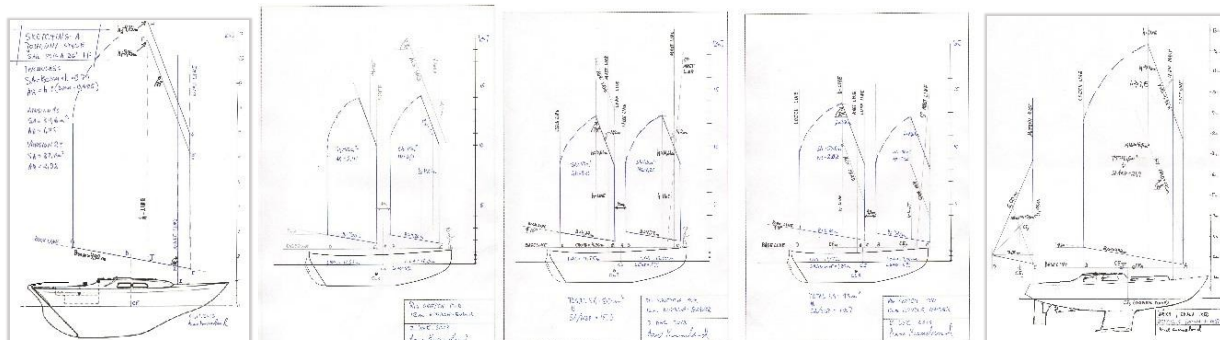


Choisir un plan de voile

Trouver un plan de voile qui va s'adapter au plan de pont, aux aménagements, à la carène, et à l'usage prévu.



Note: Toutes les planches sont accessibles en pleine page à la fin de ce chapitre, en page 14 dans l'annexe I

Introduction

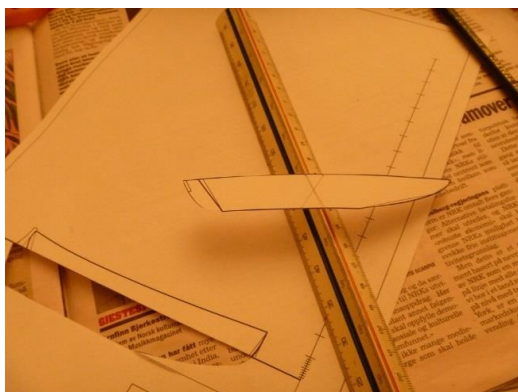
La plupart du temps, l'installation d'un gréement de jonque se traduit par la conversion d'un bateau existant précédemment gréé autrement. Dans la plupart des cas, cela induit la construction d'un ou plusieurs mâts puis de leur installation en un nouvel emplacement. Dans la mesure où je ne recommande pas, normalement, l'usage des mâts haubanés, cela veut dire qu'il faut trouver une place acceptable pour les nouveaux mâts emplantés sans avoir à reconstruire tout l'intérieur ou la structure du pont.

A cela, il y a deux exceptions :

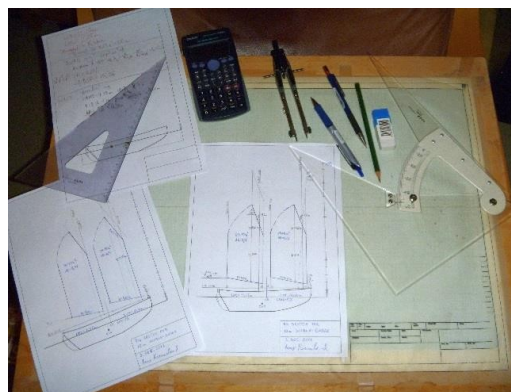
Les bateaux gréés en catboat comme les Freedom, peuvent, le plus souvent, utiliser les mâts existants sans avoir à les déplacer.

De plus, il doit être possible de remplacer la grand voile de certains cotres auriques par une voile de jonque tout en conservant le mât, les haubans, l'étai et la trinquette. Vous ne bénéficierez pas complètement du gréement de jonque avec cette méthode mais, au moins, la réduction de voile de la grand voile aura la facilité de la voile de jonque.

Une partie du problème du choix d'un bon emplacement pour le mât est d'obtenir un bon équilibre de carène, ou le bon écart (lead) entre le centre de voile (CE) et le centre de carène (CLR) (voir ci-dessous). Enfin, on doit tenir compte de la place nécessaire pour le système d'écoute, dans certains cas, en évitant les conflits avec un régulateur d'allure. Il y a de nombreux paramètres, c'est un peu comme un jeu de patience ; parfois, il n'y a pas de solution..



La recherche du centre de cayenne (CLR)



une vue de ma planche à dessin

Pour ceux qui ne sont pas familier avec le CLR et le CE :

Le Centre of Lateral Resistance, CLR, (centre de carène) est le barycentre du profil de la partie immergée de la coques, avec ou sans le safran. (voir photo au-dessus à gauche).

The Centre of Effort, CE, (centre de voilure) d'une voile ou d'une combinaison de voiles, est le barycentre de la surface de voile.

En général le CE doit être quelque part entre 0% et 15% de la longueur à la floraison, en avant du CLR, pour obtenir un bateau équilibré à la barre, soit un bateau légèrement ardent. Ce n'est pas facile de déterminer cette valeur du lead. Heureusement, la gréement de jonque est très tolérant sur ce point, dans la mesure où la voile peut facilement être légèrement avancée ou reculée sur le mât.)

Le sloop

Le gréement de jonque de sloop est, de loin, le plus commun en occident, dans la mesure où beaucoup de bateaux ont un déplacement inférieur à 4 tonnes. C'est le plus simple, à dessiner, à construire, à gréer et, dans la plupart des cas, à manoeuvrer.

Son principal défaut est qu'il requiert de plus en plus d'effort à la barre au fur et à mesure que l'on abat. Pour le dire simplement on peut passer sur la barre et perdre le contrôle au portant. Pour contrer cela, il faut un vraiment bon safran, si possible compensé pour diminuer les efforts sur la barre. Si vous avez un bateau avec un gros safran extérieur (Contessa 26, Vertue, Colin Harcher...) cela doit aller, mais les efforts sur la barre peuvent devenir très importants. Installer un trim tab sur ce type de safran peut être une bonne idée pour diminuer les efforts sur la barre.

L'architecte de nombreux Dory, Jay Benford, a simplement dessiné les grands safrans de ses « Badger » suffisamment compensés pour garder une barre douce. Je l'ai déjà dit, mais je le répète : de nombreux architectes ne mettent pas assez d'attention dans la conception des safrans.

Note: D'un point de vue aérodynamique, un gréement de jonque en sloop est un gréement de cat boat.

Le yawl

Le gréement de yawl n'est qu'un cas particulier du sloop, sans grandes différences tant en manoeuvre qu'en performance. Il peut être utilisé lorsque le plan de pont impose de mettre le mât trop en avant.

Pour éviter une voile anormalement large avec un AR (Aspect Ratio) bas, on peut installer une petite misaine tout à l'arrière. Cela peut être une simple voile triangulaire, dont l'écoute revient sur une ou deux queues de malet. sa surface n'est que de 10% environ de celle de la grand voile.

Une misaine peut empêcher d'installer un régulateur d'allure mais pour une navigation côtière, elle présente des avantages certains : elle fonctionne bien en voile de gouvernail pour garder le bateau dans le vent, elle garantit une bonne capacité à naviguer barre amarrée à partir du bon plein, et elle vous permet de soulager les efforts sur la barre au vent de travers. Je n'ai pas encore eu l'occasion de faire un tel gréement.

La goélette et le ketch

Si la surface de voile totale est supérieure à ce que vous voulez manoeuvrer, il faut alors envisager un gréement fractionné. C'est également le cas lorsque le bateau est long et léger avec un moment de redressement modéré, comme un sharpy.

Les gréements de jonque en ketch ou en goélette sont similaires. Pour moi, c'est seulement le choix de la position des mâts associée à la contrainte sur la valeur du lead qui va dicter le choix de l'un ou de l'autre. Si la configuration du bateau le permet, j'aurais tendance à choisir une goélette avec les deux mâts égaux.

Avantages d'avoir deux mâts :

- La construction de deux voiles et deux mâts sera plus facile car chaque élément sera plus petit.
- Manoeuvrer des voiles plus petites est aussi plus facile avec des efforts moindres.

- Gréer une voile plus petite est plus facile.
- Un gréement fractionné permet de répartir la surface de voile pour optimiser l'équilibre sous voile, à la fois au près et au travers. Tant que les deux voiles travaillent cela diminuera les efforts sur le safran.
- Au vent arrière dans le petit temps, on peut mettre les voiles en ciseaux, ce qui va stabiliser la route et sera plus facile à barrer.
- Au portant, au large, avec du vent et de la houle, on peut border la misaine plate et laisser la grand voile débordée en grand pour propulser le bateau. Cela réduira le roulis et stabilisera la route (source : Annie Hill sur Badger). D'autres préfèrent affaler la grand voile et ne garder que la misaine.
- Si l'un des mâts ou l'une des voiles sont défaillants, il y a de bonnes chances que l'on puisse rentrer au port avec le mât restant. (voir la note ci dessous).

Désavantages d'avoir deux mâts :

- Le prix. Il y aura deux fois plus d'éléments que sur un gréement de sloop. Même si ces éléments sont plus petits, l'ensemble sera plus cher et il y aura plus de travail.
- Eviter que le système d'écoute de la voile d'avant se prenne dans la voile d'arrière est souvent un problème. L'espace entre les mâts a tendance à être un peu limité, ce qui conduit à un système d'écoute très vertical sur la voile avant. Il peut être nécessaire de mettre le système d'écoute de l'une ou l'autre voile sur une barre d'écoute ou d'utiliser un double système d'écoute : bâbord et tribord. Plus de bouts plus de poulies !
- La misaine est quasiment cachée derrière la grand voile et il sera peut être compliqué de la voir et de la régler correctement.
- Je suspecte les gréements de jonque fractionnés, goélette ou ketch, de marcher un peu moins bien au près que le gréement de sloop. Cependant, il faut se souvenir qu'aérodynamiquement, ces gréements ne sont rien d'autre que deux sloops et devraient marcher mieux au vent que les goélettes ou ketchs bermudiens ou houary qui ont en général 5 voiles les unes derrière des autres et ne peuvent pas remonter aussi bien qu'un sloop. La goélette Samson de Stavanger remonte très bien au près.



Samson en September 2000, 70 + 37m² de voile.

Le plan de voilure a été dessiné en 1993(!). C'était donc avant que le plan de voilure de Johanna avec une vergue apiquée de 70° ne soit conçue. Cependant, dans la mesure où la voile a été faite en 2000, il a des panneaux cambrés ; 10% de cambrure dans la misaine et 8% dans la grand voile.

NOTE: Pour utiliser la redondance de deux mâts avec ce gréement, il faut respecter une des deux conditions suivantes :

- 1- Il faut pouvoir déplacer le CLR, classiquement en ayant deux dérives une vers l'avant et l'autre vers l'arrière.
Cela se trouve sur certains gros voiliers de croisière américains.
- 2- La seule autre alternative est d'installer un safran gros et efficace, au moins aussi important que celui nécessaire avec un gréement de sloop.

J'ai eu la chance de beaucoup naviguer sur des Folkboats, à la fois des Nordics et des International, NF et IF. L'International Folkboat a une grand voile de 16m² et un foc de 10m². Il peut virer vent devant sous uniquement ce petit foc grâce à la carène fluide et à la quille et au safran vraiment très grands.

Je n'aimerais pas faire un long voyage face au vent avec cette petite voile et le bateau mou qui en découle, mais, au moins, nous pourrions sauver nos vies d'une côte sous le vent en cas de rupture de la drisse de grand voile et si le moteur refusait de démarrer. Sous grand voile seule ce IF navigue très bien, bien qu'il devienne assez ardent. La raison pour laquelle j'écris cela, c'est que ce n'est pas d'une grande sécurité d'avoir deux voiles si le bateau ne peut pas manoeuvrer et naviguer un peu contre le vent avec une des deux voiles inutilisables.

