

MON PREMIER PROJET DE 10R (Mieux la recherche ou la compétition ?)

J'ai passé une dizaine d'années à faire de la recherche sur une trentaine de modèles réduits de Voile-RC. Cette fois je veux m'approcher du milieu de la compétition et j'ai donc décidé de décrire ici les diverses étapes qui m'ont permis de développer mon premier projet d'un Classe 10R. J'ai trois options de coques.

Une pratique bien connue est que la première chose qu'un Architecte Concepteur demande au futur propriétaire du bateau est :

- Où vous voulez naviguer avec votre futur bateau ?

Ceci est primordial pour définir les paramètres hydrodynamiques du bateau. Tout cela dépend en effet des conditions Météo prédominantes dans la Région où on veut pratiquer la Voile-RC.

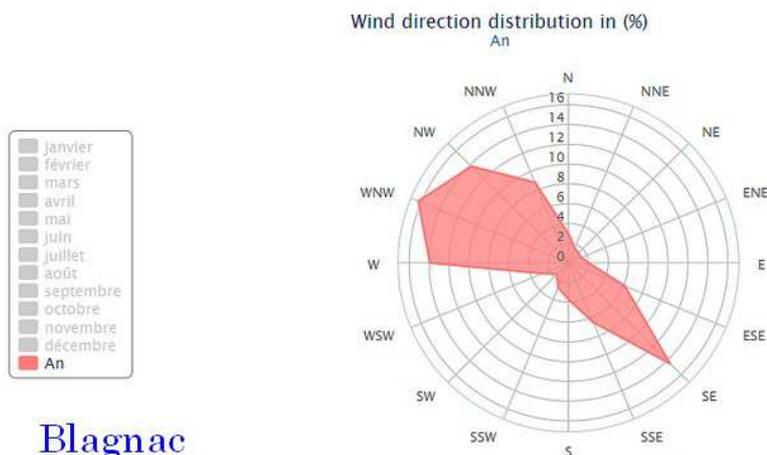
Il y a des bateaux pour les vents légers, pour la brise, et il y a aussi les bateaux "tout temps" qu'on appelle souvent : "all rounds".

Dans la compétition, les "All Rounds" font partie d'un compromis classique, ils sont des bateaux qui ne seront pas toujours à la première place dans une régates, mais toujours bien classés pour gagner une Coupe ! heheh !.

La région Toulousaine, où j'habite, est parcourue par deux vents dominants comme la Tramontane qui souffle du Nord-Ouest et le Vent d'Autan qui souffle du Sud-Est. En moyenne, la Tramontane va de 280° à 320° pour 133 jours/an et le Vent d'Autan va de 140° à 180° pour 95 jours/an

Ici deux diagrammes classiques de Windfinder pour Blagnac et le Lac de la Ramée. Voir aussi: http://fr.windfinder.com/windstatistics/toulouse_blagnac

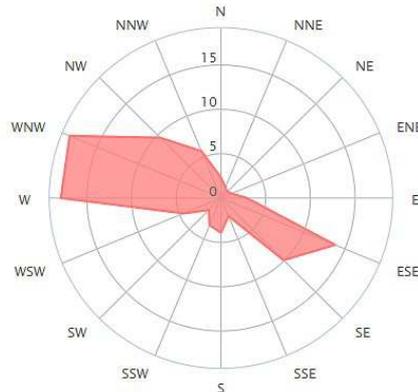
Mois	Jan 01	Fév 02	Mar 03	Avr 04	Mai 05	Jun 06	Jui 07	Aoû 08	Sep 09	Oct 10	Nov 11	Dec 12	An 1-12
Direction du Vent dominant	270	270	292	135	292	292	292	292	135	135	135	270	292
Probabilité du vent >= 4 Beaufort (%)	33	36	41	35	32	24	22	20	24	32	30	28	29
Vitesse du vent (m/s)	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4
Température de l'air moyenne (°C)	7	8	12	15	18	23	25	24	21	17	12	8	15



© windfinder.com

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Dec	An
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Direction du Vent dominant	270	292	112	112	112	292	292	292	292	112	112	270	292
Probabilité du vent >= 4 Beaufort (%)	20	28	31	32	14	11	17	11	13	23	23	19	20
Vitesse du vent (m/s)	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Température de l'air moyenne (°C)	7	6	12	15	20	20	23	24	21	16	13	8	15

