

1ère partie	2ème partie	3ème partie	4ème partie	5ème partie	6ème partie
Production	Utilisation	Production	Memento	vers d'autres	Cuiseur Fresnel à
de la vapeur	de la vapeur	de glace	Technologique	horizons	conduite manuelle



6ème Partie Liste des chapitres:

Chap I Vue d'ensemble du cuiseur "Fresnel" à conduite manuelle



Accédez à la documentation complète de

www.soleil-vapeur.org

Conception du cuiseur

Chap II Le suivi du soleil par un capteur "Fresnel"

► Chap III – Les miroirs sous tous leurs angles

Chap IV – Le rayon de courbure des miroirs

Chap V – Le CPC du second étage et le couplage du premier et du second étage

Chap VI – Paramètres, choix initiaux, et commentaires

Etude du cuiseur

► **Chap VII – Etude des poutres du premier étage**

Chap VIII – Etude des miroirs du premier étage

Chap IX – Etude du Concentrateur Parabolique Composé

Chap X - Etude de la charpente

Chap XI – Etude du dispositif de manœuvre ds miroirs

Chap XII – Etude du circuit de vapeur

Chap XIII – Etude de l'installation au sol

Construction du cuiseur

Chap XIV – Les poutres

Chap XV – Les miroirs

Chap XVI – Le Concentrateur Parabolique Composé

Chap XVI I– La charpente

Chap XVIII – Le dispositif de manœuvre des miroirs

Chap XIX – Le circuit de vapeur

Chap XX– Installation du capteur

Chap XXI – Variantes.

Chapitre VII ETUDE DES POUTRES DU PREMIER ETAGE

Pour une présentation rapide d'une poutre du premier étage: voir chapitre I page 7

pages

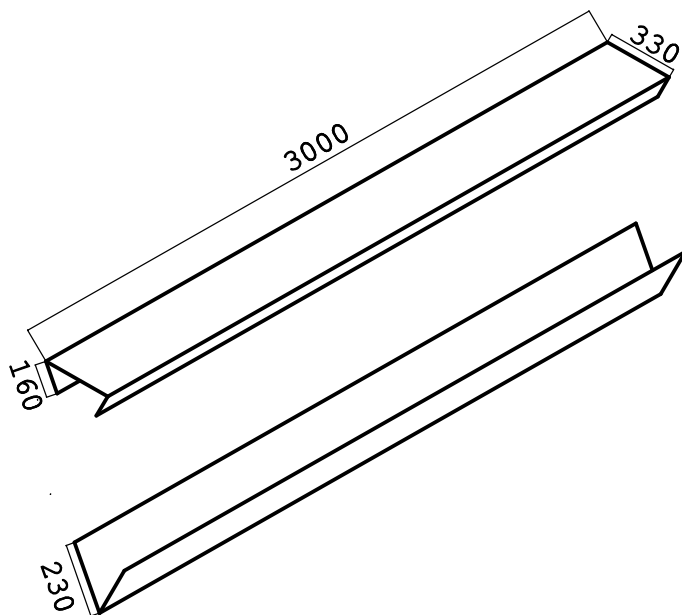
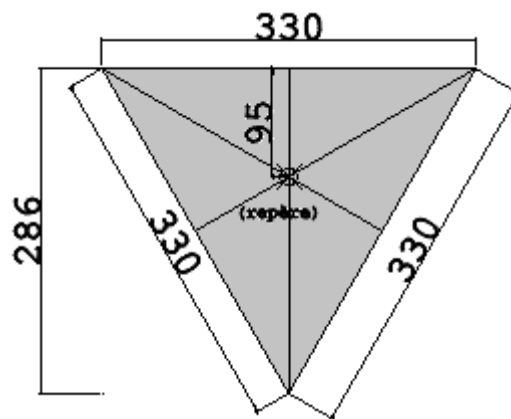
2 Section I LES TÔLES PRINCIPALES

5	Section II LES ENTRETOISES
5	§ 1 Découpe des tôles pour entretoises
8	§ 2 Confection d'un gabarit
11	§ 3 Report du tracé et percement des entretoises
11	§ 4 Les percements de grand diamètre
12	§ 5 Echancrer les pointes des entretoises
12	§ 6 Pliage des retours
14	Section III LE CHANTIER D'ASSEMBLAGE DES POUTRES
14	§ 1 La plate-forme de travail
16	§ 2 Les tréteaux et les lests
16	§ 3 La mise à niveau
18	Section IV RIVETS, VIS et VISSEUSE
18	§ 1 Les rivets aveugles
18	§ 2 Les vis auto-foreuses
19	§ 3 Perceuse et visseuse
20	Section V ASSEMBLAGE DE LA POUTRES
20	§ 1 Répartition des entretoises et tracés
20	§ 2 Fixation des entretoises sur la grande tôle principale
21	§ 3 Installation de la grande tôle inférieure
22	§ 4 Couture des deux grandes tôles entre les entretoises
23	§ 5 Manutention, transport et stockage
24	Section VI AXES, PALIERS , ET SUPPORTS D'AXES
24	§ 1 Le dispositif retenu
24	§ 2 Les supports de paliers
25	§ 3 Le palier
27	§ 4 L'assemblage
27	§ 5 L'axe en inox
27	§ 6 Le support d'axe sur la charpente du capteur
27	§ 7 Poutres du premier étage et auto-construction

SECTION I LES TÔLES PRINCIPALES

Les poutres-caissons triangulaires isocèles sont confectionnées en deux parties, renforcées par des entretoises, le tout en tôle d'acier laquée épaisseur 80/100èmes dite "tôle plane de bardage".
Longueur 3,00 mètres, cotés de 0,330m

La section théorique est un triangle isocèle de 330 mm de côté ; cette section théorique est susceptible de varier légèrement en fonction des cotes réelles après pliage de la tôle. Il sera donc prudent de confectionner les entretoises triangulaires et les des profils recevant les miroirs *après* réception des grande tôles pliées et confirmation des cotes définitives en fonction des rayons de courbure.



La cote de 330 mm est une cote nominale, commune aux toles principales et aux entretoises. La cote fournie au plieur est de 325 mm, afin de pouvoir tenir compte ultérieurement du rayon de courbure du pli.

Le rayon de courbure est laissé à l'appréciation du plieur, en fonction de son matériel et des règles de l'art. Un rayon de l'ordre de 2 mm conviendrait très bien.

Le pliage peut être effectué dans un atelier de tôlerie fine, ou chez un fournisseur de bardage acier pour bâtiments industriels disposant de tôles planes de bardage, de dimensions usuelles 3000 x 1220 mm.

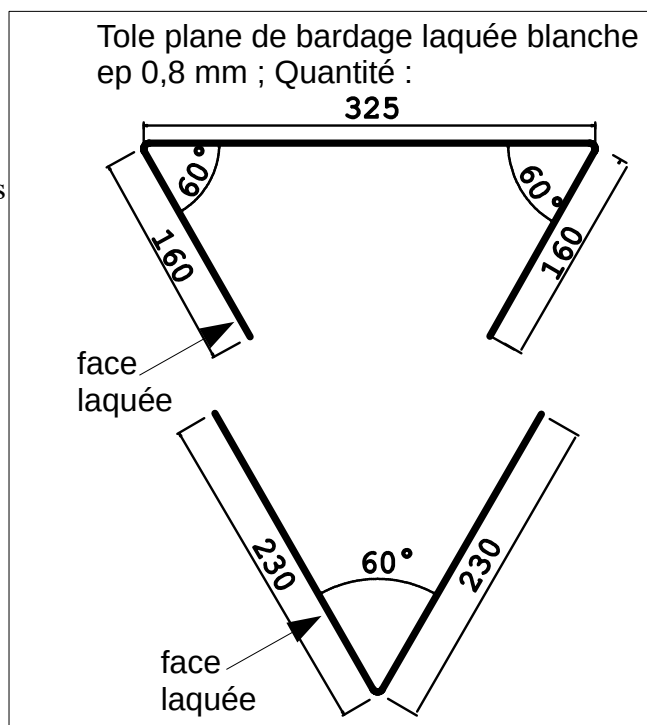
La précision des retours de 160 et

230mm n'est pas très importante ; la doublaison entre les tôles sera d'environ 65 mm.
La cote de 325 mm (+ ou - 1 mm) doit être identique d'un élément à l'autre. Le pliage est à effectuer sur une plieuse "à tablier". A défaut, si le travail est exécuté sur une presse-plieuse, il peut être nécessaire de modifier les cotes des retours de 160 mm

Ci contre : un document de commande utilisable pour l'atelier de pliage.

Après pliage (et avant assemblage) les tôles sont à considérer comme fragiles, à manutentionner et surtout à transporter avec soin, à savoir notamment

- ne pas manutentionner les tôles en les saisissant uniquement par le milieu, ou uniquement par les deux extrémités ; saisir la tole de façon équilibrée, par exemple à 1/5ème de chaque extrémité, ainsi elle ne se déformera pas sous son propre poids
- lors du transport dans un véhicule, la tôle doit reposer sur une surface plane sur au moins les 4/5èmes de sa longueur, et de préférence sur toute sa longueur (pour protéger les extrémités). Si elle repose sur une traverse en son milieu, elle se déformera au premier cahot sur la route, et sera inutilisable.



Dans le cas d'une construction par des non professionnels, il est indispensable de faire plier les tôles avant d'entreprendre la confection des entretoises.