(Je frémis à la pensée de toutes ces épaves de voiliers de travail qui sont réparties le long de nos côtes. Souvent, leur équipage a perdu le contrôle du navire parce qu'une voile s'était déchirée et que le relativement petit safran ne pouvait pas ramener le bateau sur la route..)

Et maintenant la procédure du dessin

Le dessin d'un gréement de sloop

De nombreux plans de voilures de différents styles et de différentes formes circulent. Certains d'entre vous sont parfaitement sûr d'eux sur la façon de dessiner votre gréement de jonque favori. Bien ! Si j'ai décidé de n'écrire que sur le style de gréement de Johanna dans ce chapitre, c'est simplement parce que je le connais si bien. Ce document est pour les novices qui ont juste besoin d'une façon rapide et facile de produire un plan de voilure qui marche. Comme je m'adresse à des fabricants de voiles amateurs, je vous encourage à dessiner avec du papier et un crayon en ces jours de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) car cette méthode ressemble plus au tracé et à la découpe que vous devez faire plus tard.

Cette procédure de dessin est conçue pour vous permettre de dessiner rapidement les gréements de différents bateaux, ou sur un bateau en ayant plusieurs positions de mâts envisagées. Tant que vous conservez la version de style Johanna du gréement Hasler-McLeod, vous pourrez calculer sa surface de voilure (SA - sail area), son centre de voilure (CE- centre of effort) et son allongement (AR - aspect ratio) sans avoir besoin de dessiner la voile en détail.

Les voiles de style Johanna ont les caractéristiques suivantes :

- La bôme (au pied), les lattes et la vergue (en tête) ont la même longueur.
- La bôme remonte de 10°.
- La vergue est apiquée 70°.
- On numérote les panneaux à partir du haut.
- Le panneau N°3 est un panneau de transition. J'utilise ce panneau dans le dessin détaillé pour assurer que tous les panneaux ont des surfaces équivalentes. (Plus de détails dans le chapitre 4).
- Je préfère généralement avoir le guindant et la chute grées de façon à ce qu'ils soient verticaux. C'est principalement pour ne pas avoir de problème avec les écoute.
- Avec un allongement compris entre 1.80 et 2.25, je dessine une voile de sept panneaux de surface équivalente.

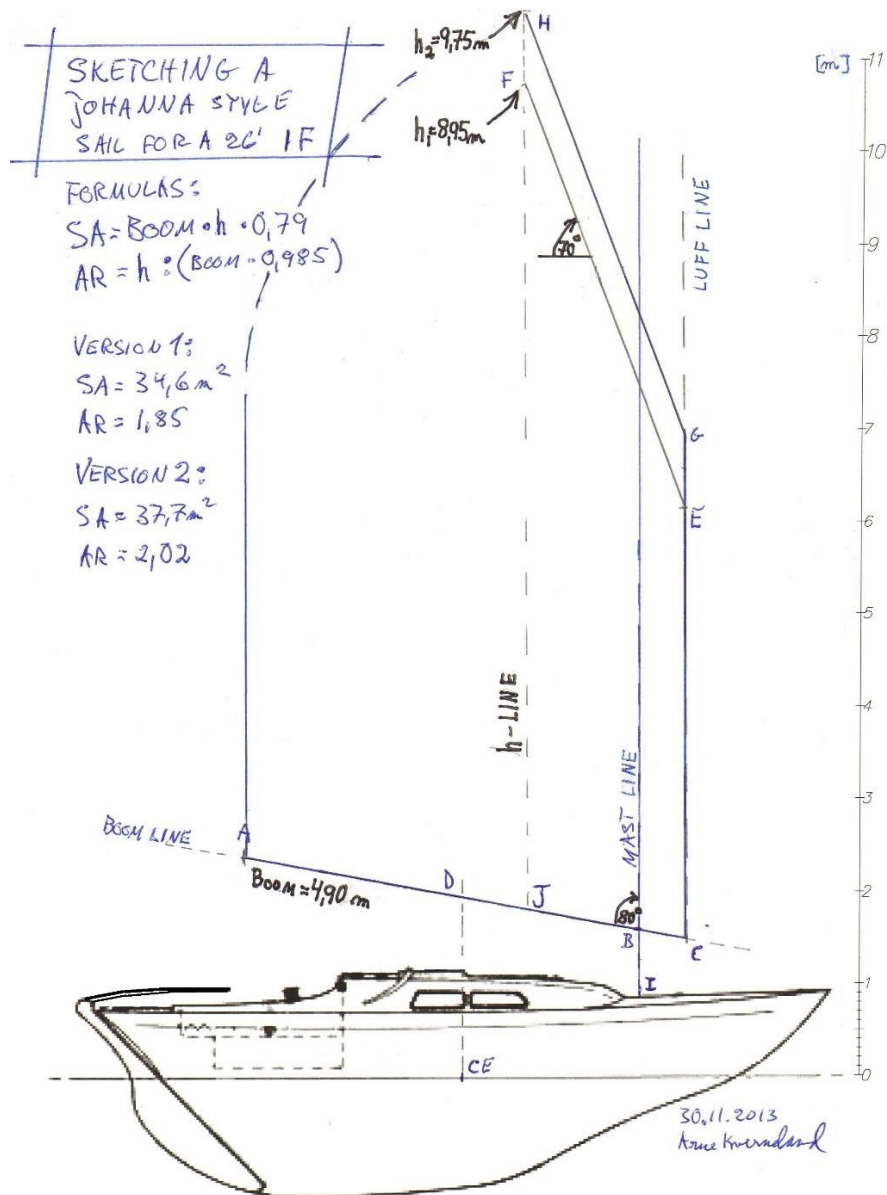


Fig 3.1, Un gréement de sloop pour le IF 26' Marieholm IF, avec deux versions

La figure 3.1 montre un dessin typique, avec deux versions de voile de sloop sur le même diagramme. A partir de là, je vais vous apprendre, via une procédure facile, à de le dessiner puis à l'utiliser pour trouver le CE, la SA et le AR.

1. Avant tout, vous avez besoin d'un dessin de profil du bateau à une échelle utilisable. Utilisez une photocopieuse ou imprimez-le à la bonne échelle. Vous aurez besoin d'une règle d'échelle et d'instruments basiques de dessin. Dans cet exemple, j'ai imprimé le IF Marieholm à l'échelle 1/50 pour que cela tienne sur une feuille A4. Pendant que vous y êtes faites 2 à 3 copies du dessin de votre bateau.
2. Tracez une ligne de mât verticale là où vous voulez (essayer) de mettre le mât. Sur ce bateau, je n'ai vu qu'une seule bonne position.
3. Décider de la position de la bôme sur le mât (point B) et tracer une ligne de bôme qui monte de 10°. La bôme se trouvera quelque part sur cette ligne. J'ai trouvé qu'une bôme qui monte de 10° était assez utile, car cela donne une bonne marge au dessus de la capote, une vue dégagée sous le vent et la bôme ne tombe pas lorsque la voile est ferlée ou arisée. Avec une bonne marge, il n'est pas nécessaire d'ajuster la balancine en route.
4. Décidez du positionnement horizontal du CE de la voile, vis à vis du CLR. C'est souvent plus facile à dire

qu'à faire. Ici, j'ai commencé avec le CE du gréement bermudien (BR) puis j'ai choisi un point en arrière d'entre 4 et 6% de la longueur à la flottaison. Tracer ensuite une courte ligne verticale à partir du CE qui coupe la ligne de bôme en D.

5. Le CE sur une voile de style Johanna, il y a une astuce intéressante. L'expérience montre que le CE de ces voiles se trouve quasiment exactement au dessus du milieu de la bôme. Cela nous permet maintenant de dessiner la bôme. Pour trouver une bôme adaptée, la seule chose que nous avons à faire et d'en dessiner la moitié derrière le point D et l'autre devant. En plus, la bôme doit dépasser du mât de façon à ce qu'environ 10% de sa longueur se trouve en avant du mât. Il s'en suit une bôme de 4.90m qui est entre A et C sur la figure 3.1. Plus tard, une fois sur le bateau vous pourrez librement ajuster la position de la bôme avec l'équilibre pouvant varier entre 5 et 15%. (10% d'équilibre, veut dire que 10% de la corde de la voile se trouve en avant du mât).
6. Depuis le point d'amure C, tracez une ligne de guindant verticale assez longue.
7. Maintenant il est temps d'essayer une position pour la vergue. Depuis la ligne de guindant, tracer un segment provisoire faisant un angle de 70° vers le haut et l'arrière ayant la même longueur que la bôme. Ma première tentative de vergue se trouve en E-F.
8. Enfin, tracez une droite de hauteur (h-line) verticale qui part de l'extrémité de la vergue et qui croise la bôme en J.

C'est fini pour le tracé, avec ces lignes, vous pouvez calculer à la fois la surface de la voile et son allongement, en utilisant les formules suivantes :

- Surface de voile : $SA = \text{bôme} \times h \times \text{"facteur de surface de voile de Johanna"} = \text{boom} \times h \times 0.79$

(Si l'on doit utiliser la corde dans cette formule à la place de la bôme de 10°, la formule devient :

$$SA = \text{Corde} \times h \times 0.80)$$

- Allongement : $AR = h \div \text{chord} [= h \div (\text{boom} \times \cos 10^\circ) = h \div (\text{boom} \times 0.985)])$

J'ai trouvé ce « facteur de surface de voile de Johana » de 0,79 ou 0,80 en validant de nombreuses voiles avec différents allongements (AR), mais tout en respectant les règles du style Johana telles que définies ci-dessus. Avec des voiles dans ce domaine de taille, l'erreur devrait être inférieure à 1m2.

Le côté merveilleux de cette méthode c'est que nous avons à la fois un aperçu de la voile en même temps que l'on définit la surface de voile, le tout sans avoir dessiné la voile auparavant. Bien sur, un tableau Excel pourrait faire cela bien mieux, mais, comme je l'ai déjà dit, cette méthode semi-manuelle est plus proche de l'esprit amateur du concept.

Dans mon cas personnel, lié à cet exemple, je me suis retrouvé avec deux versions différentes, l'une suggérant une $SA = 34,6\text{m}^2$ et l'autre une $SA = 37,7\text{m}^2$. La chute n'est pas vraiment nécessaire pour un premier dessin, mais je l'ai rajoutée ensuite, plus ou moins à main levée.

Si vous voulez choisir plusieurs implantations du mât, je vous suggère d'utiliser une feuille par position, autrement, le dessin peut devenir assez confus.

Le dessin d'un gréement de goélette

La méthode rapide de dessiner un gréement de sloop est encore plus utile si vous planifiez un gréement avec deux mâts. La procédure proposée est seulement légèrement modifiée pour tenir compte de la façon dont je procède (surprise, surprise !)..

Note: Certains d'entre-vous peuvent considérer que leur compétences mathématiques sont légèrement rouillées. Allez alors regarder l'annexe II de ce chapitre.

Regardez les Figures 3.2 and 3.3, ci-dessous. Cette fois, j'ai conçu un croquis rapide en CAO d'une coque imaginaire :

Imaginez qu'il s'agit d'un bateau à arrière canoë d'une longueur hors tout (LOA) de $LOA=12.00m$, et d'une longueur à la flottaison (LWL) $LWL=11.55m$, d'un maître bau $=3.00m$, d'un tirant d'eau $=1.80m$ avec un déplacement (dep) $=12000kg$. Avec une surface de voile (SA) recherchée $SA=80m^2$, donnant un ratio surface de voile sur déplacement de $SA/dép=14.9$.

Ces deux gréements sont des cas particuliers, étant des goélettes avec des misaines et des grand voiles de la même surface et de la même forme. Cette fois-ci, je me suis offert le luxe de mettre les mâts là où je voulais (un luxe rare) et je n'ai qu'une seule contrainte majeure : l'espace entre les voiles doit être d'au moins 1 mètre.