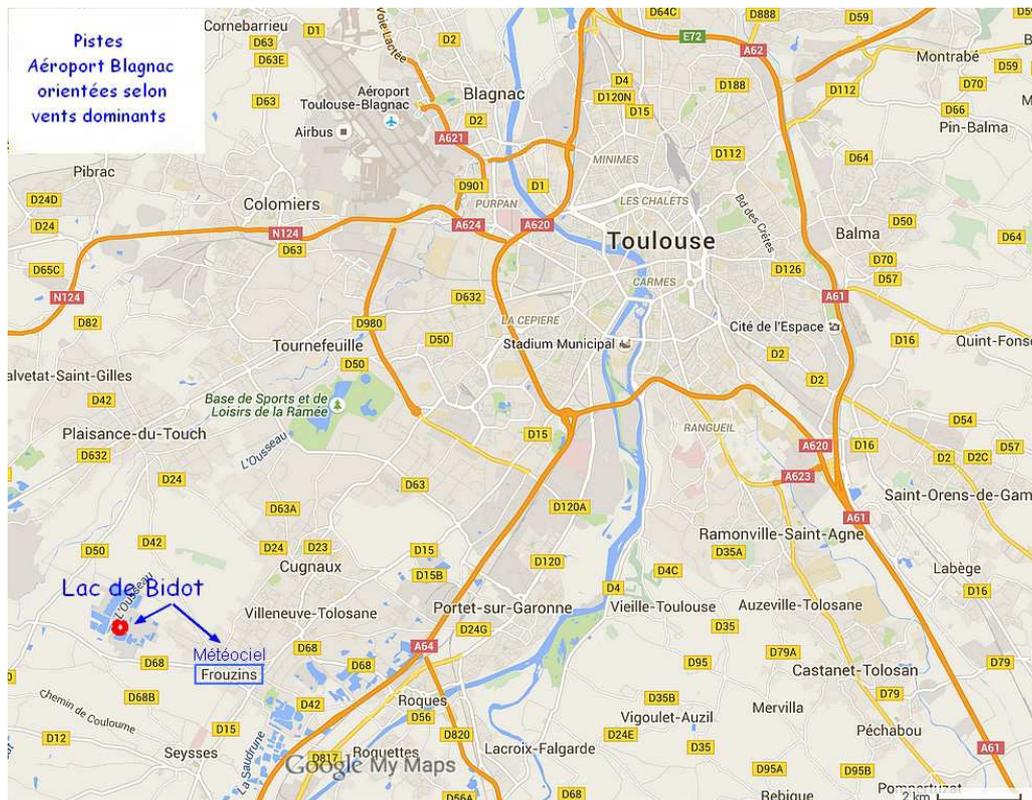
Wind direction distribution in (%)
An



Lac de la Ramée

© windfinder.com

Le Lac de la Ramée est un peu plus proche du Lac de Bidot, mais pour avoir plus de précisions on peut consulter les prévisions de la Station Météociel: <http://www.meteociel.fr/previsions-wrf-1h/10641/frouzins.htm> qui se trouve à 2.5 km du Lac de Bidot. Ici le Plan Région pour mieux saisir la situation :



