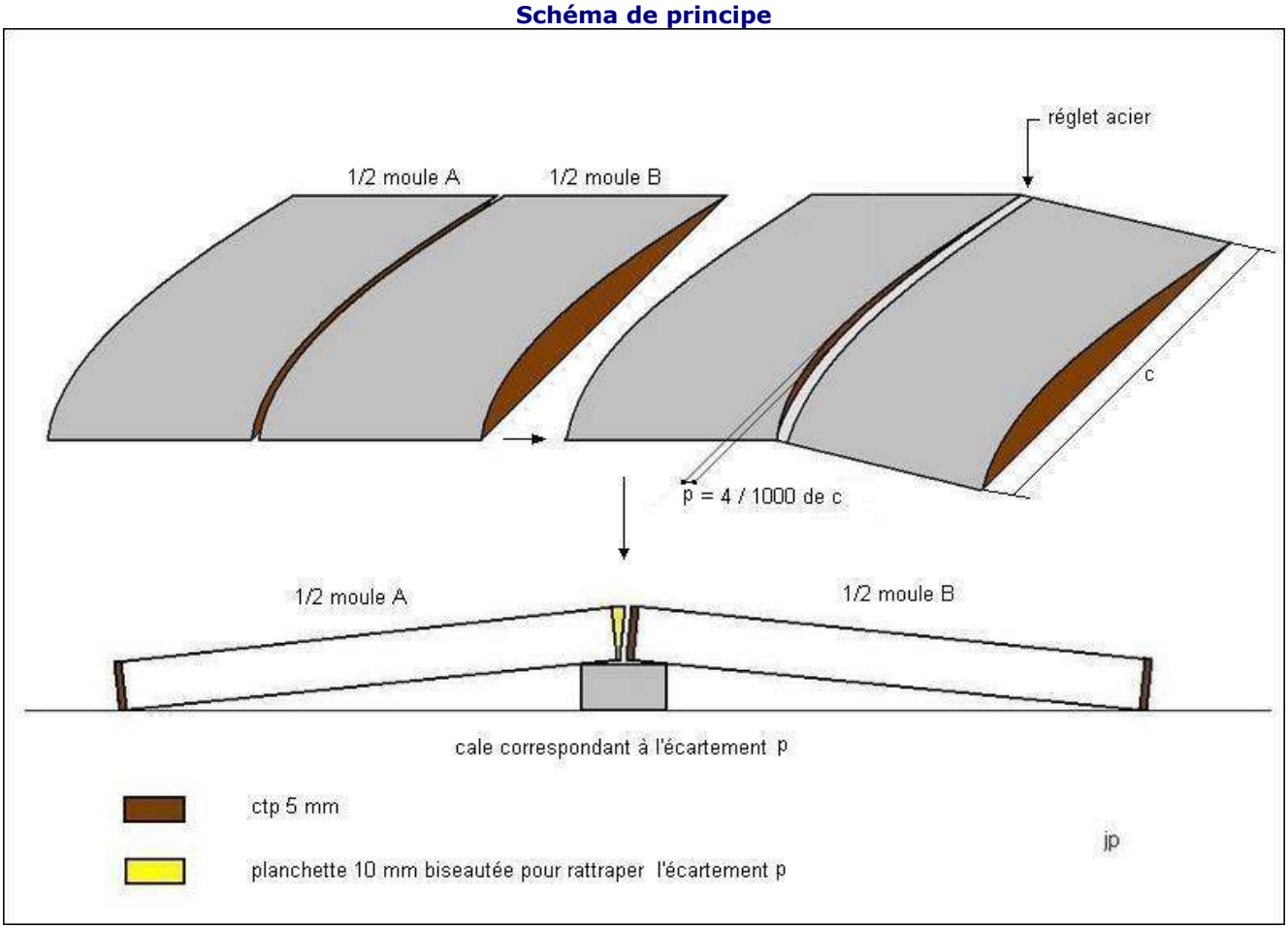
«Machine à couper et à assembler les laizes»

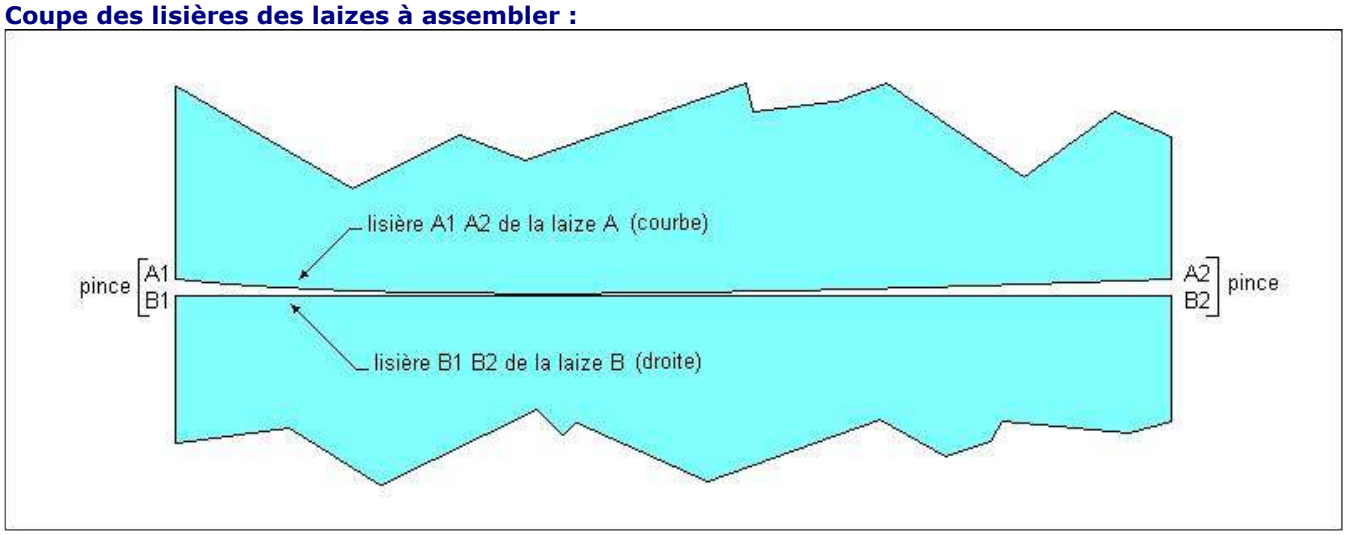
Ce qui suit est un résumé du sujet de la page 1 à la page 24.
Je n'en ai conservé que les textes, dessins et photos personnels auxquels j'ai apporté quelques corrections. J'ai développé certains points et supprimé ce qui ne me paraissait pas significatif.
Il s'agit d'un compte rendu d'une recherche personnelle axée sur le parti pris d'un gréement de cat-boat. Cela ne peut donc prétendre à l'exhaustivité. Si ma démarche peut encourager certains à entreprendre leur propre recherche et sortir des sentiers battus, tant mieux !
Parmi les intervenants, l'apport de Patrick Rousseau (« Pat ») a été déterminant. Il m'a orienté vers la bonne spirale d'où j'ai tiré la courbe du profil de mon moule. Et c'est sur les conseils de Benoît Lagarde (« Ben », « Benoit ») que j'ai bidouillé empiriquement la courbe jusqu'à obtenir ce que je voulais exactement. Merci à vous deux car, de plus, vous avez su me relancer. Je n'oublie pas le soutien et les encouragements de certains comme « Rawouette », « CD », « Douaro », « Regor38 », « FRA122 » et « FRA2542 » (Rémi Brès). Merci à eux.

Schéma de principe



Deux ½ moules A et B, munis d'un certain profil (à trouver), sont accolés. Une cale d'épaisseur variable est placée sous la jonction des deux ½ moules pour former un dièdre dont l'angle est ainsi variable.
A son sommet, le dièdre présente une ouverture de largeur p = 4/1000 (p comme pince) de la corde c du profil des ½ moules. Pourquoi 4/1000 ? Parce que cette valeur est adoptée sur un jeu A par la majorité des VRCistes réputés comme Paul Lucas, Rémi Brès et d'autres. Une valeur qui découle de l'expérience. Elle concerne essentiellement une GV de jeu A classe M en 6 laizes.
C'est sur ce dièdre que seront assemblés des laizes de voile afin d'obtenir une voile en 3D.

Coupe des lisières des laizes à assembler :



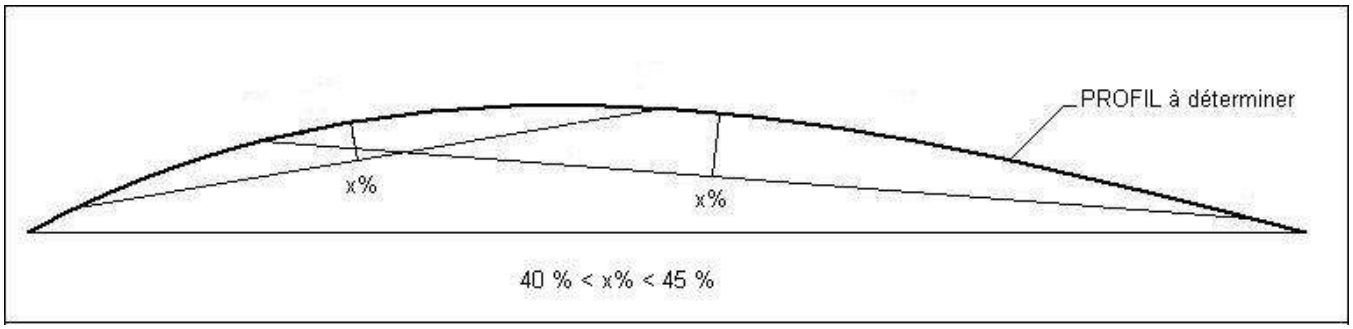
La laize A est collée provisoirement (Scotch Magic) sur le ½ moule A en débordant légèrement sur le ½ moule B. Avec un cutter arasant le réglet acier, la lisière A1 A2 est coupée selon une courbe convexe de flèche p
La laize B présente une lisière B1B2 qui peut être coupée droite sur le ½ moule B ou ailleurs sur un support plat et un réglet acier.
Sur une surface plane, les deux lisières des laizes à assembler ne sont pas superposables. De chaque côté du point de contact il y a un vide à rattraper comme pour des pinces pratiquées par une couturière.

Assemblage des laizes:

De part son dièdre d'assemblage, la "machine" va permettre un assemblage de telle sorte que les deux lisères, la courbe et la droite, se superposent exactement. En fait les deux laizes ne seront pas assemblées bord à bord. Un recouvrement de quelques mm et un adhésif de même largeur assureront la liaison. Il y a ainsi création de pinces qui donnent à l'assemblage une surface courbe non développable à plat. Une fois tous les assemblages terminés la voile présentera un certain volume, un creux, un relief, une surface courbe en trois dimensions, une surface 3D.
Remarque : Au lieu d'assembler une lisière droite avec une lisière courbe, on pourrait prendre deux lisières courbes (volume plus important) ou deux lisières droites (volume nul).

Recherche du profil du moule :

Le bateau qui m'intéresse n'a qu'une voile grée sur un mât. Il me faut donc un profil pour GV avec un emplacement du creux maximal vers 40 à 45% de la corde, et cela quelque soit l'emplacement de l'assemblage sur le dièdre du moule.



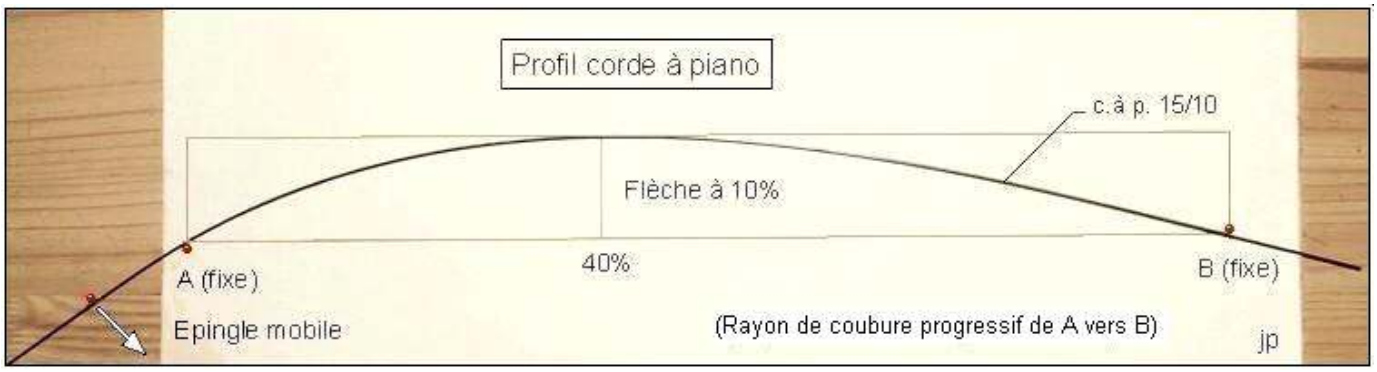
Sur le site www.bleu-cerise.org/vrcpassion/index.htm, je trouve un profil "SPID'OC" que je compare à ceux de mes carnets de profils. Curieusement, en ramenant le SPID'OC à 10%, il se superpose pratiquement à l'extrados du NACA 6409. Mais après contrôle, ce profil ne correspond pas à ce que je veux.