Lors de mon premier essai, figure 3.2 ci-dessous, j'ai essayé un gréement libérant de l'espace sur la plage avant tout en ayant une bonne marge pour le système d'écoute pour la grand voile. Cependant, pour obtenir la surface de voile désirée de $80 m^2$, les voiles se sont retrouvées très hautes avec un $AR=2,91$. Cela devrait entraîner des systèmes d'écoutes très verticaux et devrait résulter en des systèmes de barre d'écoute ou de systèmes d'écoute double (tribord et bâbord) . Ce n'est pas ma configuration préférée.

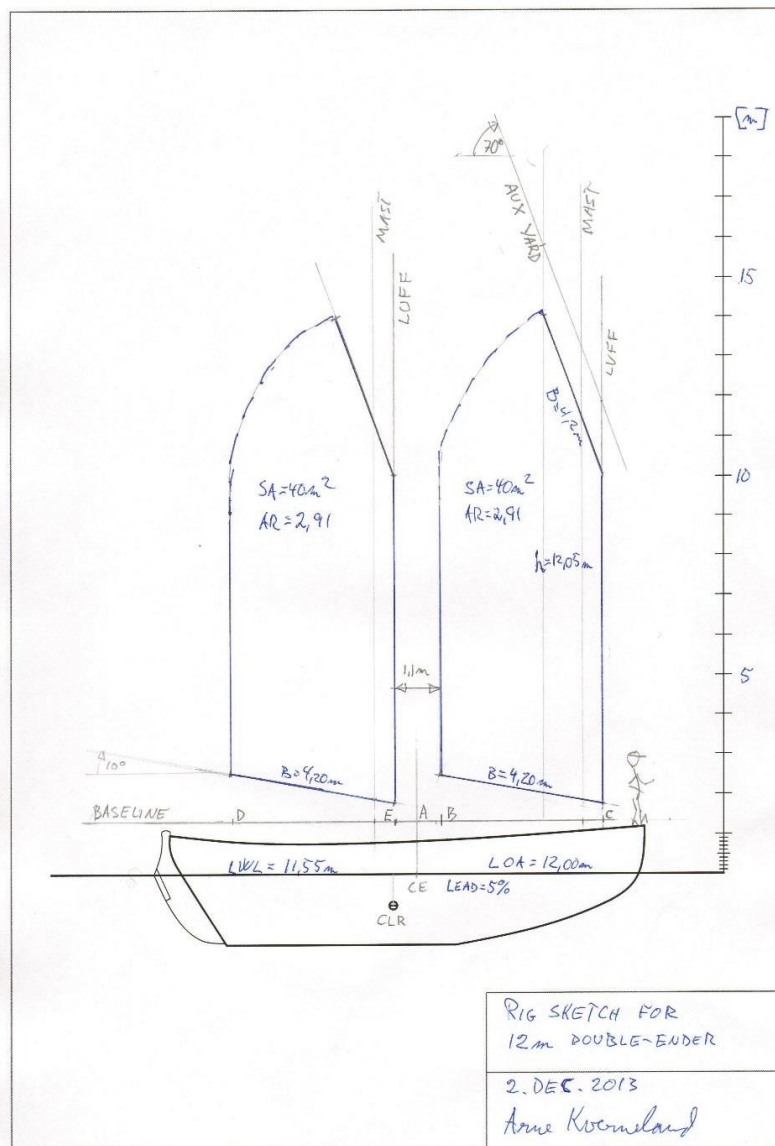


Fig 3.2, Goélette avec des voiles égales de $SA=40m^2$ et de $AR=2.91$

Lors de ma seconde tentative, voir figure 3.3 ci-dessous, j'ai augmenté la longueur de la bôme, B, de 4,20m à 4,77m. En déroulant la séquence de dessin, je propose que vous gardiez la figure 3.3 à portée de main, car il est plus détaillé que la figure 3.2, et parce que ce gréement me plaît beaucoup plus !

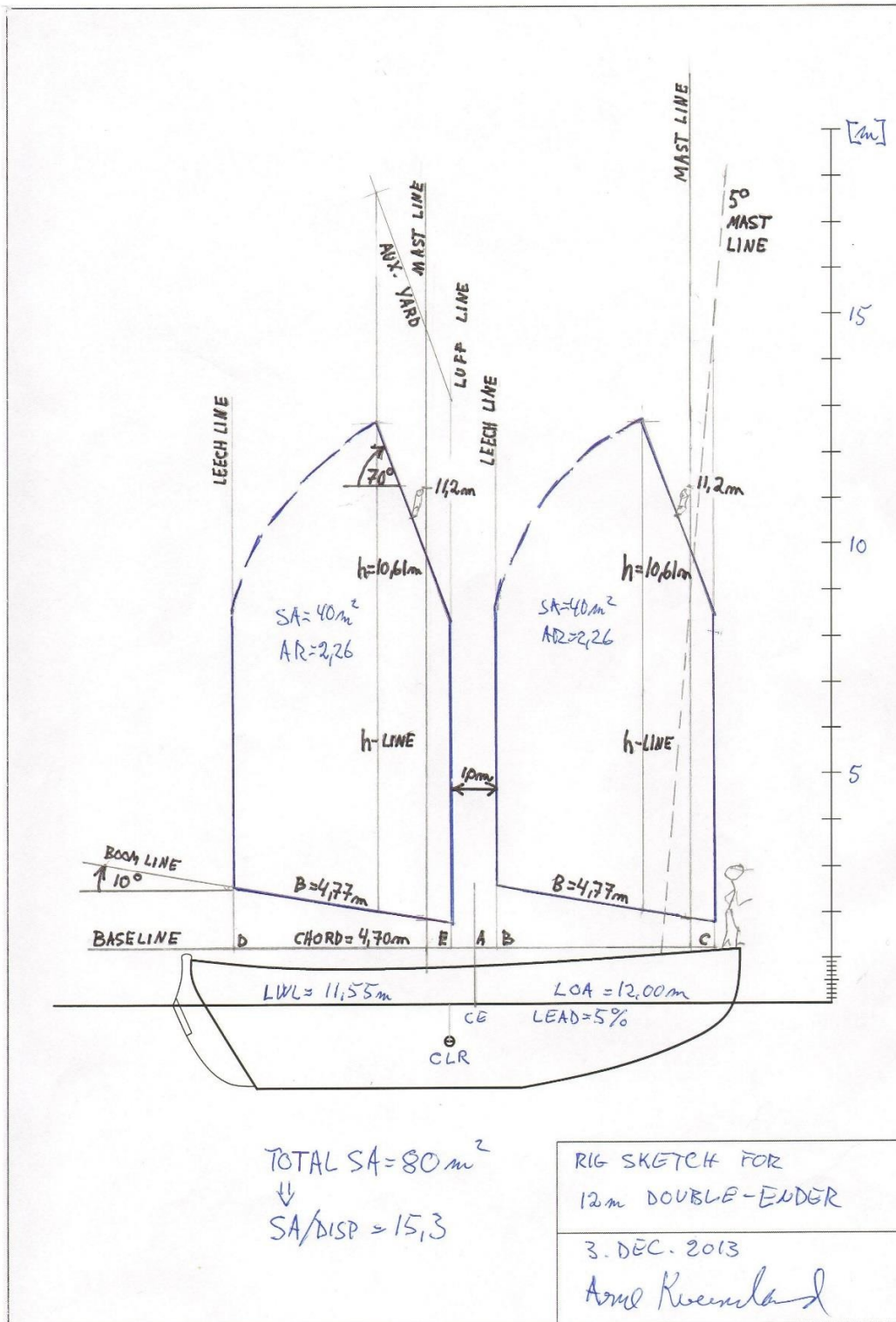


Fig 3.3, Goélette avec des voiles égales de $SA=40m^2$ et de $AR= 2.26$

1. Comme avec le gréement de sloop, on a besoin d'un dessin à une échelle utilisable ainsi que des instruments de tracé et d'une calculatrice.
2. La première étape consiste à positionner le CE du plan de voilure complet. Normalement, les quilles longues nécessitent plus de lead que les ailerons. Si j'avais à gréer cette coque avec un gréement de cotre aurique, je lui aurais donné un lead d'environ 15%, mais, dans la mesure où il s'agit d'un gréement de jonque et même avec des panneaux cambrés, je réduis ce lead à seulement 5% de la longueur à la flottaison (LWL) en espérant que ce soit le bon choix.
3. Contrairement au gréement de sloop du IF, il ne faut pas s'occuper des mâts en premier, dans la mesure où nous sommes libre de jouer avec leur position. A la place, je commence par introduire une ligne d'aide horizontale la « baseline », juste au dessus du pont . le CE étant tracé dessus en A, cette ligne agit comme une aide virtuelle pour équilibrer.
4. La ligne de chute verticale de la misaine et la ligne de guindant de la grand voile, également verticale, peuvent être tracées directement de façon à ce que $E - B = 100\text{cm}$, et de façon à ce que E et B soient équidistants de A, le pivot de l'équilibre.
5. Après l'expérience des voiles très élancées de la figure 3.2, et après avoir joué avec ma formule de surface de voile de la page 6, je dessine les cordes BC et ED, toutes les deux de 4,70m de long.
6. Ensuite, les deux lignes verticales de guindant et de chute restantes peuvent être tracées à partir des points C et D sur la baseline.
7. Maintenant, on peut rajouter les bômes, avec la même angulation de 10° , soit à la même hauteur, soit à des hauteurs différentes au-dessus du pont.
8. Il est maintenant temps de tracer une vergue provisoire (AUX yard) cette fois-ci sur la grand voile, assez haut, pour ne pas pouvoir être confondue avec le plan de voile final. Comme nous l'avons dit, la vergue à la même longueur que la bôme qui se trouve faire 4,77m (corde/cosinus 10°).
9. Une fois le haut de la vergue en place, on peut tracer la h-line verticale jusqu'à la bôme.
10. Il est maintenant temps de calculer la valeur réelle de h pour obtenir une voile de 40m².

On utilise la formule : $SA = \text{bôme} \times h \times 0.79$

On obtient : $h = SA/(\text{bôme} \times 0.79) = 40\text{m}^2 / (4.77\text{m} \times 0.79) = 10.61\text{m}$

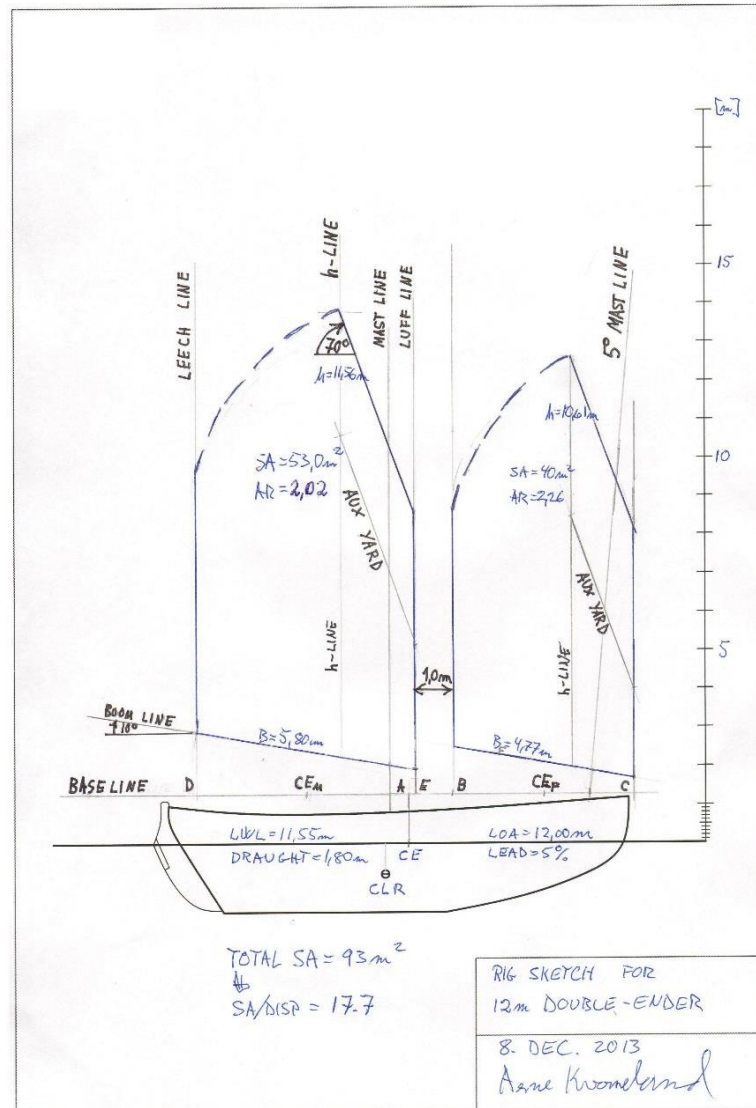
11. A partir de cette valeur, nous pouvons maintenant placer la vergue à 70° sur la grand voile et recopier la valeur de h et de la vergue sur la misaine.
12. Pour finir, on peut dessiner à main levée la partie incurvée de la chute sur les deux voiles.
13. L'allongement de ces deux voiles se retrouve à : $AR = h/\text{corde} = 10.61\text{m}/4.70\text{m} = 2.26$.
14. Maintenant, juste pour l'esthétique, nous pouvons dessiner les mâts de façon à ce que l'équilibre soit d'environ 10%.