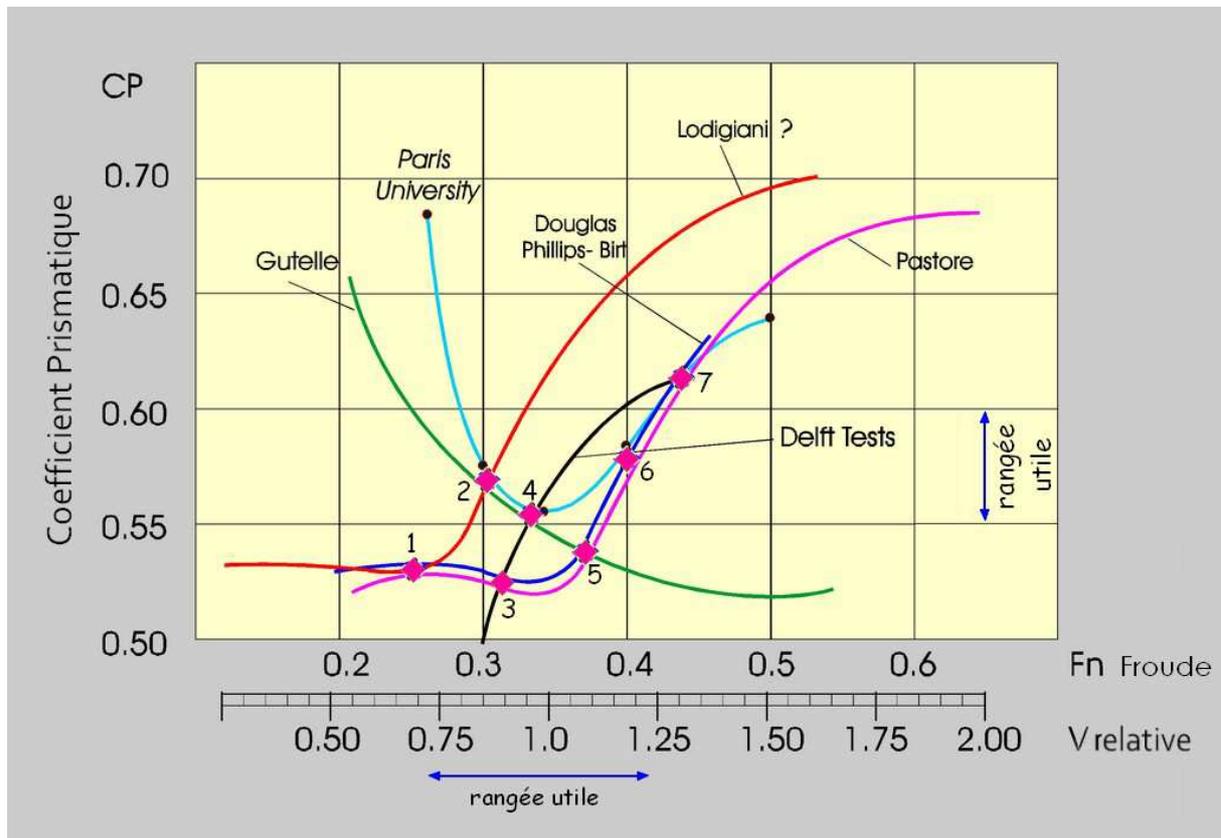
Sur la base de ces informations, je résume :

Vent de Nord-Ouest : 133 jours - La Tramontane vent fort de 25 à 80km/h
Vent Sud-Est : 95 jours - L'Autan vent fort de 30 à 110km/h
Vents faibles : 137 jours - inférieurs à 15 km/h

La moyenne des Vents entre le mois d'Avril et le mois d'Octobre se situe autour d'une vitesse de 4 m/s, voir 8nd, voir 15km/h.

Du moment que mon 10R ne naviguera pas avec des vents trop forts comme le vent d'Autan à 20nd, j'assume que la vitesse moyenne de 4m/s sera le paramètre guide à retenir pour la réalisation de mon premier 10R.

A démonstration que l'Architecture Navale n'est pas encore une science exacte voici mon recueil de diagrammes trouvés sur des livres à propos du Coefficient Prismatique :



Il y a plusieurs points de convergences sur ce diagramme, mais pas obtenu par les mêmes écritures/livres.

- Le premier paramètre : le Coefficient Prismatique

Le CP choisi sera entre 0.54 et 0.55 qui s'adapte à des vitesses relatives V_r entre 0.8 et 1.0.

Sur le graphique cela correspond au point 4 en espérant qu'il soit le bon !
S'agissant de vents faibles, il faut imaginer que les vitesses atteintes par le voilier ne seront pas élevées et souvent inférieures à la Vitesse Relative $V_r = 1.0$
 $V_r = 1.0$ est atteinte quand la vague créée par le bateau est aussi longue que le ligne de flottaison.

Il faut pas mal d'énergie pour obtenir une vague de cette longueur, et par conséquence la plus part du temps la Vitesse Relative du voilier sera bien inférieure à 1.0, voir V_r 0.8 – 0.7 et moins !

Une longueur de flottaison trop élevée ne sera donc pas 'exploitable' sans vent et sans gîte. Selon moi il serait inutile de faire trop long sans compter l'augmentation de poids à la construction !

Les jours, où le vent sera plus fort, je serais obligé de réduire la surface des voiles avant les autres ou plutôt de ceux qui utilisent des Coefficients Prismatiques plus élevés.

D'autre part, la Longueur à la Flottaison est soumise aux Règles de Jauge qui indique au point H1 que plus la LF est longue et plus la Surface de Voile est réduite.