Pat me propose un Clark X de 700 mm de corde pour une flèche de 23 mm. Ce n'est pas encore ce que je souhaite.

Michauda36 me parle de la technique de Claudio mais le type de profil obtenu ne me convient pas. Je voudrais un profil classique dont le rayon de courbure va en grandissant du bord d'attaque au bord de fuite.

Recherche d'un profil perso :

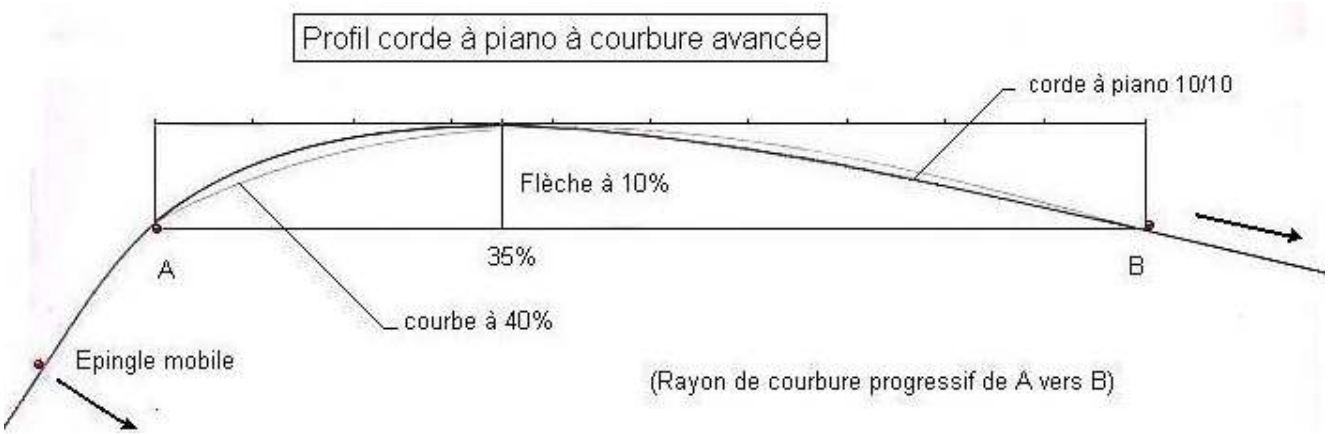
Et si j'essayais avec une corde à piano. Les lois qui régissent la déformation des métaux pourraient peut-être donner quelque chose…



- Tracé du cadre du profil : AB = 600 mm ; flèche = 60 mm
- Une épingle fixe en A et une en B
- Une corde à piano 15/10 en appui sur A et sous B
- Pression sur la corde à piano en avant de A, selon la direction de la flèche blanche, jusqu'à tangence avec le côté parallèle à la corde
- Blocage avec l'épingle mobile
- Le point de tangence est à 40%.

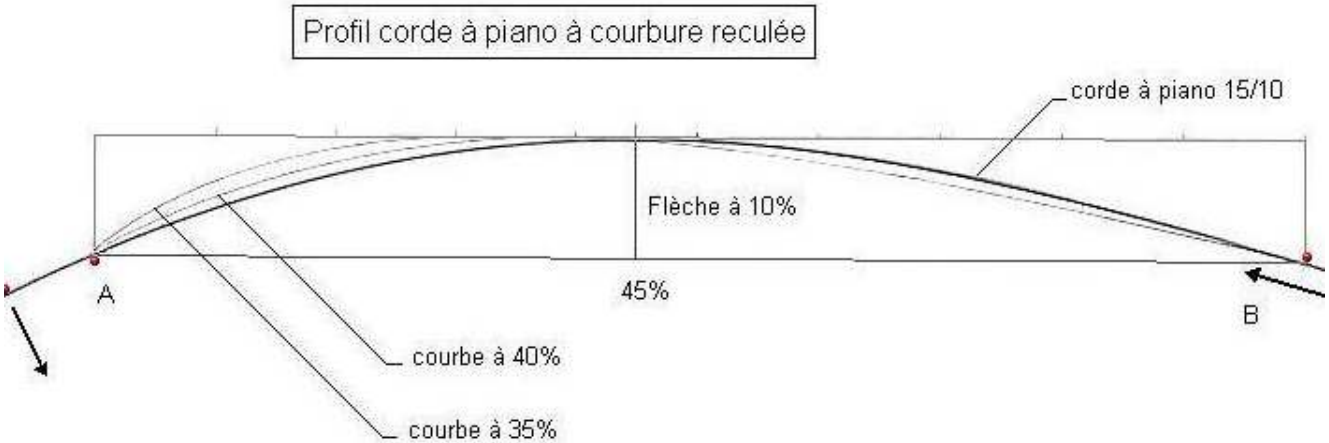
La courbe est apparentée à l'extrados du Naca 6409 avec un rayon de courbure de l'avant moins prononcé.

Un autre profil corde à piano avec creux avancé :



En appuyant plus fort en avant de A et en tirant tangentiellement à B.
Peut-être pour un moule spécifique foc.

Encore un avec creux reculé :



Cette fois en diminuant la pression en avant de A et en poussant tangentiellement à B.
Pourrait peut-être convenir à une GV.

Ces profils répondent-ils à ce que je voudrais ?

Pour cela il faut vérifier que le %tage de la position du creux maxi par rapport à la corde, varie peut suivant la longueur de la corde de l'assemblage et sa position plus ou moins avancée sur le dièdre du moule.

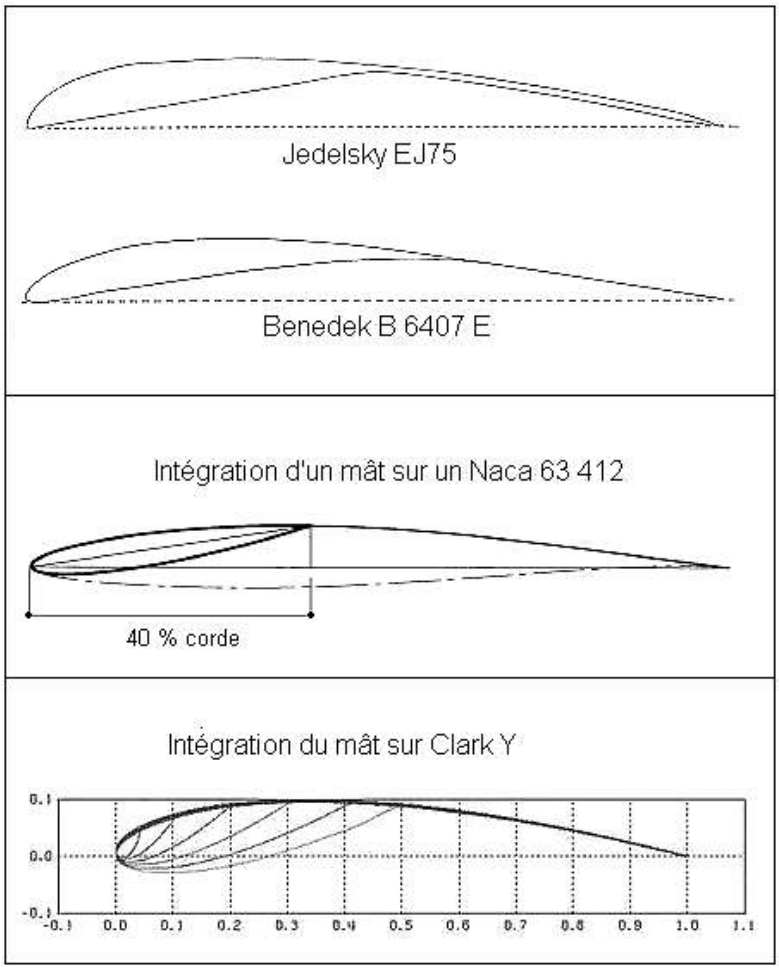
Voici le principe de vérification qu'on pourrait utiliser :

photo manquante

En fait les choses sont un peu plus compliquées pour moi car je considère que sur le plan aérodynamique, le mât fait partie de la voile.

Aérodynamique de la GV et du mât :

On rapproche souvent une voile d'une aile d'avion et on va tout de suite chercher dans les profils connus ayant une certaine épaisseur comprise entre un extrados et un intrados et, je ne sais pourquoi, on ne retient de ces profil que l'extrados. Si encore on en prenait le profil moyen, le squelette...
Or une voile classique n'a pas d'épaisseur. Il s'agit d'un profil plaque avec un mât comme bord d'attaque.
Une voile et son mât me font plus penser à une aile d'oiseau qu'à une aile d'avion classique. Jedelsky et Benedek avaient déjà cherché à associer un profil plaque avec un bord d'attaque épais.
Des études centrées sur les voiles ont aussi cherché à intégrer le mât avec un profil plaque, un extrados de profil d'avion Naca ou Clark.

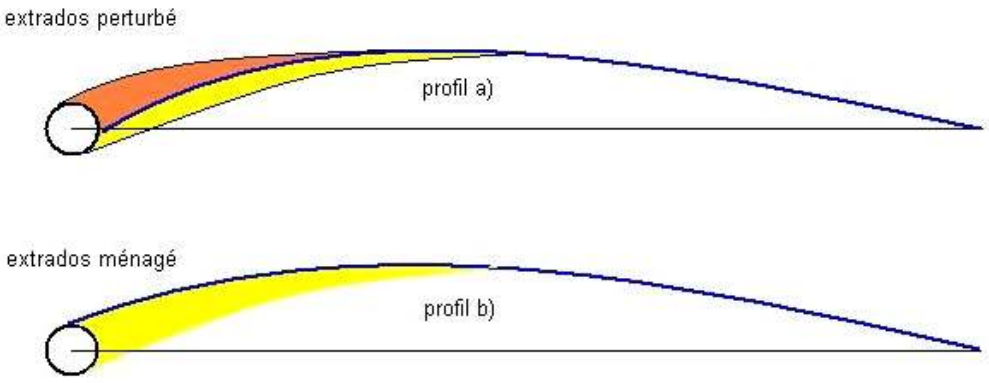


Je pense donc que je peux considérer que le mât fera partie du profil de la voile. Encore faudra-t-il que la voile et son mât donnent un profil aussi aérodynamique que possible.

Mariage grand voile et mât :

Suivant la position de la voile par rapport au mât, le rendement de la voile sera différent.

Mariage mât et guindant voile

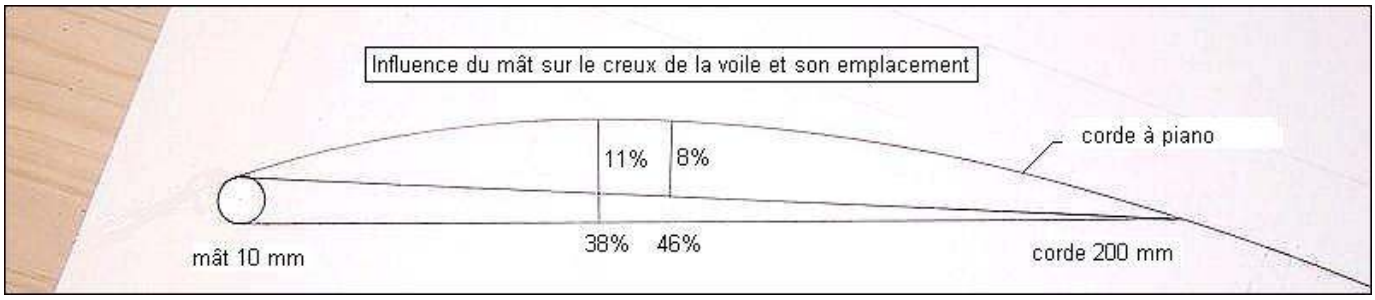


Dans un premier temps je réglais la tension du pataras de telle sorte que le guindant soit parallèle au mât et ma voile se retrouvait dans la position a), position dans laquelle l'extrados est très perturbé.

Maintenant je dessine le guindant parallèle au mât en lui donnant un peu plus de cintre qu'il n'en aura en navigation, environ 1/2 mâts en milieu de guindant. Quand je règle le pataras pour naviguer, je le détends de telle sorte que la partie centrale du guindant soit obligée de passer d'un côté ou de l'autre du mât. Sous la poussée du vent le guindant de la voile se place sous le vent du mât dans la position b). L'extrados est alors dans de meilleures conditions de rendement. Or l'écoulement sur l'extrados est plus important que sur l'intrados. C'est là qu'il faut éviter de perturber les filets d'air.