Ce changement de longueur de bôme a un très grand impact sur l'allongement. Le gréement en figure 3.3 me semble mieux adapté à une navigation au large, avec des mâts plus courts et un système d'écoute plus facile sur la misaine. Les mâts n'auront pas besoin de faire plus de 11,2m au dessus de la ligne de flottaison, alors que les mâts du gréement élancé de la figure 3.2 faisaient 12,5m.

Dessin d'une goélette avec un mât de misaine avec une quête négative

Pendant que j'y étais, j'ai aussi marqué une ligne de mât avec une quête négative de 5° sur le mât de misaine. Il va croiser la bôme à environ 23% du guindant, ce qui n'a rien d'extrême. Je pense qu'un tel mât, peut être un peu plus haut, pourrait travailler très bien sans avoir à basculer la voile vers l'avant. Cette configuration pourrait être utilisée soit pour donner plus de pieds (bury) au mât, pas utile dans le cas présent, ou bien on pourrait avancer le mât de misaine pour le mettre vertical en avançant la voile. Cela pourrait nous amener à envisager un gréement avec une grand voile plus grande tout en gardant une misaine de 40m². Essayons cela.

Regardez la figure 3.4 ci-dessous



Sur ce gréement, la configuration n'est pas aussi simple que dans les figures 3.2 et 3.3 avec leurs voiles identiques.

- J'ai commencé par dessiner une misaine, celle de la figure 3.3, mais cette fois-ci je l'ai avancée autant que je le pouvais.
- J'ai ensuite tracé le centre de voilure (CEF) sur la baseline, toujours au milieu de B - C.
- L'étape suivante consiste à tracer la ligne de guindant, verticale, de la grand voile en respectant un espacement de 1,0m entre les voiles.
- Maintenant, on peut essayer une ligne de chute pour la grand voile. Je cherche à éviter une grand voile très élancée mais j'ai cependant besoin d'espace pour le système d'écoute de la grand voile.
- Une fois la ligne de chute placée, on peut aussi tracer le CEM de la grand voile sur la baseline, au milieu de D-E.
- Finalement, tracez la bôme de la grand voile avec son angulation de 10°.

Ayant la position du CE total de la voile, en A sur la baseline, et aussi les CE des deux voiles positionnées, le calcul de la surface de la grand voile n'est qu'un simple problème de mathématique (voir l'annexe II si besoin).

Pour que le gréement soit équilibré, la surface d'une voile, multipliée par la distance de son CE au point A doit être la même pour les deux voiles.

Les deux distances sont :

$$A-CEM = 2.64m \text{ and } A-CEF = 3.50m \text{ (mesurées sur le dessin)}$$

Puis...

$$SA_{Main} \times 2.64m = SA_{Fore} \times 3.50m$$

avec $SA_{Fore} = 40m^2$ cela donne :

$$SA_{Main} = 40 \times 3.50 / 2.64 = 53.0m^2$$

Nous n'avons plus besoin que de la hauteur h , pour pouvoir dessiner la grand voile :

comme

$$SA = \text{bôme} \times h \times 0.79$$

alors

$$h = SA / (\text{Bôme} \times 0.79) = 53 / (5.80 \times 0.79) = 11.56m$$

Enfin on peut calculer l'allongement de la grand voile :

$$AR = h / \text{Corde} = h / (\text{Bôme} \times \cos 10^\circ) = 2.02$$

(Si vous n'arrivez pas à manipuler des fonctions comme sinus, cosinus etc, mesurer la corde D-E sur le dessin ou allez regarder l'annexe I)

Puis, comme on l'a fait précédemment, une vergue « auxiliaire » de travail est dessinée pour pouvoir trouver la h-line pour ensuite positionner la haut de la vergue. Le reste du dessin doit maintenant être parfaitement dominé.

NOTE : J'ai en fait essayé avec deux autres longueurs de bôme, 5,7m et 5,9m avant de trouver B=5,8m. Cependant, je n'ai pas eu à tracer plusieurs voiles, mais juste à calculer les surfaces de voiles et les allongements en utilisant les formules ci-dessus.

Dans le plan de voilure de la figure 3.4, nous avons réussi à mettre un bon peu de surface de voilure de plus que dans les figures 3.2 et 3.3. Cela montre qu'il n'est pas facile de mettre suffisamment de surface de voilure avec une configuration à deux mâts. C'est assez paradoxal. Avec des bateaux qui sont lourds pour leur longueur, j'aurais tendance à privilégier un sloop, même si cela impose l'usage de winchs électriques.



Peregrine, de Sebastian Hentschel en régate

Peregrine, ci-dessus, est un 37' de 11.5 tonnes de déplacement avec un gréement de sloop de 80m². Pour manoeuvrer une telle brute, cela demande des équipements conséquents, mais le bateau et le gréement ont démontré leur efficacité à la fois en navigation côtière et au large. Il a maintenant un winch de drisse électrique et une écoute à deux extrémités, l'une pour la partie supérieure de la voile et l'autre pour la partie inférieure.

Dessiner un gréement de yawl

Dans ce dernier exercice, j'utilise mon Johanna gréé en sloop comme candidat pour recevoir un gréement jonque en yawl. Johanna marche bien sous son gréement de sloop, mais lorsque j'ai dessiné son gréement, sa cabine étroite et longue poussait la position du mât plus en avant que ce que je considérais comme idéal.

Pour avoir un CE suffisamment en arrière, j'ai été obligé de l'équiper d'un gréement très étalé avec un faible allongement. Même ainsi, Johanna est un peu ardent au près dans le petit temps. L'idée avec le yawl est d'utiliser le mât du sloop tel qu'il est actuellement et de pouvoir déplacer le CE global un peu en arrière du CE de sloop simplement en bordant un peu l'artimon.

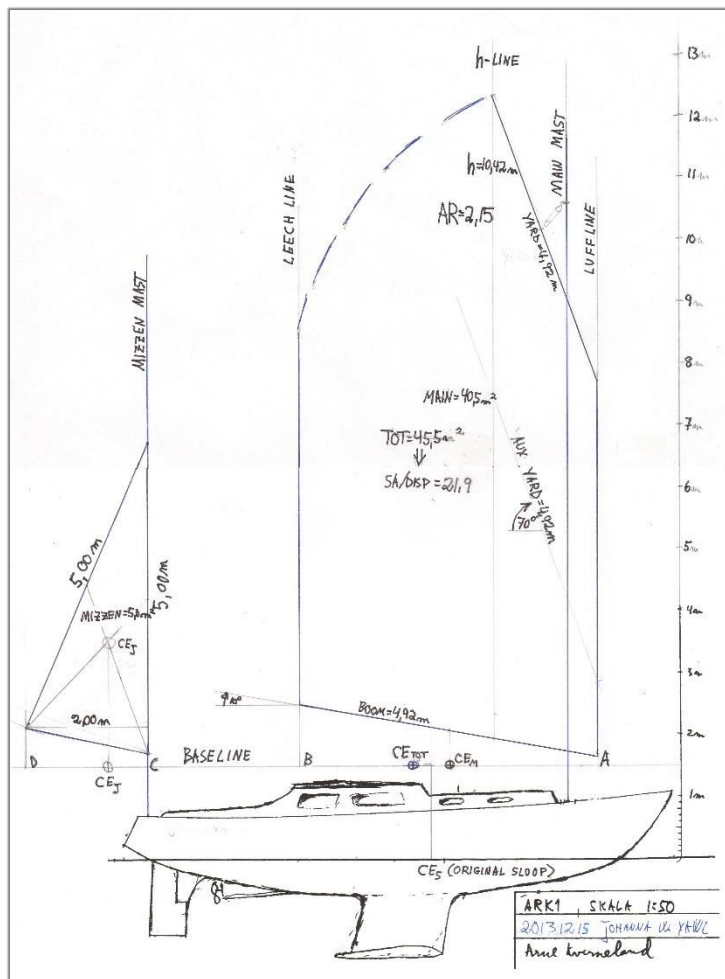


Fig 3.5 : une configuration de yawl de jonque pour Johanna

Johanna en 2003 en sloop de 48m²
SA=40.5 + 5m²

Les plans de voilure de goélette des figures Fig 3.2 et Fig 3.4 ont été dessinés en format A4 avec une échelle de 1:100. Bien que pas très précis, c'est suffisant dans la mesure où nous n'en sommes pas encore aux plans de construction détaillés (voir le chapitre 4 pour cela). Cependant, pour dessiner ce gréement de yawl, je venais de recevoir mon nouveau scanner en format A3, ce qui m'a permis de faire un croquis à l'échelle 1:50.

Voici la procédure :

- Avec le dessin du bateau aligné et scotché sur la planche à dessin, je commence de nouveau à tracer la baseline horizontale. Elle va de nouveau servir de ligne de référence pour trouver le CEt (le CE combiné pour la voile et la misaine).
- Tracez le CE du gréement de jonque en sloop, CEs qui va servir de référence.
- On dessine ensuite la grand voile comme on l'a fait pour le gréement de sloop de la figure 3.1. J'ai choisi une longueur de bôme qui me permet d'utiliser au mieux les tubes de 5 m disponibles : 4,92 m.
- Une fois la bôme placée, on trace la ligne de guindant et la ligne de chute et on détermine la longueur de la corde A-B ; le CEm (CE de la grand voile-main) peut être placé sur la baseline, au milieu de A-B. Le CEm se trouve environ 30cm devant le CEs du gréement de sloop.
- Après avoir tracé une ligne-h à partir de la vergue auxiliaire, je regarde comment cela vient avec un allongement $AR = 2.15$. Il se trouve que c'est l'allongement de la voile de mon dériveur, Broremann, et cette voile marchait extrêmement bien.
- Avec une corde A-B = 4.84m, le $h = A-B \times AR = 4.84m \times 2.15 = 10.42m$.
- Ensuite, la surface de voile $SA = Bôme \times h \times 0.79 = 4.92m \times 10.42m \times 0.79 = 40.5m^2$. A ce stade, cela paraît plutôt bien.
- Ensuite, je trace la ligne de mât de l'artimon. (Plus facile sur le dessin que sur le bateau - il y a déjà plein de chose dans le coin).
- J'essaye ensuite plusieurs artimons triangulaires jusqu'à ce que le CEt (CE total) se retrouve légèrement en arrière le CEs du gréement de sloop originel.