Formule de la Jauge - **Rating = L x S x 8** avec Rating max = 10

- Le second paramètre : la Surface de Voile

J'ai choisi, pour faire chiffre ronde, une Surface de voile de 1m^2 .

Suivant la formule : $L = (10 \times 1\text{m}^2) / 8 = 1.25\text{mt}$ sera la Ligne de Flottaison

- Le troisième paramètre : le Poids ou Déplacement

Il est évident qu'avec peu de vent, donc moins de puissance dans les voiles, il faudra avoir un bateau relativement plus léger et pour une surface de voile de 1m^2

Généralement un bateau léger avec une rafale de vent démarre facilement, mais il s'arrête aussi plus vite que un bateau plus lourd, cause inerties diverses.

Il est, cependant, aussi vrai que un bateau plus lourd aura du mal à rejoindre des $V_r > 1.0$ si le vent est faible.

Selon mes lectures, la Classe 10R se manifeste avec des poids allant de 4800g à 5800g. Beaucoup se trouvent autour de 5400g/5500g et cela parce que on a tendance à construire des bateaux avec des Lignes de Flottaison assez longues en espérant sur la gîte et avec des Surfaces de Voiles plus réduites. Un bateau plus long pèsera forcément plus qu'un bateau plus court.

Un bateau "All Rounds" qui devra naviguer avec des vents plus soutenus sera un bon choix aussi.

Mon poids cible est de 4900g, mais il faut compter que pendant la navigation, le bateau, sous le poussé des voiles, aura tendance à s'immerger plus bas que la ligne flottaison théorique.

Pour éviter de naviguer hors des lignes d'eau du projet, je chercherais un poids un peu plus élevé (à la boue) autour de 5000g.

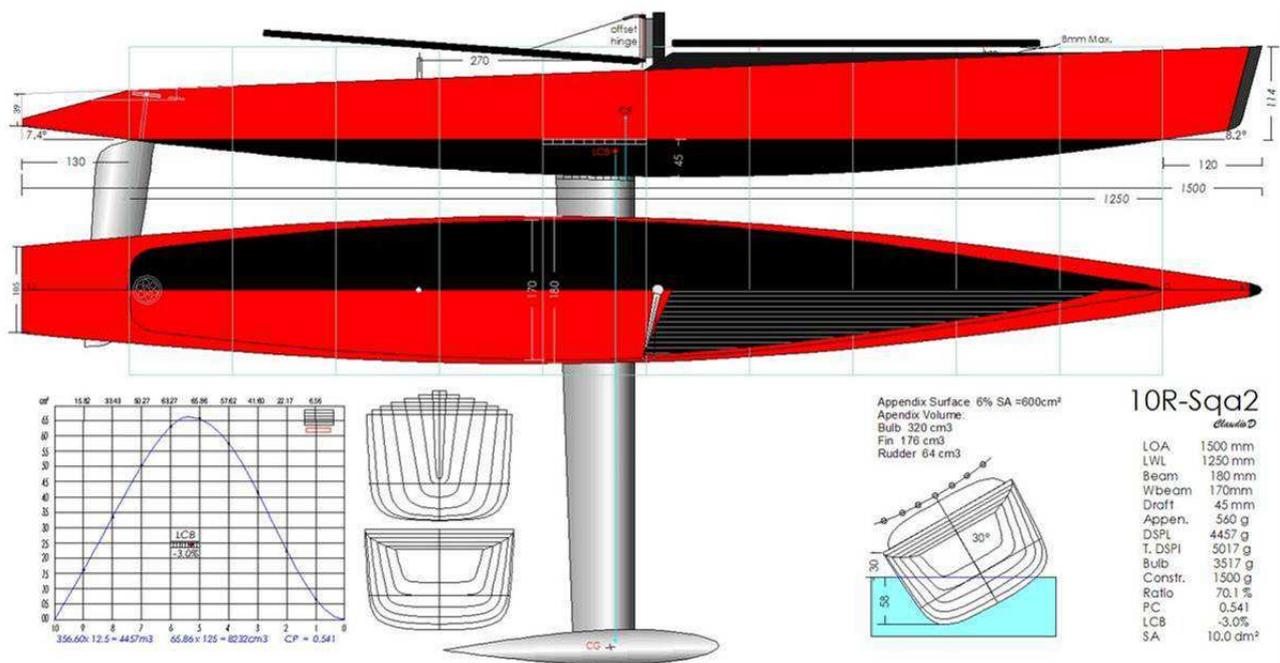
Si la construction se révélera plus légère, j'ajouterais des poids de compensation pour garder la même Longueur à la Flottaison et la même Surface de Voile.

