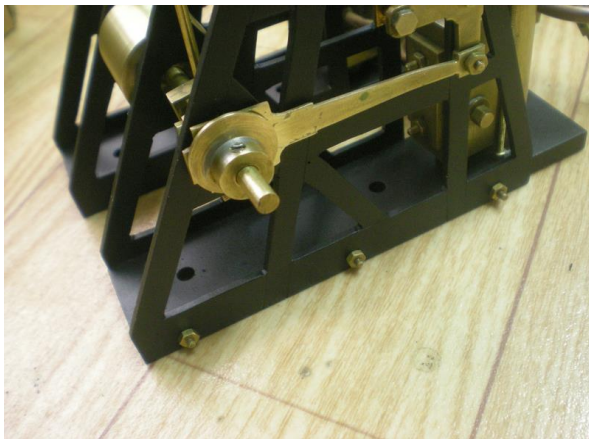
Enfiler les cylindres entre les tiges filetées sur les plots.



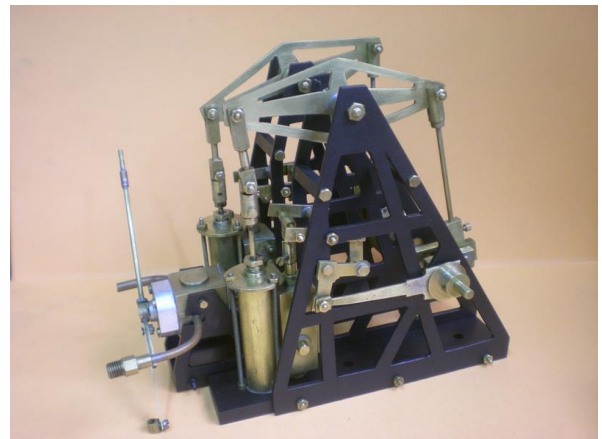
Glisser les tiroirs et les tiges d'entraînement.



**Glisser les pistons.
Enfoncer les couvercles et visser.**



**Monter les bielles d'excentriques
et bloquer les excentriques en place.**



**Il n'y a plus qu'à procéder aux
essais ...**

Pas de véritable problème rencontré.

A un moment il m'a fallu démonter les fourchettes et au remontage, j'ai oublié qu'elles avaient un sens, d'où blocage.

Lors du montage sur la platine du bateau, il faudra veiller au bon écartement des bâtis à l'arrière : il faut laisser un peu de jeu lors du blocage des excentriques, mais pas trop sinon la biellette va venir se coincer contre le bâti.

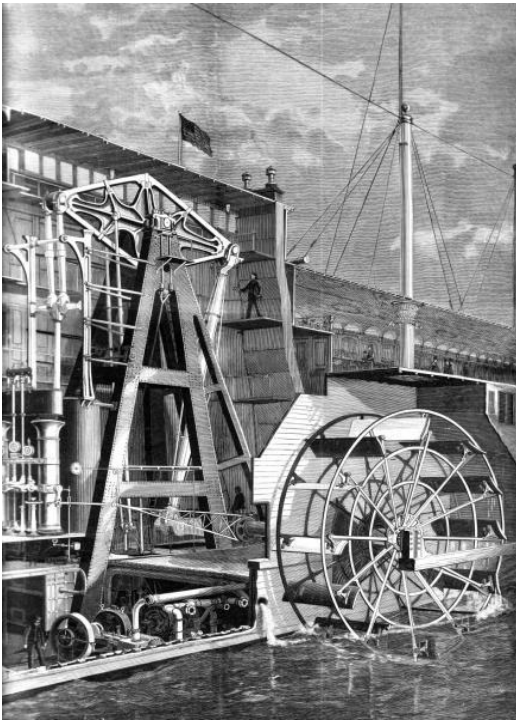
quel usage ?