Voici comment nous l'avons fait :

- On dessine un artimon avec une surface de $5m^2$ (on voit ici ma deuxième tentative)
- Le CEa de l'artimon triangulaire est d'abord trouvé par la méthode classique de l'interception des médianes. Ensuite on mesure la longueur séparant les deux CE de la grand voile et de l'artimon sur la baseline : $CEa-CE_M = 5.55m$
- Si l'on nomme x la longueur inconnue de CEa-CEt, l'autre longueur sera $5,55m-x$.

En introduisant ces valeurs dans l'équation, on obtient :

$$5m^2 \times x = 40.5m^2 \times (5.55m - x)$$

$$x = \frac{40.5 m^2 \times 5.55m}{40.5m^2 + 5m^2} = 4.94m$$

Ce gréement de jonque en yawl devrait permettre d'équilibrer facilement en respectant le CLR du bateau et donc d'avoir une barre douce dans une grande gamme de condition de vent.

Note : la position de CEt peut également être calculée en utilisant la méthode graphique qui est proposée en annexe II, mais il faut le faire sur une autre feuille pour éviter de surcharger le dessin de voilure.

Conclusion du chapitre 3

J'espère que cela vous aura été utile pour vous permettre de dessiner le gréement de votre bateau.

L'étape suivante consistera à dessiner en détail les éléments qui vous permettront de fabriquer la voile : le chapitre 4 qui contient plusieurs plans de voilure à 7 panneaux avec des allongements allant de 1,85 à 2,25, par petits incréments.

Avec le croquis de votre voile en main, le chapitre 4 va vous fournir un raccourci vers un plan de voilure détaillé. Enfin, vous pourrez couper le tissu comme décrit dans le chapitre 5.

Stavanger, 24.2.2014

Arne K.

Annexe I, Les croquis en vrai grandeur

Figure 3.1, les deux versions du gréement de jonque en sloop pour un 26' IF de 26 pieds

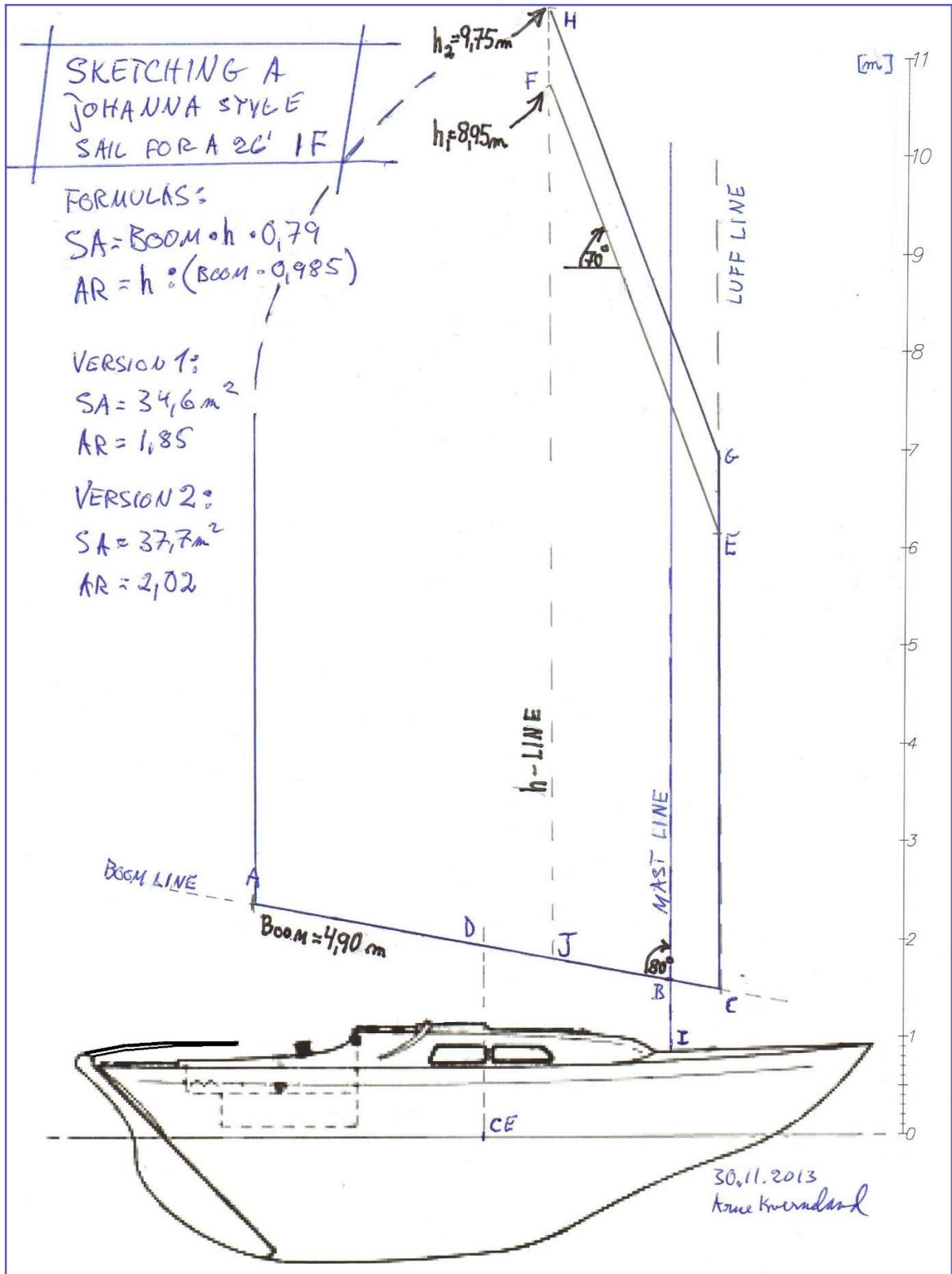


Figure 3.2, Une goélette avec deux voiles identiques de surface $SA=40m^2$ et d'allongement $AR= 2.91$

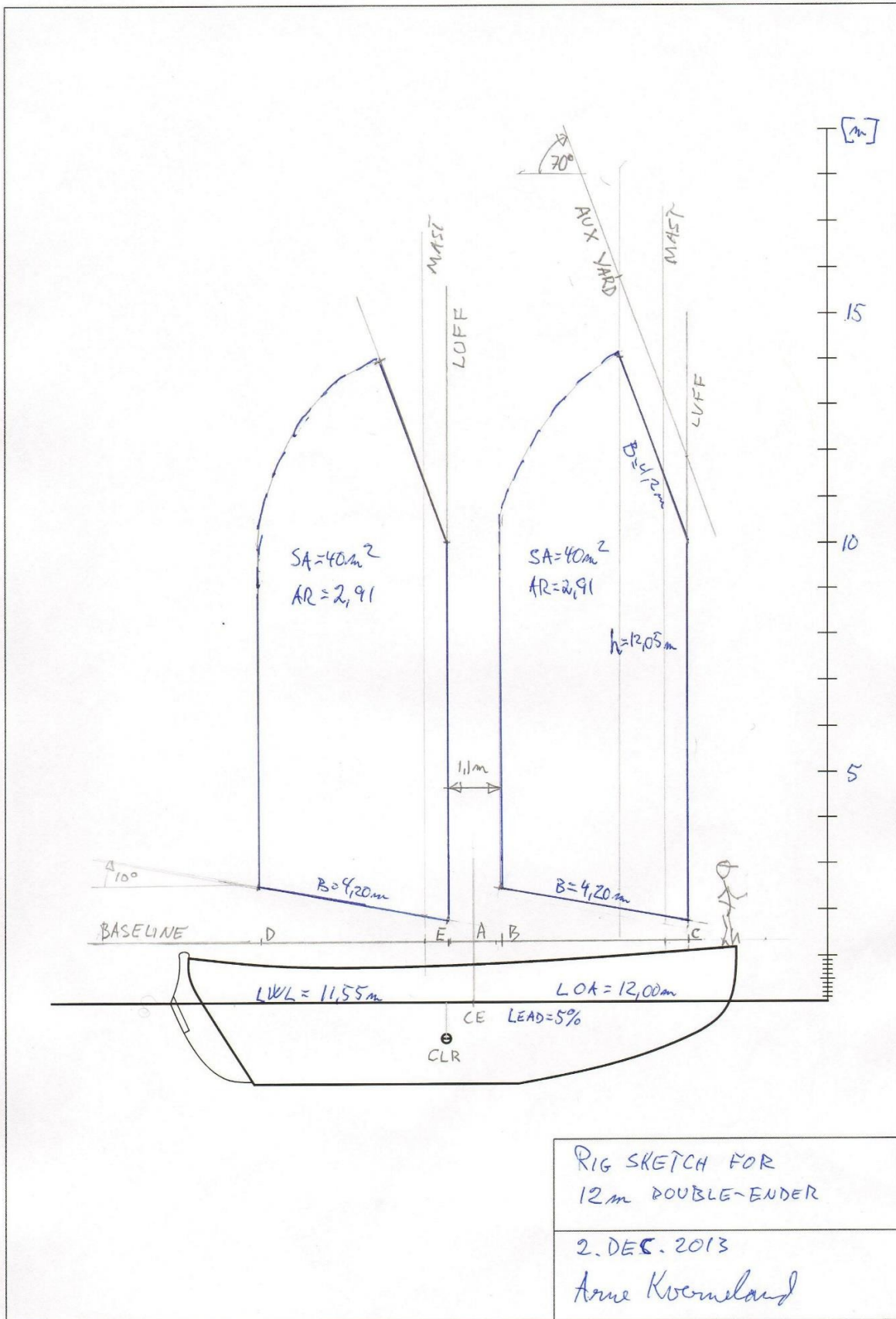


Figure 3.3, Une goélette avec deux voiles identiques de surface $SA=40m^2$ et d'allongement $AR= 2.26$

