



## Des carènes de SUP Race.

### Qu'est ce qu'une planche de SUP race ?

Cela pourrait se traduire par « embarcation de course pour pagayeur debout » ...

C'est tout simplement un bateau, un engin flottant propulsé à la pagaie par une personne debout dessus, une embarcation qui peut avoir une longueur limitée à 12 pieds 6 pouces soit 3,81 m, 14 pieds soit 4,26 m, ou illimitée dans ce cas la longueur peut dépasser 5 m ( 17 ou 18 pieds voire plus...).

On demande donc à cet engin flottant de permettre à la personne qui se tient debout dessus et qui le propulse de faire en sorte qu'il ou elle soit le plus rapide possible, en tombant le moins possible à l'eau s'entend, dans les différentes conditions qui peuvent affecter un plan d'eau.

Comment peut-on être plus rapide ? C'est assez simple : 1 : il être en forme, faut pagayer plus vite, plus fort, mieux. 2 : faire en sorte que sa planche nous freine moins !

Je ne vais pas m'attarder sur la condition physique et la technique de rame même si c'est essentiel, mais sur le point 2 qui est : qu'est ce qu'une planche de SUP ? Qu'est ce qui l'empêche d'avancer ?

Comment faire en sorte qu'elle nous permette d'avancer aussi vite que possible en fonction des conditions rencontrées?

Comment choisir, concevoir ou fabriquer la bonne planche ?

### Sommaire :

- 1 - Description et hydrostatique du SUP race : dimensions, flottabilité, rocker, stabilité,
- 2-Hydrodynamique du SUP : La résistance à l'avancement
- 3- Comment diminuer la résistance à l'avancement : carènes à déplacement et carènes planantes.
- 4- le downwind et le surf : explication et exemples de planches.
- 5- la beach race et la polyvalence de la planche 12'6 »
- 6-l'évolution des planches de course sur eau plate
- 7- la conception et construction amateur des SUP race.

### 1. Description et hydrostatique du SUP race.

#### 1A, caractéristiques, mesures

La planche de SUP est un engin flottant, un bateau, elle est donc caractérisée par : longueur L, largeur l, creux, volume V1, déplacement ( celui-ci étant la somme des poids embarqués : planche, rameur,

combinaison, pagaie, camel bag... tout !). il est lié à **V Volume immergé ou déplacé**. (égal à poids/ densité du liquide.. merci **Archimède** !!!) selon ce monsieur, ce volume est caractérisé par son centre de gravité appelé **centre de carène ou Centre de flottaison**, il est situé à la **verticale du centre de gravité planche + rameur**.

Bon Archimède ne connaissait pas le SUP, il a découvert ça dans une baignoire, et pas en la faisant flotter, mais en prenant son bain... n'empêche qu'il avait raison... ;-)

Donc avant tout moins on pèse lourd (soi et son matériel) moins on a d'énergie à dépenser pour avancer !!!

Rappelons que la **carène** est la partie **IMMERGEE** du flotteur... même si je préfère la considérer comme **toute partie de la coque en contact permanent ou temporaire avec l'eau**... on précise en appelant la partie immergée **Œuvres vives** et la partie émergée **Œuvres mortes**.

- Le volume émergé : on appelle ça la « réserve de flottabilité » : le **volume total d'une planche de SUP** est égal à la somme des volumes immergés et émergés. Le coefficient de flottabilité est égal à  $V_{total} / V_{immergé}$  et est supérieur à 1 si on ne veut pas naviguer sur un sous-marin....

- la finesse du flotteur : « coefficient bloc »  $C_b$  et « coefficient prismatique »  $C_p$  : Plus le flotteur est pincé aux extrémités plus il est faible. On tourne en général dans les 0.45 à 0.6 de  $C_b$  0.5 -0.62 de coefficient prismatique, plus avec des gros tableaux arrières, moins avec une étrave et un arrière très pointus et/ou des formes un peu plus bananées.

-  $C_b = \text{volume immergé} / (\text{largeur flottaison} \times \text{profondeur} \times \text{longueur flottaison})$

-  $C_p = \text{volume immergé} / (\text{section du maître couple immergé} \times L)$ : si le maître couple a une section rectangulaire le  $C_b$  est égal au  $C_p$ , sinon il lui est inférieur...

- La surface de flottaison : plus elle est importante moins le flotteur s'enfoncera sous l'effet d'un poids supplémentaire. Il y a un coefficient appelé coefficient de flottaison  $C_F$ , égal à  $S_f / (L \times l)$

- La surface mouillée : la surface en contact avec l'eau. les formes rondes et étroites ont beaucoup moins de surface mouillée et de surface de flottaison.

- La profondeur immergée **p** (tirant d'eau sans l'aileron). On considérera aussi le coefficient de surface longitudinale  $C_l$  égale à surface longitudinale immergée  $S_L / (L \times p)$ .. de 0.7 environ.

- Les formes, rondes ou plates, en V ou concaves..., rails à angles vifs ou pas, etc... la forme de l'étrave, de l'arrière. Les formes du pont ( surtout à l'avant) ont aussi leurs rôle à jouer sur la prise au vent, au tangage, la résistance à l'enfournement, etc...

- La courbure longitudinale ( qu'on appelle le « rocker ») a un rôle énorme, nous verrons plus loin...il se mesure depuis l'arrière et l'avant, et à des distances intermédiaires, du fond à une droite tangente au fond au milieu de la planche. On peut aussi l'exprimer en pourcentage (cm/m). ne pas confondre rocker et profondeurs immergées. Voir 1C.

- La position du maître bau (avec le maître couple, section la plus large), du centre de carène, selon le programme qu'on se fixe.

- Les shapeurs de surf utilisent les largeurs à 30 cm de l'AV et AR. Pour référence.

**Tableau 1A.1 : Quelques valeurs de référence : SUP et autres engins... données approximatives.**

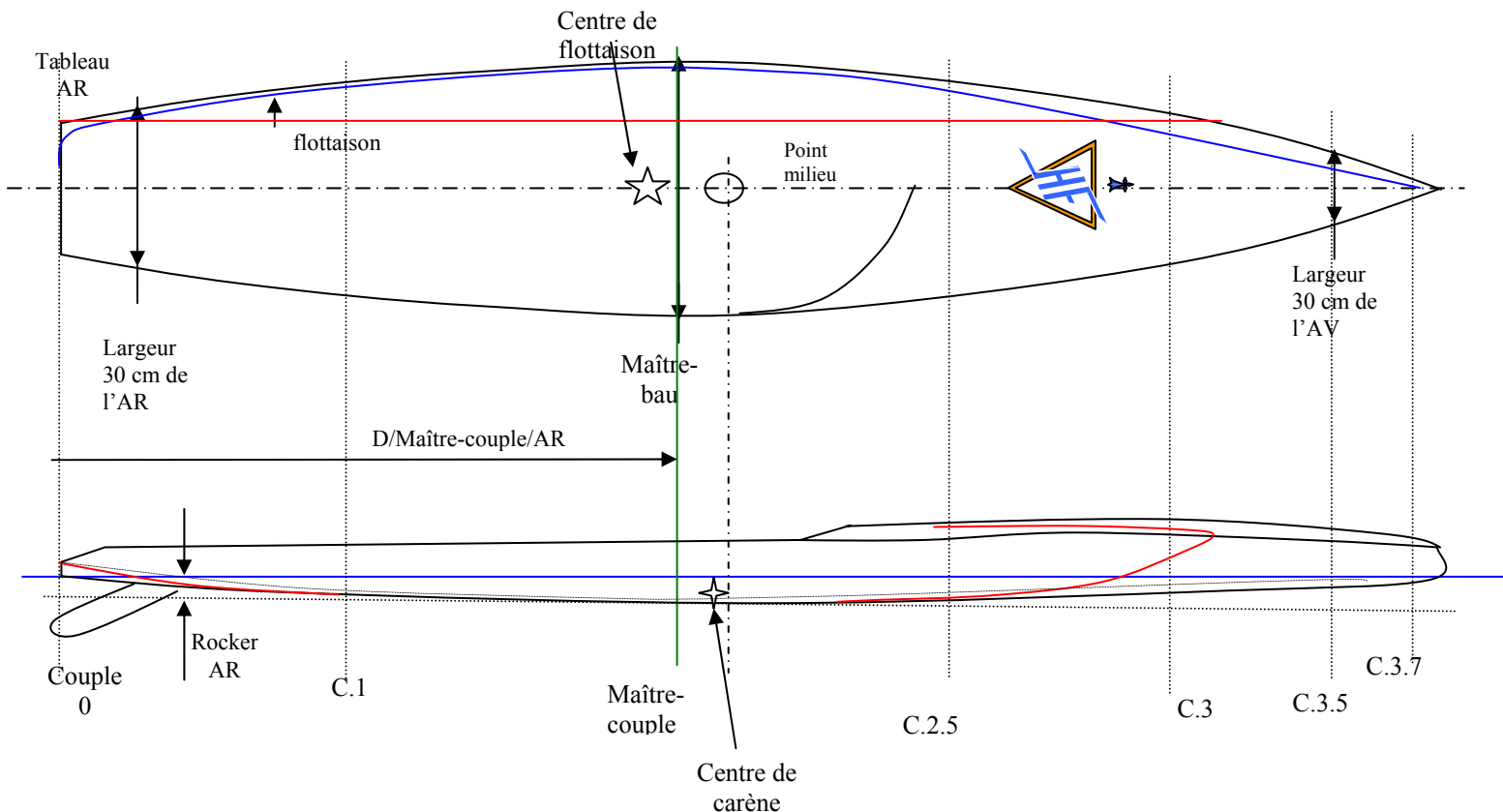
flotteur	L	l	p	V (l)	$C_b$	$C_p$	SF	$C_f$	SL	SM	L/l	L/p	l/p	Fines.	Port.	
															SF/SL	SM/SF
SUP race 12'6" DW	3.8	0.71	0.055	90	0.6	0.62	2.0	0.75	0.19	2.2	5.4	69.1	12.7	24.7	10.6	1.11
SUP race 12'6" flat	3.8	0.66	0.065	90	0.5	0.55	1.7	0.71	0.19	2.0	5.8	58.5	10.2	24.7	9.7	1.13
SUP race 14'	4.3	0.68	0.06	92	0.53	0.56	2.0	0.69	0.18	2.3	6.3	71.0	11.3	29.0	11.2	1.13
SUP race 17'	5.1	0.68	0.06	95	0.5	0.49	2.3	0.66	0.21	2.6	7.5	85	11.3	37.4	10.7	1.13
Va'a 20'	6	0.38	0.12	100	0.37	0.42	2	0.66	0.50	2.0	15.8	50.0	3.2	46.5	3.0	1.32
dériveur	4.7	1.2	0.12	300	0.44	0.63	4	0.71	0.39	4.8	3.9	39.2	10.0	18.6	10.1	1.20
baleinière 8.9 m	8.5	1.6	0.25	1150	0.34	0.42	8.5	0.63	1.70	11.1	5.3	34.0	6.4	23.1	5.0	1.30
voilier 7,5 m	7.5	2	0.3	1700	0.38	0.54	11	0.75	1.58	13.5	3.8	25.0	6.7	15.8	7.2	1.20

Le coef. de finesse est calculé par :  $\text{Longueur} / (\text{profondeur} * \text{largeur} * \text{Coef bloc})^{1/2}$ . c'est pour donner une idée de combien d'eau le flotteur déplacera d'eau par rapport à sa longueur. La portance est la moyenne largeur/profondeur. En général les SUP ont des carènes très porteuses. Un multicoque est très fin mais moins porteur.