Je pourrais aussi jouer sur le poids du Bulbe et la longueur de la Dérive.

Tout cela sera fait en fonction de la vitesse du Vent annoncée le jour des régates.

Autour de ces critères de base, j'ai développé le projet de mon premier 10R. S'il ne marchera pas, aucun problème pour changer de coque !

Plan de base:



- Analyse du Plan

Le choix de la forme et surtout du Maître Couple remonte aux temps des projets de la Coupe d'Amérique de 2005-2007.

En 2008 j'étais fort occupé à dessiner des projets des AC120 en Italie et puis dans la foulée des AC100.

Les AC120 sont plus courts des Classe M, surtout à la flottaison d'au moins 30cm, mais ils portent plus de surface de voile que un Classe M, (8000cm² contre 7300cm² des Classe M.)

Ils sont très raides à la toile, pour utiliser le jargon, et marquent une bonne vitesse et un très bon cap.

Peut être pour cela que les coques dites "boites à souliers" ou "sugar box" selon les américains, ont fait leur apparition pour la Coupe d'Amérique en 2005-2007. Ce changement radical des formes a démontré réellement que ces coques ont une grande raideur qui favorise la vitesse et un Cap jamais atteint auparavant.

Les AC120 ont bien démontré ces caractéristiques, pourquoi s'en priver ?

Je n'étais pas le seul avec Renato Chiesa à aborder le sujet avec beaucoup de succès, voir : <http://www.iacc120.it/>.

Un Américain, John Fries, connu comme un fabricant de voiles, a aussi développé des bateaux sur le même principe, mais de 1.8-2.0 mètres de long, voir :

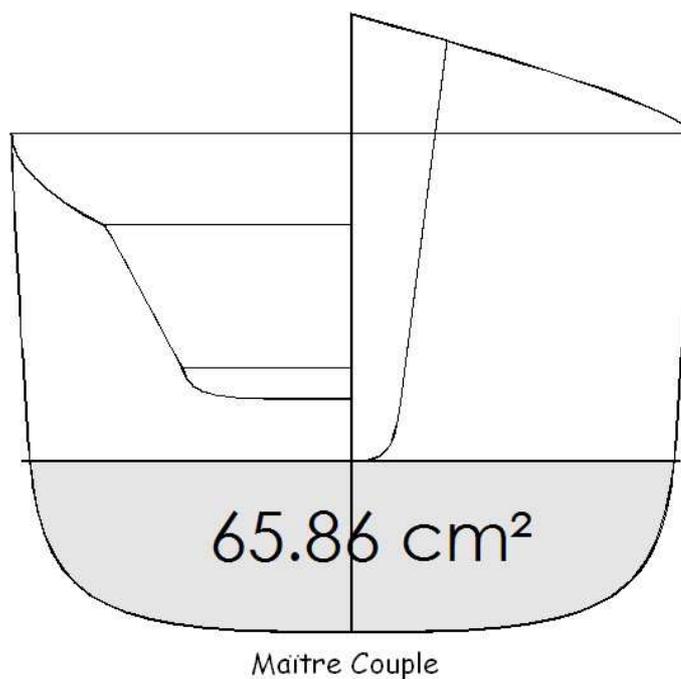
<http://www.friessaildesign.com/p/2m.html>

et aussi sur le forum RCSailing :

<http://www.rcsailing.net/forum1/showthread.php?6772-1-8m-now-2-0m&highlight=boat+fries>

Avec ces références, je ne crois pas avoir des doutes sur le choix fait.