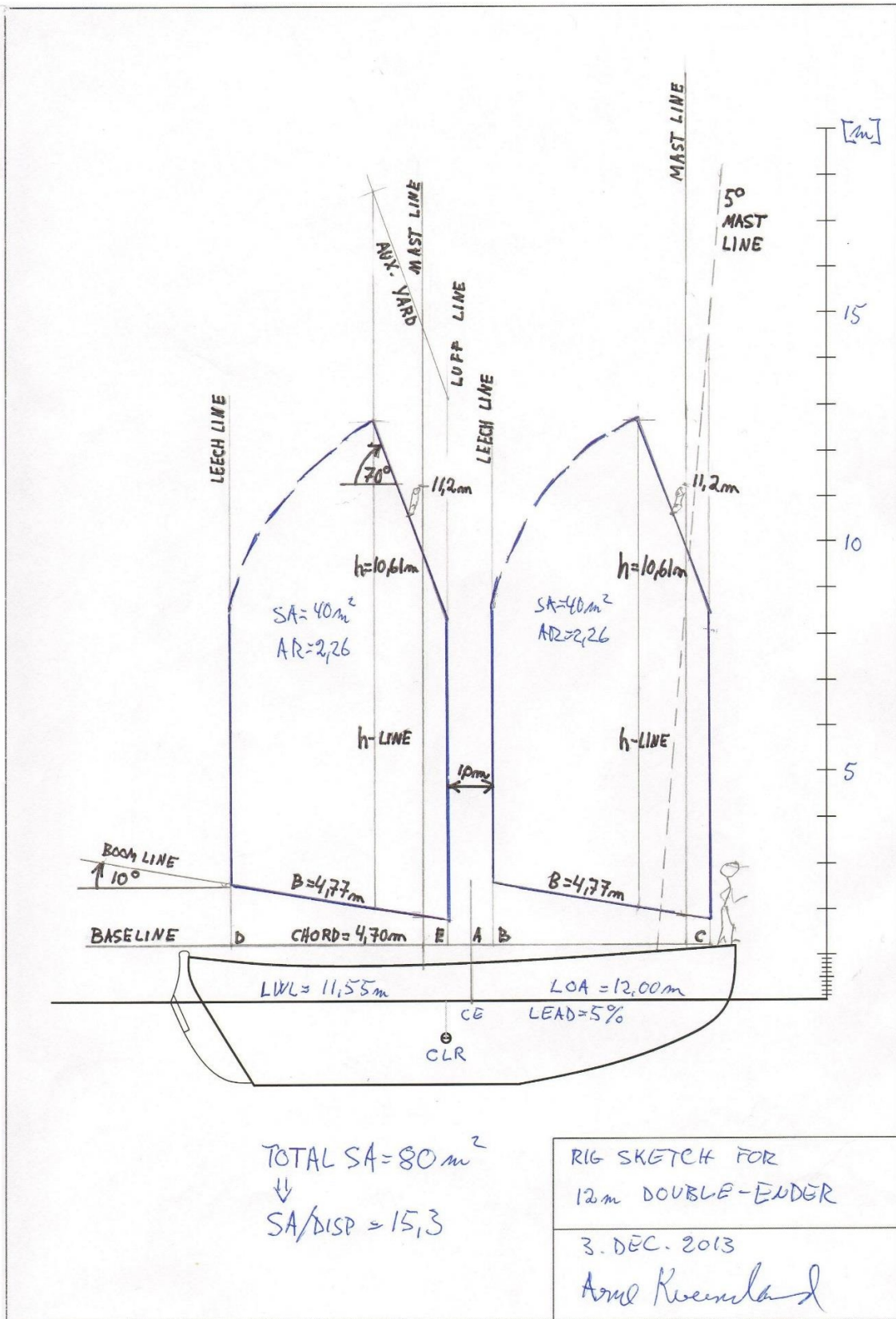


Fig 3.4, sUne goélette avec deux voiles de surfaces $SA = 53m^2 + 40m^2$

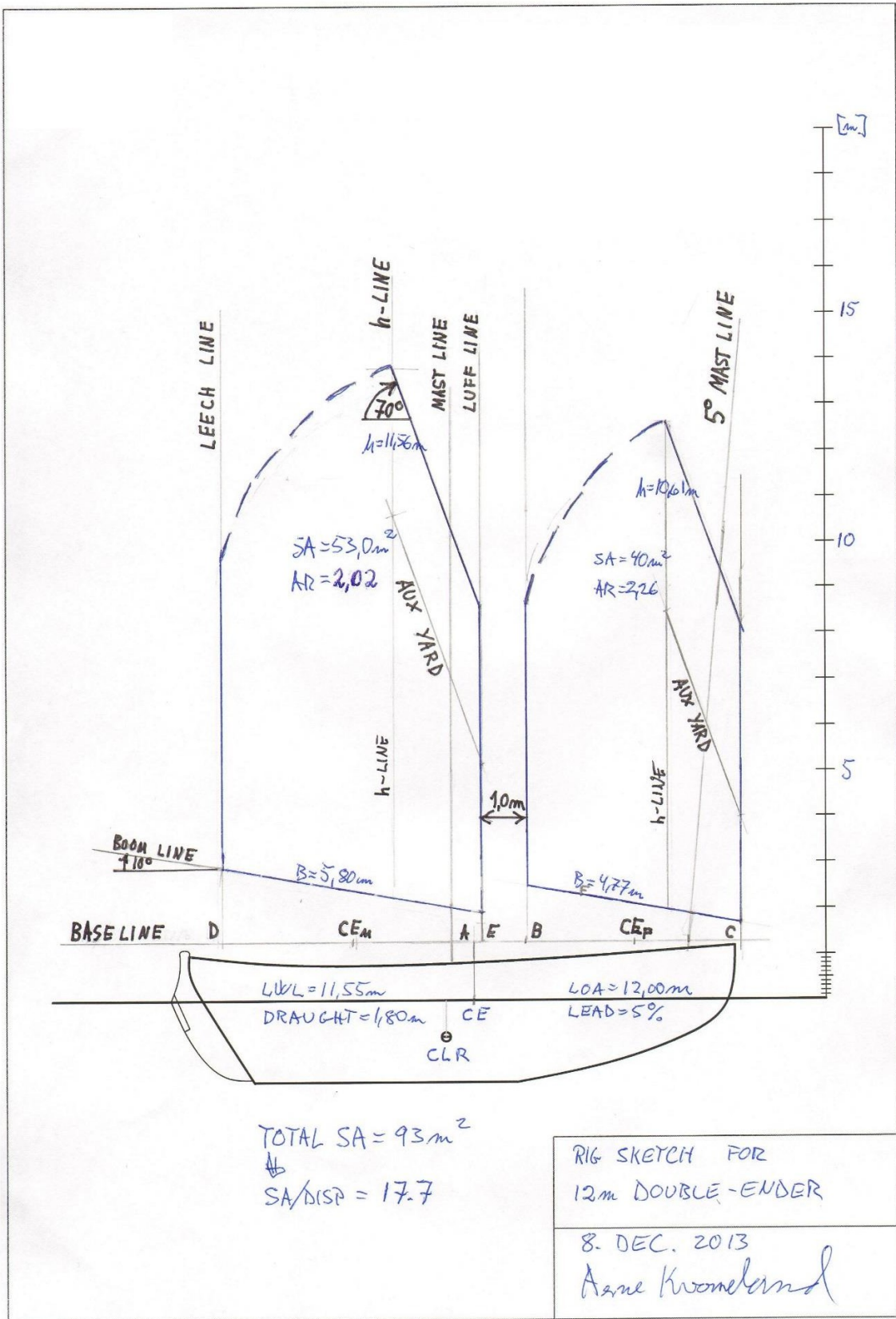
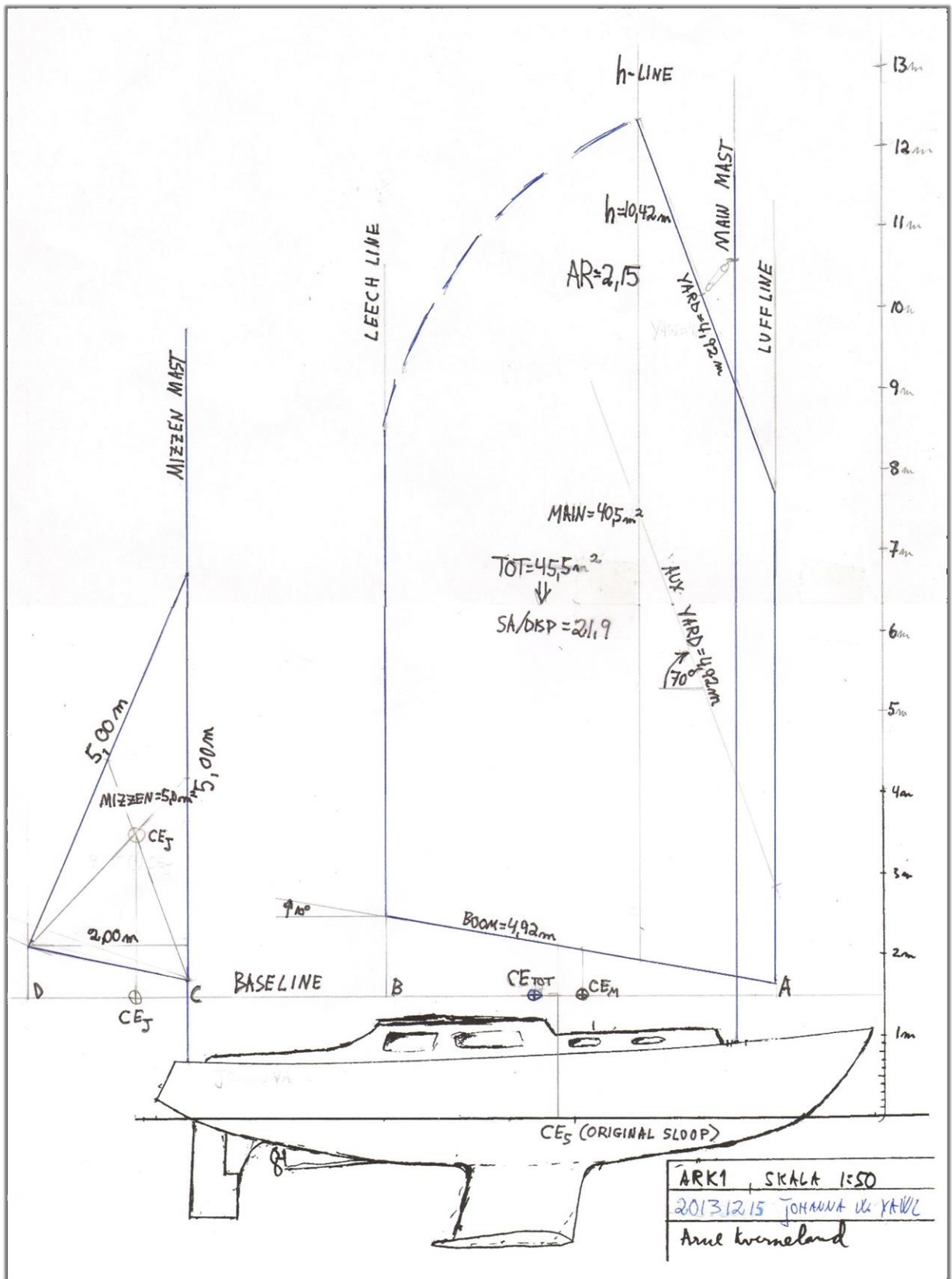


Fig 3.5, Un gréement de jonque en yawl pour Johanna, surfaces de voile $40.5 + 5m^2$



Appendix II - Quelques rappels de mathématiques

La plupart d'entre vous connaissent déjà tout cela et souvent plus, mais peut être que quelques uns d'entre vous peuvent trouver cela utile.

Il n'y a besoin de rien de mathématiquement compliqué pour dessiner un gréement de jonque de type Johanna. Cependant, si vos compétences en mathématiques sont rouillées, ceci pourrait vous aider :

Trigonometrie

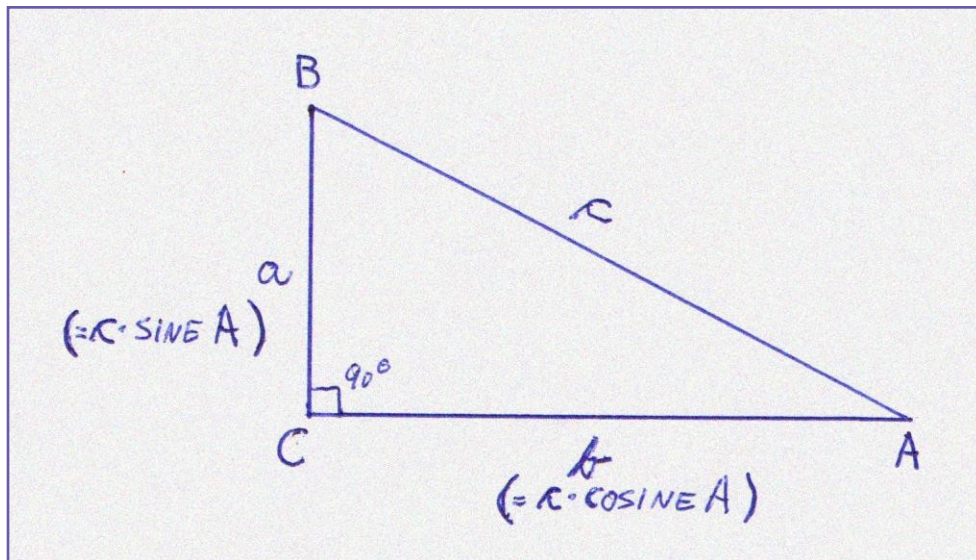


Fig 1. Il y a un angle droit en C

Je suppose que tout le monde a étudié les angles droits et les triangles rectangles à l'école. La plupart d'entre vous doivent se souvenir de ces théorèmes :

- La somme des angles d'un triangle fait 180°
- Dans un triangle rectangle, comme celui de la figure 1 : $a^2 + b^2 = c^2$

Grace au théorème de Pythagore sur les triangles rectangles, on peut toujours calculer la longueur du troisième côté d'un triangle rectangle si l'on connaît la longueur des deux autres.