A partir du moment où je considère le mât et la voile comme un tout, je suis amené à des constatations sur le creux maxi de l'ensemble et son emplacement sur la corde.

Influence du mât sur le creux de la voile et son emplacement :



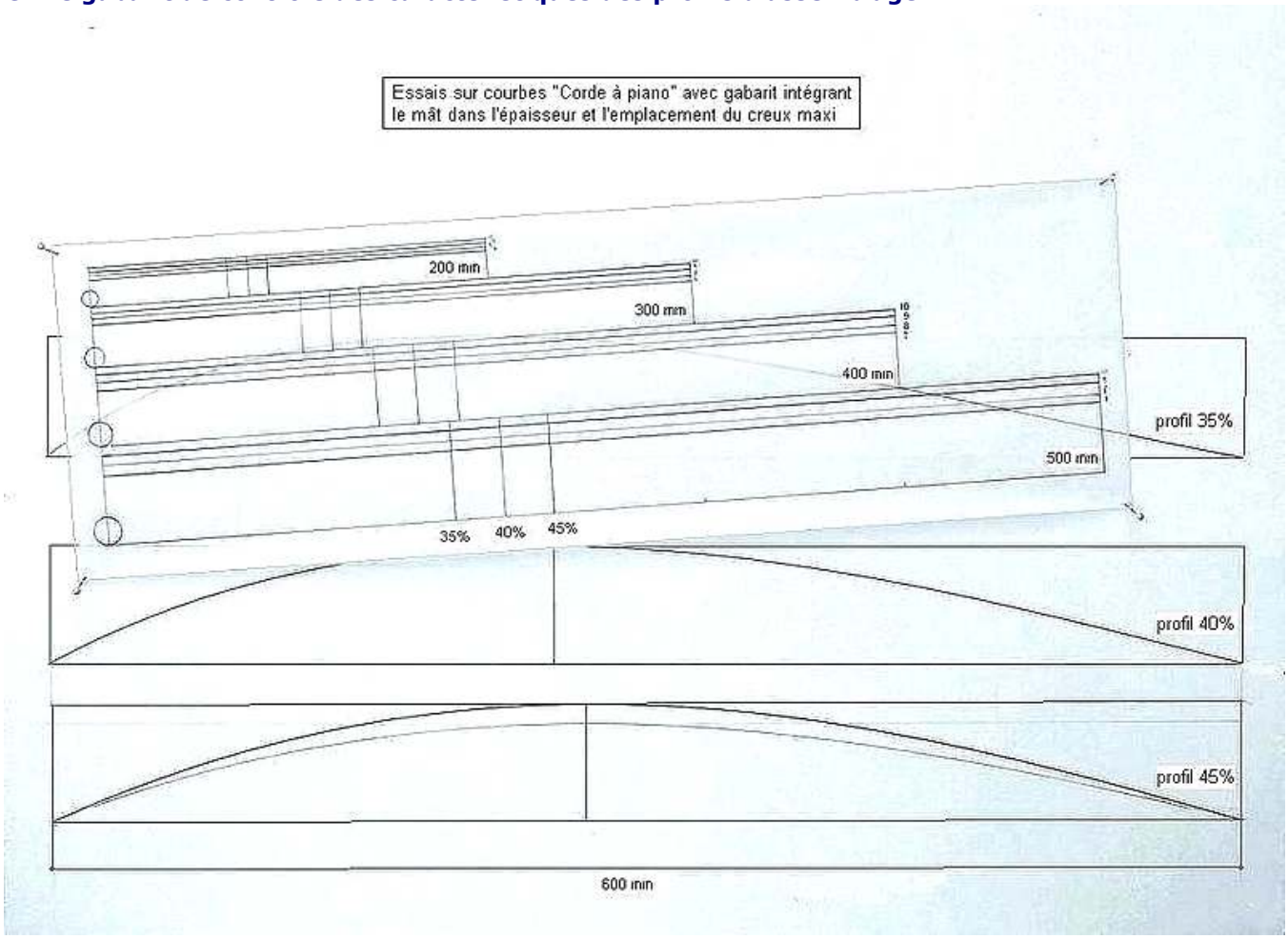
La corde est ici de 200 mm.

Voile seule :
- creux 8%
- emplacement 46%

Voile plus mât (quand le guindant vient se placer sous le vent du mât) :
- creux 11%
- emplacement 38%

Pour tenir compte de la présence du mât dans le profil voile + mât, je me suis fait une grille gabarit intégrant le mât.

Grille gabarit de contrôle des caractéristiques des profils d'assemblage :



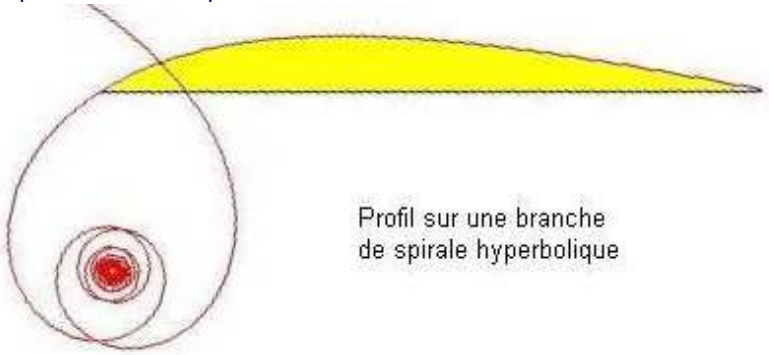
La photo n'est pas fameuse.
Ci-dessus le gabarit est positionné sur la courbe à 35%.
Si l'on regarde le rectangle correspondant à une corde de 400mm, on observe :
- dans son coin inférieur gauche, une section de mât tangente à la courbe,
- dans le coin inférieur droit, l'extrémité de la corde sur le profil,
- le point de flèche du profil tangent un peu au-dessus et à droite du repère gauche 35%
- l'épaisseur du profil y est d'environ 11%, un peu au dessus des 4 lignes 7, 8, 9 et 10%

A l'aide de ce gabarit, je peux vérifier si les courbes prévues à 35, 40 et 45°, permettent de faire des assemblages de cordes 200, 300, 400 ou 500 mm, avec un creux de 7, 8, 9 et 10%, tout en respectant le %tage de l'emplacement du creux maxi pour lequel la courbe est prévue. Cela à l'air compliqué, j'y reviendrai plus tard.

Bilan du contrôle des courbes "corde à piano" :
Elles ne donnent que partiellement satisfaction. Il faut encore chercher.

Puisque je veux une courbe dont le rayon de courbure augmente continuellement du bord d'attaque au bord de fuite, il faudrait peut-être chercher du côté des spirales. Mais laquelle ?

Et là Pat intervient :
« L'autre fois je voulais te parler de l'équation d'une spirale hyperbolique. Va voir sur le WEB. ICI »
Je vais voir...


Profil sur une branche
de spirale hyperbolique

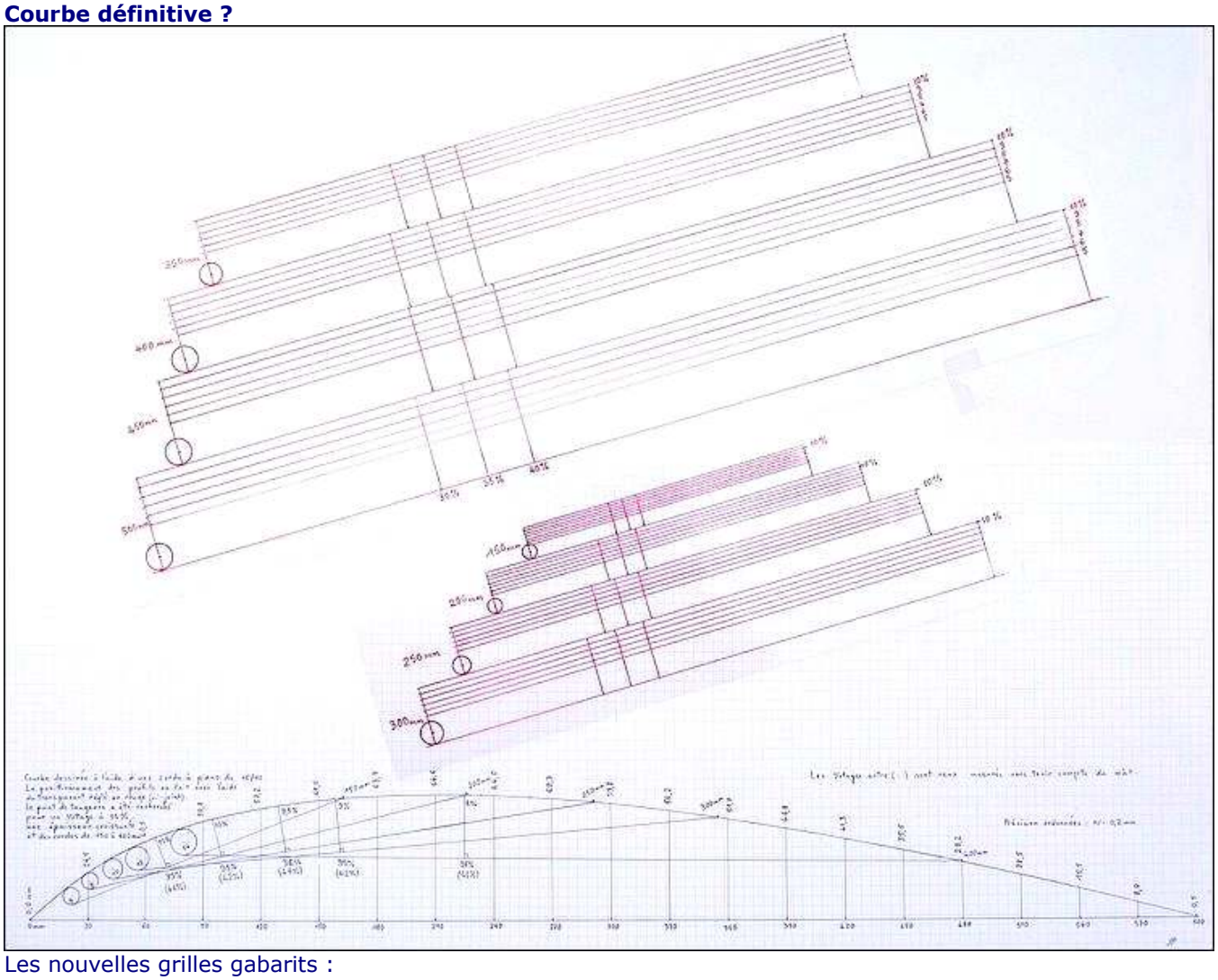
Spirale hyperbolique:
Cette courbe me plaît bien. Son côté asymptotique permet d'en sélectionner le segment avec la flèche souhaitée.

Première courbe obtenue à partir de la spirale hyperbolique :

Pour sélectionner la portion de spirale qui m'intéresse, j'ai tout simplement choisi un segment, par tâtonnement, dont la flèche serait à 10% de la corde sous tendue. J'en ai fait trois morceaux.
Avec PC et imprimante j'ai agrandi le tout de telle sorte que la réunion des trois morceaux me donne un profil échelle1, avec une corde de 600 mm et une flèche de 60 mm.

Ensuite, avec ma première grille gabarit, j'ai fait quelques contrôles et je me suis rendu compte que la courbe ne donnait pas tout à fait satisfaction sur l'arrière mais surtout sur l'avant.
J'ai fait deux nouvelles grilles gabarits plus précises et, suivant les conseils de Benoit, j'ai bidouillé un peu l'avant et l'arrière de la courbe, de façon tout à fait empirique.