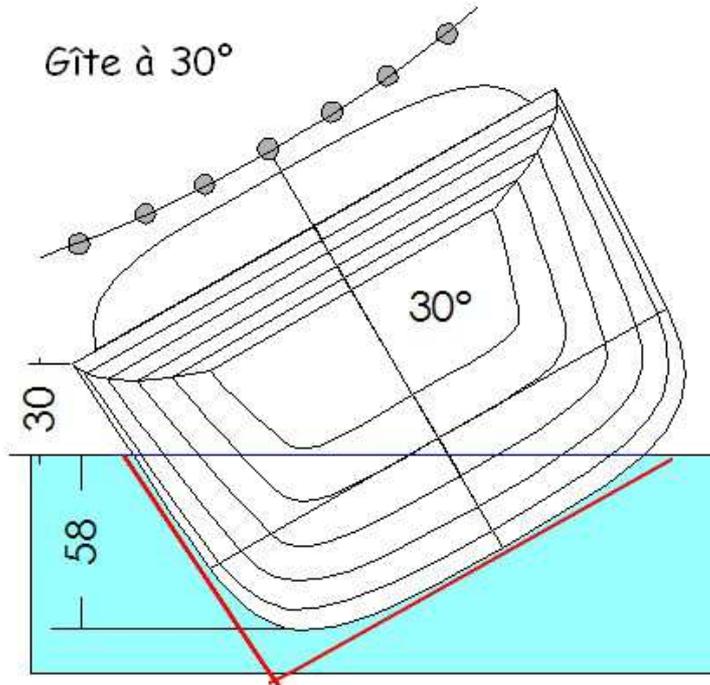
- Le quatrième paramètre: Le Maître couple :



Cette surface correspond à un déplacement de 5017cm^3 pour un Tirant d'Eau de 45mm.

Le Maître Couple du "10R Esterel" qui est Classique a 65.34cm^2 de surface immergée pour un déplacement de 5076cm^3 et un Tirant d'Eau de 52mm.

Il est évident que pour un déplacement similaire avec le même Bau, la surface immergée soit très proche à l'exception du Tirant d'Eau.



Dans cette figure on note la forme en "V" ou en "Coin" qui en principe doit favoriser la tenue d'un bon Cap présentant une bonne surface Antidérive. On note aussi la distance que sépare le Livet du Pont de la surface d'Eau. Ceci est aussi un critère important du au fait que l'interface Eau-Air est source des tourbillons gênants qui ralentissent la vitesse du bateau si cette interface est 'coupée' par la forme de la coque, voir Livet dans l'Eau et Trainées.

Au passage, la densité de l'Air est 800 fois plus petite que la densité de l'Eau.

Malheureusement la profondeur atteinte par ce type de coque est relativement importante au "Près Serré" est pourrait contribuer à creuser la Vague d'Etrave.

Un paramètre lié à cette forme, est la surface mouillée. On calcule une augmentation théorique de 3 % par rapport à une coque "ronde", mais compensé par une dérive plus courte.

- Le cinquième paramètre : Le Tirant d'Eau de la coque

Ceci est un autre paramètre de grande importance parce que c'est le Tirant d'Eau de la coque qui justifie la profondeur de la vague d'Etrave et du frottement au Vent Arrière ou la puissance des voiles est réduite.

J'ai décidé de faire le moins profond possible sans excès. Pas trop difficile avec une coque de type 'sugar box' !

- Le sixième paramètre : La Longueur à Flottaison - LF

Comme déjà décrit plus haut, la LF est simplement la conséquence directe de la Surface des Voiles choisie de 1m^2 .

- Le septième paramètre : La surface des Appendices

La surface Antidérive composée essentiellement par la Dérive et Safran sera équivalente à 5.5% - 6.5% de la Surface de Voiles.

La valeur nominale de projet est de 600cm^2 . 450cm^2 seront dédiés à la Dérive et les restants 150cm^2 au Safran.

Ceci correspond à une "lois non écrite" - "Rules of Thumb" dictée par l'expérience sur centaines de modèles. Surface Safran = 1/3 de la surface de la Dérive

- Le huitième paramètre: La forme de la Dérive et du Safran

Ceci est, pour le moment, un paramètre provisoire à dessin, les longueurs et surfaces définitives seront définies pendant les Essais de mise au Point (Tuning).

- Le neuvième paramètre: Le Bulbe

Le poids définitif du Bulbe fait partie des critères de mise au Point.

- Le dixième paramètre : Le Bau au Pont et à la Surface de Flottaison

Ceci est un paramètre qui découle souvent des calculs successifs du Déplacement. Dans mon cas sont respectivement de 180mm et 170mm.