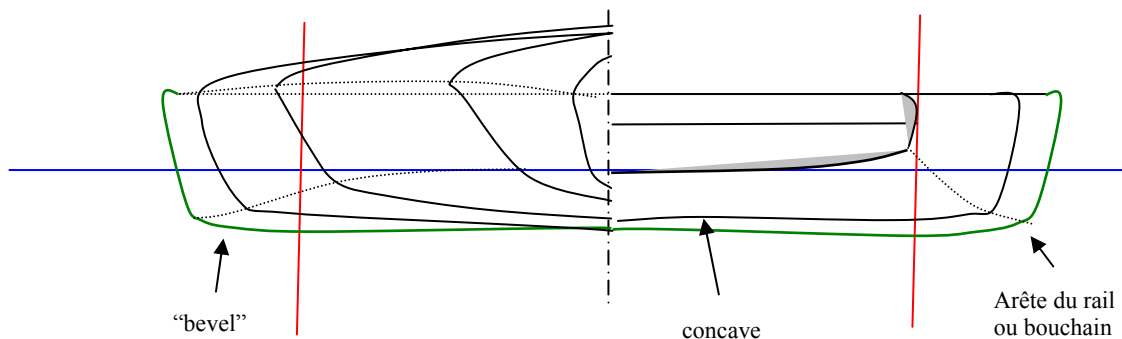
On distingue les carènes étroites ( type multicoque, pirogues ou canoës/kayak de course) et les carènes plates (type dériveur, SUP).

Nous verrons l'importance de tous ces paramètres pour l'évaluation des performances d'une carène.

Fig 1A.2 Petit croquis d'un SUP race 12'6 » ( longueur 3,81 m).. attention pas à l'échelle !



**Vues transversale demi-sections arrières et avant :** de C 0 (tableau) à C3.7. Coupes numérotés en mètres depuis l'arrière. Le maître couple est représenté des 2 bords.



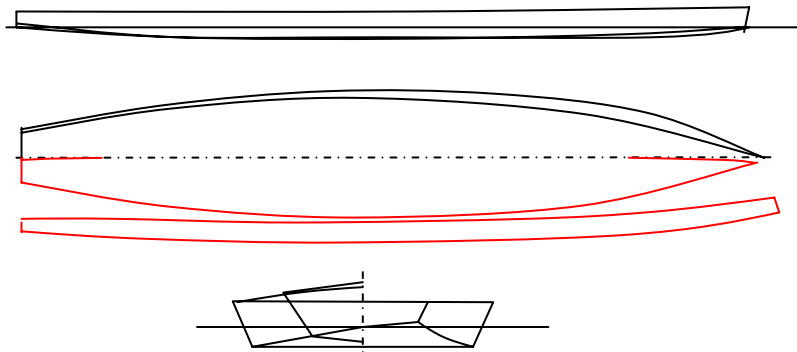
Comme expliqué plus haut, si le poids augmente, le volume immergé augmente. Donc la ligne de flottaison remonte de la valeur  $d \times Sf \times dP$ . Si  $Sf = 1,85 \text{ m}^2$  pour 18,5 kg supplémentaires l'étrave et le tableau arrière tremperont de 1 cm dans l'eau, dans la mesure où le poids est appliqué sur la surface de flottaison.

Donc la carène d'un SUP doit être calculée en fonction du poids de l'ensemble planche plus rameur tout équipé.

### Formes

On distingue les coques en **FORME** et les coques à **SURFACES DEVELOPPABLES** -. Les coques en formes peuvent avoir des sections de toutes formes, alors que les surfaces développables, qui sont fabriquées à partir de plusieurs panneaux plus ou moins flexibles exigent en général angles vifs et/ou pinces, ce sont en général des coques à bouchains vifs. Il peut y avoir une combinaison des deux.

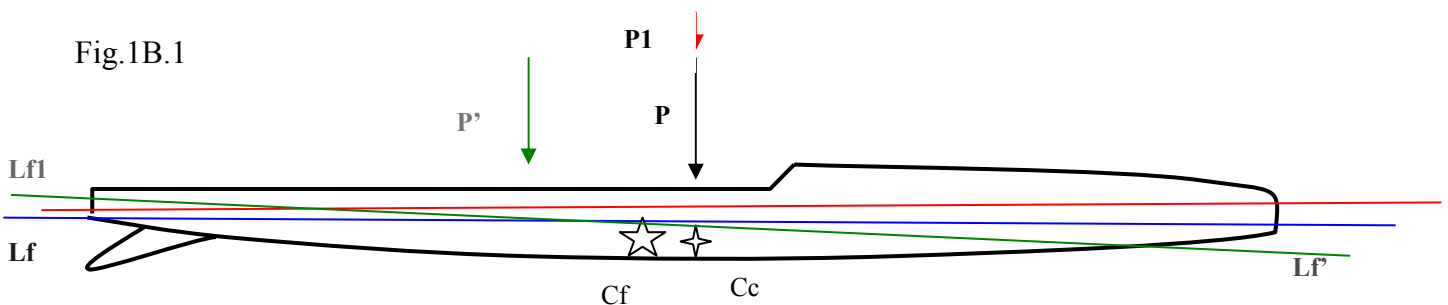
Fig.1.A.3 surfaces développables : en rouge découpe approximative des panneaux du fond et rails



### 1.B Petite notion d'enfoncement et d'assiette longitudinale...

Pour que la planche soit dans son assiette, le centre de gravité de l'ensemble Planche plus rameur doit être placé à la verticale du centre de carène prévu. Si on s'avance, l'étrave plonge, si on recule, l'étrave sort de l'eau et l'arrière s'enfonce. En général avec un rameur plus lourd, l'avant s'enfoncera plus en gardant la même position, le centre de flottaison étant généralement sur l'arrière du centre de carène dans la mesure où l'arrière est plus large que l'avant. Il est bon d'avoir des formes équilibrées avec un maître bau, un centre de carène proche du milieu, après au rameur de se placer au mieux.

Fig.1B.1



On voit ici si on applique un poids supplémentaire **P1** sur le centre de carène, la flottaison **Lf1** s'enfonce partout, mais plus sur l'avant. La carène n'est plus « dans ses lignes »

Si on déplace le poids sur l'avant ou l'arrière ( exemple **P'**), la ligne de flottaison **Lf'** va pivoter autour du centre de flottaison. **Plus l'arrière est large, plus il faut se reculer pour enfoncer l'arrière. Nous voyons là qu'il est primordial d'avoir un flotteur adapté à son poids et des poids bien centrés. Nous en reparlerons.**

### 1.C Petits détails explicatifs sur le rocker

Comme dit plus haut, le rocker se mesure conventionnellement en posant une règle ( en gris sur le schéma) sur le milieu de la carène. On peut ainsi mesurer le rocker AR ou AV aux extrémités, mais aussi à une distance donnée depuis le milieu... en effet la même mesure aux extrémités sur des planches de longueur différentes signifie une courbure différente. : moins de courbure si c'est plus long.

Des formes tendues signifient que le rocker est faible. Des formes bananées que le rocker est prononcé. Ensuite des mesures effectuées à des points intermédiaires peuvent donner une bonne idée du rayon de courbure.

La mesure du rocker avant ne sera pas précise ni significative dans le cas d'une étrave relevée ou arrondie. On a dans ce cas intérêt à la comparer avec une mesure juste avant la partie arrondie. La courbure du rocker a un point donné peut se mesurer en faisant tangenter une règle à ce point. On parlera d'un rocker progressif quand la courbure varie peu entre différents points. On parlera de rocker relevé quand la courbure augmente ( mesure plus importante à même distance devant ou derrière ce point). Dans le cas d'un rocker arrière relevé, on appelle ça un « kick tail » ou « lift », dans le cas d'un avant relevé ou « spatulé » on appelle ça un 'scoop' ou kick nose » dans la figure ci-dessous la règle verte qui tangente sur l'arrière révèle du kick tail : la courbure est plus prononcée derrière que devant. Par contre la règle ( grise) qui tangente au milieu montre que le rocker avant est au total plus prononcé que le rocker arrière.