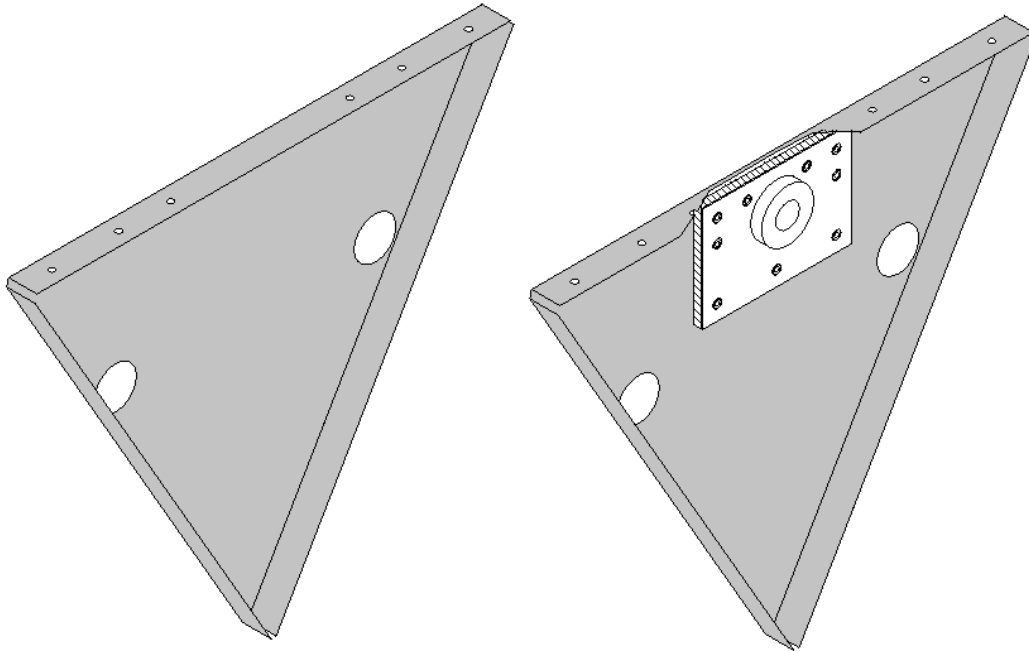
Dans le cas d'un premier capteur, il est prudent de faire débiter et plier des tôles supplémentaires de 75 cm de longueur, afin de confectionner deux tronçons de poutre "pour apprentissage", sur lesquelles il sera possible d'effectuer toutes les erreurs de débutant sans aucune appréhension.

A défaut de couleur blanche, choisir une couleur claire pour limiter les effets du rayonnement solaire sur la tôle et éviter des dilatations différentielles d'un côté de la poutre par rapport à l'autre.

SECTION II - LES ENTRETOISES

Chaque poutre est raidie par 7 entretoises en tôle 0,8 mm ; par commodité on peut utiliser la même tôle que ci dessus, notamment pour les deux entretoises de rives ; à défaut, de la tôle galvanisée 0,8 mm convient également

Vue d'ensemble d'une entretoise



Entretoise sans palier

Entretoise avec palier

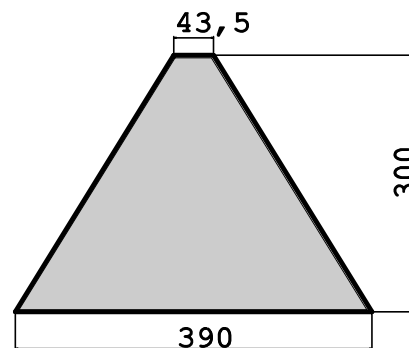
Les trois retours pliés ont une largeur de 19 mm environ

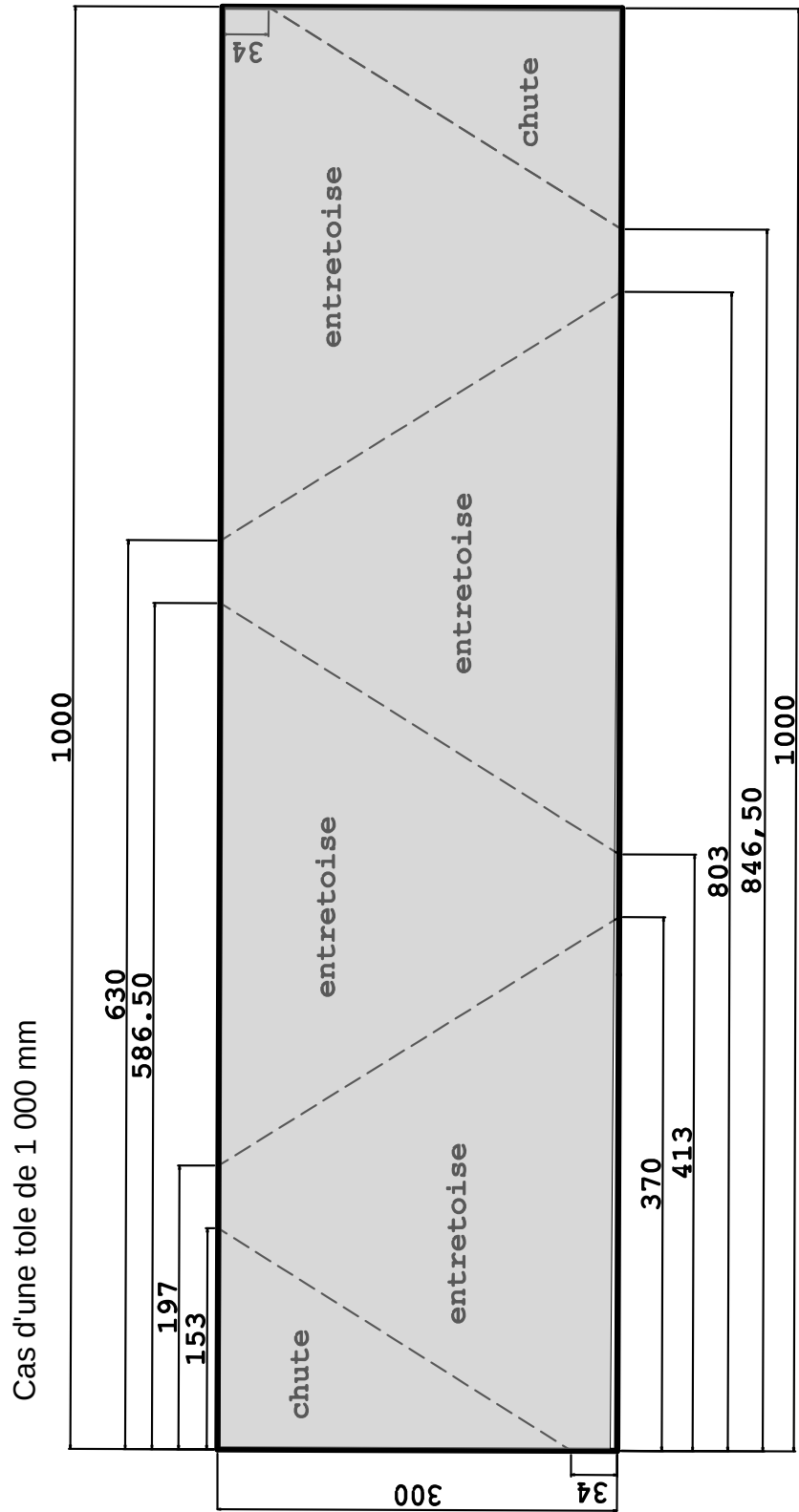
Les détails fournis ci dessous pour la confection des entretoises sont destinés aux néophytes, les professionnels chevronnés voudront bien passer outre la quasi-totalité des explications, totalement inutiles pour eux.

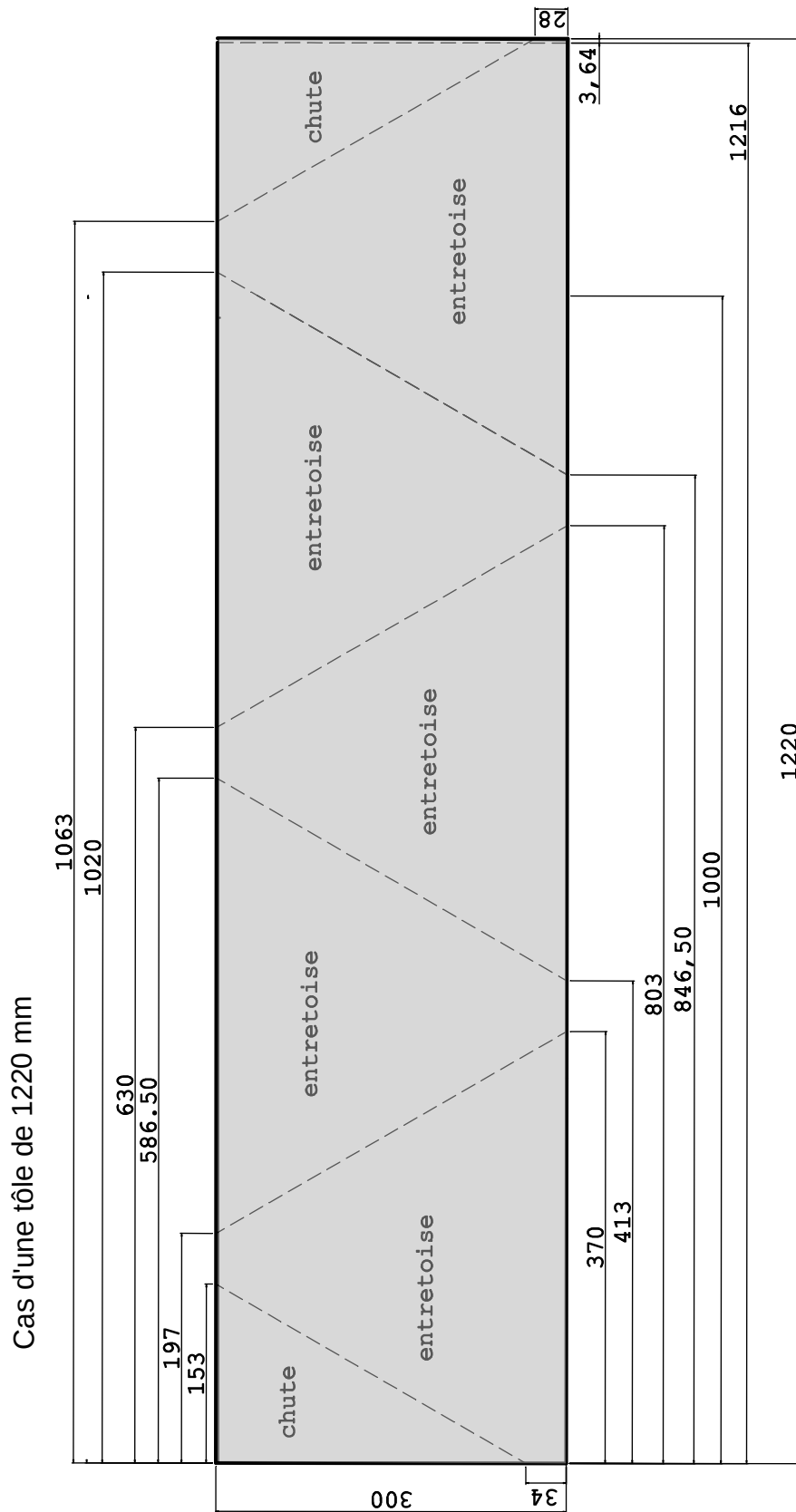
§ 1 DECOUPE DES TOLES POUR ENTRETOISES

Débiter (ou faire débiter chez le fournisseur) des bandes de tôle de 300 mm, en longueurs de 1 220 mm (dans le cas de la tôle laquée) ou 1000 mm (dimension courante de tôles planes galva).