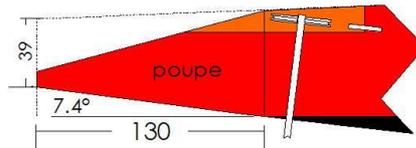
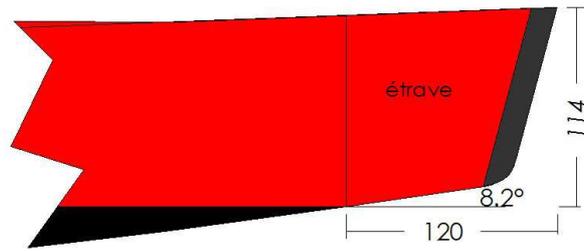
- Le onzième paramètre : Les Angles d'Entrée et Sortie d'Eau

Verticalement sont de 8.2° à l'Etrave et 7.4° à Poupe.

Horizontalement, coté Etrave : 20° à la Flottaison et 18.5° au Pont

Sont des Angles relativement serrés qui indiquent une coque avec des Entrées assez fines.

Pour compenser la tendance à l'enfournement les sections avant ont des parois inclinées au lieu d'être verticales comme sur les AC, et cela pour obtenir plus de volume dans la partie hors de l'Eau, (Œuvre morte).

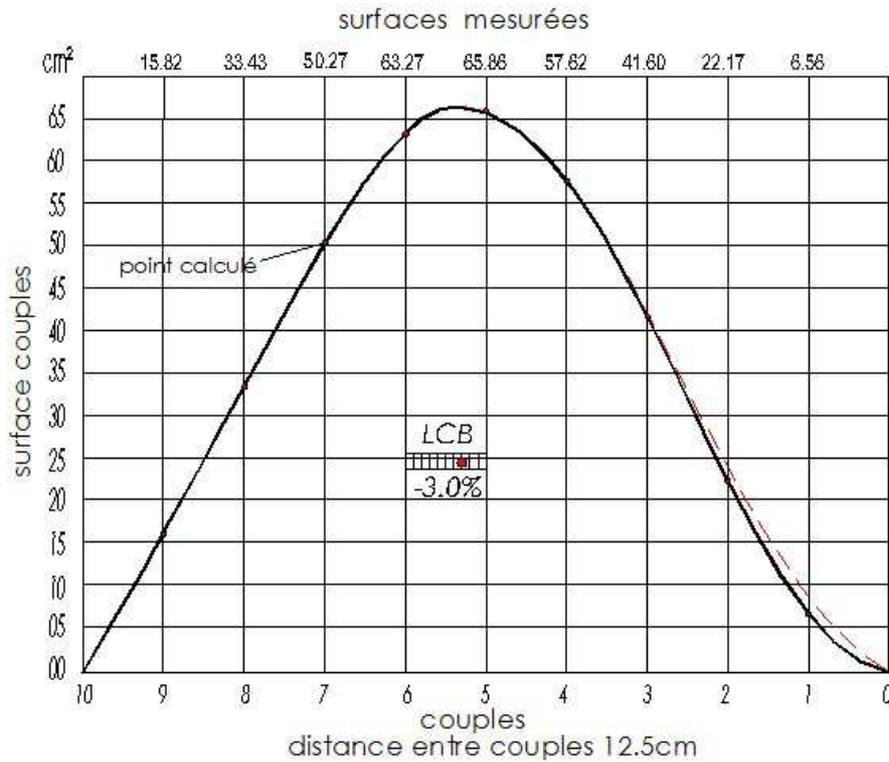


Angles

- Le douzième paramètre : La Courbe des Aires

Ceci est pour moi le paramètre plus important d'un Projet, la Courbe des Aires représente la "Carte d'Identité du Bateau".

Courbe des Aires



Résultats :

Déplacement : $356.60\text{cm}^2 \times 12.5 = 4457\text{ cm}^3$

Maître couple : $65.86\text{cm}^2 \times 120 = 8232\text{ cm}^3$

Coef. Prism : $4457\text{cm}^3 / 8232\text{cm}^3 = 0.541$

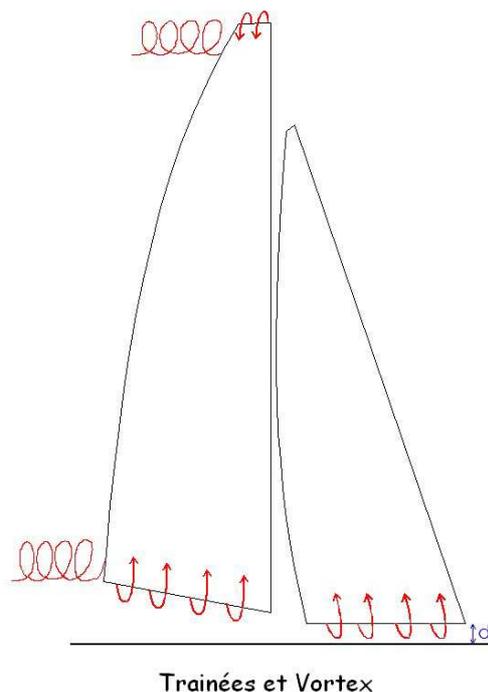
L'image de la Courbe des Aires montre combien de paramètres peuvent être évalués :