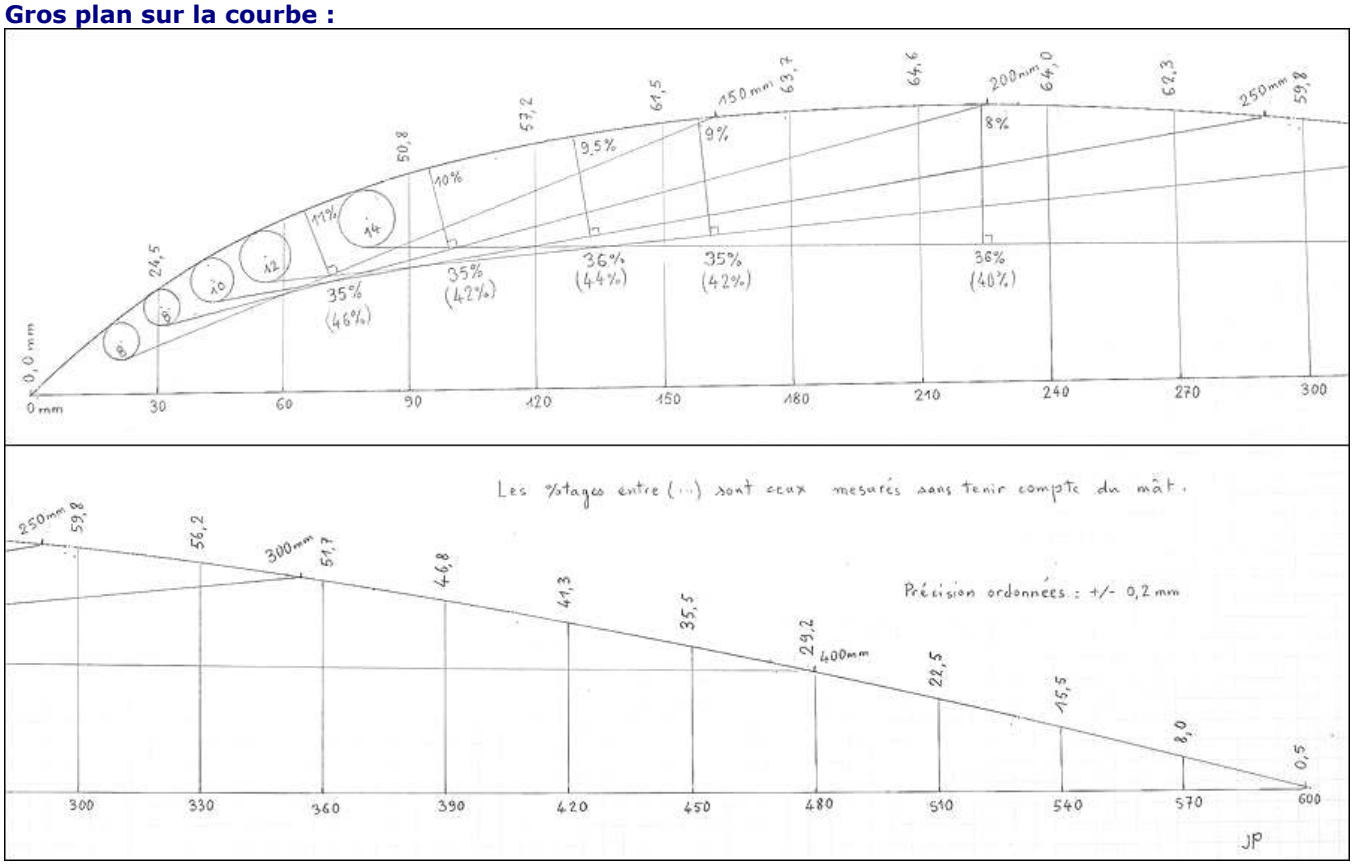
Courbe définitive ?



Les nouvelles grilles gabarits :
- Mât 14-12-10-8 mm
- Cordes 150-200-250-300-350-400-450 et 500 mm
- Creux en tenant compte du mât : de 5% à 10%
- Emplacement creux en tenant compte du mât : de 35% à 36%
- Emplacement creux sans tenir compte du mât : de 40% à 46%

Après plusieurs essais, je constate enfin une bonne stabilité de la position du creux maximal en intégrant le mât dans le profil.

Gros plan sur la courbe :



Pour reproduire cette courbe :
- Placer des épingles selon les coordonnées indiquées. Elles ne sont pas toutes indispensables. Il en faut assez dans la partie avant la plus courbée et beaucoup moins vers l'arrière où la courbure est faible.
- Accoler en dessous une corde à piano de 15/10è. La maintenir en contact avec des épingles
- Tracer la courbe avec une bille fine noire, d'une épingle à la suivante, en maintenant la corde à piano bien appuyée. On peut faire un essai au crayon gris.

Les grilles gabarits lignées sont très utiles pour repérer l'emplacement des assemblages sur le dièdre du double moule, en fonction de la corde, du creux souhaité et du diamètre du mât.

Cette courbe n'est pas adaptée à un foc si l'on souhaite un creux positionné de 30% à 35%.

Réalisation de la "machine"

a) Le profil du moule :
Après plusieurs essais, je n'ai gardé de la courbe que la partie dont j'avais besoin, soit 580 mm de corde sur 58 mm de flèche.

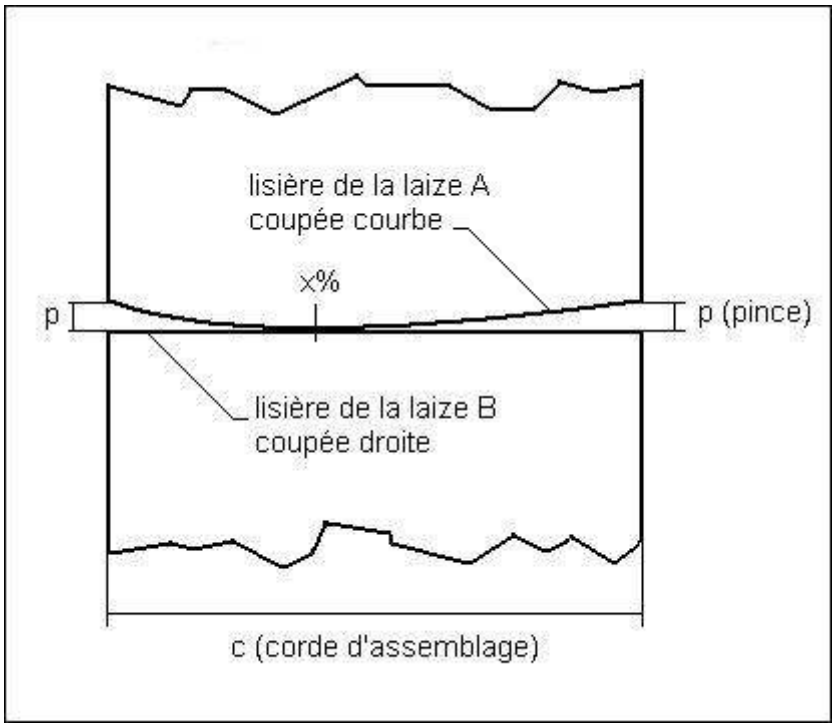
b) Calculs de l'angle de dièdre et de la hauteur de cale :
Dès mon premier dessin de principe, cette cale était présente pour régler l'angle de dièdre et pourtant, certain comme Rémi et Benoit, ont semblé s'inquiéter que je ne parle pas de ce réglage de dièdre.
Avant d'en parler il me fallait d'abord la courbe du profil. Maintenant je l'ai. Alors passons aux calculs de la hauteur de cale qui donnera l'angle de dièdre adéquate.

Pour que l'assemblage de deux laizes (surfaces développables à plat), crée un volume il faut que la ligne d'assemblage soit une courbe pour au moins une des deux lisières assemblées.

Si l'on assemble deux laizes sur la jonction des deux 1/2 moules mis bout à bout dans le prolongement l'un de l'autre, on obtiendra une surface courbe sur le moule mais développable à plat.
Il n'y aura pas création de volume.

Si l'on place une cale sous la jonction des deux 1/2 moules, il y a formation d'un dièdre. En y assemblant les lisières des laizes, l'une droite, l'autre courbe, les deux laizes assemblées vont former un dièdre semblable donnant un certain volume à l'ensemble. Ce volume sera d'autant plus important que l'angle de dièdre sera important. Il s'agit de déterminer cette valeur d'angle et la hauteur de cale correspondante pour obtenir le volume souhaité. Cela dépend de la valeur des pinces qu'on va adopter. Cette valeur a été définie au départ.

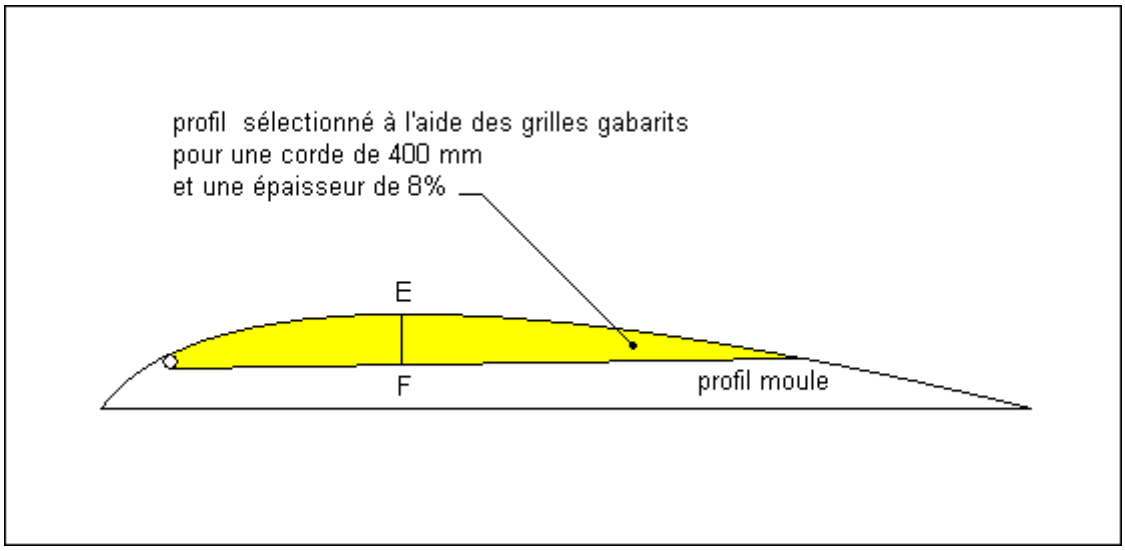
On a : p / c = 4 / 1000



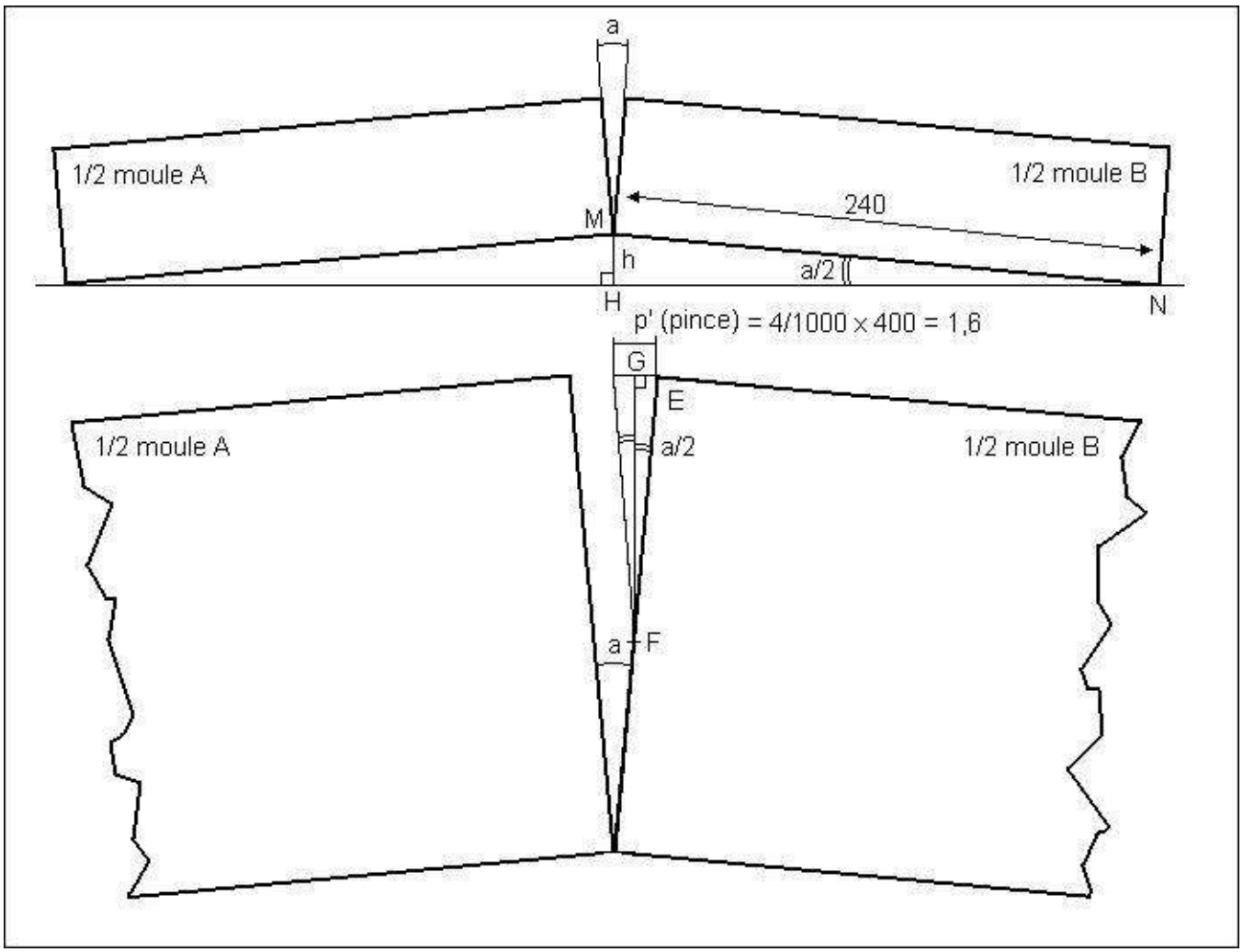
Je fais les calculs à partir d'un profil sélectionné sur la courbe du profil du moule.
- corde : 400 mm
- épaisseur : 8% qui est une épaisseur moyenne sur mes grilles gabarits

Donc l'angle de dièdre que je vais trouver et la hauteur de cale correspondante ne me donneront des pinces à 4/1000 que pour des profils sélectionnés à une épaisseur de 8%.
Ce n'est pas pour cela que le profil de la voile, mât compris, aura un creux de 8%.