Probablement bien jolie sur une étagère quand elle sera peinte, mais pourquoi pas et tout naturellement sur un bateau qui pourrait ressembler à celui-ci (modèle taravana" garanti !) :

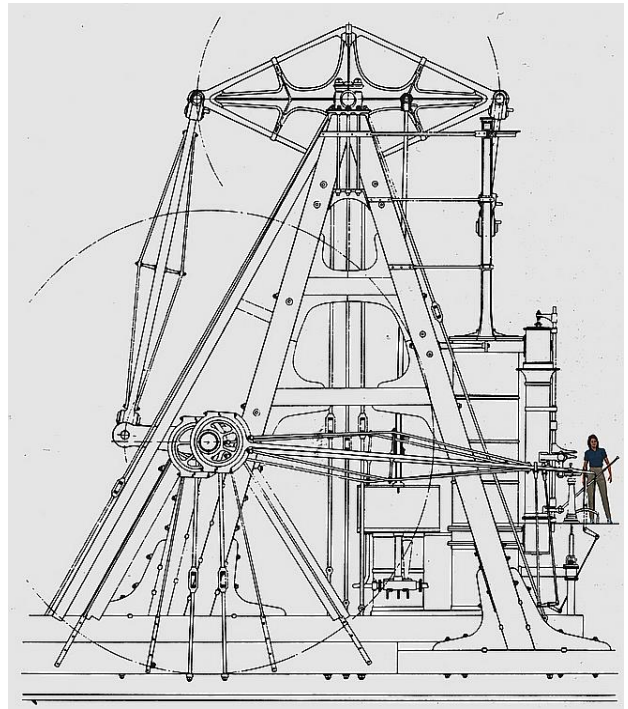
**Pour la suite, voir cet [album](https://youtu.be/3aRQ_TFALVw)
https://youtu.be/3aRQ_TFALVw**

Documentation :

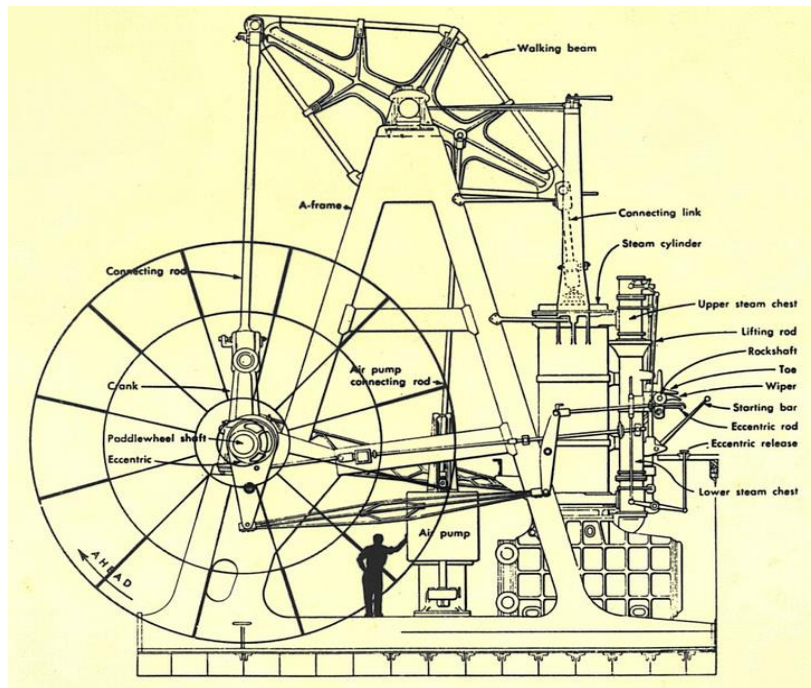
Voici celle réunie par Georges ALAUX qui devrait permettre à chacun de s'exprimer autrement.



**Adirondack Condensing
Beam Engine**



walking beam figure



walking beam engine

ARMENGAUD : un lien pour télécharger l'atlas de son 2^{ème} tome de son traité théorique et pratique des moteurs à vapeur de 1861 qui traite des machines à balanciers.

<http://1drv.ms/1yq0LF7>

TRAITÉ
THÉORIQUE ET PRATIQUE
DES
MOTEURS A VAPEUR
PAR ARMENGAUD AÎNÉ

Titre : Des machines à vapeur aux États-Unis d'Amérique, particulièrement considérées dans leur application à la navigation et aux chemins de fer. ATLAS / traduit de l'anglais de R. Hodge, du Dr. Renwick et de David Stevenson, par M. Edmond Duval,... ; précédé d'une introduction par M. Eugène Flachet ; et accompagné de plans de machines à vapeur et de renseignements fournis par M. Michel Chevalier,...