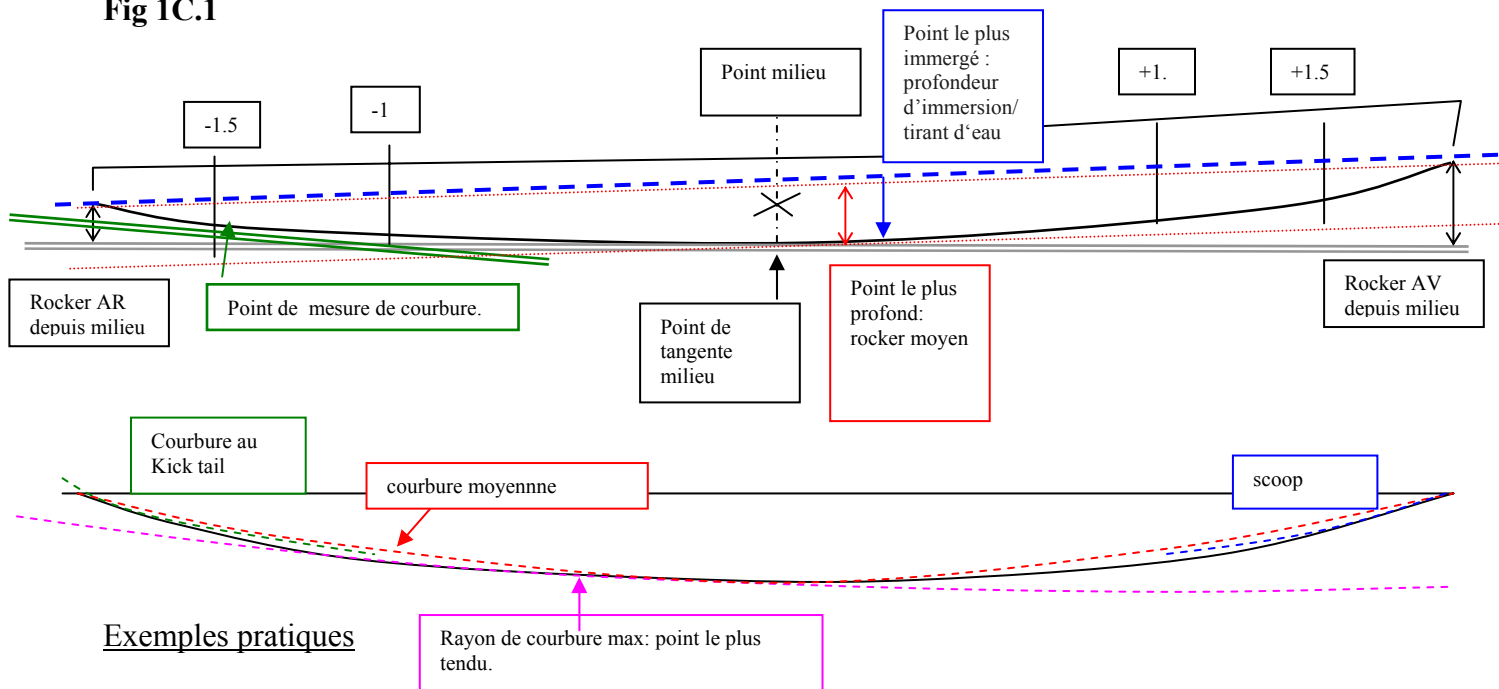
Rocker moyen :

Si on trace une droite entre l'étrave et l'arrière, le point le plus profond ne se trouve pas forcément au milieu... le rocker moyen n'est donc pas forcément la moyenne des rockers avant et arrière.

Je m'explique : si du milieu on mesure 5 cm de rocker arrière et 9 cm de rocker avant, et si le point le plus profond se trouve à 2,5 m de l'arrière et 1.5 m de l'avant , le rocker total ne fera pas  $(5+9)/2 = 7$  cm mais  $(5 \times 2.5 + 9 \times 1.5)/4 = 6,5$  cm ! c'est la valeur que l'on trouvera si l'on fait tangenter une règle à ce point ( ligne rouge)

Dans le cas ou la ligne de flottaison touche juste l'étrave et le tableau arrière, cette valeur sera la profondeur immergée du flotteur. En fonction du poids et de sa répartition ce n'est pas toujours le cas !

Fig 1C.1



Exemples pratiques

J'ai un SUP race downwind/allround de 12.6 soit  $L = 3.81$ m, Je pose une règle à tangenter au point milieu, je mesure à des distances variables = à l'arrière (-1.90 m du milieu), puis tous les 50 cm du milieu et de même vers l'avant jusqu'à l'étrave 1,90 m du milieu.

Le rayon de courbure s'obtient par triangulation  $R/d=d/r$  soit  $R=d^2/r$  c'est le rayon de courbure moyen en mètres depuis le milieu..

J'obtiens les mesures et les calculs suivants : Fig. 1C.2

distance depuis le milieu	-1.9	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	1.9
r	3.8	1.8	0.6	0.15	0	0.28	1.5	3.5	5.8
R moyen	95	125	167	167		89	67	64	62

Je vois que depuis le milieu jusque 1 m derrière le rayon est important. C'est la que mon rocker est le plus tendu.

Ensuite je place ma règle à 50 cm de l'arrière et je mesure :

distance depuis 0.5 de l'AR	-0.5	0	0.5
r	1.3	0	0.3
R local	19		83

Je vois que le rayon de courbure diminue vers l'arrière. Le « kick tail » est donc prononcé... le rayon de courbure de mon rocker est donc réduit vers l'arrière.

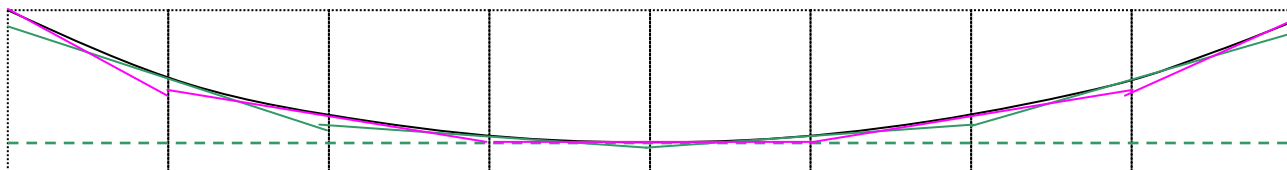
Vers l'avant le même genre de mesure me donnera un rayon de courbure dans les 50 m... moins que la moyenne mais plus progressif. Je pourrais faire le même genre de mesure tous les 50 cm.

Ensuite je place ma règle de façon à ce que les mesures devant et derrière soient identiques. Dans ce cas j'obtiens un point de tangente à 2.2 m de l'arrière et un rocker total moyen de 4.6 cm

Comme j'ai prévu un tableau au ras de l'eau et une étrave immergés de 2 cm, ça me fait une profondeur de 5.6 cm.

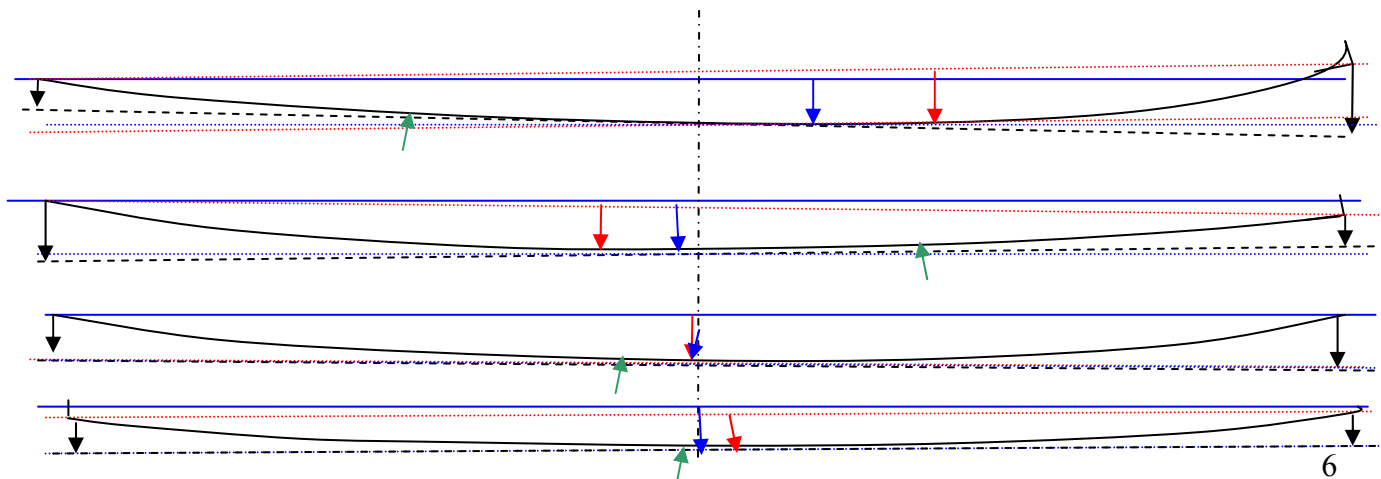
On pourra faire le calcul inverse pour construire sa planche, une fois que l'on aura défini le rocker moyen et les rayons de courbures locaux souhaités, ou tout simplement pour vérifier son tracé de gabarit... **un rocker plus courbé au milieu qu'aux extrémités serait « bizarre »...**

Fig 1C.3 , Exemple de tracé : en fonction de changement de courbure, les tangentes à des points réguliers ne se croisent pas forcément à leur milieu... CQFD. La courbure générale se trace bien avec une latte souple.



### Relation rocker/ enfoncement/ligne d'eau. Fig.1.C.4

Ici nous voyons : 1) un rocker relevé devant, tendu derrière, avec un peu de kick tail, étrave émergée... 2) un rocker banané derrière, tendu devant, étrave **immergée** 3) un rocker progressif, équivalent devant et derrière, arrière et avant « rasants », 4) rocker progressif tendu, étrave et arrière immergés. Quand on dessine le rocker, il faut tenir compte de la courbure mais aussi **de la profondeur d'immersion maximale désirée**. Je me base en général sur un arrière au ras de l'eau, cela pourrait ne pas être le cas, en fonction des poids et de la façon dont on veut que la planche fonctionne sur l'eau. L'exemple 1 convient à une planche typée downwind, le 2 à une planche à étrave plongeante, le 3 à une planche polyvalente, le 4 à une planche d'eau plate à arrière pointu... Nous en reparlerons dans les chapitres suivants.



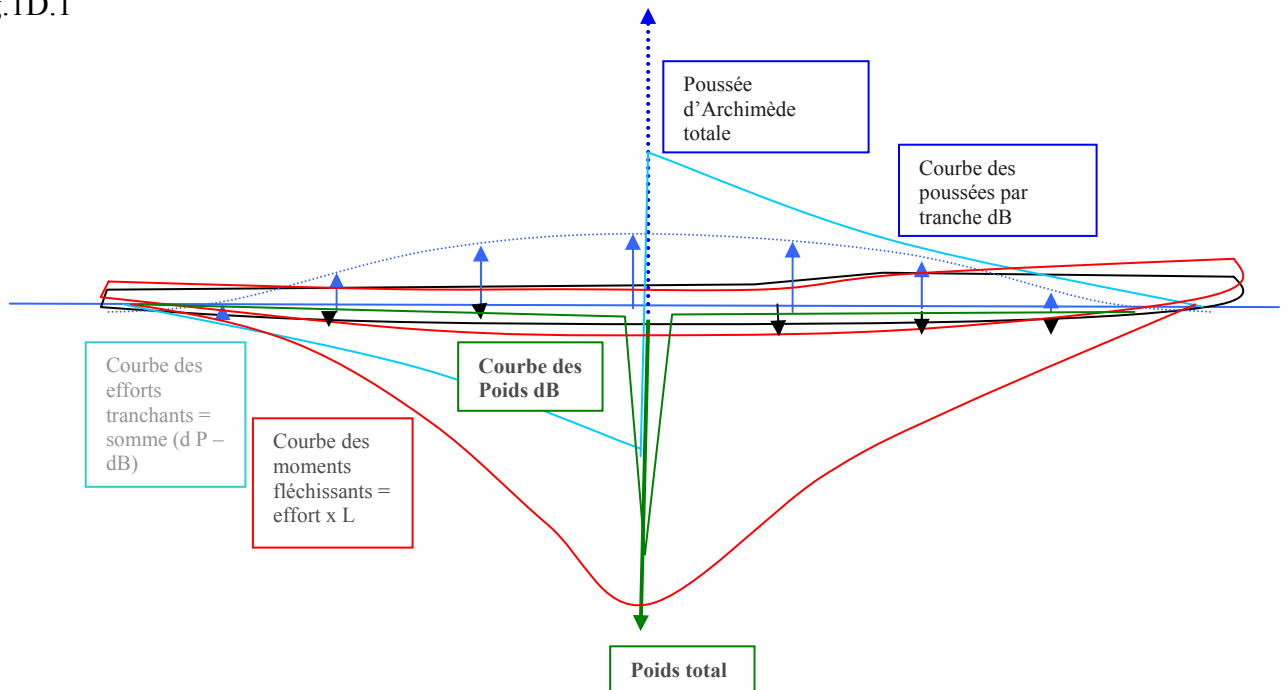
Observons les points de profondeur max ( en rouge) de profondeur immergée ( en bleu) et les amplitudes des rockers avant et arrière, plus les poins de courbure minimale ( en vert...).