- La forme de la Courbe permet de voir les Entrées d'Eau de la coque et vérifier l'harmonie de la courbe.
Avec un trait rouge j'ai indiqué la possibilité d'agir sur les couples 2 et 1 pour changer la forme de la Courbe qui semble un peu trop fine et donc présentant moins de volume à l'avant. Le CP augmentera légèrement ainsi que le Déplacement tandis que le LCB avancera vers l'avant.
 - Le Déplacement de 4457cm³ qui faut ajouter au volume des appendices pour avoir le Déplacement Total.
 - Le Coefficient Prismatique de 0.54 que probablement est un peu trop bas.
 - La position du centre de Carène (LCB) est à - 3.0% de LF à partir du couple 5.
- Le treizième paramètre : la Tonture du Pont ou Roof avant

Entre l'Etrave et le Mât il faut prévoir une "forme" de pont qui épouse le niveau de la bôme de Foc. Ceci est nécessaire pour réduire autant que possible les flux d'air qui passent d'un côté à l'autre de la toile du Foc. Ces traînées et vortex 'invisibles' réduisent le rendement des voiles.

Pour remédier en partie au phénomène, il faut approcher le plus possible la bôme de Foc et du contrepoids au pont, gardant juste l'espace pour un pivotement libre au Vent Arrière. Pas grand-chose à faire sur la Grand Voile sauf l'utilisation d'une bôme très large type "Park Avenue" du JClass Enterprise et qu'on voit souvent sur des yachts modernes. (à réfléchir !)

Une image qui décrit le phénomène des Traînées et Vortex:





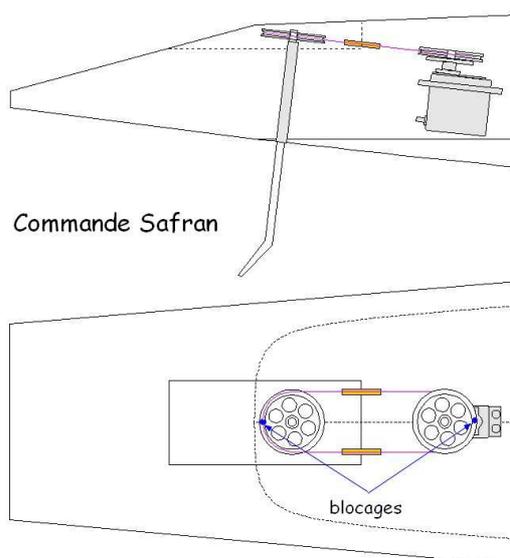
Sur les vrais bateaux, comme par exemple sur mon Dragon, le Foc est 'plaqué' contre le livet de pont pour tirer le meilleur de la puissance développée.

J'ai à l'étude un moyen pour éliminer la Bôme de Foc.

Pour la bôme de Grand Voile il y aura un décalage réglable pour pouvoir gérer la GV aux allures portantes.

- Le quatorzième paramètre : Le renvoi mèche Safran

Pour éviter le débattement latéral du renvoi de commande et rester avec une voie d'accès d'eau, j'ai préféré la solution des poulies. Les tubes laiton/plastique traversants auront un diamètre plus petit. La corde (kevlar) de transmission aura deux points d'arrêt au niveau de chaque poulie.



Un logement en retrait sera encastré dans le plan incliné du Tableau arrière pour loger la Poulie externe.

La poulie externe sera démontable pour libérer le safran.

- Quinzième paramètre : les Appendices, Dérive, Safran et Bulbe

Le sujet sera traité plus tard

- Seizième paramètre : Le choix du Gréement

Le sujet sera traité plus tard

- Dix-septième paramètre : les Aménagement de l'Electronique

Le sujet sera traité plus tard.

ClaudioD

Août 2015