Tracer et cisailler les flans (= pièce de tôle destinée à être pliée) selon les plans ci dessous.







Après avoir débité les tôles, on remarque en les empilant que les pointes des triangles n'ont pas toutes la même taille, que certaines d'entre elles ont été tronquées. Ce n'est pas grave puisque ces pointes vont être échanquées plus tard. (par économie de matière, les entretoises ont été resserrées au maximum sur la tole de 1,00 m ou 1,22m). Et si les toles n'ont pas tout à fait les mêmes dimensions au millimètre près, ce n'est pas bien grave, car c'est au stade du pliage qu'il conviendra d'être rigoureusement précis.

§ 2 CONFECTION D'UN GABARIT

Avant pliage, les entretoises vont recevoir de nombreux percements de diamètres différents, afin de

- tracer les pliages
- recevoir l'axe de rotation
- recevoir des tubes provisoires pour le montage
- assembler provisoirement les entretoises en vue du perçage
- faciliter le perçage pour le rivetage

Pour tracer correctement tous ces percements, il est nécessaire de confectionner un gabarit de perçage. Les tracés seront ensuite reportés soit à l'aide d'un pointeau de transfert, soit à l'aide d'un pointeau à centrer, soit à l'aide d'un pointeau de transfert de centre



Dans le cas d'un pointeau à centrer, le gabarit est à confectionner dans de la tôle d'acier ou d'aluminium dont l'épaisseur est supérieure à la saillie de la pointe. Le diamètre des percements du gabarit doit aussi correspondre au diamètre du pointeau.



Dans le cas d'un pointeau de transfert de centre (otelo.fr référence 64071800) le gabarit est à confectionner dans un matériau plus épais, de 6 à 10 mm, par exemple du contreplaqué de bonne qualité. Les percements du gabarit sont à effectuer en fonction du diamètre du poinçon, puis à fraiser à 90° avec par exemple une fraise à chanfreiner pour vis à tête fraisée M5, qui sera nécessaire ultérieurement pour confectionner les boîtiers de réglage (otelo.fr ref 16121925).

Il convient de choisir et d'approvisionner l'outil avant de confectionner le gabarit. La seconde solution semble préférable.

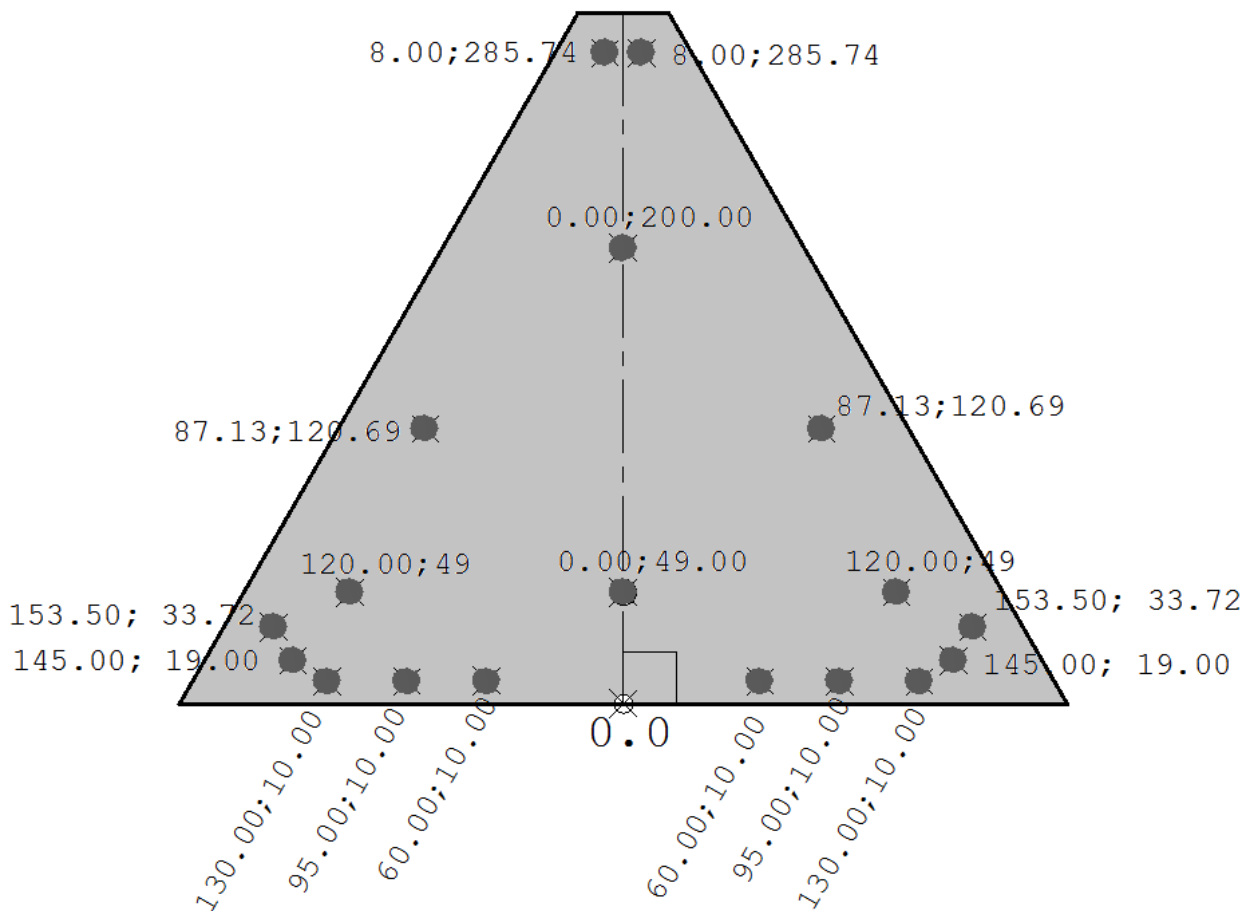
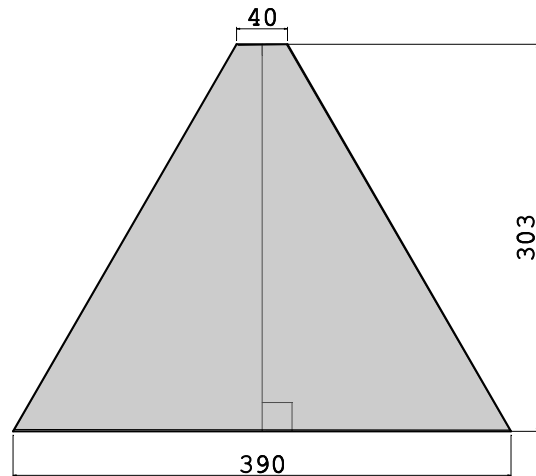
A) DEBIT DE LA PLAQUE GABARIT

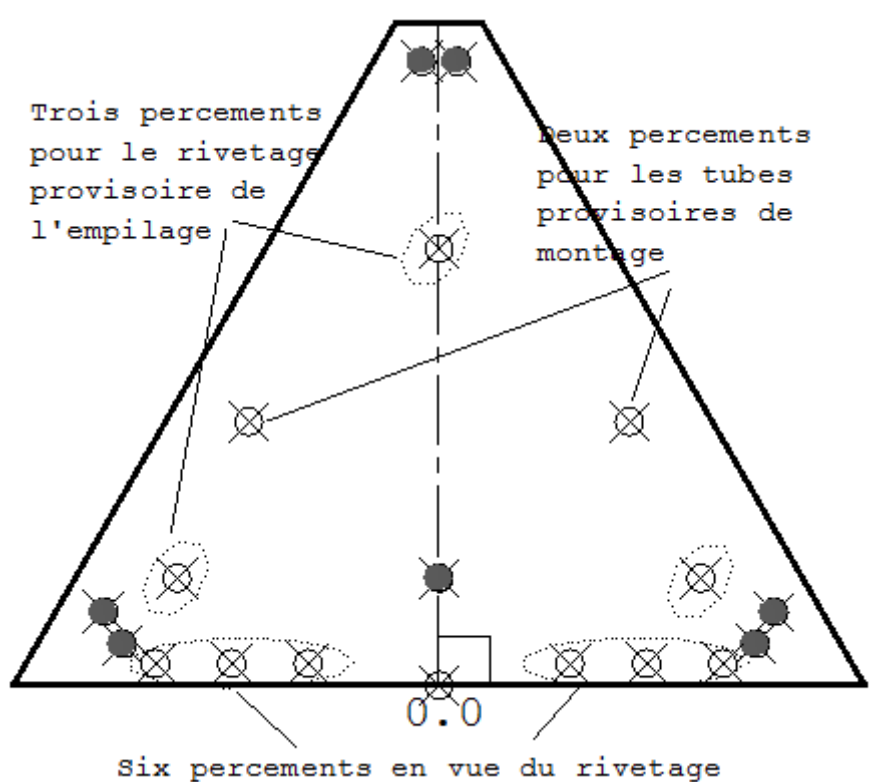
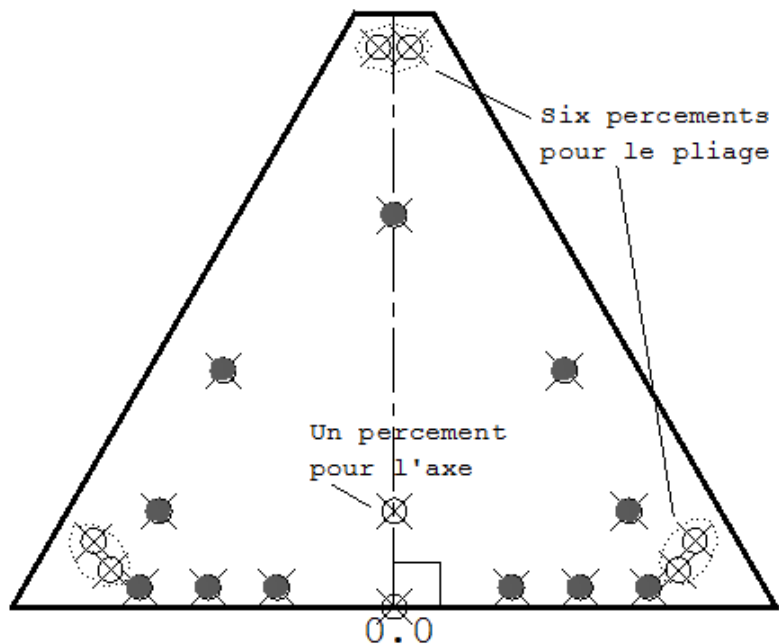
Dans le cas d'un tracé manuel des percements, il faut apporter le plus grand soin à la rectitude de la base du triangle, sur laquelle s'appuiera l'équerre pour les tracés ultérieurs

B) TRACÉ DES PERCEMENTS

Le point de référence est le milieu de la base du triangle, à partir duquel les cotes sont fournies en X et Y.