En conclusion quand on dessine un rocker, il faut prévoir ce rocker par rapport au point le plus immergé, qui est variable et n'est pas forcément le milieu de la planche et ne correspond pas au rocker moyen ni au rockers AV et AR mesurés depuis le milieu.

Mais cette profondeur immergée est déterminante dans le calcul du volume immergé qui dépend du poids total planche plus rameur, en fonction des formes du flotteur ( largeur, Cb, Cp)

**1 D- déformation du flotteur : efforts, flexion.**

Fig.1D.1



Un peu de théorie de résistance des matériaux...

Le flotteur comme on l'a vu est soumis à son poids P auquel s'oppose la poussée d'Archimède B. le poids est composé de celui de la planche et celui du rameur, beaucoup plus important...

Le poids du flotteur est réparti sur la longueur de celui-ci, le poids du rameur est appliqué sous ses pieds... soit peu réparti.

Par contre la poussée d'Archimède qui s'y oppose est répartie dans tout le volume immergé, en fonction des sections des coupes.

Si on « découpe » le flotteur en « tranches » on aura une courbe des poids et une courbe des poussées. En partant de l'arrière et prenant la courbe de charges résultantes  $\sum(dP-dB)$  on obtiendra la courbe des efforts tranchants... ceux-ci diminuent puis au niveau de la position du rameur, augmentent brutalement. Il y a une forte contrainte mécanique au niveau du rameur...

Si on prend le moment de cette force, appelé **moment fléchissant**, on observera ce moment de flexion vers le bas dont le maximum est situé **sous les pieds du rameur**... bref le flotteur se comporte comme une poutre sur des tréteaux avec des poids dessus !!! Donc en fonction de sa rigidité il aura tendance à s'affaisser au milieu... rassurez vous dans l'eau ce n'est pas aussi important que sur les tréteaux, mais ce n'est pas à négliger si le matériau de construction du flotteur n'est pas très rigide : en fonction de la flexibilité le « rocker » va augmenter. Si le flotteur tape dans les vagues, ou enfourne en surf, cette flexion dynamique peut être bien plus importante... et engendrer vibrations, rupture, etc...

Cela nous monte aussi qu'il est important de mieux **renforcer la structure à proximité du milieu de la planche**, et la ou on pose les pieds. A ne pas négliger aussi : la partie avant est souvent plus épaisse

donc plus raide. Donc la structure entre la partie épaisse et la partie moins épaisse doit être d'autant plus renforcée.

**1.E Stabilité :**

Quand on incline le flotteur, le centre de carène se déplace sur le côté. La poussée d'Archimède F est donc décalée. Elle croise l'axe du flotteur au point M, le **métacentre...**

La stabilité statique dépend de la hauteur du METACENTRE TRANSVERSAL au dessus du centre de carène, et de la position du centre de gravité... si G au dessus de M = instable

Si G au dessous de M/ GM positif = stable

La hauteur métacentrique se calcule par : moment d'inertie transversal de flottaison / volume immergé Soit  $Lx I^3 / 12.V$  avec couple de redressement  $P(GM)\sin g$ , g étant la gîte-...donc un bras de levier  $GM \sin g...$

Donc 5% de largeur de flottaison en plus augmente la hauteur métacentrique de 15 pour cent ! D'où l'importance de la largeur A LA FLOTTAISON. Les dessous un peu arrondis ne font varier la stabilité que de très peu. (par contre au niveau dynamique c'est plus important) et les fonds concaves n'améliorent pas la stabilité contrairement à une idée reçue.

La stabilité initiale debout sur un SUP est souvent négative, sauf pour un petit gabarit sur une grosse planche.... (hauteur métacentrique d'une 14' par 27 »1/2 environ 60 à 70 cm pour 90 kg...) C'est le rameur qui s'équilibre avec ses jambes, sa pagaie et fait baisser son centre de gravité dynamique, en fonction de son niveau et des conditions rencontrées sur le plan d'eau... Toutefois en dessous d'une certaine limite cela devient difficile, surtout si l'on est grand et/ou lourd. De plus si le pont est haut au dessus de l'eau cela fait autant de stabilité en moins... et plus qu'on ne croit car la hauteur du point d'appui des pieds a un effet déstabilisant beaucoup plus important que l'augmentation de hauteur du centre de gravité statique. Par contre dans le cas d'un pont concave, la présence d'eau sur le pont fait perdre beaucoup de stabilité par effet de « carène liquide. On veillera donc à ce que l'eau s'écoule facilement et rapidement. Difficile d'avoir les pieds sous la flottaison.

Des bords évasés ont l'avantage d'augmenter la stabilité dès que le flotteur s'incline. C'est ce qui permet d'avoir une dérivée positive dans la courbe ci-dessous :

Fig.1<sup>E</sup>.1

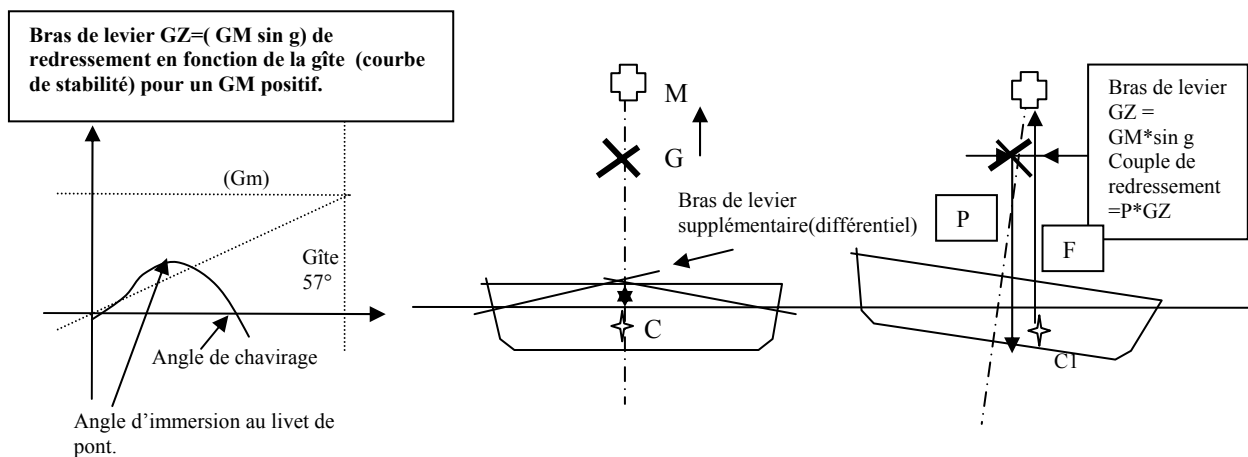
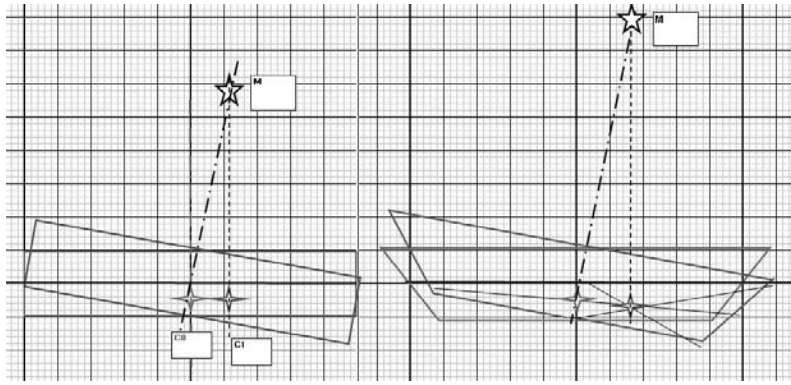


Fig 1.E.2 Métacentre avec bords verticaux ou évasés, même volume de carène, même largeur de flottaison : plus de volume émergé apportent un gros gain de stabilité. Par contre rajoutent de la largeur donc moins bon pour la rame.





Tout cela nous montre que plus on est grand et/ou lourd, plus on perd en stabilité, respectivement parce que ou le volume immergé augmente donc la hauteur métacentrique diminue, et/ou parce que son propre centre de gravité est plus haut.

**1 F .En conclusion de ce chapitre : choix d'une planche en fonction de son gabarit et de son niveau.**

Nous avons vu comment les poids influent sur le comportement du flotteur, au niveau de l'enfoncement et de la stabilité.

En ramant le même flotteur, un rameur plus lourd l'enfoncera plus dans l'eau et sera plus instable. Un rameur plus grand sera aussi plus instable. Un rameur léger sera plus stable mais l'enfoncera moins dans l'eau...etc...

Donc en fonction de son gabarit, pour une planche de longueur donnée aux formes similaires,( ici avec un SUP de  $C_b=0.55$ ) en admettant par exemple que l'étrave et l'arrière soient au ras de l'eau dans tous les cas, il conviendra d'adapter les cotes du flotteur. Cela peut se calculer avec le tableau suivant :

Fig 1.F.1exemple pour une 12'6 « standard » de  $C_B= 0.55$ ...