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1135452>

Impossible de placer un lien direct : il faut donc recopier l'adresse ci-dessus et la mettre dans un moteur de recherche pour avoir accès à la lecture ...

D'autres documents et explications grâce à Jean-Pierre ANGLES dont les propos concernent la machinerie du TICONDEROGA.

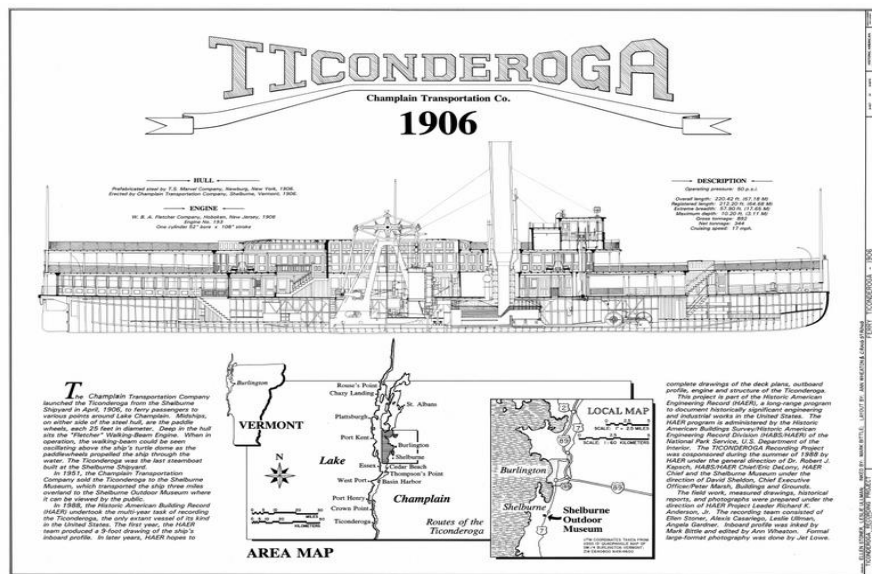
Propos recueillies avec son aimable autorisation par le biais du forum :

<http://modelismenavalradioc.nouvellestarg6.com/t11282-machinerie-pour-bateau-a-roues-a-aubes>

"En tant qu'ancien chef mécanicien marine marchande, je me suis passionné pour cette machine hors du commun. Malgré un aspect rustique, voire simpliste, cette motorisation est bourrée d'astuces.