Cependant, il existe un ensemble de fonctions astucieuses qui nous permettent de calculer la longueur de deux côtés inconnus lorsque l'on connaît la longueur d'un côté et l'un des angles (A) non droit du triangle.

La fonction sinus Sin A (sine en anglais) donne la valeur du côté opposé à l'angle A divisé par l'hypoténuse c. En termes mathématiques :

$$\sin A = a / c$$

La fonction cosinus Cos A (cosine en anglais) donne la valeur du côté adjacent à l'angle A divisé par l'hypoténuse c. En termes mathématiques :

$$\cos A = b / c$$

Ce qui est intéressant c'est que la plupart des calculettes nous donnent les valeurs des sinus et cosinus (sin et cos sur la calculette) de n'importe quel angle avec précision.

Un exemple :

Avec un angle $A = 27^\circ$ et une hypoténuse $c = 5\text{mètres}$, qu'elle est la longueur des petits côtés a et b ?

Réponse : $a = c \times \sin A = 5m \times \sin 27^\circ = 5m \times 0.4540 = 2.270m$

et $b = c \times \cos A = 5m \times \cos 27^\circ = 5m \times 0.8910 = 4.455m$

Note : Certain d'entre vous ont déjà vu que si l'on regarde le triangle depuis l'angle B, alors :

$$\sin B = b / c \quad \cos B = a / c$$

et

En comparant avec les fonctions sinus et cosinus pour l'angle A, l'on en conclut que :

$$\sin A = \cos B$$

et

$$\sin B = \cos A$$

Un autre exemple :

Que se passe-t-il si l'on ne connaît que la longueur d'un des petits côtés et d'un des angles non rectangle du triangle ? Comment peut-on trouver la longueur des autres côtés ?

Supposons que nous savons que $a = 3\text{mètres}$ et que l'angle $A = 28^\circ$ (voir la figure 1)

1. On commence par calculer la longueur de l'hypoténuse :

Comme $\sin A = a / c$, then $c = a / \sin A$

$$c = \frac{3m}{\sin 28^\circ} = \frac{3m}{0.4695} = 6.39m$$

2. L'étape suivante et finale consiste à trouver la longueur du côté b , en utilisant la longueur de l'hypoténuse c et le cosinus de l'angle A :

$$\text{Soit } b = c \times \cos A$$

$$\text{et } b = 6.39m \times \cos 28^\circ = 6.39m \times 0.8829 = 5.64m$$

Maintenant, nous allons essayer de faire un croquis, d'une voile de style Johanna :

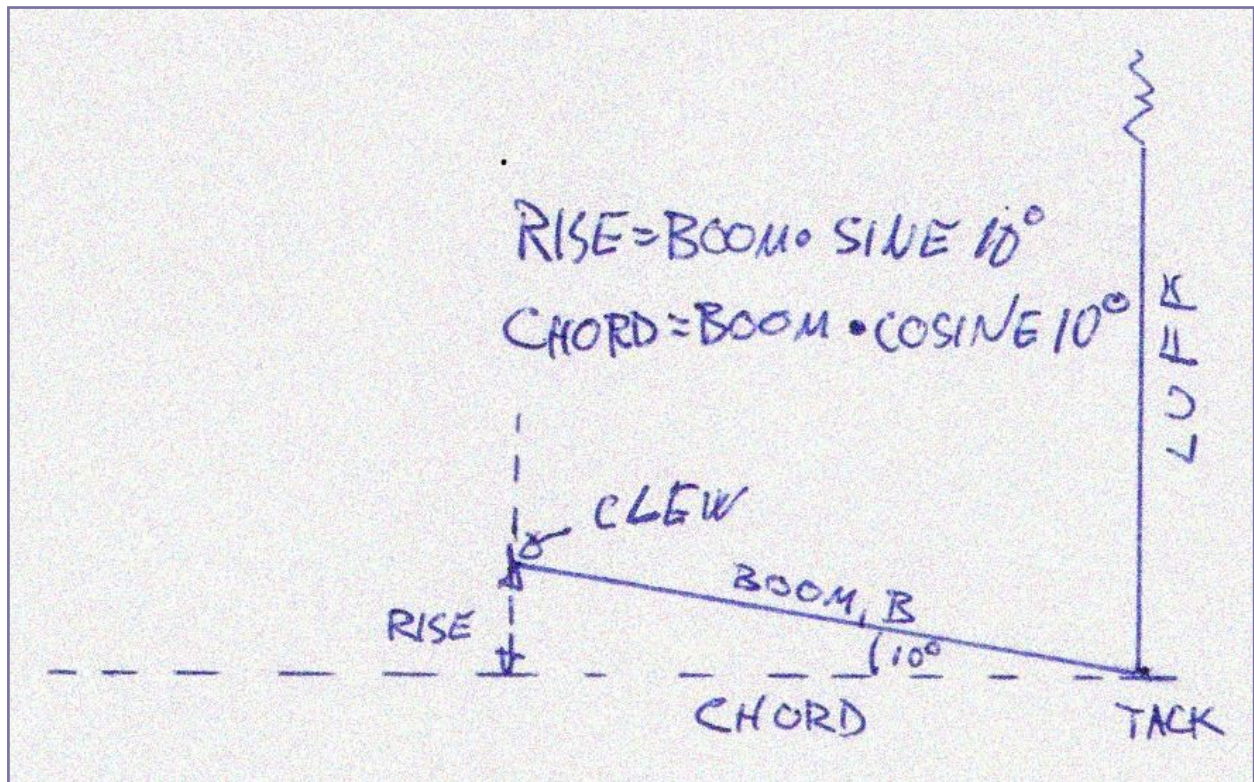


Figure 2

La Figure 2 ci-dessus montre le tout début du tracé du croquis d'une voile de style Johanna, avec une pente de la bôme de 10° .

Si la longueur de la voile était de 5,80 m, quelle serait la longueur de la corde ?

On voit immédiatement les trois lignes représentant la bôme (boom), la corde (chord) et l'élévation (rise) avec un angle droit entre l'élévation et la corde. Donc :

$$\text{corde} = \text{bôme} \times \cos 10^\circ = 5.80\text{m} \times 0.9848 = 5.71\text{m}$$

Pendant que nous y sommes, on en profite pour calculer l'élévation qui peut être utile pour tracer la voile (voir chapitre 5) :

$$\text{élévation} = \text{bôme} \times \sin 10^\circ = 5.80\text{m} \times 0.1737 = 1.01\text{m}$$

Note : Si vous n'avez pas de calculatrice, ou si vous êtes sérieusement allergiques aux mathématiques, vous pouvez résoudre le problème sur la planche à dessin.

Si vous êtes outillés pour dessiner la voile à grande échelle (supérieure à 1/25), vous pouvez simplement mesurer la longueur de la corde et celle de l'élévation, après avoir dessiné la bôme ou vice versa. Cependant, en traçant à petite échelle, la calculatrice sera beaucoup plus précise.

Et maintenant...

Des mathématiques appliquées pour aider à trouver le CE total (CEt) d'un gréement à deux voiles.

La clef, pour trouver le CEt d'un gréement à deux voiles est d'utiliser l'image de la balance à fléaux (bras). Dans le gréement, on positionne simplement le poids relatif (la surface de voile) de chaque voile représentée par le centre de voilure.

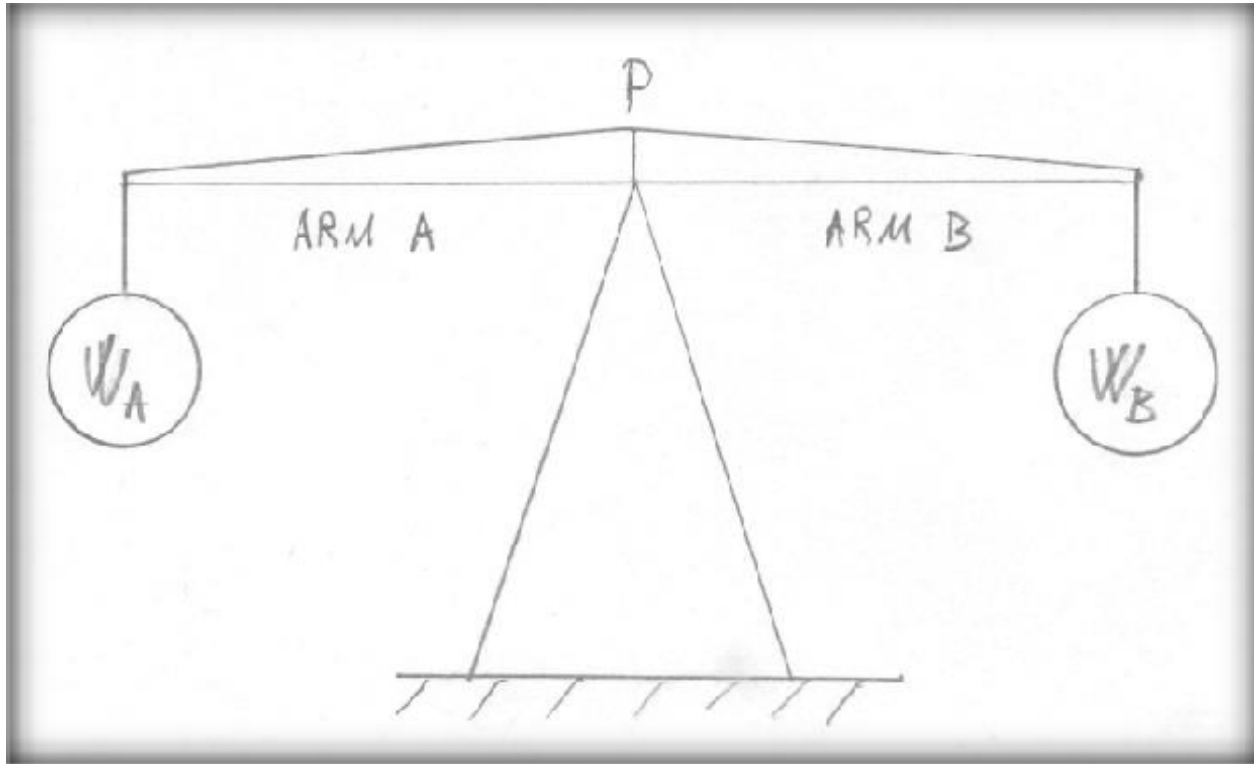


Figure 3, la balance à fléaux égaux

La balance avec des fléaux égaux

La figure 3, ci-dessus, montre une balance classique, utilisée depuis des milliers d'années. Les deux fléaux ont la même longueur, donc pour obtenir un équilibre, les deux poids, W_a et W_b , doivent être égaux. Simple !

Si l'on a la chance de prévoir un gréement avec les deux voiles de la même surface, comme celles des figures 3.2 et 3.4, on peut alors utiliser le principe de cette balance avec des fléaux égaux : le centre de voilure total CEt se trouvera au milieu des deux CE des deux voiles. Pour reprendre la métaphore, le gréement va s'équilibrer à la verticale de l'axe de pivotement de la balance P (Appelé A dans les figures 3,2 et 3.4), comme la balance ci-dessus est en équilibre sur le pivot P.

La balance avec des fléaux inégaux

Cependant, dans la plupart des cas, un gréement à deux voiles n'aura pas des voiles de même surface. Pour trouver le CEt, on doit imaginer une balance avec des fléaux de longueurs différentes.