WIDTH AND DEPTH OF RACE BOARD LENGTH 12'6" FOR SAME CHARACTERISTICS ACCORDING TO SIZE AND WEIGHT

1 inch = 2.54 cm		length							3.81
Masse Kg		50	60	70	80	90	100	110	120
Taille									
1.40	<b>largeur</b>	57.3	60.2	62.9	65.3	67.6	69.7	71.8	73.7
	<b>profondeur</b>	<b>4.8</b>	<b>5.5</b>	<b>6.1</b>	<b>6.7</b>	<b>7.3</b>	<b>7.9</b>	<b>8.4</b>	<b>8.9</b>
1.50	<b>largeur</b>	58.5	61.5	64.2	66.8	69.1	71.3	73.3	75.3
	<b>profondeur</b>	<b>4.7</b>	<b>5.4</b>	<b>6.0</b>	<b>6.6</b>	<b>7.1</b>	<b>7.7</b>	<b>8.2</b>	<b>8.7</b>
1.60	<b>largeur</b>	59.7	62.8	65.6	68.1	70.5	72.8	74.9	76.9
	<b>profondeur</b>	<b>4.6</b>	<b>5.2</b>	<b>5.9</b>	<b>6.4</b>	<b>7.0</b>	<b>7.5</b>	<b>8.1</b>	<b>8.6</b>
1.70	<b>largeur</b>	60.9	64.0	66.9	69.5	71.9	74.2	76.3	78.4
	<b>profondeur</b>	<b>4.5</b>	<b>5.1</b>	<b>5.7</b>	<b>6.3</b>	<b>6.9</b>	<b>7.4</b>	<b>7.9</b>	<b>8.4</b>
1.80	<b>largeur</b>	62.0	65.2	68.1	70.7	73.2	75.5	77.7	79.8
	<b>profondeur</b>	<b>4.4</b>	<b>5.1</b>	<b>5.6</b>	<b>6.2</b>	<b>6.7</b>	<b>7.3</b>	<b>7.8</b>	<b>8.3</b>
1.90	<b>largeur</b>	63.1	66.3	69.3	72.0	74.5	76.9	79.1	81.2
	<b>profondeur</b>	<b>4.3</b>	<b>5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>6.1</b>	<b>6.6</b>	<b>7.1</b>	<b>7.6</b>	<b>8.1</b>
2.00	<b>largeur</b>	64.1	67.4	70.4	73.2	75.7	78.1	80.4	82.5
	<b>profondeur</b>	<b>4.3</b>	<b>4.9</b>	<b>5.5</b>	<b>6.0</b>	<b>6.5</b>	<b>7.0</b>	<b>7.5</b>	<b>8.0</b>
2.10	<b>largeur</b>	65.2	68.5	71.5	74.3	76.9	79.4	81.7	83.8
	<b>profondeur</b>	<b>4.2</b>	<b>4.8</b>	<b>5.4</b>	<b>5.9</b>	<b>6.4</b>	<b>6.9</b>	<b>7.4</b>	<b>7.9</b>
2.20	<b>largeur</b>	66.1	69.5	72.6	75.4	78.1	80.6	82.9	85.1
	<b>profondeur</b>	<b>4.1</b>	<b>4.7</b>	<b>5.3</b>	<b>5.8</b>	<b>6.3</b>	<b>6.8</b>	<b>7.3</b>	<b>7.7</b>

*Pour les débutants : rajouter 20 cm à votre taille, pour les experts: enlevez 20 cm.*

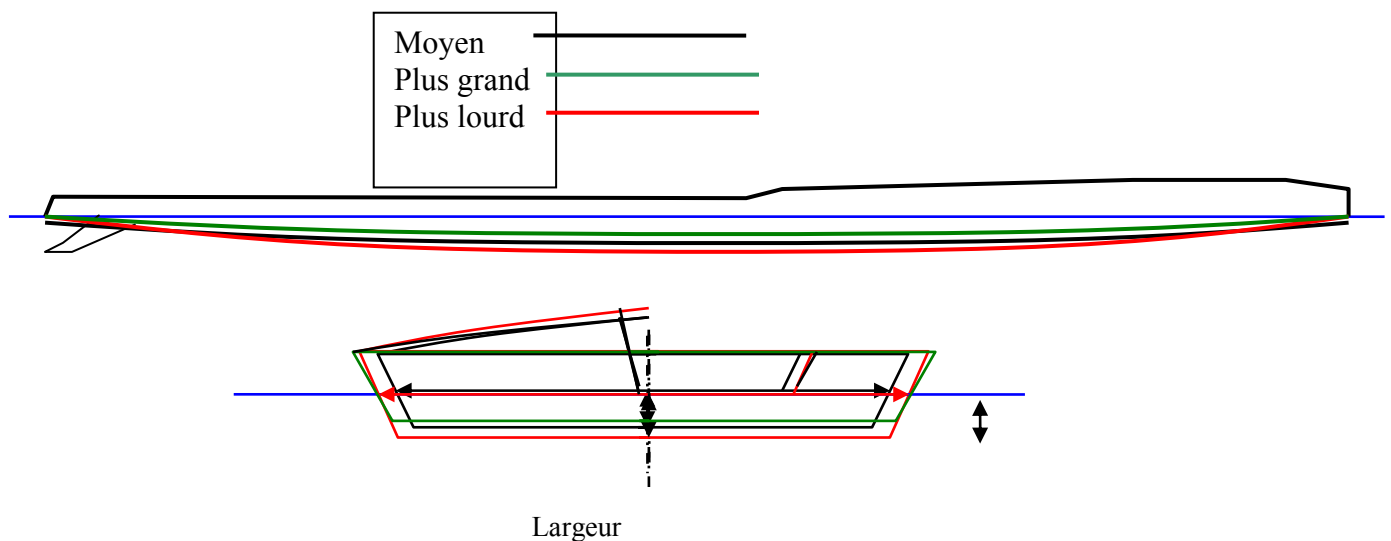
Les conditions de pratique sont aussi à prendre en compte. On a intérêt à sur-dimensionner pour les plans d'eau agités.

Il est évident que cela peut s'extrapoler en fonction des goûts de chacun... et des conditions.

**Ce tableau ne remplacera jamais l'expérience : essayez différentes planches et faites vous une idée.**

Tout cela en augmentant un des paramètres : la largeur ou la profondeur du flotteur ( rocker moyen si on considère étrave et tableau au ras de l'eau) en gardant les mêmes proportions. Il est moins important de modifier ce qui dépasse de l'eau, bien évidemment... si un rameur de 100kg prend une planche taillée pour un de 70, il risque de faire un peu le sous-marin, de traîner de l'eau et surtout d'avoir du mal à tenir dessus. Une erreur commune quand on choisit une planche est de se référer au volume total. Ici on considère le volume immergé, le coefficient de flottabilité d'un SUP race est souvent entre 1,8 et 2,5.... Selon le poids qu'on fait et le modèle de la planche.

**Tout ça pour dire que quand on est plus grand et lourd, on a plus de volume et/ou de largeur à déplacer... et plus on a du mal à tenir debout... et qu'un jeune ou une femme de 1,60 m x 60 kg sera aussi à l'aise sur une 12'6 » x 24 » qu'un homme de 100 kg et 1,90 m sur une 12'6 » x 30 »... surtout une femme d'ailleurs, son centre de gravité étant plus bas, ne voyez aucun sexisme la dedans. ;)**  
**En rouge les formes pour un gabarit plus lourd, en vert pour un gabarit plus grand, ou moins expérimenté... Fig1F.2**



**A partir de cela, on pourra avoir une idée des cotes de la planche qu'on souhaite en fonction de son gabarit. Attention ce tableau est calculé pour une planche standard, il convient d'essayer pour se faire une idée.**

**Les chapitres suivants nous donneront une meilleure idée de la forme des planches en fonction du programme.**

## 2-Hydrodynamique du SUP : La résistance à l'avancement :

### 2-A- le frottement (résistance visqueuse)

Quand un flotteur se déplace dans l'eau, l'eau vient glisser le long de la surface immergée du flotteur. Malheureusement, l'eau a aussi tendance à « s'accrocher » à cette surface et crée des turbulences. Plus il y a de turbulence plus on « traîne » de l'eau. C'est la résistance de frottement, proportionnelle à :

- 1- la surface mouillée.
- 2- la rugosité de cette surface, les irrégularités : creux, bosses etc. qui ont tendance à provoquer des turbulences.
- 3- la vitesse. (au carré)

Il y a des tas de formules pour calculer ça (Reynolds, Navier-Stokes, etc...), je ne vais pas faire un cours de dynamique des fluides. Pour diminuer le frottement, en gros il faut diminuer la surface mouillée la section transversale offrant le moins de surface mouillée est un demi cercle...

malheureusement très instable ! Donc faire des planches plus étroites tant qu'on tient debout dessus...(facile à dire) et poncer la planche pour obtenir la rugosité idéale afin que l'eau « colle » le moins possible. Il y a des tas de « solutions miracles » contre ça ... ☺

### 2-B- la résistance de formes et remous.

Des formes irrégulières et les appendices (ailerons), et autres irrégularités, engendrent un décollement des filets d'eau et des turbulences qui freinent car elles ont tendance à générer une eau perturbée qui « s'accroche » derrière... Par exemple un gros tableau arrière trop immergé va « traîner » de l'eau, Donc les rameurs corpulents doivent avoir des planches un peu plus larges et un peu plus bananées. Eviter aussi les ailerons trop grands, travailler les profils, est un bon remède. Les angles trop vifs sur les rails sont également à proscrire. Un arrière étroit traînera moins d'eau.

En général cette résistance est intégrée à la résistance visqueuse. Mais attention elle peut accentuer la résistance de vagues (voir ci-dessous en D)

### 2-C la résistance due aux éléments extérieurs ( clapot, vent)

Le clapot génère du tangage, c'est pour cette raison qu'une étrave pointue avec un pont bombé sur l'avant passera à travers la vague et limitera le tangage... et le freinage ! Toutefois trop d'eau qui monte sur le pont est un facteur de freinage non négligeable...

Pour résister à un clapot traversier, voir le dossier « stabilité ». Un compromis entre performance et confort. Le vent agit plus sur le rameur que sur la planche... toutefois cela ne sert à rien d'avoir l'avant à 20 cm au dessus de l'eau, 10 suffisent ! La encore un pont bombé est efficace. Un pont plat ou creusé sur l'avant est catastrophique sur un SUP race.

### 2-D- les ondes de pression (la résistance de vagues)

Fig 2.1 : Trains de vagues avant et arrière : la carène en décalage l'eau génère 2 trains de vagues.