Une bielle auxiliaire fait marcher la pompe à vide et les deux petites

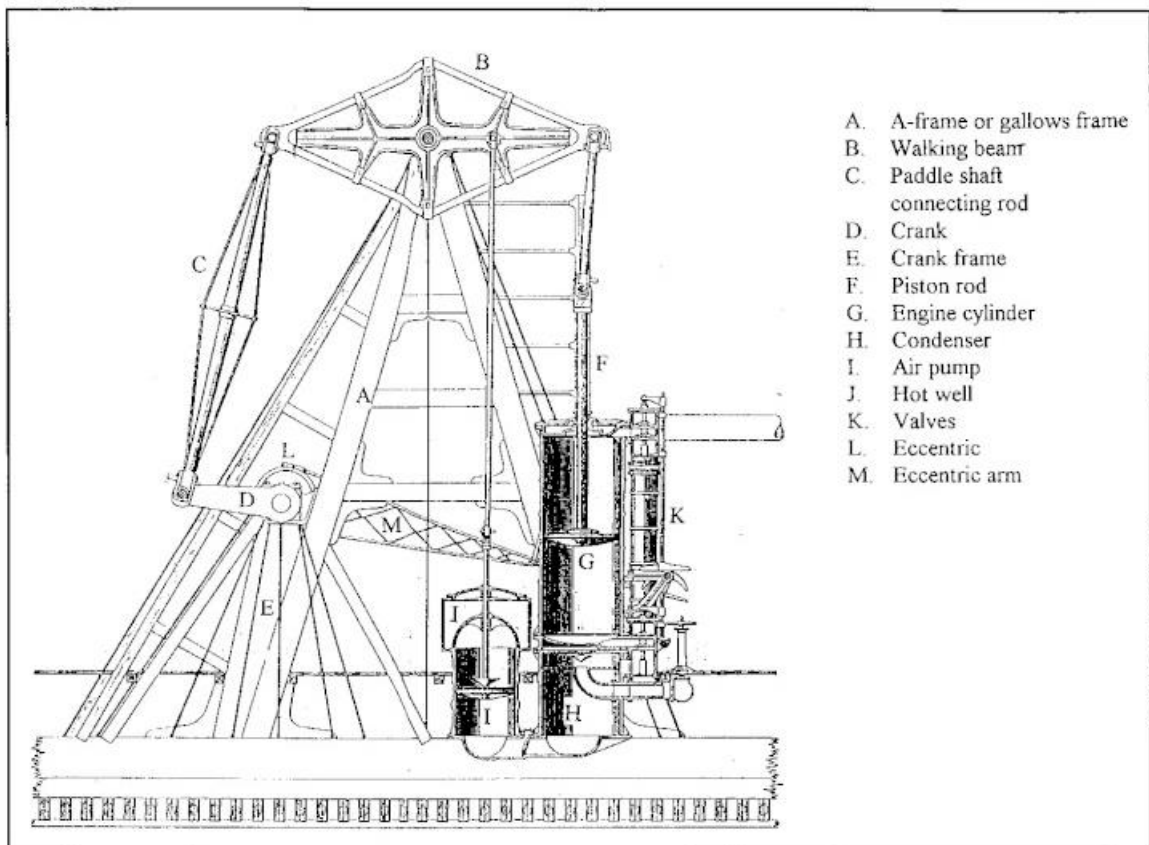
pompes alimentaires qui fournissent de l'eau à la chaudière. Le condenseur est le cylindre sur lequel est posé le cylindre moteur. C'est un condenseur par mélange, c'est à dire qu'il n'y a pas d'échangeur. Ceci n'est valable évidemment que pour un navire naviguant en eau douce. L'eau de refroidissement + l'eau de condensation sont reprises par la pompe à vide, donc pas de pompe de circulation, une partie de ce mélange est réinjecté à la chaudière par les pompes alimentaires. A remarquer aussi le montage des paliers des différentes articulations qui sont tous fixés à l'aide de cales coniques permettant un démontage et un remontage ultra rapide. On suppose que les interventions étaient fréquentes."



Une petite idée de la taille de la machine en voyant celle de ce balancier .

Voici une coupe de machine à balancier américaine.

Figure 29. Major components of a marine walking beam engine (International Correspondence Schools 1907)