La solution professionnelle consiste évidemment à effectuer les tracés sur une table de fraiseuse, si possible à affichage numérique, c'est pourquoi les cotes sont fournies ici au centième de millimètre .





Effectuer *obligatoirement* un premier passage avec un foret à centrer Ø 4 mm par exemple, simplement pour bien marquer le tracé : les forets de petits diamètre sont souples et ne peuvent pas être positionnés avec une grande précision, et il est impossible de s'en rendre compte une fois le percement achevé)

§ 3 REPORT DU TRACE ET PERCEMENT DES ENTRETOISES

La solution proposée ici consiste à tracer les entretoises par paquets en effectuant des percements de petit diamètre

Reporter les tracés du gabarit sur un flan avec le pointeau de transfert,

Empiler une dizaine de flans environ en faisant correctement coïncider les trois côtés, sans se préoccuper des trois pointes. Maintenir les flans par exemple avec des pinces étau, et assembler provisoirement le paquet avec trois rivets aveugles aux trois emplacements prévus à cet effet. Sur la technologie -très précise !- des rivets aveugles, voir plus loin section IV.

Préparer un martyr en contreplaqué épaisseur 15 mm environ, de mêmes dimension que les flans, à percer au droit des têtes de rivet, et à installer sur la table de la perceuse ; le paquet d'entretoises est enfin prêt à être percé.

Le perçage est bien sûr à effectuer exclusivement sur perceuse à colonne

Ici aussi il est hautement préférable d'amorcer les percements avec un foret à centrer

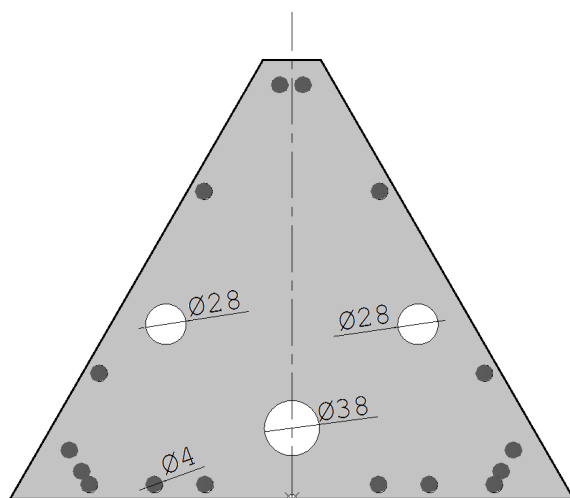
Percer enfin tous les tracés ; pour les six percements en vue du rivetage, utiliser un foret Ø 4 mm ; les autres percements peuvent être effectués avec un foret Ø 4 ou 4,2 mm environ.

Compte tenu des faibles diamètres, le paquet d'entretoises peut être tenu à la main sur le plateau de la perceuse, en veillant à ce qu'il applique correctement pour une bonne perpendicularité des percements.

§ 4 LES PERCEMENTS DE GRAND DIAMÈTRE

Ils concernent deux percements Ø 28 pour l'emplacement des tubes de montage provisoires, et un percement Ø 40 pour l'axe de pointage,

Ces percements de grand diamètre sont à effectuer au trépan, par exemple otelo.fr ref 17402300 et 17402400. Ne pas confondre les trépan en acier rapide dont les dents sont taillées dans la masse et réaffutables, avec les scies-cloches des magasins de bricolage qui sont confectionnées avec des lames de scies formées en cercle et soudées. A défaut de trépan Ø 3-28 mm, un trépan Ø 30 mm convient aussi. La cote Ø 38 mm est impérative



ATTENTION

- 1- compte tenu du diamètre du foret-trépan et de l'épaisseur des dents, le couple exercé sur le paquet d'entretoises est tel qu'il est hors de question de le tenir à la main sous peine d'accident grave. Le paquet d'entretoises doit donc être maintenu par au moins deux sinon trois pinces-étou ou par des serre joint à vis (et non pas des serre joints de bricolage à coincement).
- 2- respecter la vitesse de rotation préconisée, beaucoup plus lente que pour un petit foret, de l'ordre de 300 tours/minute
- 3- lubrifier
- 4- Ne pas confier ce travail à un novice

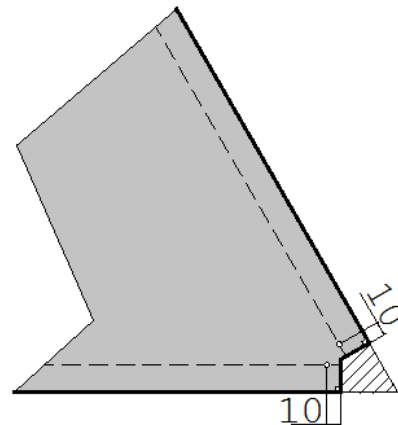
§ 5 ECHANCRER LES POINTES DES ENTRETOISES

Il est nécessaire d'échancre les pointes pour pouvoir ensuite plier les retours

Tracer les échancreures à l'aide d'une petite équerre, à 10 mm environ du centre des petits percements près des pointes.

Effectuer la coupe avec une cisaille d'établi à levier, ou avec une bonne cisaille à main

Vérifier sur la plieuse si la cote de 10 mm convient



§ 6 PLIAGE DES RETOURS

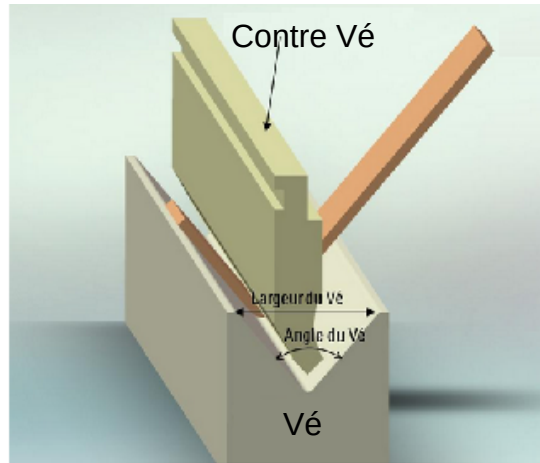
La largeur des retours est de l'ordre de 19 mm, mais sa précision n'est pas très importante, c'est bien sûr la géométrie triangulaire de l'entretoise qui est importante, qui doit correspondre à la géométrie des grandes tôles pliées.

L'usage d'une plieuse "à tablier" est semble plus aisé pour un néophyte, en comparaison de l'usage d'une presse-plieuse.

Dans le premier cas, l'opérateur place la pièce sur la plieuse en repérant la position de ses deux percements-tracés par rapport au joint entre le tablier et le bâti. En principe, le percement est à centrer sur le joint. Après présentation de la première entretoise sur la grande tôle principale de la poutre -ajustement doux et sans jeu !- il est possible de rectifier ensuite le positionnement de la pièce sur la plieuse en se repérant à une fraction de millimètre près par rapport au percement.



Ci dessus une plieuse à tablier ; il existe des modèles d'établi, qui pourraient peut-être convenir



Ci dessus : fonctionnement d'une presse plieuse ; pour un opérateur habitué, une presse plieuse conviendrait très bien

Avant de commencer l'assemblage de la poutre, il faut encore installer les supports d'axes sur le deux entretoises de chaque extrémité (opération est décrite à la section VI du présent chapitre) et installer les boîtiers de réglage (opération décrite au chapitre XI "Etude du dispositif de manœuvre des miroirs)

Section III LE CHANTIER D'ASSEMBLAGE DES POUTRES

Afin d'assembler les poutres, il est indispensable de disposer d'un chantier d'assemblage parfaitement plan. Il est inutile d'entreprendre l'assemblage dans des conditions médiocres, une poutre vrillée par construction ne fonctionnera jamais correctement, et il ne sera pas possible de la rectifier.

A défaut de disposer d'un établi adapté, voici une solution foraine (= "temporaire") qui peut donner toute satisfaction pour peu qu'elle soit mise en œuvre avec soin, avec une plate-forme reposant sur trois tréteaux

§ 1 LA PLATE-FORME DE TRAVAIL

La plate forme de travail est constituée d'une plaque de contreplaqué épaisseur 10 mm, longueur 2,99m, éventuellement en deux longueurs. (Les dimensions commerciales des plaques de contreplaqué sont 3,10 x 1,52, et 1,25 x 2,50).

Le dessus est garni de deux tasseaux de 20 x 20 ou 25x25, écartés de 335 mm de façon à pouvoir y déposer la poutre

Le dessous est garni de deux chevrons section 50 x 50 mm au moins, bien rectilignes ; aligner les chevrons "à l'oeuil" avant de les approvisionner pour éliminer tout chevron tordu ou vrillé, observer le parallélisme des fibres par rapport à la longueur de la pièce de bois.

Percer les chevrons au Ø 10 mm environ de façon à pouvoir y passer une cordelette Ø 6 ou 8 mm.

Croquis d'un chevron ;coter les percements par rapport au contreplaqué.

Plan des percements plan de la plate forme cote de largeur "à confirmer"

Assembler les chevrons du dessous avec le contreplaqué ; 8 à 10 vis de 4 x 45 pour chaque chevron conviendront.