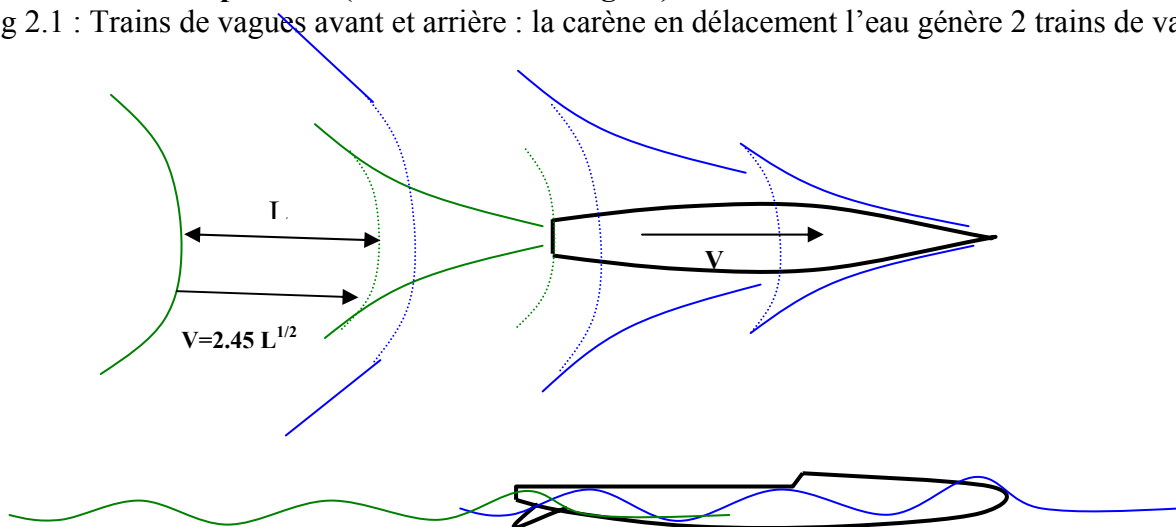
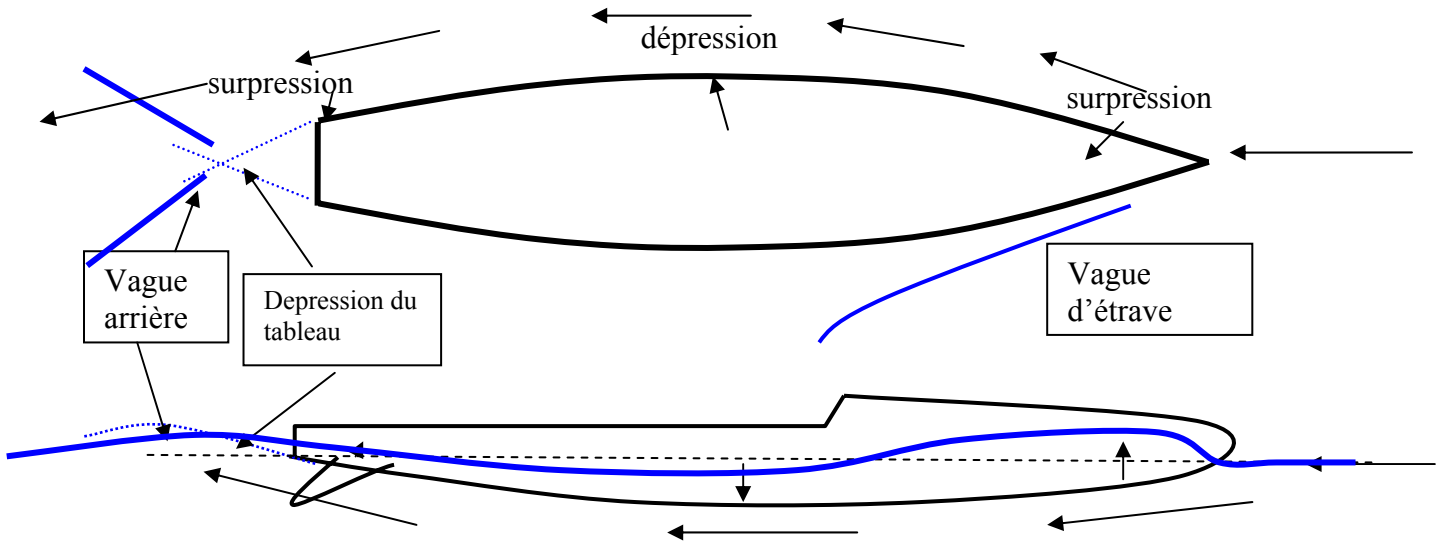


Fig.2.2 à la vitesse critique :



Comme le montrent les crochets ci-dessus, l'eau, en étant écartée, **déplacée** par l'étrave, génère une surpression, ensuite cette eau est **accélérée**, dépression. Cela génère un train de vagues d'étrave. A l'arrière, l'eau veut revenir à sa place : autre surpression, train de vagues d'arrière suiveuses. Les vagues générées font la même vitesse (vers l'avant) que le flotteur, et leur longueur d'onde est fonction du sixième du carré de la vitesse (en nœuds). La carène qui déplace l'eau est appelée une **carène à déplacement**. De plus, la surpression devant et derrière génèrent des forces de **portance hydrodynamique**. Cette portance est appliquée plus ou moins **LONGITUDINALEMENT, VERTICALEMENT ou LATÉRALEMENT** selon les formes de la coque : la résultante des forces est appliquée perpendiculairement au plan de la carène.... Sauf derrière le tableau arrière si celui-ci est immergé... ( voir 2 B)

Au niveau du « creux de la vague, au contraire, la dépression génère une aspiration vers le bas... Quand la vitesse augmente, il arrive un moment, comme sur le schéma ci-dessus, où la longueur d'onde des vagues générées devient égale à la longueur à la flottaison. **Le train de vagues avant vient se superposer au train de vagues arrière...C'est ce qu'on appelle la VITESSE CRITIQUE. Ou « VITESSE LIMITE»**... En eau profonde cette vitesse ( en nœuds) est environ  $2,45 \times L^{1/2}$  En eaux peu profondes ou resserrées, en raison des accélérations supplémentaires autour du flotteur, le train de vague est freiné et cette vitesse « critique » est plus faible.

On observe de plus un « creux » derrière le tableau arrière, qui recule un peu cette vague arrière. On dit que le tableau « chasse » l'eau derrière. Si le tableau est trop immergé, il y aura un retour d'eau avec de grosses turbulences.

Fig 2.2

vitesse limite		c= sqrt 6 = 2.45		
L ft	L m	V knots	V km/h	V m/s
12	3.66	4.68	8.7	2.4
12.5	3.81	4.78	8.9	2.5
13	3.96	4.88	9.0	2.5
14	4.267	5.06	9.4	2.6

<b>15</b>	<b>4.57</b>	<b>5.24</b>	<b>9.7</b>	<b>2.7</b>
<b>18</b>	<b>5.486</b>	<b>5.74</b>	<b>10.6</b>	<b>3.0</b>
<b>20</b>	<b>6.096</b>	<b>6.05</b>	<b>11.2</b>	<b>3.1</b>

Quand on approche de cette vitesse, la quantité d'énergie dépensée pour faire avancer le flotteur croit considérablement. La surpression devant augmente et la dépression au milieu aussi. Quand elle est dépassée, La vague d'arrière se « décolle ». Le flotteur tend à se cabrer, en raison du creux de la vague qui recule. Un flotteur lourd ne peut pas aller plus vite sans une dépense d'énergie phénoménale... il s'enfoncerait ! Et un pagayeur ne saurait lui non plus aller beaucoup plus vite sans un petit coup de pouce de la nature...

On caractérise aussi le comportement d'une carène par le **NOMBRE DE FROUDE**... cette valeur mesure l'importance de la résistance de vague. Ce nombre est utile pour les essais en bassin de carène, ou les modèles réduits... en effet un modèle à l'échelle 1/4 aura le même comportement s'il va 2 fois moins vite, etc... ( similitudes de Reech-Froude)

$$Fn = V / (g \cdot L)^{1/2} \quad (V \text{ en m/s}) \quad (g = 9.81 \text{ m/s}^2) \quad (L = \text{Longueur})$$

Fig 2.3

V knots	1.0	1.9	2.9	3.9	4.9	5.8	9.7	15.6
V km/h	1.8	3.6	5.4	7.2	9	10.8	18	28.8
V m/s	0.5	1	1.5	2	2.5	3	5	8
L	nombre de Froude							
3.81	0.08	0.16	0.25	0.33	<b>0.41</b>	<b>0.49</b>	<b>0.82</b>	<b>1.31</b>
4.26	0.08	0.15	0.23	0.31	<b>0.39</b>	<b>0.46</b>	<b>0.77</b>	<b>1.24</b>
6	0.07	0.13	0.20	0.26	0.33	<b>0.39</b>	<b>0.65</b>	<b>1.04</b>

On voit que la vitesse « limite » d'une carène correspond à un nombre de Froude d'environ 0.4... au dessus il faut : ou une carène « planante » plus large et plate avec des formes arrières porteuses et tendues afin de pouvoir déjauger, ou une carène ultra- fine de type pirogue ou multicoque (rapport L/l de 10 ou plus)... difficile en SUP !

On peut aussi mesurer le rapport surface de flottaison / Surface moyenne des couples immergé. Cela donne une idée ; plus ce rapport est élevé, plus le flotteur est plat et tendu par rapport à son poids.

Pour quantifier ces résistance de vagues par rapport aux résistances visqueuses et turbulentes :

A  $Fn=0.2$ , la résistance de vague ne fait que le cinquième du total des résistances.

A  $Fn=0.3$ , elle en fait presque la moitié.

A  $Fn=0.4$ , elle en fait presque les trois quarts ( selon le rapport de finesse) avec une carène ultra fine la part de résistance de vague sera inférieure...

Par contre pour un assez bon pagayeur sur l'eau plate il est assez facile d'atteindre des vitesses proches de la vitesse limite sur une planche « courte » ( une 12'6 »), on sera en général en dessous sur une 14' ou plus, donc bien sûr plus facile à faire avancer !!

En lisant le tableau fig.2.2 , il est facile à comprendre qu'en 12'6 il est difficile de rivaliser avec une 18' !!!!