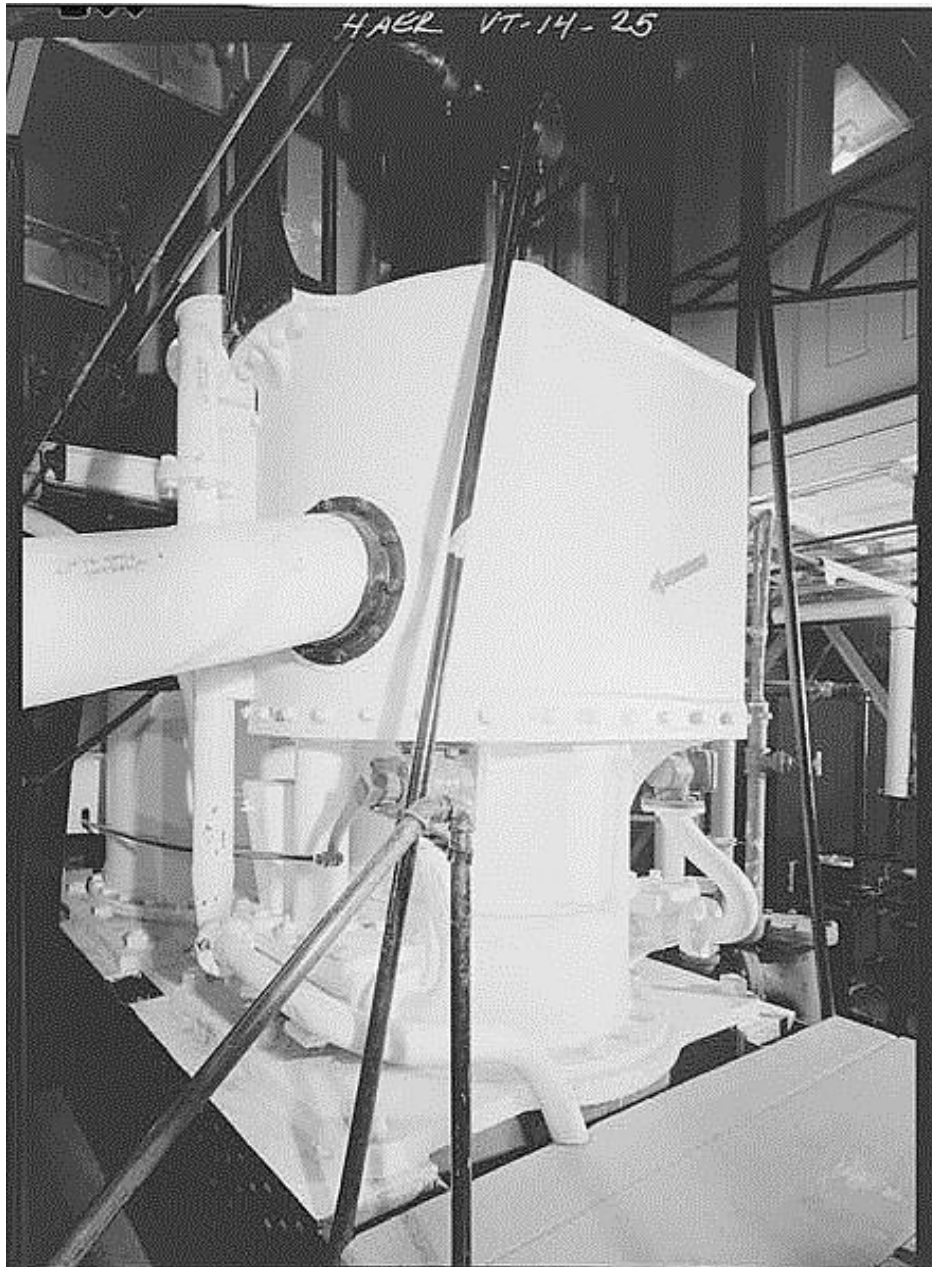
Elle est de type assez ancien car la structure en "A" ("A" frame) est visiblement constituée de madriers en bois, contrairement à la machine du Ticonderoga qui est en tôles rivetées et qui est une des dernières à avoir été construite par le chantier Fletcher à Hoboken près de New-York.

On remarque les soupapes à double clapets (dites aussi "à clapets équilibrés") qui demandent moins d'effort pour être manoeuvrées que des soupapes à simple clapet qui doivent vaincre la pression de la vapeur. Je ne pense pas que ces soupapes, qui sont d'ailleurs des aberrations sur le plan mécanique, soit réalisables tel quel sur un modèle réduit, mais on peut faire quelque chose d'approchant (j'ai mon idée là dessus).