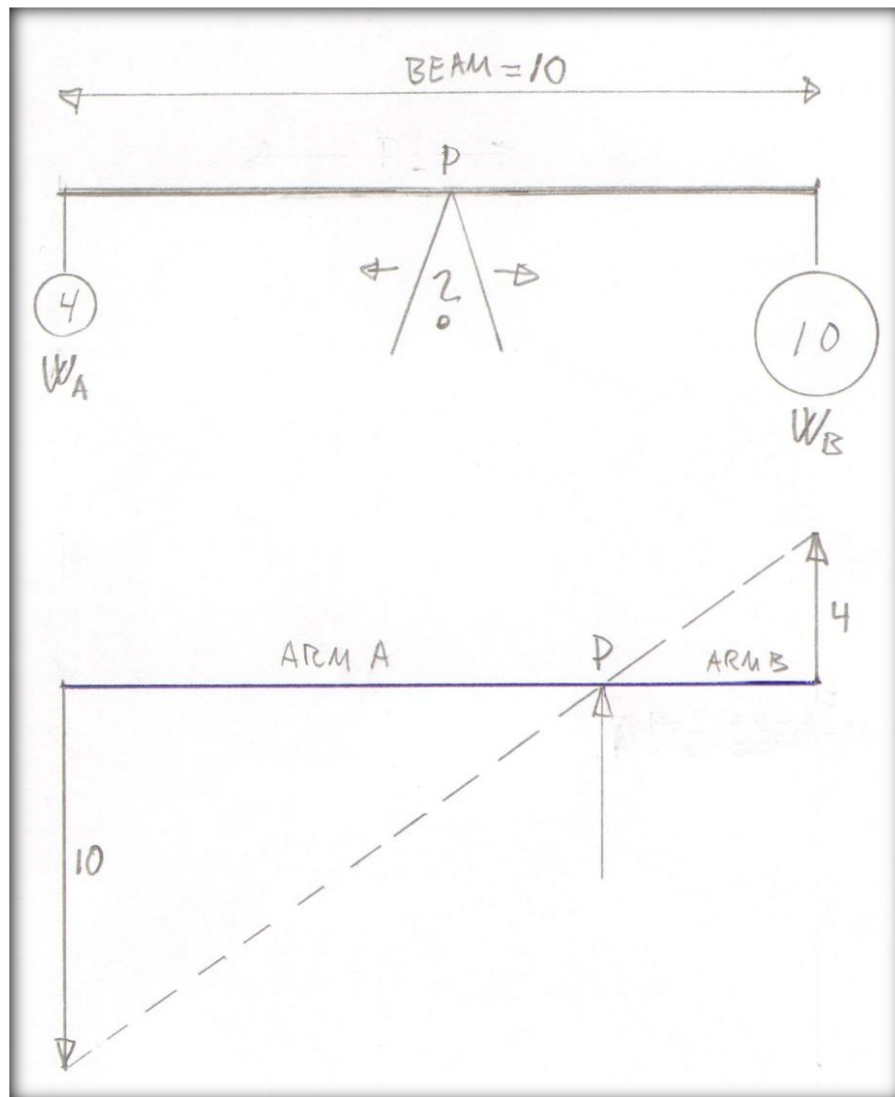


Fig 4 Une balance avec des fléaux de longueurs différentes

La figure 4 montre un balancier avec deux poids connus suspendus à chacune de ses extrémités. Comment trouver la position du pivot pour assurer l'équilibre ?

La méthode graphique

La méthode graphique classique pour trouver la position du pivot de l'équilibre P, est représentée sur la partie basse de la figure 4. Dans cet exemple, la longueur totale du balancier est 10 et $W_a=4$ et $W_b=10$.

- On trace horizontalement le balancier. Dans un gréement, le balancier est le segment de droite entre les deux CE des voiles.
- On trace deux segments verticaux dont les longueurs sont proportionnelles aux poids, ici la surface de voile, l'un vers le haut, l'autre vers le bas. Notez que la ligne W_a est tracée depuis l'extrémité B du balancier et vice versa.
- Le point d'équilibre P (ou le CEt du gréement) se trouve à l'intersection du balancier et de la ligne pointillée qui rejoint les extrémités des deux « segments de poids ».

La méthode arithmétique

On utilise probablement la méthode graphique pour trouver le CEt depuis les tout débuts de l'architecture navale. Elle demande un dessin assez précis. Aujourd'hui, avec une bonne calculette, à partir de croquis assez grossiers (Figures 3.1 et 3.5), je préfère calculer le CEt, en utilisant l'équation d'équilibre simple :

$$\text{levier de } A \times W_A = \text{levier de } B \times W_B$$

Résoudre le cas présenté ci-dessus se présente comme ceci :

Dans la mesure où la longueur du balancier est connu, je simplifie un peu en calculant d'abord :

$$\text{levier de } B = \text{Longueur du balancier} - \text{levier de } A$$

Avec l'inconnue X étant le levier de A , l'équation d'équilibre s'écrit :

$$W_A \times X = W_B \times (\text{Beam} - X)$$

Application numérique :

$$4X = 10(10 - X) = 100 - 10X \quad 4X + 10X = 100$$

$$\text{levier de } A = X = 100/(4+10) = 7,14$$

$$\text{levier de } B = 10 - 7,14 = 2,86$$

Cela est cohérent avec la méthode graphique, sur laquelle j'ai mesuré Levier de A au environ de 7,1 - 7,2.

La méthode graphique n'est pas très précise mais, dans la plupart des cas, elle sera suffisante.

NOTE: Un grand merci à Slieve McGalliard pour avoir relu et pour ses commentaires et encouragements.

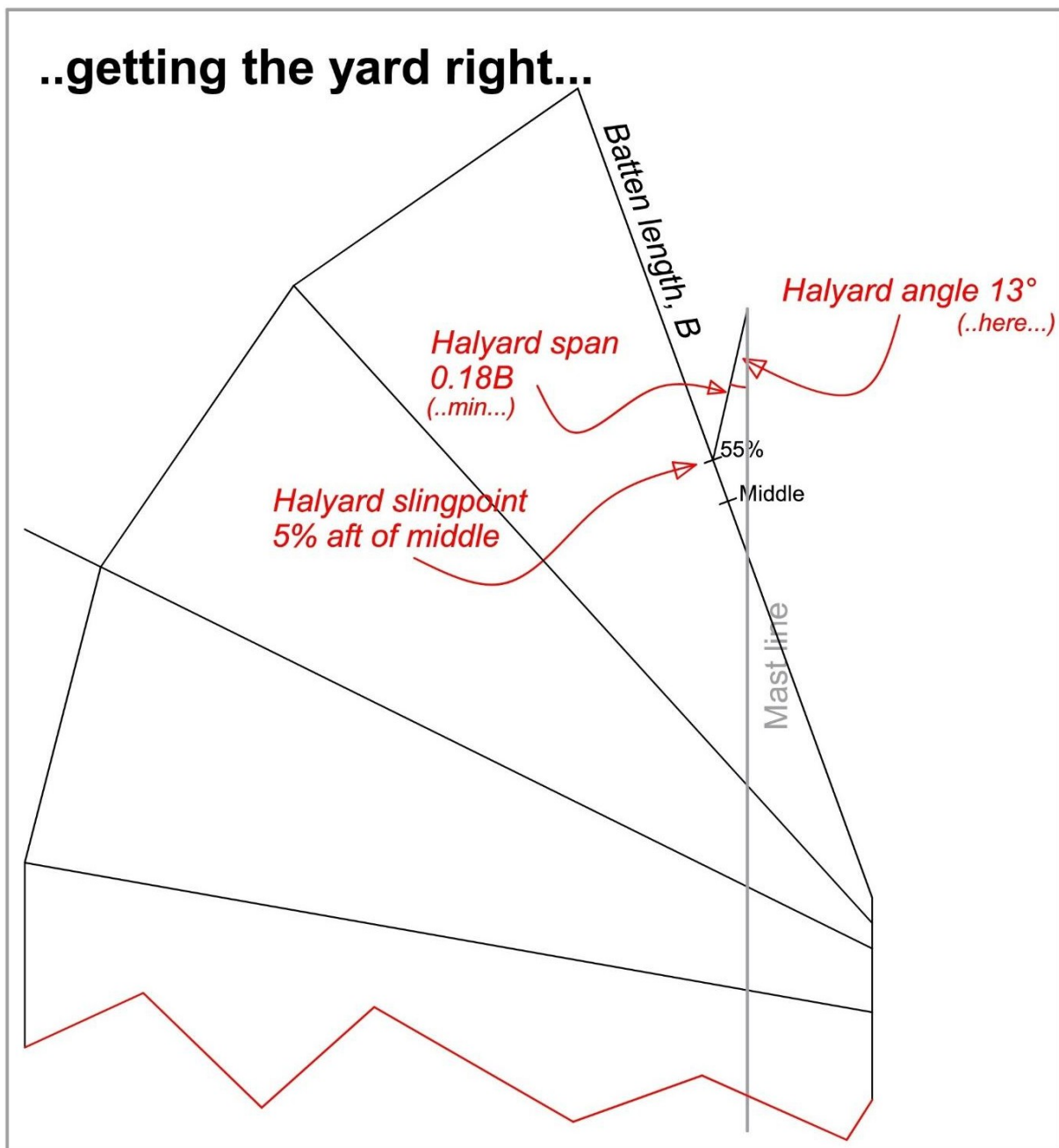
31th Janvier 2022, Allez regarder la page suivante...

Bien placer la vergue

On peut rajouter des choses sur la vergue : la position du point de drisse sur la vergue, la longueur du palan de drisse, c'est à dire la distance entre la tête de mât et le point de drisse de la vergue, et l'angle entre le palan de drisse et la ligne de mât verticale (Halyard angle).

D'avoir un de ces paramètres faux est facile et, en toute honnêteté, cela m'est arrivé à plusieurs reprises. L'erreur la plus commune, d'après ce que j'ai vu, c'est d'attacher la drisse trop en avant sur la vergue. C'est une erreur commune à ceux qui sont habitués au gréement au tiers européen. Sur le gréement au tiers européen, la drisse a besoin d'être très avancée pour que le guidant soit suffisamment tendu.

Figure 3.6 les différents paramètres importants pour bien - ou mal - placer la vergue



Ces dernières années, je me suis rajouté quelques règles après avoir acquis plus d'expérience à force de naviguer sur mes bateaux gréés selon mes gréements :

- Je place le point de drisse à 5% en avant du milieu de la vergue. C'est suffisamment en arrière pour que la voile n'ai pas tendance à basculer en arrière lorsque l'on hisse ou affale. En même temps, je ne place pas le point de drisse plus en arrière car cela nécessiterait un mât plus haut. Souvent, je répartie le point de drisse sur la vergue entre deux points (voir chapitre 7). Dans ce cas, le point de drisse avant est à 5% en arrière du milieu de la vergue.
Sur mon bateau actuel Ingeborg qui a une drisse moufflée à 5 brins, les points de drisse se trouvent à 5% et 9% en arrière du milieu de la vergue.
- Aujourd'hui, je dessine la longueur du palans de drisses (halyard span) de façon à ce qu'ils fassent environ 18% de la longueur des lattes B (batten length). Une partie de cet écart est « mangé » par la vergue, que je ne dessine habituellement pas sur les plans, mais ces 18% restent suffisamment long pour avoir la place de mettre la vergue et les poulies de drisse.
- Je vise un angle de drisse (halyard angle) entre 5 et 25°. Si j'ai quelques doutes sur l'équilibre de barre, je commence avec un angle de drisse de 15°. Cela donne de la marge pour balancer la voile soit vers l'avant soit vers l'arrière. Si je n'ai pas de doutes sur la position longitudinale de la voile, je réduis l'angle de drisse à 5°. Un angle de drisse faible rend la voile plus facile à hisser et à affaler, avec moins de frottements.

Je suis ces règles, même avec un plan de voilure avec un angle de vergue aussi bas que 55°. C'est l'angle de vergue le plus bas nécessaire pour obtenir un équilibre maximum de la voile sur le mât.

Note : Ce n'est que lorsque la vergue a été positionnées et que la hauteur de la bôme au-dessus du pont est déterminée, qu'il est possible de définir la hauteur de mât nécessaire au-dessus du pont (LAP).

Bonne nuit et bonne chance !