### **3- comment diminuer la résistance à l'avancement**

Nous avons parcouru les différents types de résistances à l'avancement. Aux faibles vitesses, la carène agit comme une carène à « déplacement », les forces qui contrarient la marche sont principalement les forces de frottement visqueux et pour une petite part les turbulences et les vagues. Dès qu'on s'approche de la vitesse critique la résistance de vagues devient prépondérante. Dans ce cas il faut trouver un compromis où tous les paramètres suivants sont considérés :

#### **3.1.Résistance visqueuse : faible surface mouillée avec un minimum de stabilité.**

Cette option est à privilégier sur l'eau plate, surtout pour les planches longues (14' et plus) où on a des nombres de Froude inférieurs à 0.35. Diminuer la largeur est le seul moyen efficace tant qu'on tient debout Comme dit un assez bon rameur de mes connaissances : « si on ne tombe jamais, c'est que c'est trop stable ». On privilégiera sur eau plate les sections arrondies, formes tendues et pointues devant et derrière.

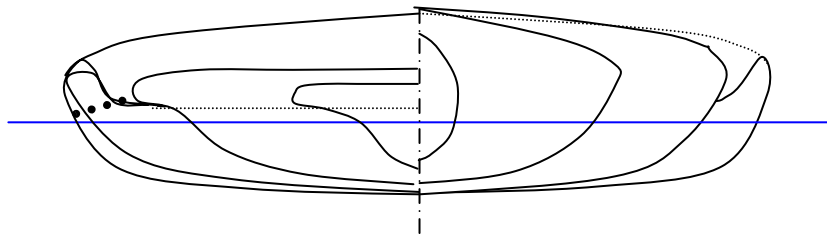
On pourra améliorer la stabilité avec des bords évasés, et, par exemple, des redans latéraux.

On aura également tout intérêt à abaisser le centre de gravité, donc les pieds aussi bas que possible au dessus de l'eau

**Fig 3-1 Exemple de sections d'un SUP d'eau plate... dans les 14' ou plus:**

Noter le pont surbaissé pour améliorer un peu la stabilité. On peut aller plus loin dans cette option. Les redans arrière sont une idée de stabilisateurs dynamiques. Les arrières pointus à bords verticaux doivent être beaucoup plus instables pour peu de gain en diminution de surface mouillée.

Remarquez les vidanges de « baignoire »



L'option « surface mouillée minimale » est le SUP multicoque. 1 coque ultra- fine avec flotteurs ou même un catamaran a beaucoup moins de résistance qu'une coque large. Ça se fait, je ne suis pas sûr que ce soit autorisé dans les courses.

Sinon : poncez vos planches au grain 600.

**3.2. Réduction des turbulences.**

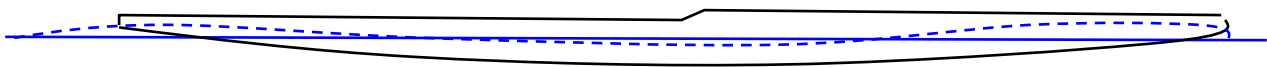
Les ailerons doivent être à la taille minimum pour contrer le « row ». l'épaisseur du profil doit être minimale également... Un autre générateur de turbulences ce sont les rails. Trop carrés, c'est plus stable mais devant ça pousse de l'eau vers l'extérieur (grossissant aussi la vague d'étrave) et derrière sauf au planing, ça traîne de l'eau... Nous verrons plus loin l'utilité des angles vifs.

**3.3. Réduction de la résistance de vague, optimisation de la longueur.**

Nous avons vu combien il est difficile d'atteindre ou de dépasser le mur de la vitesse limite.

Le plus simple est de diminuer le nombre de Froude... donc augmenter la longueur à la flottaison, mais à cause de ces sacrées jauges ( 12'6 » et 14' ) on ne peut pas... Les points à travailler ce sont l'étrave et l'arrière... un arrière carré fait reculer un peu la vague suiveuse sur l'arrière, tant qu'on arrive à développer la puissance pour « chasser » l'eau... ça c'est pour une 12'6 », et encore cela donne une grosse vague et plus de remous donc à doser avec parcimonie, pour une 14' ou plus les arrières les plus étroits possibles vont bien. Pour une longue planche (>14') l'arrière peut dépasser un peu de l'eau à l'arrêt. Avec la vitesse la vague arrière s'appuiera sur la « voûte » et augmentera la longueur dynamique... et la portance.

Fig.3.3.1

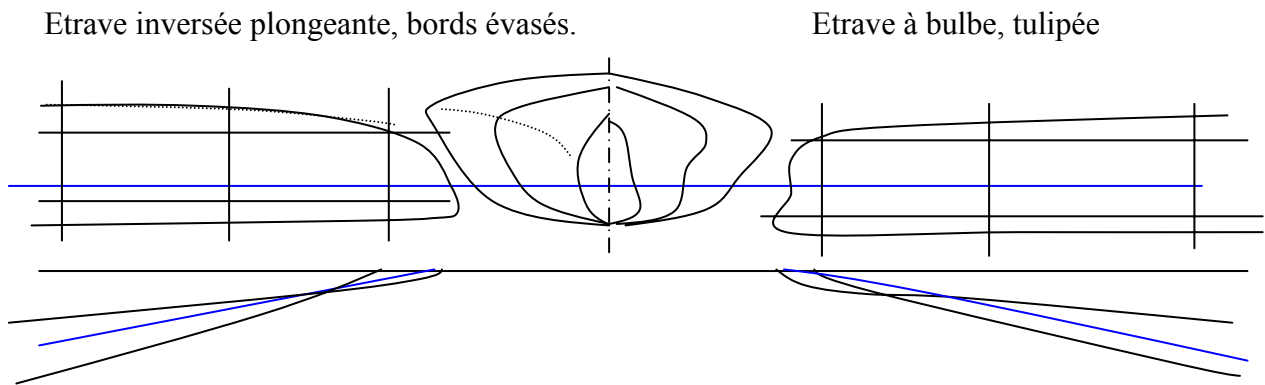


Mais en règle générale le rocker le plus tendu possible, tant que l'étrave ne pousse pas trop d'eau et l'arrière n'en traîne pas, est à respecter. Avec un arrière pointu, le rocker arrière peut être très faible.

Je me pose toujours la question du fond à l'arrière... concave ou pas ? je verrais plutôt un **léger arrondi convexe** ! En effet un arrière tout plat ou concave a tendance à ramener trop d'eau au milieu derrière la planche, divergeant les filets d'eau et grossissant la vague suiveuse. Dans tous les cas **l'assiette statique optimale est avec l'arrière au ras de l'eau** ou même un peu au dessus pour une longue planche, et un outline se resserrant sur l'arrière.

Pour l'étrave : on a le choix entre l'étrave verticale classique, un peu fine, inversée classique type perce-vagues, plongeante inversée, à privilégier sur le petit clapot face au vent, ou à « bulbe », qui fait avancer la vague d'étrave et réduit la surpression derrière l'étrave ... et nettoie les saletés qui traînent sur le plan d'eau. ☺

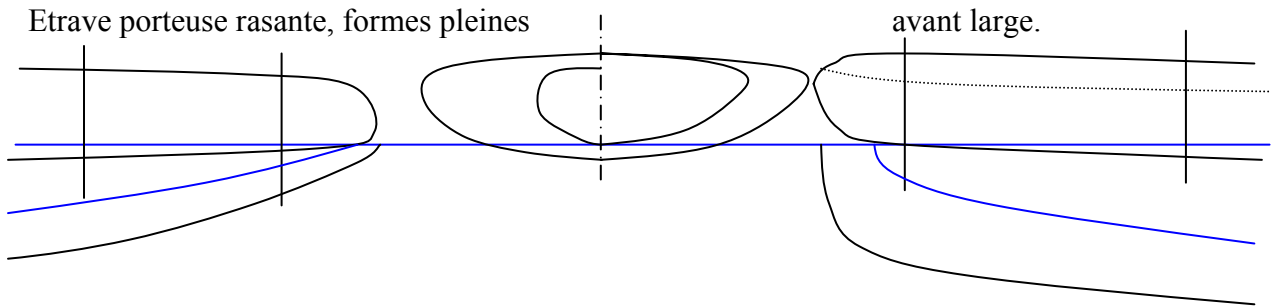
Fig 3.3.2



Ne pas négliger la **portance** des formes derrière l'étrave à des vitesses autour de la vitesse limite ! En effet sinon la planche aurait tendance à « enfourner » en raison du manque de pression vers le haut dans la zone avant, voire même à s'enfoncer, surtout quand le rameur donne son coup de pagaie en se penchant vers l'avant... les formes émergées à l'arrière de l'étrave sont déterminantes : bords verticaux : peu de portance. Bords évasés ou tulipés (concave latéral)= portance accrue, il faut encore une fois trouver un compromis !

L'étrave rasante épaisse et large, moins bonne face au vent mais plus porteuse, qui équipe certaines planches d'eau plate ou de downwind, et l'avant type « fireball », orientent la vague d'étrave vers le bas, donc augmentent la poussée verticale sur l'avant ! Par contre nul pour la surface mouillée et face au vent ! De plus ce genre d'avant nécessite une bonne répartition de poids : en effet trop de poids sur l'avant et on « poussera » de l'eau, pas assez et la longueur de flottaison sera diminuée.

Fig 3.3.3

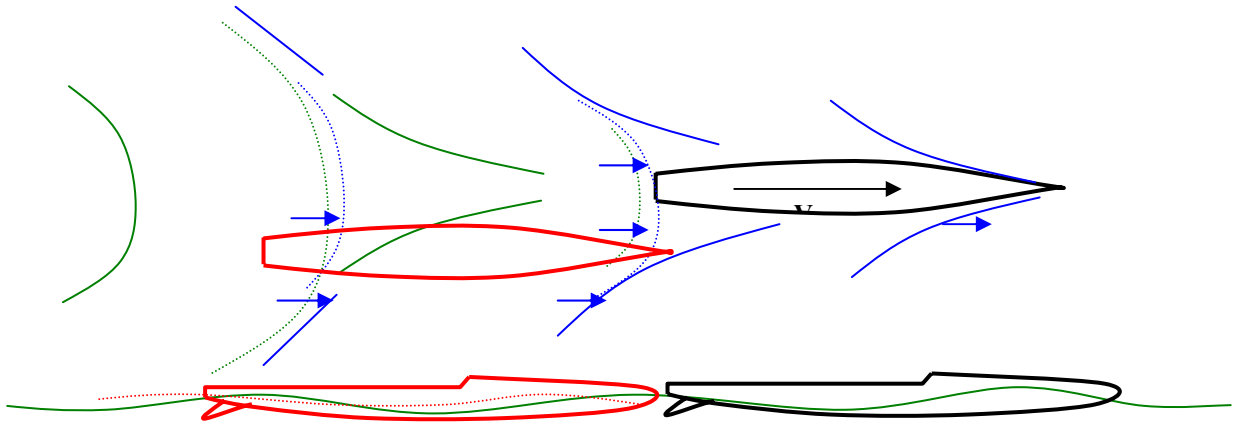


**Plus l'arrière est porteur, plus l'avant doit l'être...**

Enfin : la question du poids... et pas seulement celui de la planche ! Un rameur plus lourd sur une planche « courte » ne sera pas trop désavantagé si 1) il est plus fort donc il rame plus fort qu'un rameur léger ; 2) sa planche est un peu plus large et un peu plus bananée pour éviter les traînées d'eau et les vagues accrues dues par exemple à un arrière trop immergé ou une étrave sous marin.