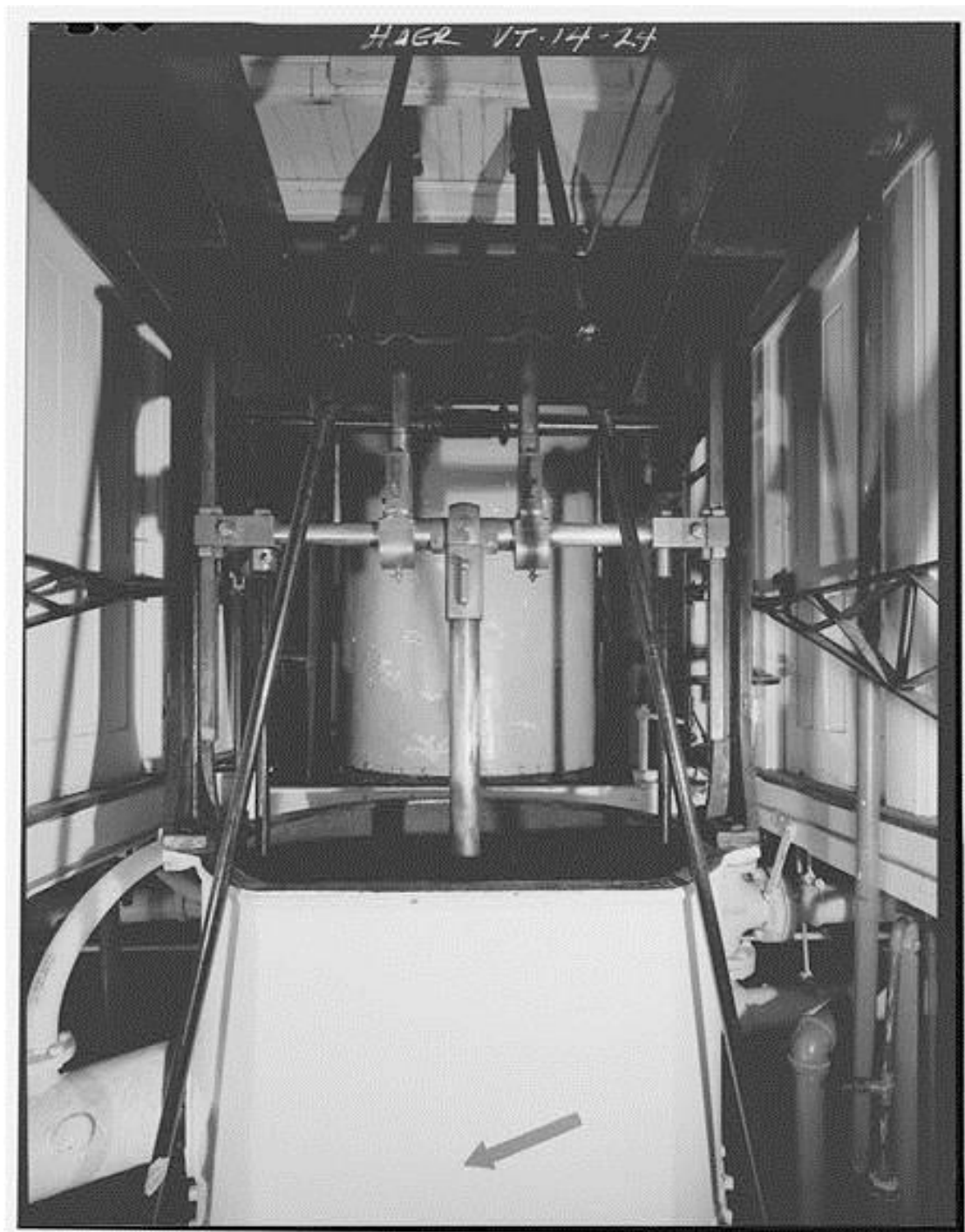
Ce qui est intéressant sur cette coupe c'est que l'on voit le condenseur par mélange situé sous le cylindre moteur avec l'arrivée d'eau de refroidissement. Cette eau arrive naturellement au condenseur puisque celui-ci est sous vide, le débit est contrôlé par la vanne située en amont. Elle se mélange à la vapeur d'échappement en la condensant et passe à travers un clapet anti-retour avant d'arriver dans la capacité située sous la pompe à vide. Le piston remonte le mélange air et eau vers le haut qui correspond à la bûche sur une installation vapeur ("hot well" in english), une grande

partie de cette eau est évacuée à l'extérieur par simple gravité l'autre partie est reprise par la pompe alimentaire pour être renvoyée à la chaudière.