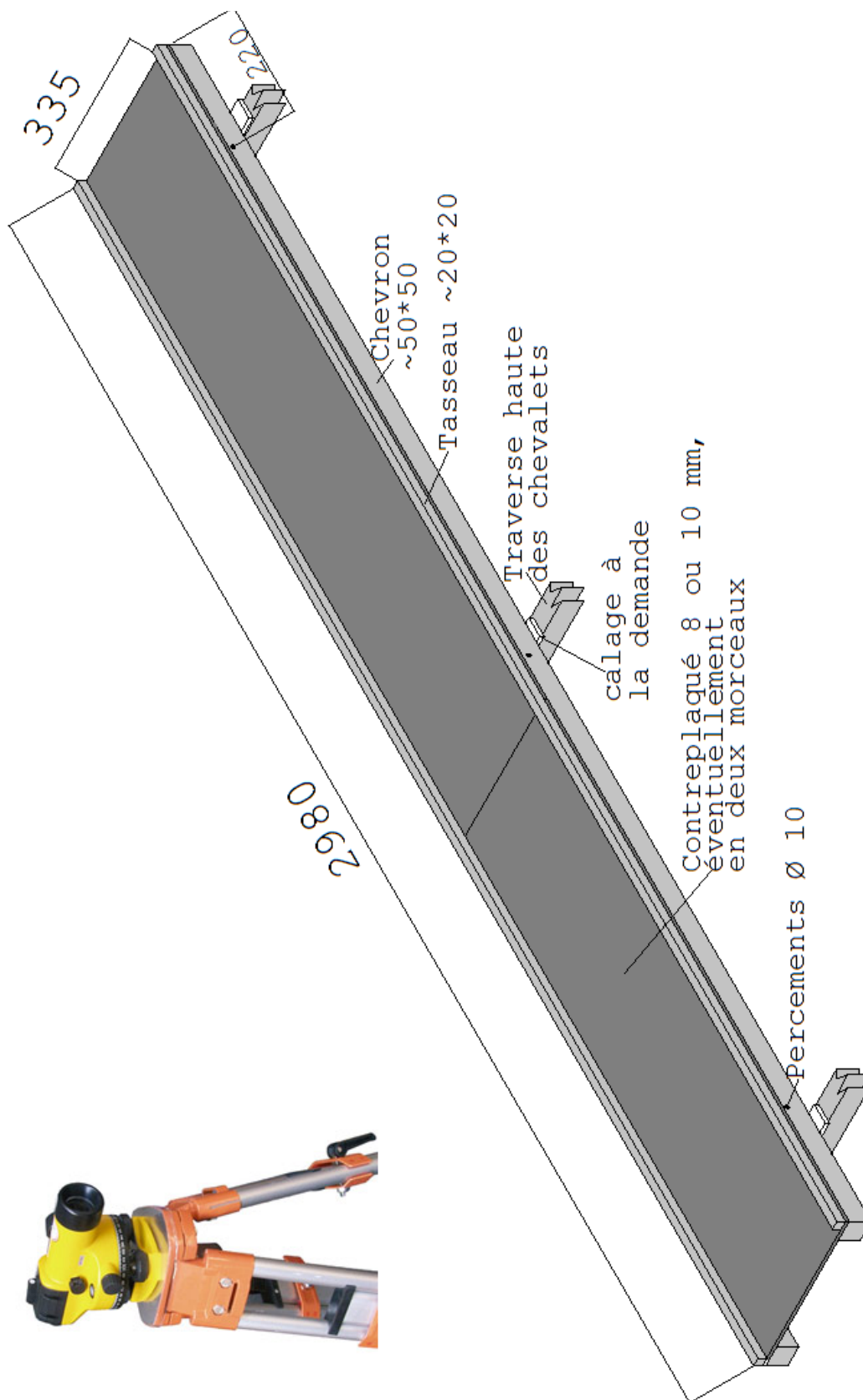
L'opération peut se réaliser sur deux chevalets s'ils ont été dégauchis à l'oeil auparavant.

Dégauchir signifie "rendre plan" (et pas forcément horizontal), c'est le contraire de "voiler" ou "vriller"

Pour dégauchir deux traverses supérieures de chevalet, il faut *se baisser* et placer son oeil sur le même plan que les deux traverses des chevalets. La seule solution pour avoir un minimum de stabilité est de poser un genou à terre. Il est alors très facile de constater si les traverses supérieures sont parallèles entre elles ou non ("deux parallèles déterminent un plan"), et de faire caler à la demande par un aide sous le pied le plus bas avec des chutes de contreplaqué ou de tôle. Mais si l'observateur se contente de rester debout et baisser son regard vers le plan, et non pas de positionner son oeil sur ce plan, son observation sera nulle et non avenue.

Assembler ensuite les tasseaux 25*25 du dessus

La plate forme une fois achevée conserve une certaine souplesse, et c'est un atout pour la suite



§ 2 LES TRÉTEAUX ET LES LESTS

On trouve des tréteaux de toutes qualités, approvisionner de préférence trois tréteaux en bois qui ne soient pas "bas de gamme", ce ne sera pas un luxe excessif.

Positionner les deux tréteaux d'extrémité de façon à ce que leur traverse supérieure soit non pas à l'aplomb des percements pour les cordelettes, mais immédiatement à côté vers l'extrémité. Positionner le tréteau du milieu, de la même façon.

Passer des cordelettes en boucle dans les percements, de façon à pouvoir suspendre un lest au droit de chaque tréteau. Une bonne solution : approvisionner trois parpaings de 15 ou 20 cm, faire reposer chaque parpaing pour partie sur une traverse basse du tréteau, et pour une majeure partie sur la cordelette. Ainsi la plate-forme se retrouve plaquée contre les traverses hautes des tréteaux. En vérifiant son horizontalité avec une lunette, et en calant autant que besoin entre la plate forme et les traverses hautes, on disposera d'une surface horizontale, donc plane.

§ 3 LA MISE A NIVEAU

Il est hors de question de se contenter d'un niveau à bulle de maçon : il s'agit ici d'optique, pas de maçonnerie, il convient donc (comme toujours) d'utiliser l'outil adapté. Le niveau de chantier est constitué d'un niveau et d'une lunette, qui permet de lire avec précision à longue distance. Une fois le niveau installé correctement grâce aux trois vis calantes, le regard de l'observateur se situe automatiquement dans un plan horizontal ; en mesurant avec un mètre ruban la distance entre ce plan et un ou plusieurs points de la plate forme, on sait lesquels sont les plus bas ; il n'est que de caler en conséquence entre les chevalets et la plate forme jusqu'à arriver au niveau du point le plus haut, ainsi le chantier sera plan (et horizontal).

- sur Internet, tous les fabricants de niveaux de chantier publient les notices d'utilisation
- on trouve sur Internet des niveaux d'occasion à petit prix, on peut aussi en louer par exemple chez les loueurs de matériel professionnel pour le bâtiment.
- le cas échéant, vérifier le niveau : toutes les notices d'utilisation comportent une rubrique "vérification du niveau" ; c'est en fait très simple, la vérification se fait par retournement, presque exactement comme on le fait avec un niveau à bulle de maçon.
- proscrire les niveaux laser de bricolage pour installer la tapisserie ; le faisceau laser est en fait un cône qui va donc en s'élargissant ; quant à la qualité de l'horizontalité, elle n'est pas vérifiable.
- louer un niveau laser de professionnel est aussi une autre option.

Mode d'emploi résumé (les modes d'emploi complets sont sur Internet)

- installer le trépied à quelques mètres de distance, et de façon à ce que le plateau du trépied soit proche de l'horizontale : baisser son oeil (encore!) au niveau du plateau, et viser l'horizon au loin.
- installer et fixer la lunette, et régler la bulle avec les trois vis calantes ; c'est d'autant plus facile à faire que le plateau du trépied est de niveau
- une fois la bulle correctement centrée, le niveau est automatiquement en position horizontale, il est en fonctionnement
- présenter une feuille blanche devant la lunette, et régler l'oculaire jusqu'à ce que le réticule en croix apparaisse nettement, cela dépend de l'oeil de l'observateur.
- un aide tient un mètre ruban, ou mieux : un réglet de cinquante centimètre, et le déplace d'un point à un autre de la plate forme, au droit des tréteaux.
- la mire (=mètre ruban ou réglet) doit être maintenue bien verticalement, mais l'opérateur saura

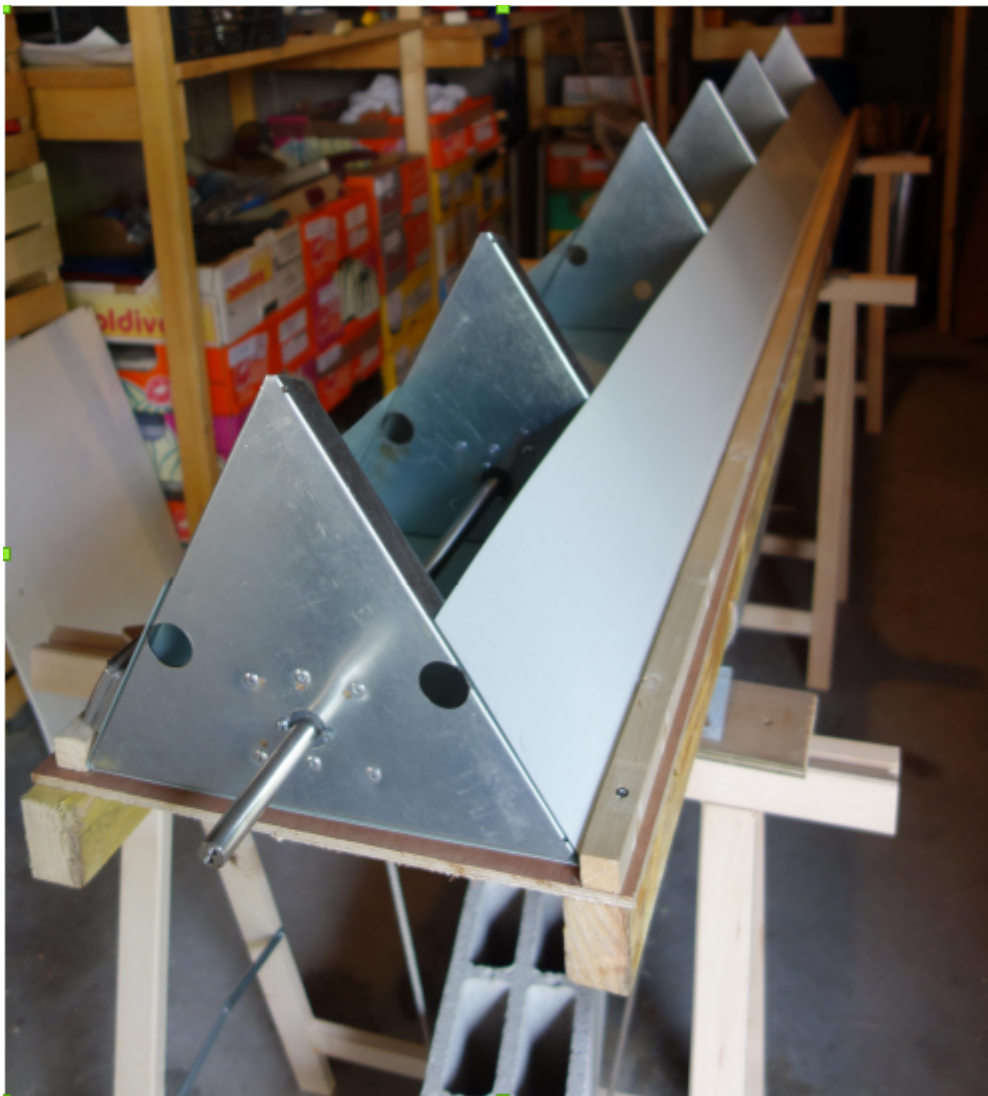
prévenir son aide. Dans le cas des mètres-ruban, noter que l'embout est toujours couissant sur environ deux millimètres(pour "mesures extérieures" et "mesures intérieures"), l'aide doit donc toujours veiller à ce que l'embout soit dans la même position (rentré ou sorti) pour chaque mesure. -l'opérateur règle la mise au point optique en fonction de la distance, effectue la mesure de hauteur sur le régle, et prend note sur un calepin

- Caler autant que besoin entre la plate forme et les tréteaux, pour n'avoir qu'une lecture identique pour les six points.