Par contre, pour un assemblage de longueur de corde donnée, j'aurai deux possibilités d'en faire varier l'épaisseur :
a) Jouer sur la hauteur de la cale qui règle l'angle de dièdre. Si l'on augmente la hauteur de la cale, le profil de voile sera plus creux et inversement.
b) Sélectionner à l'aide des grilles gabarits un profil plus épais d'où un creux de voile plus important sans changer la hauteur de cale du moule. Bien entendu, l'assemblage se fera à un endroit différent du dièdre. Inversement...



Pour continuer je regarde le moule face à son bord d'attaque.
Pour la clarté du dessin les angles sont exagérés.



Le triangle GEF donne :
a) sin a/2 = 0,5 p' / EF = 0,5 x 1,6 / 8% x 400 = 0,8 / 32 = 0,025

Le triangle MNH donne :
b) sin a/2 = h / 240

a) et b) donnent : h / 240 = 0,025

d'où : h = 0,025 x 240

soit : h = 6 mm

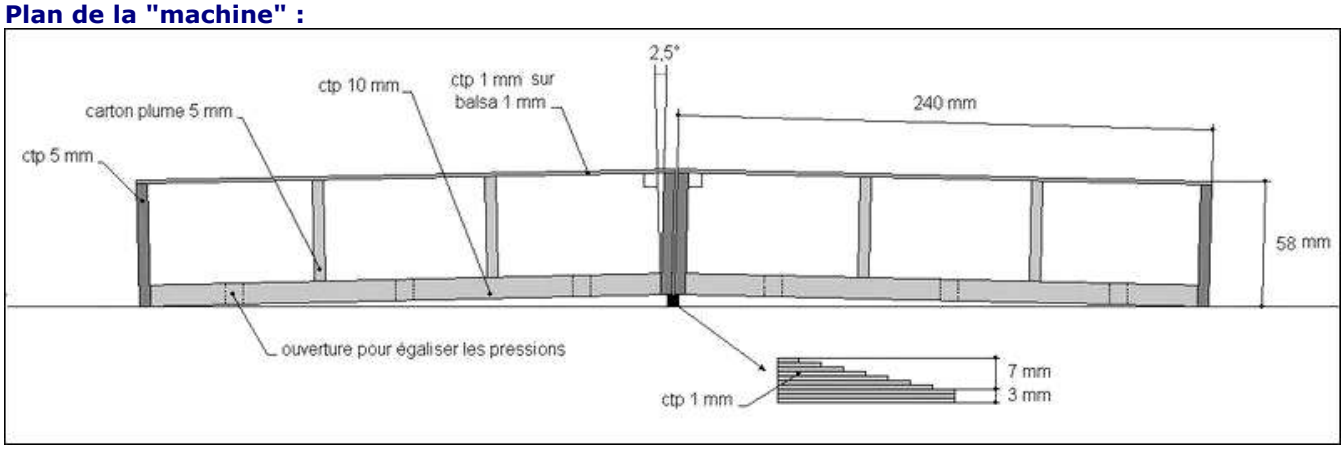
Donc pour que le moule donne des assemblages avec des pinces de 4/1000, il faut régler la cale du dièdre sur 6 mm et sélectionner des profils d'assemblage à 8% d'épaisseur avec les grilles gabarits.

Pour diminuer l'ouverture en V du dièdre calé à 6 mm, il me faut aussi l'angle a correspondant :

Nous savons : sin a/2 = 0,025
D'où : a/2 = 1,4°
D'où : a = 2,8 °
Comme je pense que cet angle sera une valeur haute à l'usage, je retiens comme valeur moyenne :

Angle de dièdre a = 2,5°

Plan de la "machine" :



Les flancs profils de chaque 1/2 moule sont perpendiculaires à la base en ctp de 10 mm, sauf le flanc droit du 1/2 moule A (le gauche sur le dessin ci-dessus). Je l'ai incliné de 2,5° avant collage pour combler partiellement le vide en V entre les deux 1/2 moules. Cette précaution n'est pas nécessaire car l'ouverture dans la partie centrale du V ne dépasse guère 2,5 mm, ce qui ne gène pas beaucoup l'assemblage. Mais tant qu'à faire...

Pour la cale d'épaisseur dégressive il est bon de repérer la marche correspondant aux 6 mm en précisant aussi que cette valeur correspond à des profils sélectionnés à 8% d'épaisseur.

La cale est constituée de 10 bandes de carton collées, colorées puis vernies polyuréthane.

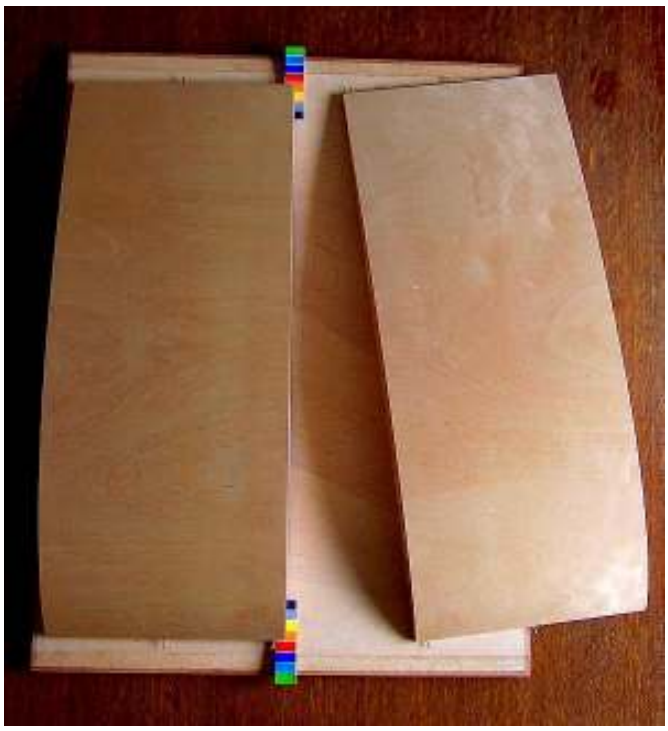
Comment façonner le volume propre de la voile :

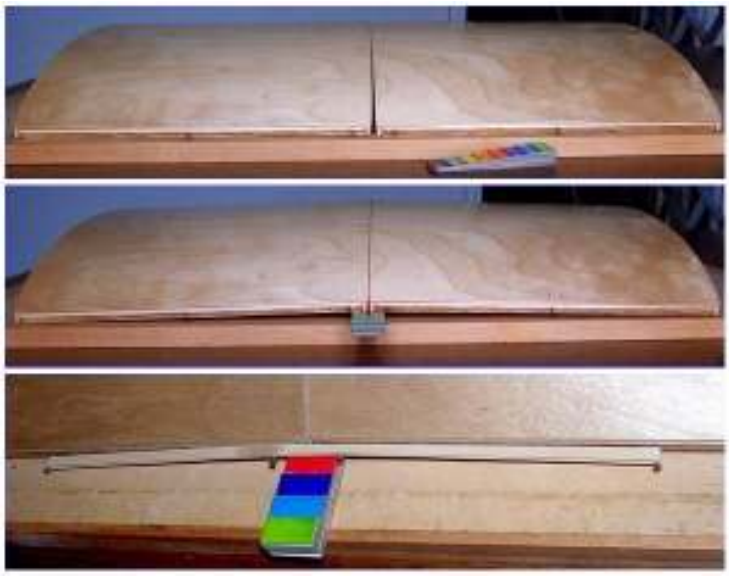
.Si l'angle de dièdre et si le %tage d'épaisseur des profils sélectionnés restent constants, plus il y aura de laizes, plus il y aura d'assemblages, plus le volume global sera important et inversement.
Le volume se créant au niveau des assemblages, la répartition de ceux-ci conditionnera la répartition du volume de la voile. Si on rétrécit certaines laizes le volume se déplacera vers celles-ci.
Pour façonner le volume d'une voile je peux agir de plusieurs façons :
- Faire varier l'angle de dièdre (hauteur de cale).
- Pour une longueur de corde donnée, sélectionner sur le dièdre un profil plus ou moins épais.
- Faire varier le nombre de laizes.
- Faire varier leur largeur.
- Faire varier leur emplacement.
- Et avec l'expérience, moduler le profil lors de l'assemblage sur le dièdre. Par exemple accentuer la courbure de l'avant du profil en tirant lissant l'avant d'une laize dans un certain sens, lors de la phase de collage.

Construction du moule :

Pour que le ctp prenne sans difficulté le galbe de l'avant du profil, il faut, si l'on utilise du trois plis, que les fibres des plis extérieurs soient perpendiculaires au profil du moule. En qualité "bouleau aviation" du 1,5mm irait bien. En qualité standard du 3 ou 5 mm ira aussi mais exigera des conditions plus complexes de mise sous presse pour le collage. Pas de pb pour les menuisiers...

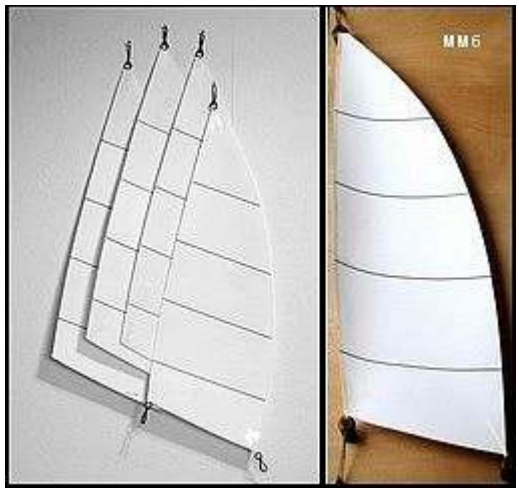
Sur l'image centrale ci-dessus, on voit que la jonction des deux 1/2 moules est jointive quand la cale règle l'angle de dièdre pour des pinces de 4/1000. Éviter l'ouverture du V à cette jonction était si facile que je n'ai pas pu y résister. J'admets que ce n'était pas nécessaire.





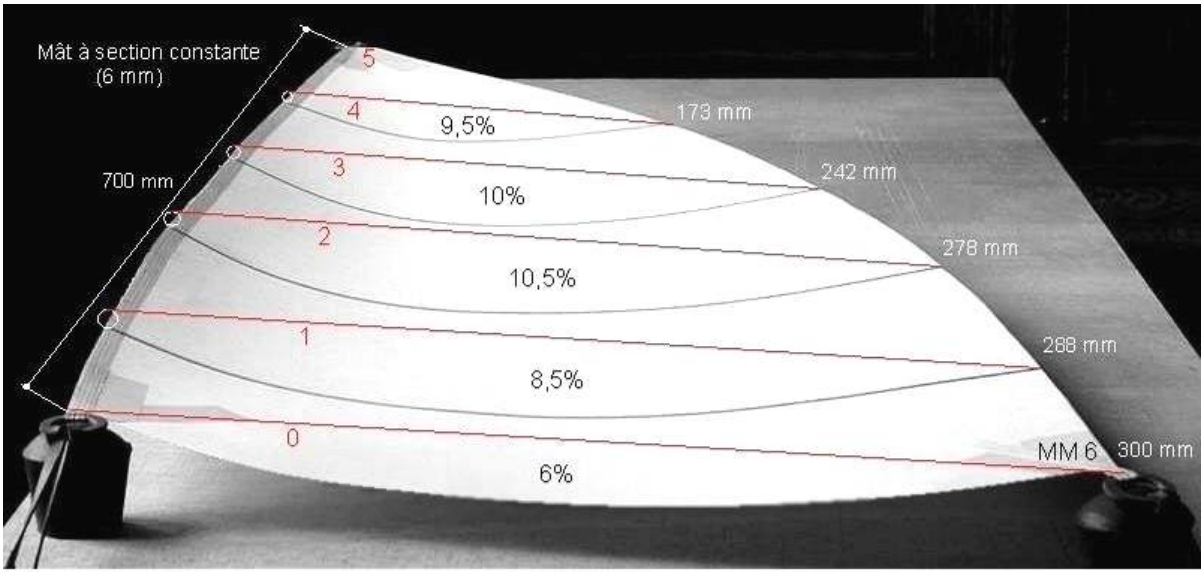
La liaison des deux 1/2 moules par élastique n'est que provisoire. A l'usage, lors de tirages lissages sur les laizes, le moule a glissé. Il faut une liaison élastique autorisant la variation d'angle du dièdre mais beaucoup plus ferme et des patins antidérapants. Les moules de Pat sont plus costauds...