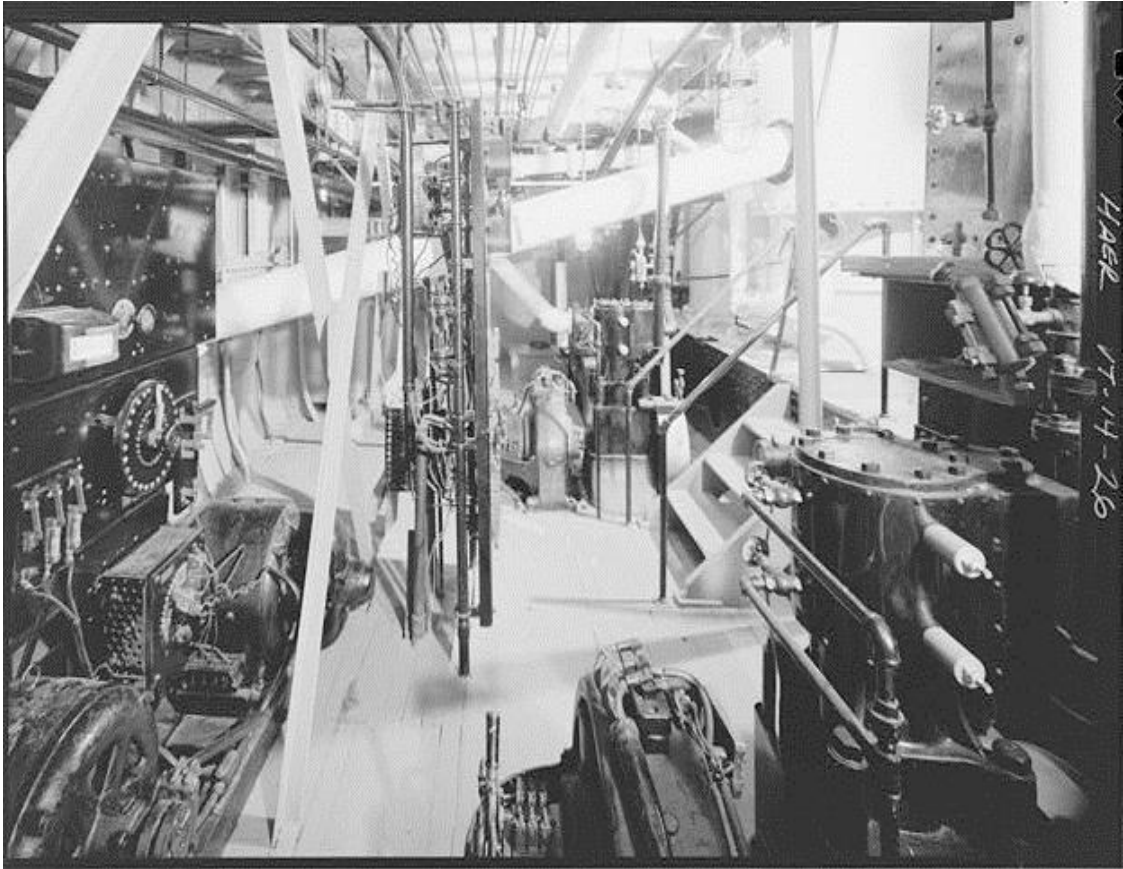
La pompe alimentaire ainsi que la pompe de cale sont situées de chaque bord de la pompe à vide (elles ne sont pas représentées sur le schéma), elles sont de forme tubulaire et manoeuvrées par le même axe que la pompe à vide. On les devine sur la photo couleur qui représente un modèle de vitrine de cette machine .



Sur cette photo on voit la pompe à vide surmontée de la bache le tout peint en blanc avec le gros tuyau d'évacuation à l'extérieur par gravité.



Sur celle-ci on voit clairement l'axe de manoeuvre de la pompe à vide, les deux grosses tiges dirigées vers le haut sont connectées au balancier, la tige centrale dirigée vers le bas actionne le piston de la pompe à vide, on aperçoit également sur les côtés deux petites tiges dirigées vers le bas actionnant pompe de cale et pompe alimentaire.