- Eviter l'empilage de cales de faibles épaisseur, surtout si elles sont lisses (métal, plastique), la meilleure solution étant de les maintenir par tout moyen

La précision est de l'ordre d'une épaisseur de trait de la graduation du régle

En cours de journée, il est toujours possible de remiser la lunette, puis de la stationner à nouveau à une hauteur différente : peu importe la valeur de la lecture sur la mire, pourvu qu'elle soit identique en tous points. L'idéal est de stationner la lunette légèrement au dessus de la poutre en construction, pour pouvoir à tout moment vérifier que la plate forme est correctement établie.



Section IV RIVETS, VIS ET VISSEUSE

§ 1 LES RIVETS AVEUGLES



Communément appelés également "rivets pop", ils permettent de riveter par exemple deux tôles depuis une seule face sans avoir besoin d'accéder à la face arrière.

La mise en œuvre des rivets s'effectue avec une pince spéciale ; les modèles à une main conviennent pour les petites diamètres ; pour notre usage, l'utilisation d'une pince à levier est indispensable

Les diamètres disponibles sont : 3, 3.2, 4.8, 5 mm

Les plages de serrage sont toujours indiquées sur les catalogues et sur les emballages. Pour l'assemblage de deux tôles de 0,8 mm, la plage de serrage la plus petite convient. A défaut, une plage de 6 ou 8 mm convient aussi.

Il existe différentes formes et dimensions de têtes de rivets ; les rivets à tête bombée ordinaire conviennent pour notre usage.

La tige du rivet est soit en acier soit en inox, le corps du rivet est soit en aluminium soit en inox. Compte tenu des effets répétitifs de la dilatation, l'inox serait préférable, notamment pour le Concentrateur Parabolique Composé ; pour les poutres, on se contente de rivets en aluminium., mais au diamètre 4,8 mm

Diamètre de perçage : il est impératif de respecter le bon diamètre de perçage, qui est supérieur de 0,1 mm par rapport au diamètre du corps du rivet. Dans notre cas il convient d'approvisionner des forets de 4,9 mm, par exemple Otelo.fr 10120407 ou .10215490

Pour faciliter la mise en œuvre des rivets, Il existe des embouts pour perceuse ou visseuse pour rivets aveugles, par exemple Conrad.fr ref 826655-62 à essayer ?

En tous cas : veiller à maintenir le rivet bien perpendiculaire à la tôle, afin que toute la surface de la tête porte correctement sur le matériau.



§ 2 LES VIS AUTOFOREUSES

On constate rapidement qu'il est difficile d'amorcer un perçage sur de la tôle avec un foret de petit diamètre le foret ripe sur la tôle, flambe et casse assez souvent.. Une solution consiste à effectuer un avant-trou avec une vis auto-foreuse, parfois aussi dénommée auto-perceuse, qui est une vis dont l'extrémité est prévue pour percer la tôle. Comme elle est moins longue que le foret, il est beaucoup plus aisé de la tenir en bonne position.

Veiller à ne pas confondre les vis auto-foreuses avec les vis à tôle, ces dernières permettent d'assembler mais pas de percer la tôle.



Vis à tôle

Vis autoforeuse

Le diamètre des vis auto-foreuses se mesure sur l'extérieur du filet ; s'agissant dans notre cas d'effectuer un avant trou pour un perçage définitif à 4,9, des vis à tôle Ø 4,2 mm conviennent très bien.

Longueur : choisir bien sûr les vis les plus courtes, longueur 13 mm, ou à défaut 16 mm les vis de taille moyenne ou longue ne présentent aucun intérêt.

L'empreinte de la tête de vis peut être , entre autres, soit hexagonale, soit cruciforme. L'empreinte cruciforme convient très bien, mais à condition d'avoir l'embout adapté : les empreintes cruciformes "philips" ne sont pas identiques aux empreintes "Pozidriv", tant pour les embouts que pour les têtes de vis

Outre l'empreinte, gravée "PH" ou "PZ" il faut également utiliser la bonne dimension d'embout, généralement "N° 2" pour notre usage.

Vis et embout "Philips"



Vis et embout "Pozidriv"

Il sera ainsi possible d'effectuer des perçages vers le bas sans aucune bordée de jurons à chaque trou.

Après "un certain nombre" de perçages, mettre au rebut les vis auto-foreuses dont l'extrémité est émoussée.

3 VISSEUSE ET PERCEUSE

Les visseuses possèdent un limiteur de couple, qu'il est indispensable de régler au plus juste. Les perceuses n'ont généralement pas de limiteur de couple, et lorsque la vis auto-foreuse arrive à fond de filet, la perceuse vient brusquement en butée, et les engrenages risquent de ne pas tenir le temps de confection d'une poutre.

Par contre les vitesses de rotation des visseuses sont généralement plus faibles que celles des perceuses, ce qui ne facilite pas les percements de très petit diamètre. Il faut choisir entre deux maux...

Section V L'ASSEMBLAGE DE LA POUTRE

PREMIERE PRECAUTION : assembler deux tronçons de poutre de 0,75 m à titre d'apprentissage, selon la procédure décrite ci dessous.

Approvisionner quatre lattes de section rectangulaire rabotées si possible, épaisseur strictement uniforme de 15 mm minimum, largeur environ 40 mm, longueur 3,20 m environ (en deux longueurs éventuellement)

Poser les lattes sur la plate-forme, et poser par dessus la grande tôle principale, qui se trouve donc "sens dessus dessous"

- Examiner les bords de la tôle des grandes longueurs sur lesquels il reste très probablement des bavures de cisailage, qu'il est possible d'éliminer avec une lime fine, ou avec de la toile abrasive à grain moyen (80 ou 120) et une cale de bois, sans rayer bien sûr les faces de la tôle. Ces bavures pourraient rayer l'autre grande tôle lorsque viendra le moment de la mettre en place, d'où un grand risque de corrosion.

§ 1 RÉPARTITION DES ENTRETOISES ET TRACES

Les entretoises de rive avec leur palier sont positionnées aux extrémités de la tôle principale, en veillant bien à ne pas dépasser les 3000 mm.

Les entretoises suivantes, également avec palier, sont installées à 340 mm des extrémités

L'entretoise centrale est placée au milieu

Les deux dernières entretoises sont réparties dans l'espace restant

Hormis les entretoises de rives, le sens des retours n'a aucune importance -gauchers et droitiers feront chacun leur choix.

Hormis les entretoises de rives, le positionnement exact des entretoises n'a pas grande importance, pourvu qu'elles soient bien perpendiculaires çà la longueur de la tôle, afin de faciliter le rivetage ultérieur qui se terminera quelque peu "à l'aveugle"

Tracer au crayon feutre la position des cinq entretoises intérieures à l'aide d'une équerre

Vérifier que l'axe en inox Ø 16 mm s'insère correctement dans les paliers intérieurs : après il sera trop tard...

§ 2 FIXATION DES ENTRETOISES SUR LA GRANDE TÔLE PRINCIPALE

A) FIXATION DES ENTRETOISES SUR LA FACE SUPERIEURE DE LA POUTRE

(la face supérieure étant, pour le moment, tournée vers la plate forme d'assemblage)

Les entretoises seront fixées au dessus de la poutre avec 6 files de rivets. Pour faciliter le travail, les retours des entretoises ont déjà été percés.

Placer deux lattes de 3,10 m sous deux files de rivets (par exemple : les deux files les plus proches des plis de la grande tôle), et percer et visser à la vis auto-foreuse. Il est préférable qu'un aide retienne l'entretoises par exemple avec une chute de chevron, afin d'éviter qu'elle ne ripe sous la

poussée de la perceuse. Les lattes restent donc (provisoirement) fixées à la tôle.

Glisser deux autres lattes en bois sous deux autres files de rivets, pré-percer et retirer les vis immédiatement.

Retourner la tôle principale, reprendre les perçages au $\text{Ø}4.9$ mm, et commencer le rivetage – en maintenant le rivet bien perpendiculaire à la tôle.

Procéder de même pour les autres files de rivets du dessus de la poutre.

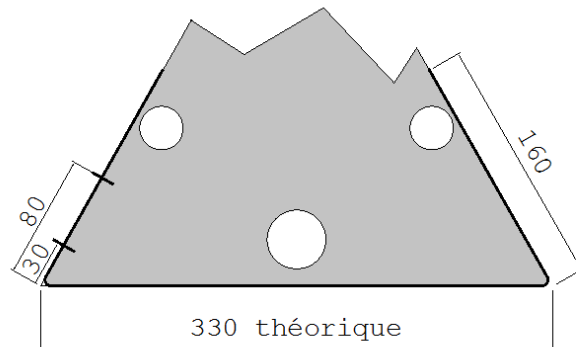
B) FIXATION DES ENTRETOISES SUR LES DEUX RETOURS DE LA TÔLE PRINCIPALE

Sur chaque côté de la poutre, tracer deux files de rivets à 30 et 80 mm, mesurés depuis le dessus de la plate forme

Tracer au crayon feutre sur le film plastique de protection, qui peut rester sur la poutre jusqu'au montage du capteur. Ne pas utiliser de pointe à tracer pour ne pas rayer la peinture laquée : c'est par là que commencerait la corrosion.

Vérifier l'équerrage vertical de l'entretoise, bloquer l'entretoise sur les retours de la grande tôle à l'aide d'une pince étau.