Premiers essais en papier :

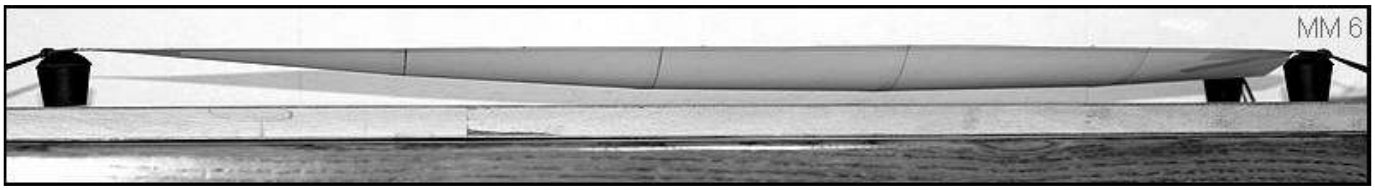


Il s'agit d'une petite voile de 15 dm² destinée à faire des essais sur un MM transformé en Cat.
Je compte y faire des essais pour les caractéristiques de mon gréement cat.

Les profils de voile des premiers essais n'étaient pas assez galbés vers le bord d'attaque.
Tout est dans le posé de la laize du dessus sur l'adhésif de la laize inférieure...
Pour le 6è essai, c'est mieux. En jouant sur l'épaisseur de la cale de dièdre, j'ai volontairement affiné l'assemblage 4. J'ai obtenu une évolution de profil repérée sur une voile de Rémi. Elle me convient tout à fait pour une GV non précédée d'un foc. En accord avec Chéret pour une voile unique, je souhaite ainsi ménager les pertes marginales vers le haut. D'accord, je perds de la puissance dans ce même haut…Mais après avoir observer l'évolution de profil sur des bateaux de record et même sur de bons « M », je ne dois pas être gravement dans l'erreur.



L'image ci-dessous pour mettre en évidence l'évolution du volume de la voile. Maximum de puissance dans la partie centrale et diminution vers les deux extrémités. J'ai observé le même type d'évolution de profil sur une magnifique voile de FRA2542 photographiée en plongée.
Voir : **http://107260.aceboard.net/107260-418-4908-0-faut-faire.htm**, page 1, 14è post.
Il suffit de copier-coller sur un logiciel de dessin comme Paint, tracer les cordes correspondant aux assemblages de laizes et à la bordure. Ensuite y-a plus qu'à…



Essais avec film mylar tramé :

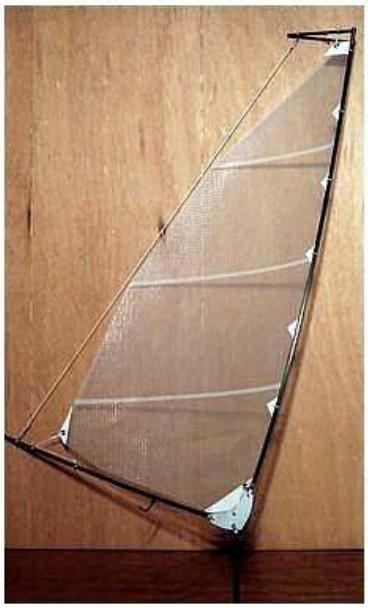
Les essais sur papier m'ont permis de mettre un peu au point ma technique d'assemblage, mais il y a encore des progrès à faire.

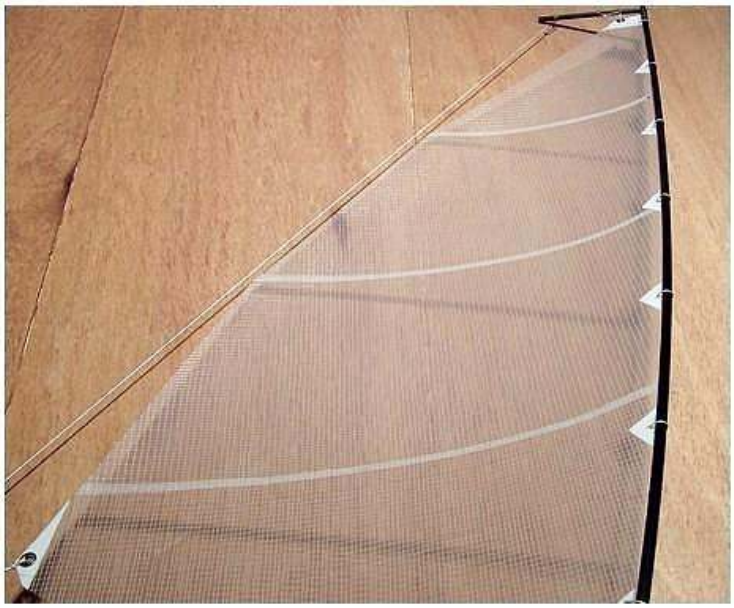
Cette fois c'est reparti pour une voile petit temps de 15.5 dm².
Pour le tissu je prends un film très léger qui devrait bien convenir à la taille d'un Micromagic ou d'un RG65. Pat m'en avait parlé. Il trouvait ce matériau trop léger et manquant de tenue pour un bateau d' "1 m" ou plus.

Liste des ingrédients :
- Mylar tramé 21 g/m² (Bilboquet)
- Adhésif 6 mm
- Renfort toilé adhésif 2/10 mm
- Cordage en fil Dynemea pour cerf-volant.
- Mât carbone 6 mm
- Bôme carbone 6 mm
- Potence carbone 5 mm
- Pied de mât carbone 6 mm sur roulements à billes
- Pièce de liaison (mât-bôme- pied de mât) articulée pour expérimenter des réglages.

Premier essai :

Pour faire connaissance avec le 21 g je commence par une voile plate sans laize.
C'est l'occasion de voir que le film se plisse facilement. Je n'ai pas trouvé la solution pour faire disparaître complètement les plis. Mais rien de grave pour la voile.





Deuxième essai :

Cette fois en 3D
Le matériau est très souple, très léger mais un peu extensible. On le sent à peine entre les doigts.
J'ai prévu un creux de 8%. Réglage des cales sur 8 mm.
Dessin de quatre laizes sur le patron en carton qui m'a servi à déterminer le CV.
Découpage des laizes et assemblage en commençant par le haut.
Je n'ose pas trop tirer sur les bords de crainte de gondoler l'assemblage. Je dépose simplement, du bord d'attaque vers le bord de fuite, la laize supérieure sur la laize inférieure.
Pas de gondolage, ça semble correct.

Je monte la voile et l'installe sur mon "banc à courant d'air" pour l'observer en dynamique.
Le réglage des différentes tensions pour obtenir un profil propre, est très délicat. Manque de tenue du tissu, Pat avait raison. Le cintrage très prononcé du mât ne me semble pas être étranger aux difficultés de mise en forme correcte de la voile.
Finalement, le profil ne me plaît pas. Pas assez de courbure sur l'avant. Pas assez de creux dans la partie la plus large, en bas. Certains trouvent que le profil du haut manque de creux. Avec un bateau qui gîte facilement comme le MM, je n'ai pas besoin d'un surcroît de puissance dans le haut de la voile et comme je suis en monovoile, j'opte pour une charge elliptique minimisant la traînée au détriment de la puissance.

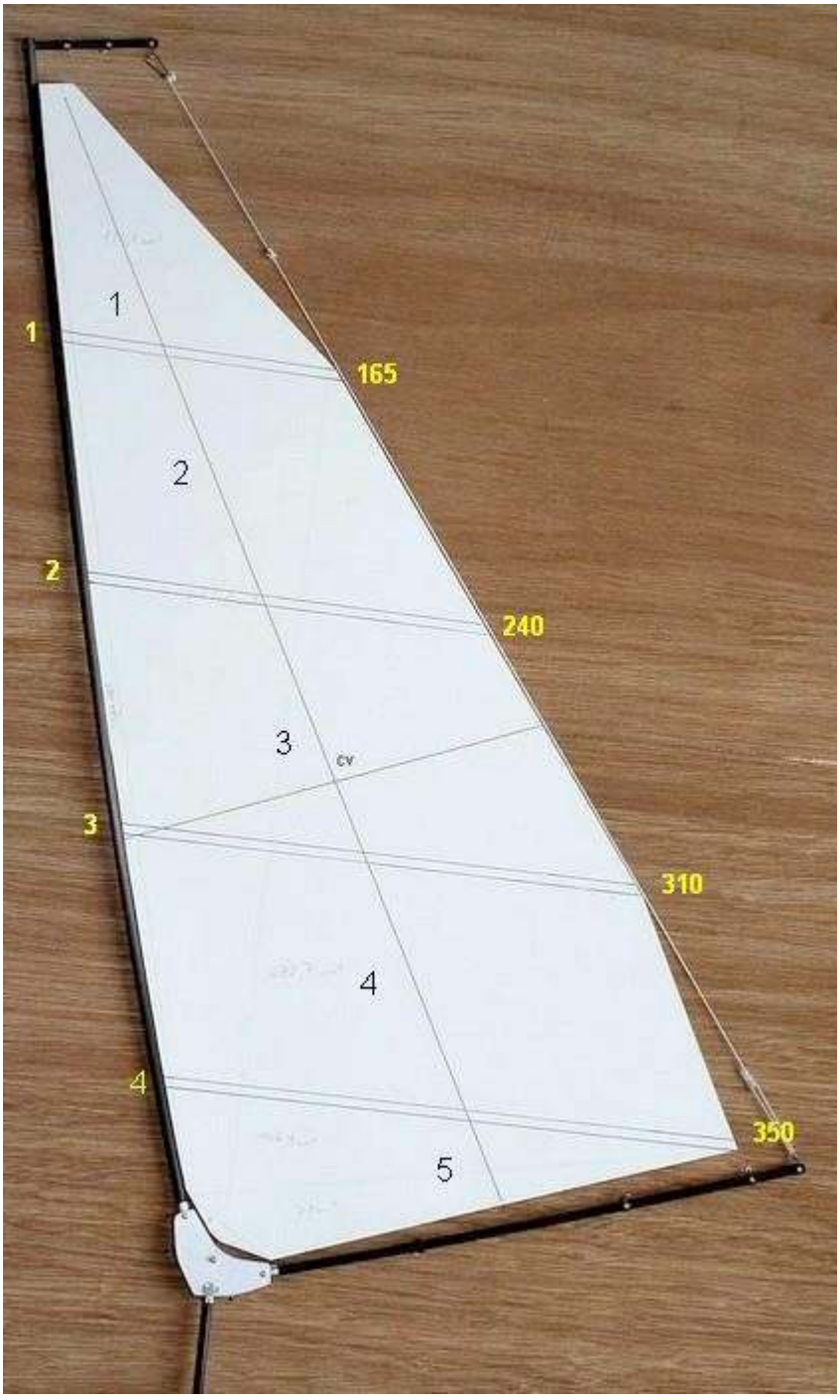
Les essais sur "banc" montrent aussi que le creux général est trop important pour serrer le vent.

Par contre le montage sur roulements, le bon équilibrage du gréement et la souplesse de la voile sont un vrai régal. Le moindre souffle d'air positionne et forme la voile. Pour la pétole, ce doit être le rêve...

Pour un troisième essai je vise un creux moins prononcé, un cintre de mât plus faible et une 5ème laize en bordure, plus étroite afin d'avoir un peu plus de puissance dans le bas de la voile.

Troisième essai :

a) La cale de dièdre passe de 8 à 6mm.
b) Diminution du cintre de mât.
c) Nouveau dessin de voile avec 5 laizes, laize de bordure plus étroite.