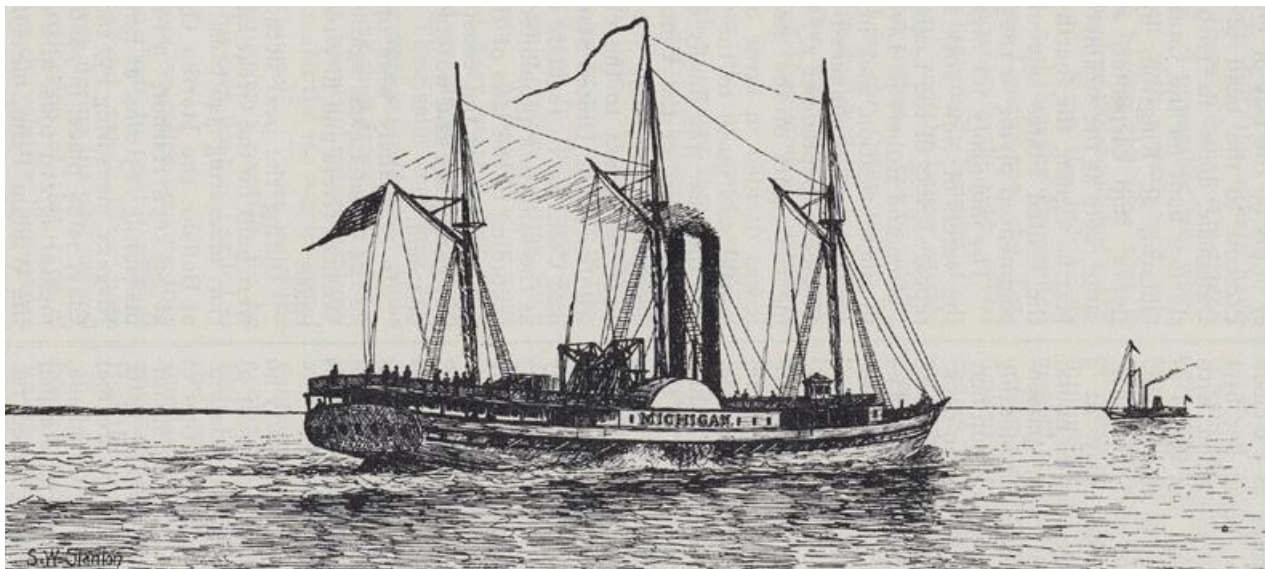


Vue d'ensemble de la salle des machines avec le gros tuyau d'évacuation vers l'extérieur.

J'ai d'autres photos de cette machine et du Ticonderoga, elles viennent principalement du site HAER (historical american engineering record, ferry Ticonderoga) et du Shelburne museum Ticonderoga. Ces photos sont accessibles à tous. Très intéressantes photos également du mécanisme des pales articulées des roues à aubes."

Une vidéo qui vous surprendra agréablement :

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=3SKJ-dkF-uI



Steamboat MICHIGAN

" Le Michigan était un spécimen unique de l'architecture navale, dans la mesure il a eu deux moteurs de 80 cv chacun, un de chaque côté, et totalement indépendant l'un de l'autre. Cette disposition est très bien par temps calme et sans vagues, mais par mauvais temps, dans les hautes vagues, une des roues était profonde dans l'eau et forçait sur le moteur, tandis que l'autre partiellement ou totalement hors d'eau s'emballait. Cela a eu le mauvais effet de secouer le bateau d'un côté à l'autre, rendant la navigation à la fois difficile et désagréable. Les deux moteurs indépendants étaient, selon toute probabilité, une expérience qui n'a pas été imitée depuis - Silas Farmer - History of Detroit "

Beaucoup de lecture sur ce lien dont la photo est extraite et le texte traduit par Georges:

<http://www.maritimehistoryofthegreatlakes.ca/GreatLakes/Documents/HGL/default.asp?ID=c023>

Aure documentation :

Il s'agit cette fois du SOLANO, un ferry-boat qui naviguait dans la baie de San Francisco : un bateau gigantesque emmenant des trains entiers.

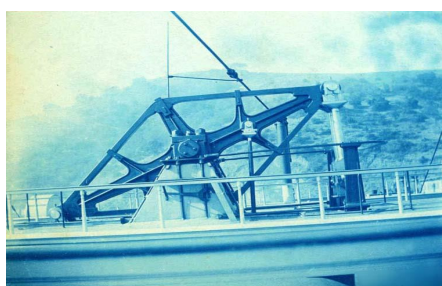
A voir en fin de vidéo sur le secon lien l'installation des machines.

Beaucoup plus de photos et de lecture en allant sur ce lien :

<http://maitres-du-vent.blogspot.com/2011/01/le-ferry-boat-solano-de-san-francisco.html>

qui vous conduira à celui-là :

<http://cpr.org/Museum/Solano/index.html>



A propos du Solano : lien découvert par Patrick LECLERE :



Une maquette pour les trains HO a été faite. Beaucoup de détails et l'adresse mail du concepteur.

http://cpr.org/Museum/Ephemera/Solano_Ferry_Model.htmhttp://cpr.org/Museum/Solano_ModLtr2.pdf

http://cpr.org/Museum/Solano_ModLtr2.pdf