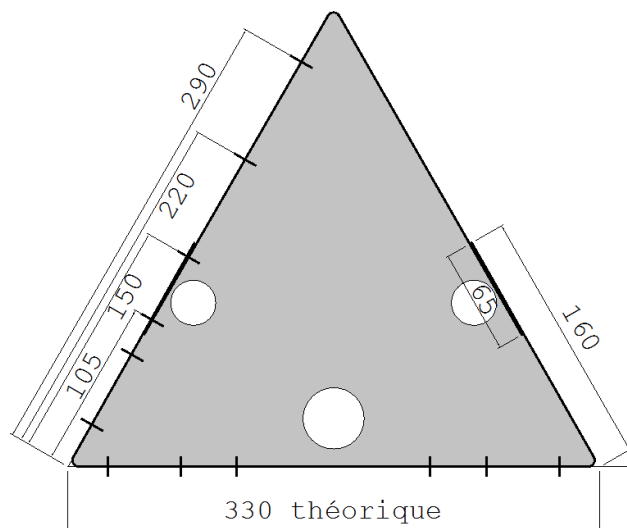
Percer à la vis autoforeuse puis au foret, et poser les rivets sur chaque retour de la grande tôle, au plus près possible de l'âme de l'entretoise, de façon à ce que le retour de l'entretoise ne ploie pas sous la pression de la vis autoforeuse ; Si besoin, maintenir fermement le retour à l'aide d'une pièce de bois.



ATTENTION veiller à ce que le dessus de la poutre, qui pour le moment est encore "à l'envers", repose bien sur toute sa surface sur le chantier d'assemblage de la poutre, avant et après pose des quatre dernières files de rivet ; ne pas hésiter non plus à faire une vérification de l'horizontalité du chantier. Si besoin, ceinturer le chantier et la tôle avec des sangles à cliquet de petite taille.

§ 3 INSTALLATION DE LA GRANDE TÔLE INFÉRIEURE ET ACHÈVEMENT DU RIVETAGE DES ENTRETOISES

Glisser provisoirement deux tubes diamètre 26,9 mm, longueur 3,10 m dans les percements prévus à cet effet, ils serviront d'appui lors du rivetage des deux grandes tôles dans les zones entre les entretoises
Glisser la grande tôle inférieure entre les



entretoises et la grande tôle principale (c'est cette dernière qui reste par dessus l'autre, pour un bon écoulement de l'eau de pluie), le geste est tout à fait faisable si le tracé des files de rivets a été respecté. Veiller à ne pas rayer la grande tôle inférieure en la glissant à l'intérieur de la tôle principale.

Si besoin, pour bien maintenir la tôle en position, répartir quelques sangles du type sangles d'amarrage à cliquet : et enserrer la poutre et le chantier.

VERIFIER une nouvelle fois la planéité de la plate forme avec la lunette de chantier.

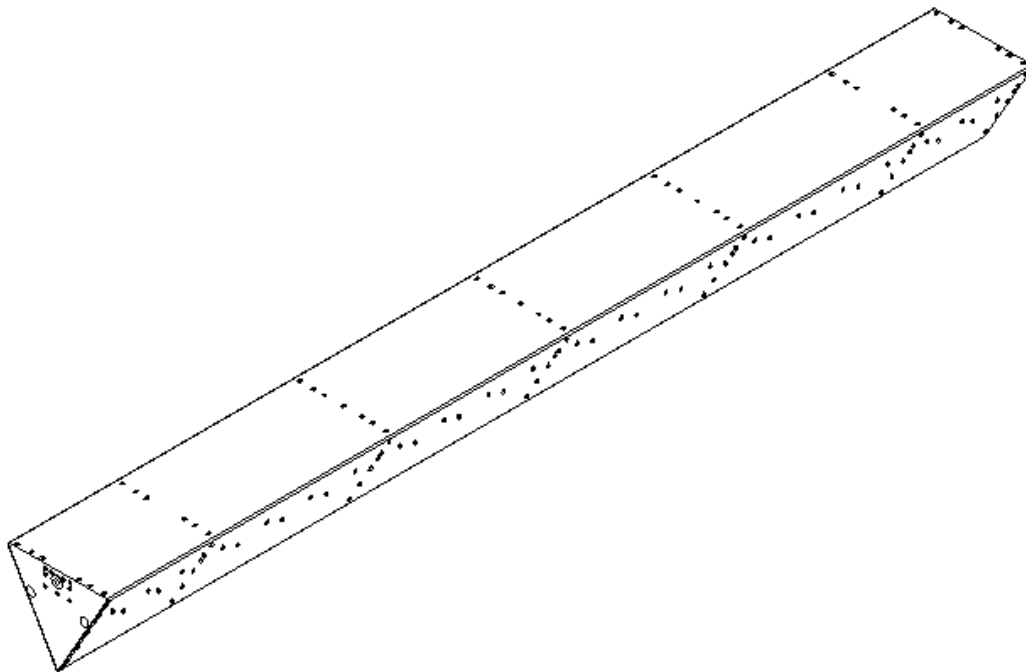
Achever le rivetage des entretoises.

Si une entretoise "chasse" de côté sous la pression de la vis auto-foreuse, on peut toujours tenter d'installer une vis provisoire immédiatement contre la joue de l'entretoise, afin de la maintenir pendant le temps de poser les rivets. Il sera possible ensuite de reboucher le trou avec un peu de mastic-colle.

ATTENTION Si à ce stade la poutre est vrillée, elle sera ensuite inutilisable et irrécupérable.

§ 4 COUTURE DES DEUX GRANDES TÔLES ENTRE LES ENTRETOISES

Entre chaque entretoise, installer des rivets selon le schéma ci dessous en prenant appui sur le tube prévu à cet effet.



A chaque extrémité, le poids de la poutre aura tendance à "arracher" la tôle vers le haut par l'intermédiaire de l'axe ; ne pas hésiter à rajouter quelques rivets, à l'instar d'un frettage de poutre en béton armé.

Enlever les deux tubes provisoires ; afin d'éviter que des animaux ne s'introduisent dans la poutre, notamment des colonies d'escargots, on peut boucher les deux percements avec du grillage laiton disponible en magasin de bricolage (grillage de garde manger) et posés au rivet aveugle (encore!) de petit diamètre

§ 5 MANUTENTION, TRANSPORT ET STOCKAGE

Crash-test !



-Lors du transport, il faut absolument éviter les chocs, notamment ceux dûs aux cahots sur la route. La poutre est très résistante dans le cas d'un effort permanent correctement réparti, mais elle est très fragile et irréparable en cas de choc ponctuel. Ainsi, si elle est transportée installée en porte à faux sur la ridelle arrière d'une remorque sans amortisseurs, elle risque d'être inutilisable après que le véhicule aura franchi un ou deux coussins berlinois.

La bonne solution consiste à la faire reposer en fond de camion, ou mieux sur une palette de 3,00 M (le plieur de tôle pourra en céder une, au lieu de la mettre à la décharge), en interposant un matériau souple (couverture, mousse, coussin....) sous les deux extrémités, car même si le fond du camion ou la palette sont plans, ils ne le resteront pas durant toute la durée du transport.

Si elles reposent correctement sur toute leur longueur, les poutres peuvent être assemblées tête-bêche et sur deux niveaux, en utilisant des lattes très larges disposées aux extrémités de la poutre.

- en cas de stockage, la meilleure solution est de la faire porter par des deux axes ; à défaut lacter la poutre à ses deux extrémités, en veillant à ce que les lattes soit sur un même plan, c'est à dire en dégauchissant les lattes, ou en les installant de niveau avec la lunette de chantier, ou en interposant un matériau souple sous les deux extrémités.

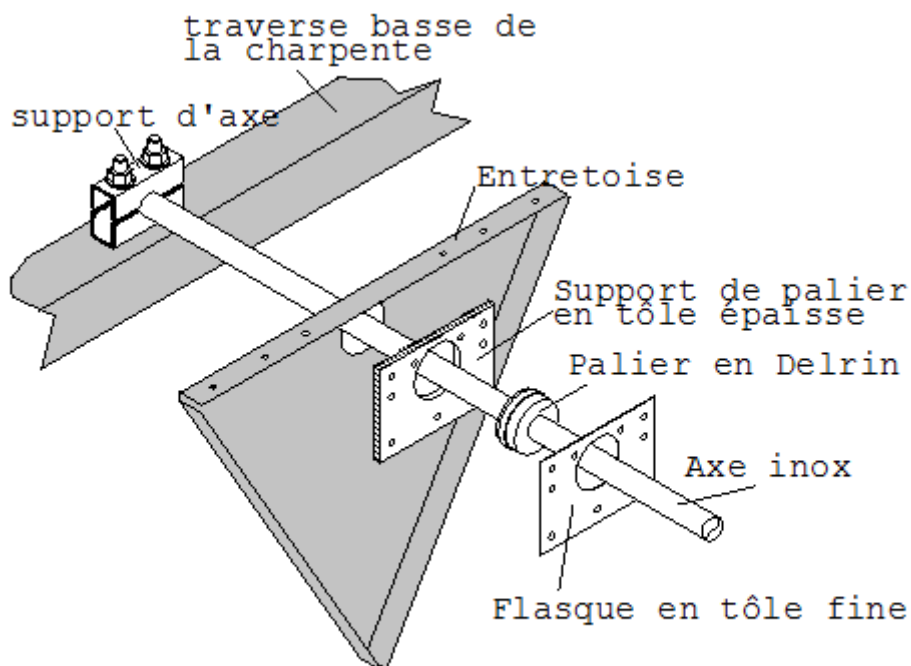
Le poids d'une poutre totalement équipée est de l'ordre d'une quarantaine de kg (à confirmer)

Section VI AXES, PALIERS ET SUPPORTS D'AXES

§ 1 LE DISPOSITIF RETENU

Chaque poutre est équipée de deux axes et quatre paliers

- L'axe en inox est fixe, il est bridé dans son support boulonné sur la charpente
- Le palier Delrin est encastré dans la tôle support épaisse, et enserré entre l'entretoise d'un côté, et un flasque en tôle fine de l'autre; il tourne en même temps que la poutre ;



La poutre est mise en rotation par un levier dont l'étude est renvoyée au chapitre XI, avec l'étude de l'ensemble du dispositif de manœuvre des miroirs.