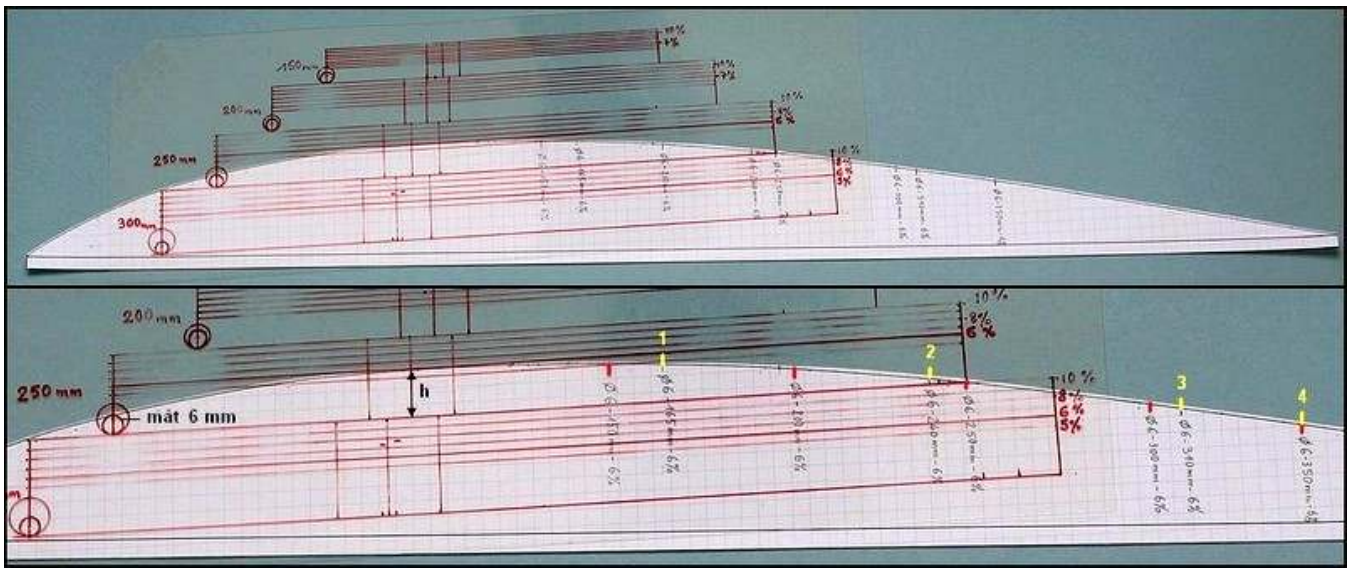


d) Repérage de la position d'assemblage des laizes sur le moule :

Pour ce repérage il me faut :
- le diamètre du mât (6 mm),
- le pourcentage du creux passe à 6%, pour une voile assez fine
- la longueur des cordes d'assemblage : 165, 240, 310 et 350 mm

Sur le dièdre du moule, je dois maintenant déterminer l'emplacement des assemblages correspondant à chacune de ces cordes (extrémité arrière).
Pour cela j'utilise les grilles gabarits et le gabarit en bristol du profil du moule.

A titre d'exemple je vais chercher le point arrière d'une corde de 250 mm correspondant à un profil de 6%



Je choisis la grille comportant la réglure de longueur 250 mm que je superpose sur le gabarit du profil et je la balade jusqu'à obtenir :
a) au niveau bord d'attaque, cercle du mât de 6 mm tangent à la courbe du profil,
b) au niveau le plus épais du profil, ligne des 6% de la grille tangente au profil.
c) au niveau bord de fuite, l'extrémité de la corde sur le profil.

Je repère en rouge ce dernier point sur le gabarit. Il correspond au profil d'épaisseur 6%, de corde 250 mm pour un mât de 6 mm.

Je renouvelle ces opérations pour les profils 150, 200, 300, et 350 mm, toujours pour le même mât de 6 mm et un creux de 6%.
Ensuite par extrapolation, je repère en jaune les queues de profils dont j'ai besoin : 165, 240, 310 et 350 mm.

Je plaque alors le gabarit contre le 1/2 moule A et sur du "Scotch Magic", je reporte les repères dont j'ai besoin.

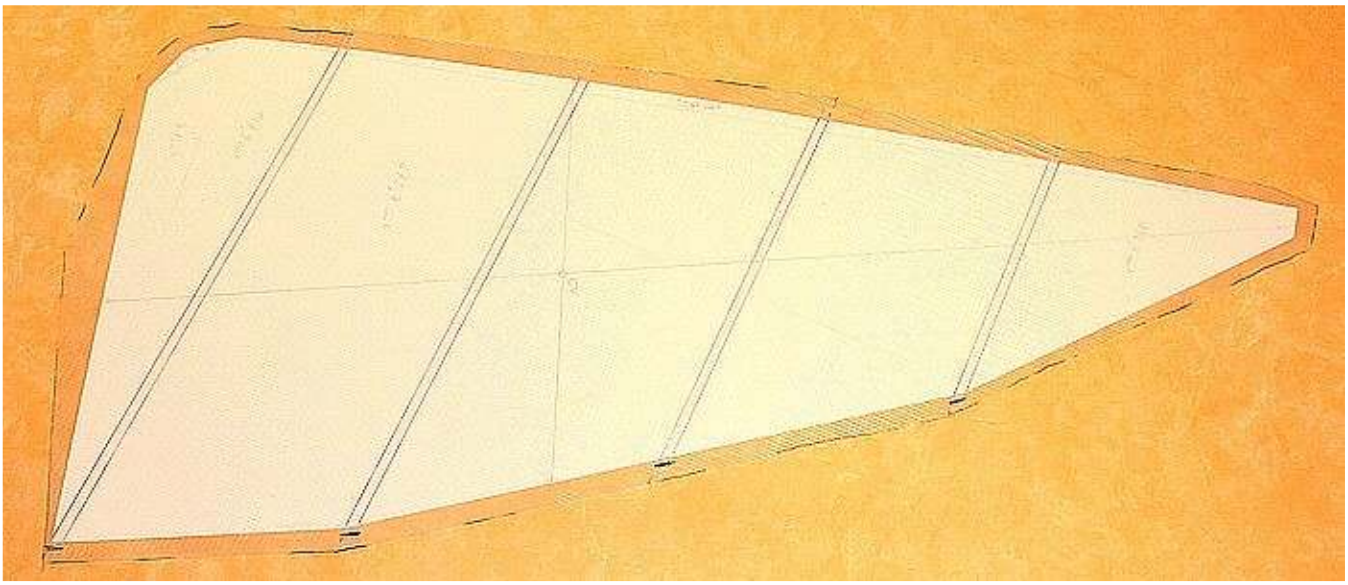
Remarque : Cela semble bien compliquer et bien long pour l'instant. Mais ça ira plus vite quand je me serai décidé sur un bateau de classe donnée, avec un dessin de voile bien défini, avec un mât de diamètre dégressif

14-12-10-8. A ce moment là, j'étalonnerai le moule avec des repères fixes. Je trouverai alors rapidement l'endroit où placer l'assemblage de laizes en fonction de la longueur de la corde et de l'épaisseur de profil.

Découpage des laizes :

Par superposition du mylar sur le patron de voile, je fais les repères à partir desquels je peux découper les 5 laizes en tenant compte d'un recouvrement de 6 mm.
Les côtés parallèles sont coupés directement au cutter à leurs mesures exactes. En théorie je devrais couper un côté rectiligne et l'autre courbe mais la courbure est si faible qu'une coupe droite est suffisante à la précision de l'assemblage. Rémi ne dira pas le contraire.
Les côtés guindant et chute sont découpés avec une marge d'environ 2 cm.

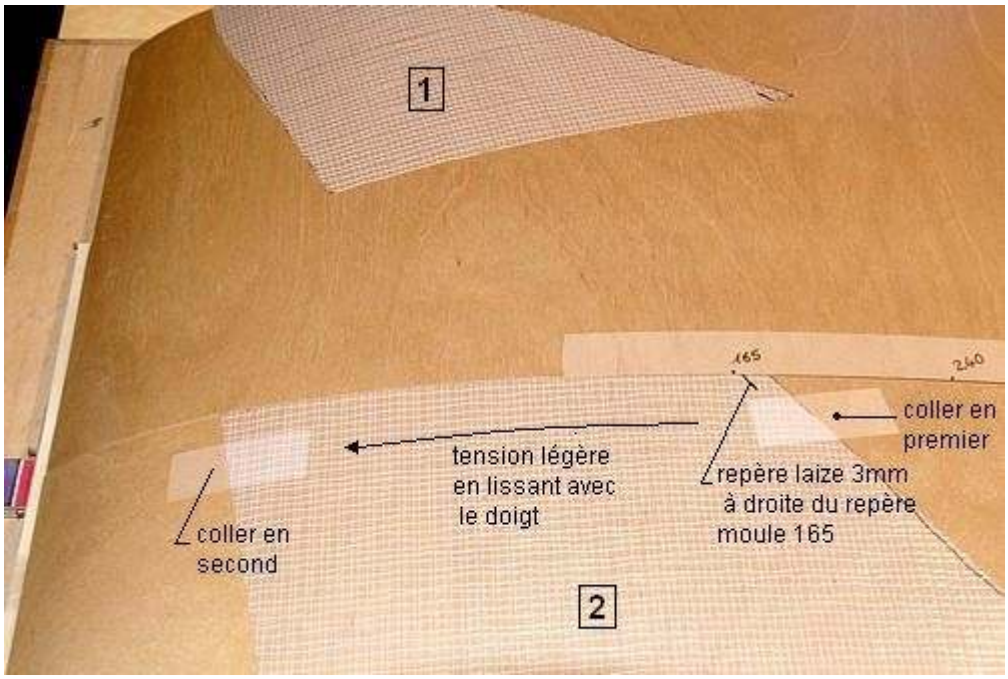
Une fois découpées, les laizes sont placées en situation comme sur la photo et je trace alors des repères noirs sur chaque laize, environ 3 mm en arrière de la queue des profils.



Assemblage des laizes 1 et 2 :

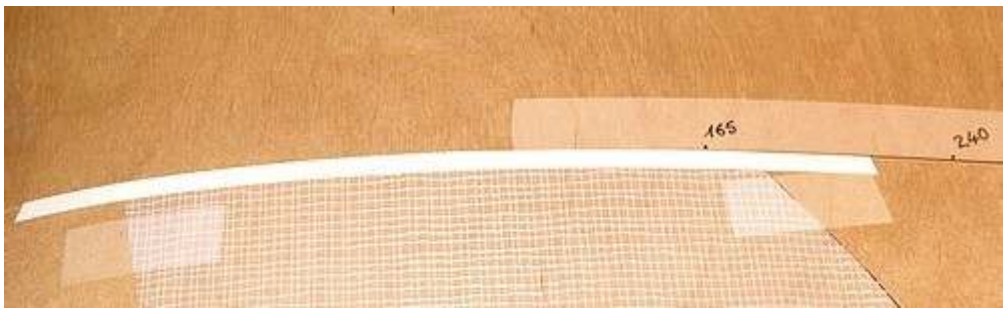
Le film très fin étant un peu élastique, ne pas tendre trop fort le bord de la laize 2. En effet lorsqu'il faudra laisser tomber le bord de la laize 1 sur le double face, il sera difficile d'y appliquer la même tension. Si les tensions sont différentes, l'assemblage sera cintré, donnant plus de creux sur une face de la voile que sur l'autre. Le repère noir est placé 3 mm en arrière du point 165 mm repéré sur le Scotch Magic (voir plus haut pour ce repère noir).

Pour poser le double face, je dois bien me placer au-dessus du bord de la laize 2 pour éviter les erreurs de parallaxe. D'abord je fais adhérer à droite, puis en tendant légèrement l'adhésif avec la main gauche qui descend progressivement vers le moule, j'amène l'adhésif au contact avec un doigt de la main droite en faisant attention à bien suivre le bord du moule jusqu'au bord d'attaque.

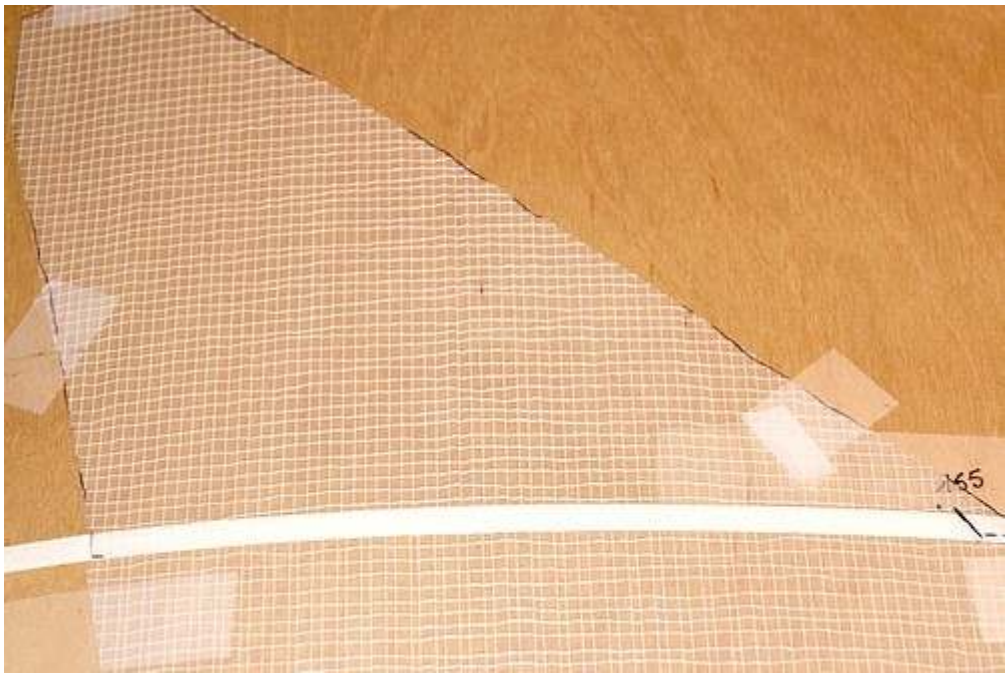


e positionne la laize1 à sa place et la stabilise au Scotch Magic sans trop tendre

Maintenant le plus délicat. Soulever le bord de la laize 1 et enlever la bande protectrice de l'adhésif. Attention si la laize 1 touche l'adhésif dénudé, au mauvais endroit, c'est indécollables sans dégâts.