§ 2 LES SUPPORTS DU PALIER

Le support en tôle épaisse

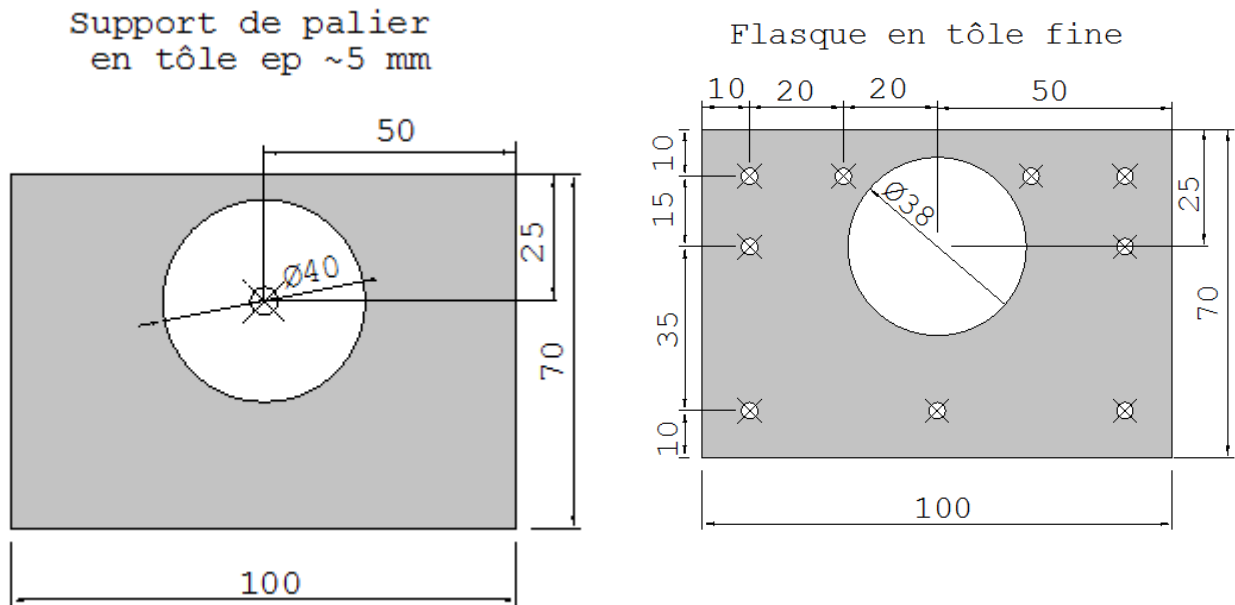
Un tôle épaisseur 5 mm convient très bien, et les dimensions du support ne sont pas impératives : le principe est de disposer d'un support suffisamment épais pour supporter le palier, et d'une dimension qui permette de répartir l'effort sur l'âme de l'entretoise. Le matériau : acier, aluminium... importe peu.

Veiller à ce que les deux grands cotés de la pièce soient bien parallèles, afin qu'elle soit bien maintenue dans l'étau lors du perçage au $\varnothing 40$ mm.

Percer uniquement le $\varnothing 40$ (trépan HSS, par exemple chez Otelo.fr, vitesse 320 tours mn environ), les percements pour rivet seront effectués ultérieurement. Lubrifier abondamment. Attention au couple très important : ne pas confier ce travail à un débutant.

Le flasque latéral

De la tôle 0,8 mm identique à celle des entretoises convient très bien, à percer au $\varnothing 38$ mm, comme pour l'entretoise de la poutre. Tracer et pointer les emplacements de rivets, sans les percer.



§ 3 LE PALIER

Matériau :

De nombreux produits sont disponibles, quasi identiques pour le néophyte.

Le Delrin, dit POM Polyacetal, convient très bien pour notre usage ; il bénéficierait aussi de bonnes qualités d'usinage, et ne serait pas sensible à l'humidité comme le serait le polyamide PA6 et le PA66 (Nylon, Technyl, Rilsan...)

Ces matériaux sont disponibles en batons ronds, dits "joncs", usuellement dans les diamètres 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45 mm. Ces diamètres sont des diamètres nominaux, c'est à dire que le diamètre réel est légèrement plus important que le diamètre nominal ; ainsi, dans du "jonc 40 mm", il est possible d'usiner une pièce au diamètre 40 mm fini.

Fournisseurs :

Abaqueplast à Stains
Richardson, le Bouget35
Polydis.fr
Périchard.fr

Un bon choix :

Jonc Polyacetal POM couleur naturelle diam 40 mm chez Polydis.fr.

Sur ce site, on peut aussi consulter la rubrique "info produits"

Usinage

Affûtage des outils de tournage : il est préférable d'utiliser des outils adaptés aux métaux tendres et d'émousser légèrement l'outil après affûtage pour éviter que l'outil ne "plante" dans la matière. De simples outils HSS conviennent très bien

Voir les guides d'usinage, par exemple
perichard.fr

http://www.vacour-plastique.com/images/pdf/guide_usinage.pdf

http://www.direct-transmission.fr/docs/plastiques_conseils_usinage.pdf

<http://experta.pagesperso-orange.fr/Plastiques/Microsoft%20Word%20-%20Guide%20d'usinage.pdf> (très bonne doc),

Pour le tournage au diamètre 38 mm, la vitesse de rotation serait de l'ordre de 2 000 tours/ minute, avec une avance de 0,1 à 0,4 mm par tour

Pour le perçage au \varnothing 16 sur tour exclusivement,, effectuer progressivement le perçage avec des forets de diamètre croissant, en veillant à déburrer périodiquement limiter l'échauffement. Les vitesses de coupe préconisées sont parfois très différentes ; pour le diamètre 16 mm, une vitesse de rotation de 400 à 600 tours minute devrait convenir.

Sous réserve de vérification : un foret \varnothing 16 mm convient très bien pour un axe \varnothing 16 mm ; si besoin, reprendre le percement avec un alésoir réglable facilement disponible sur Internet pour une vingtaine d'Euros. En vissant/dévisant les deux écrous de l'alésoir,, les lames se déplacent le long du corps de l'alésoir et le diamètre se modifie imperceptiblement. Il faut progresser par tâtonnement ; c'est parfait pour notre usage



Plan de la pièce

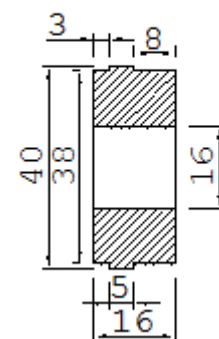
Les diamètres sont éventuellement à adapter en fonction des trépan

- le palier Delrin doit s'encaster sans jeu dans l'entretoise de la poutre
- un léger jeu entre le flasque latéral percé au \varnothing 38 et le palier est admissible.

- l'épaulement du côté de l'entretoise n'est que de 2 mm, afin de réduire l'encombrement général et notamment les surfaces sans miroir ; sur le côté opposé, l'épaulement est beaucoup plus important, afin de donner plus de "corps" à la pièce en Delrin.

- noter que le palier intérieur de la poutre ne subit qu'un très faible effort regard de celui subi par le palier de rive.

Palier en Delrin



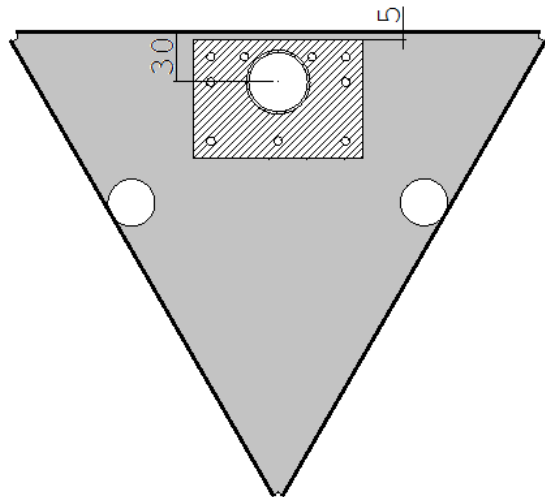
au

§4 L'ASSEMBLAGE

- Pour encastrer le palier Delrin dans la plaque épaisse, à défaut de presse, il est possible d'utiliser un bon étau avec un jeu de cales en contreplaqué percées au diamètre adéquat.

Positionner l'ensemble des pièces, à maintenir à la pince étau. Percer et riveter progressivement avec des rivets de longueur adéquate en respectant au moins la règle "longueur du corps du rivet = épaisseur des pièces à assembler plus le diamètre du rivet

Compte tenu du faible encombrement disponible ultérieurement sur la charpente du capteur, le rivetage s'effectue impérativement depuis l'extérieur de la poutre



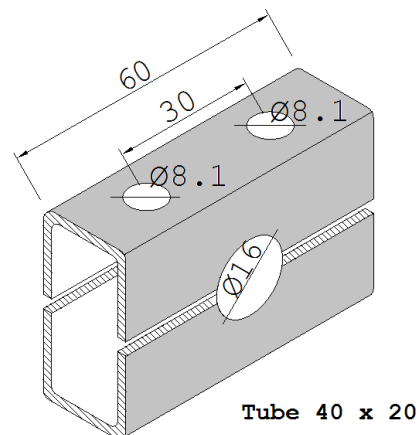
§ 5 L'AXE EN INOX

Rond inox A2 Ø 16 mm, longueur 50 cm, disponible en barres de 3 m par exemple chez cgmetaux.com (possibilité de coupe et d'expédition). L'état de surface du matériau est parfait pour notre usage. Couper en longueurs de 50 cm, si possible sur un tour à métaux, et chanfreiner une extrémité pour faciliter ultérieurement la mise en œuvre.

§ 6 LE SUPPORT D'AXE SUR LA CHARPENTE DU CAPTEUR

Il est confectionné dans du tube 40x20 épaisseur 2 mm galvanisé, à tracer et percer avant de le refendre ; prévoir précisément les modalités de coupe avant d'engager le travail, l'opération est à risques.

Pour un positionnement précis des percements, il est avantageux de les effectuer sur une fraiseuse.



§ 7 POUTRES DU PREMIER ETAGE ET AUTO-CONSTRUCTION

Hormis la découpe et le pliage des grandes tôles (compte tenu des machines disponibles), et l'assemblage final (en raison de l'encombrement des poutres), tous les travaux décrits dans ce chapitre peuvent être effectués dans un atelier tel que le Techshop LM d'Ivry sur Seine à Paris. Les travaux sur tour et sur fraiseuse sont à portée de main du novice, auquel il ne faut cependant pas confier les travaux sur perceuse avec les trépan. Une fois les pièces préparées, elles peuvent être expédiées sur n'importe quel site d'assemblage.