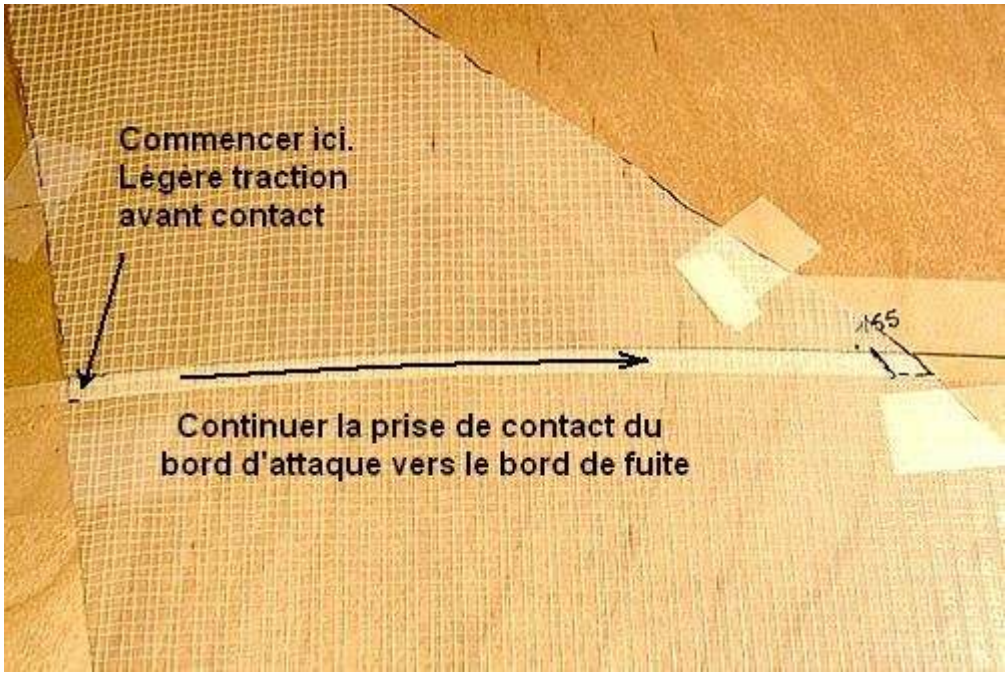


Cette fois, pour accentuer la courbure au bord d'attaque, je tire un peu le bord gauche de la laize 1 vers le bord d'attaque de la laize 2 et je mets en contact avec l'adhésif en gardant bien le reste de la laize 1 en l'air. Ensuite je pousse d'un doigt le bord de la laize 1, pour lui faire prendre contact avec l'adhésif en allant de l'avant vers le bord de fuite.



Il n'y a plus qu'à recommencer avec les assemblages suivant aux trois autres points déjà repérés.

Parfois tout ne va pas aussi bien qu'en le racontant. Au deuxième assemblage j'ai loupé la dernière phase de collage. Un pli disgracieux et trois laizes à refaire. Du coup j'ai épuisé mon petit stock de mylar 21 g.



Finition de la voile :

- Pour la découpe du contour de la voile, je me suis servi du patron pour les courbe, d'un réglet acier pour le droite et du cutter avec lame neuve. Si le creux avait été beaucoup plus important, j'aurais dû procéder autrement pour la découpe du guindant.

- Sur la voile précédente j'avais mis des petits oeillets métalliques. Mais vu les faibles tensions en jeu, cette fois pas d'oeillet au point de drisse et au point d'amure. Pour le point d'écoute où la tension est plus forte, pas d'oeillet non plus mais une troisième épaisseur de renfort toilé et je double le Dynemea au passage du trou pour diminuer l'effet de cisaillement.

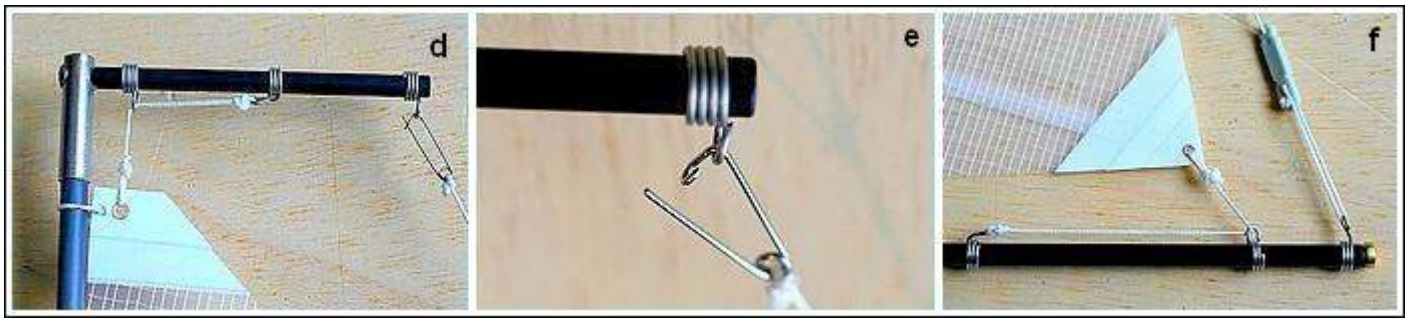
- Tous les trous sont réalisés avec un clou, diamètre 2 mm, porté au rouge. La chaleur fait fondre le plastique en bordure du trou ce qui forme un oeillet plastique qui est le bienvenu.
Pour les trous du guindant, après pose des deux épaisseurs de renfort toilé, je place le guindant de la voile en contact avec le mât réglé à la même courbure que le patron de voile et je repère au mieux l'emplacement des

trous à réaliser (assez près du bord).

- Pour le montage des anneaux en Dynemea, un noeud plat bien serré en intercalant deux cure-dents (a) pour ménager un jeu permettant à la voile de passer facilement d'un côté à l'autre du mât.
Une fois la voile entièrement montée, j'installe le gréement sur le "banc à courants d'air" et je règle les tensions pour que la voile se forme au mieux. Là je rajuste les anneaux de mât sois en les serrant un peu plus, soit en les relâchant avec une aiguille à tricoter (b). Ces réglages faits, je stabilise les noeuds à la cyano et je coupe à raz (c).

Pour éviter le mauvais temps, je place le "banc" dans un courant d'air (fenêtre du haut et porte du bas ouvertes) Comme prévu, je détends un peu le pataras et en changeant plusieurs fois d'amure, je vérifie le bon passage du guindant d'un côté à l'autre du mât et son placement sous le vent du mât. Si le pataras est trop relâché de vilaines boursouflures apparaissent sur le guindant.

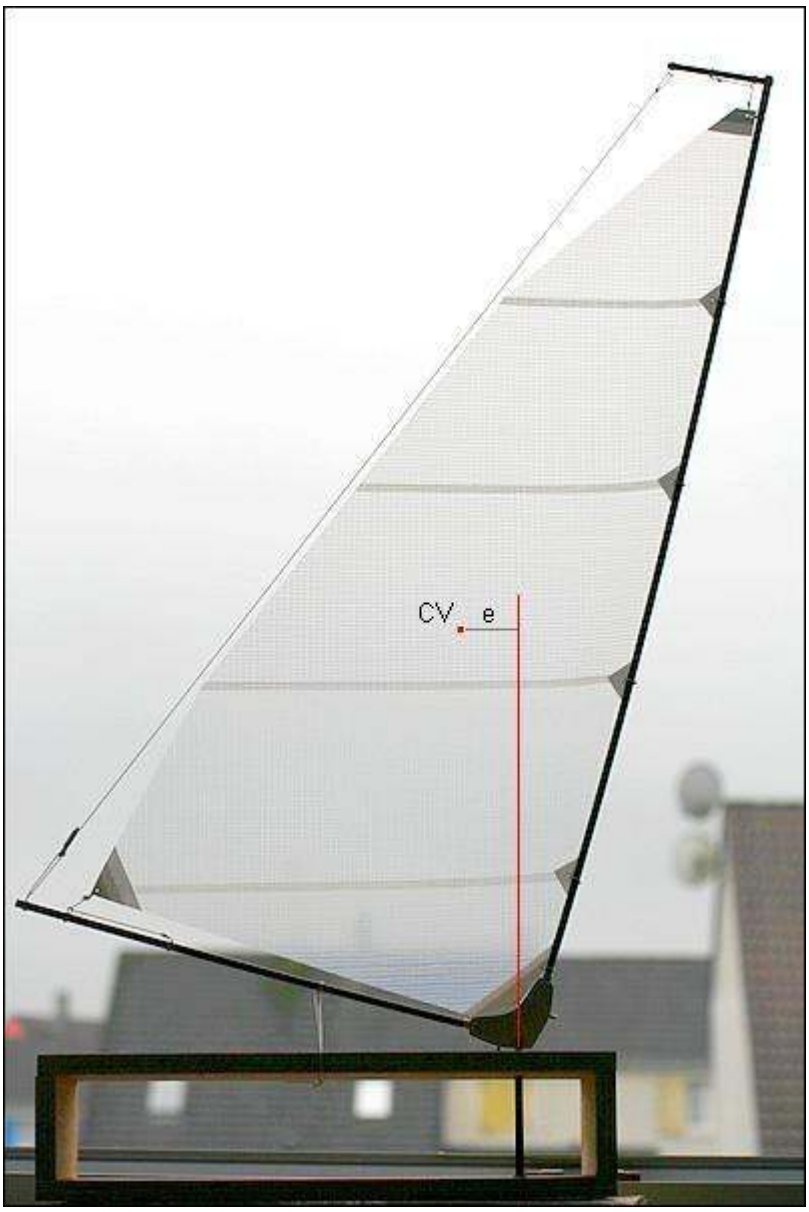
Pour les réglages des tensions diverses, c'est du classique pratique.
(d) : Réglage direction et tension du point de drisse (ici tirage un peu trop éloigné du mât) par ressors en inox 8/10 mm tournés sur mandrin de 4 mm pour un tube de 5 mm.
(e) : Attache du pataras facile à défaire en fin de navigation sans modifier son réglage.
(f) : Réglage direction- tension du point d'écoute et tension pataras par ressors en inox 10/10 mm tournés sur mandrin de 5 mm pour un tube de 6 mm.
Le point d'amure particulier à mon gréement n'est pas réglable.



Le banc à courant d'air :

Il me permet de vérifier le comportement de la voile à différentes allures et à quel angle je dois régler la cassure du mât. Il s'agit de minimiser l'écart "e", de telle sorte que le gréement se stabilise sans oscillations. Le respect de l'effet girouette bien connu pour les gréements à balestron.

Le pied de mât est monté sur deux roulements, ce qui donne un ensemble très sensible.



N.B.1 Dans un courant d'air de vitesse peu élevée, la chute a conservé sa tenue malgré le manque de lattes. L'effet dièdre peu marqué et la superposition mylar + adhésif + mylar semble avoir assuré cette tenue mais je doute un peu qu'il en soit ainsi avec un vent plus fort.

N.B.2 Sur le forum classe M, deux articles à voir. L'un de Pat qui a réalisé plusieurs moules suivant la taille des voiles et suivant qu'il s'agit d'un foc ou d'une grand voile. L'autre de Rémi Brès qui explique comment avec son moule unique, il réalise les voiles qui le mènent si souvent à la victoire.

Conclusion :

Avec le recul et après mettre bien fait plaisir avec ce petit exercice de recherche personnelle, je suis prêt à partager l'avis de « Woolfi » :
« En conclusion je ne pense pas que le profil d'une voile de M ou de 1 mètre réponde à des critères aussi pointus que ceux qui sont évoqués dans ce sujet. »
Un peu plus loin, il tempérait son propos :
« Attention je ne rigole jamais devant des gars qui essayent de faire progresser le jeu.
Bien au contraire je suis avec intérêt tous les sujets techniques des forums VRC et celui-ci est passionnant »
Alors si cela vous a intéressé tant mieux. Mais vous pouvez avoir un point de vue différent et cela m'intéresse aussi.

Exo