De même un rameur (ou une rameuse) léger(e) sera handicapé(e) par une planche trop grosse de surface mouillée trop importante par rapport à sa puissance de rame, et dont les formes (principalement étrave et tableau) sont trop sorties de l'eau... pas bon, surtout par vent de face !!!

- Fig 3.3.4 : du « Drafting »



Un SUPer qui rame à une vitesse proche de la vitesse limite de sa planche génère derrière lui un train de vagues. La caractéristique de ces vagues est que l'eau avance sur le derrière de la crête. Si un SUP er rame juste derrière lui, légèrement sur le côté, sa vague d'étrave sera amortie par la vague arrière du précédent, et sa vague d'arrière par la vague suiveuse... : en effet, il met son étrave et son arrière dans une onde déjà créée donc il n'a pas à faire tant d'efforts à créer la sienne. Surtout si c'est un poids plume qui suit une « marmule ». Par contre il aura beaucoup plus d'énergie à dépenser pour dépasser ce train d'ondes...

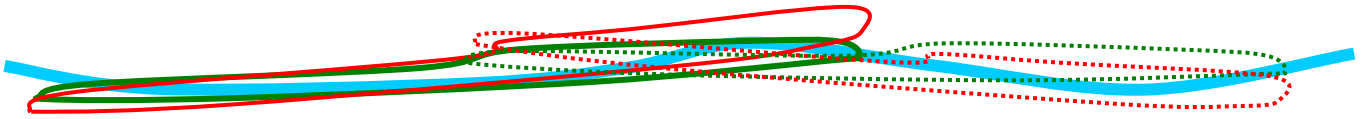
Vu qu'à la même vitesse une planche plus longue a un nombre de Froude inférieur à une planche courte, son train de vague sera moins prononcé (vagues d'avant et d'arrière non synchronisés) ... il sera donc très difficile à un rameur sur planche courte de drafter un rameur sur planche longue.



### 3.4 Réduction de la résistance au tangage, au clapot, au vent...pour les férus de rame contre le vent.

En eau plate et face ou travers au vent une étrave pointue et bien plongeante avec des sections avant plus en « V » reste la panacée... l'étrave inversée, appelée aussi « perce-vagues » avec pont bombé réduit la levée au tangage, tant que l'eau s'évacue vite et ne reste pas sur le pont... le placement du rameur sur la planche –plus vers l'avant- a bien sûr son importance. Les planches trop volumineuses par rapport au rameur ( $C_f > 2.5$ ) sont désavantagées.

Fig.3.4.1 Etrave perce-vagues ( en vert ) vs étrave épaisse et volumineuse ( en rouge )



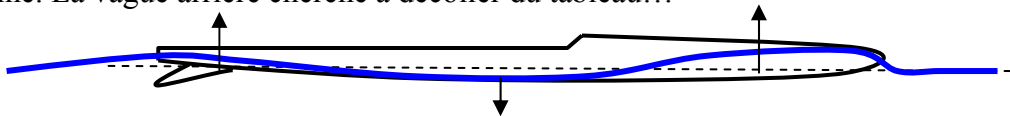
Certains SUP longs sont aussi équipés d'une **dérive escamotable sur l'avant**, pour mieux maintenir le nez dans le vent, ou le vent de travers...car sinon en raison du plan anti-dérive placé derrière, on aurait toujours à ramer du même bord pour maintenir son cap.

### 3.5 Aptitude au planing, si on aime surfer et faire du downwind,

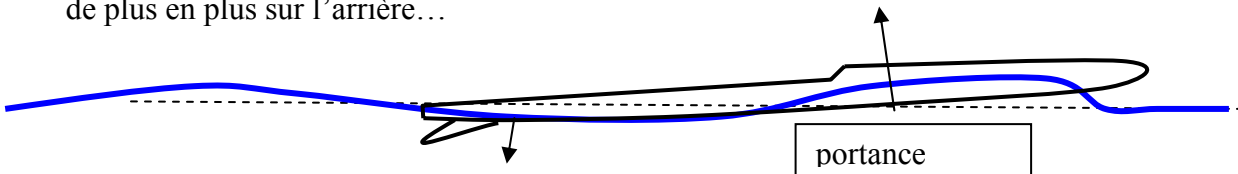
Alors que la vitesse dans les conditions « à déplacement » se gagne par la finesse, pour monter au planing il faut un peu plus large et plus plat...Même si la planche commence à déjauger peu au dessus de la vitesse limite, Le **planing** effectif ne se produit qu'au dessus d'un nombre de Froude supérieur à 0.8 environ ( cela dépend du poids , de la largeur, de la surface portante etc..), quand le train de vague fait théoriquement plus de 4 fois la longueur du flotteur...la il faut une carène **planante**, carrément tendue et presque plate à l'arrière... l'étrave ne sert plus à rien et à l'extrême limite une porte fonctionnerait bien !!! Une carène **planante** aura besoin de moins d'énergie à ces vitesses qu'à la vitesse limite. Mais avec une pagaie il est tout à fait impossible de dépasser ce seuil. La seule façon d'y arriver est de surfer une vague... et encore !!!

Fig 3.5.1

-vitesse limite :  $Fn = 0.4$  : le train de vagues d'avant et la vagues d'arrière sont synchronisés, l'avant pousse e l'eau, l'arrière en traine. La vague arrière cherche à décoller du tableau...

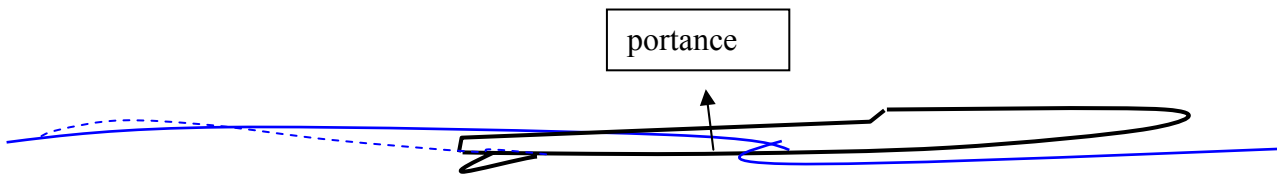


3.5.2 Vitesse limite x 1.25 : pré-planing,  $Fn = 0.5$ , longueur de vague 1.5 fois le flotteur : la vague arrière « décolle » du tableau, le flotteur se cabre et l'avant commence à déjauger. Phase très gourmande en énergie !!! la portance sur l'avant augmente, avec l'augmentation de vitesse cette portance va s'appliquer de plus en plus sur l'arrière...



3.5.3 : Vitesse limite x 2 :  $Fn=0.8$ , le flotteur déjauge franchement et ne porte plus que sur ce qui était sa vague d'étrave... cela devient du vrai planing. La surface mouillée diminue comme la portance hydrodynamique augmente avec la vitesse. La poussée d'Archimède ne sert plus à rien !

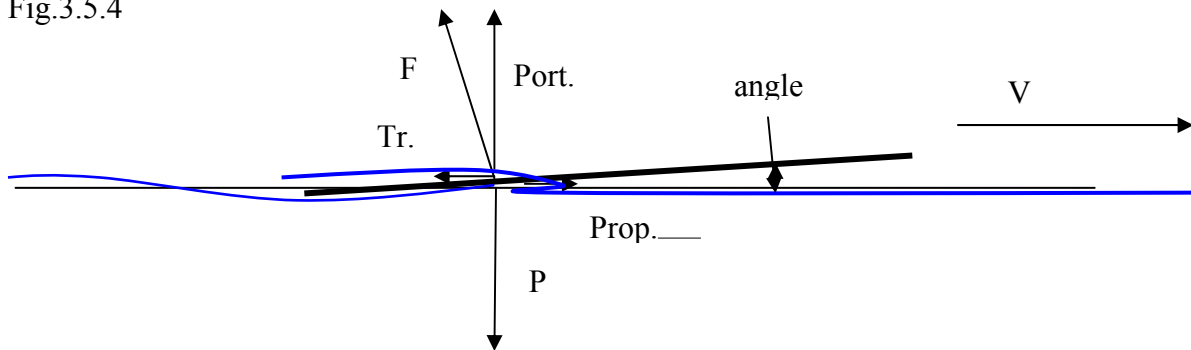
Quand on atteint ou dépasse ce point, la portance est égale au poids ! et dépend du carré de la vitesse et de la surface mouillée etc !...mais quand la vitesse augmente on n'a pas besoin de plus de portance, donc la surface mouillée diminue ! donc la traînée n'augmente pas, l'augmentation de puissance propulsive nécessaire (rappel :  $P=F.V$ ) est due à l'augmentation de vitesse. S'il n'y avait pas d'autres résistances ( air, traînée des appendices etc...) on pourrait accélérer indéfiniment ! à condition de bien répartir les poids. Il n'y a qu'à se rappeler les vitesses record atteintes en windsurf et en kite surf !!!



Donc, arrivés dans ces conditions on peut jeter les lois de l'hydrostatique à la poubelle et énoncer : »**Toute surface plane glissant sur la surface d'un liquide est soumise, de la part de ce liquide, à une poussée vers le haut, fonction du carré de sa vitesse, de l'angle d'attaque et de la forme de la surface de contact...** » je ne rentrerai pas dans les détails, allez voir les équations de Stavinski, les études de Lord , etc...

Une **carène planante** est donc une carène prévue pour s'affranchir entièrement de la poussée hydrostatique à une certaine vitesse. Une carène **semi-planante** , aussi appelée carène à **semi-déplacement**, selon qu'on considère le verre à moitié vide ou à moitié plein, est une carène qui à sa vitesse optimum est supportée en partie par la poussée **hydrostatique** et en partie par la poussée **hydrodynamique**, soit parce que ses formes ne sont pas étudiées pour le planing, soit parce qu'elle n'est pas assez légère par rapport à sa surface porteuse.. et le moyen de propulsion.

Fig.3.5.4



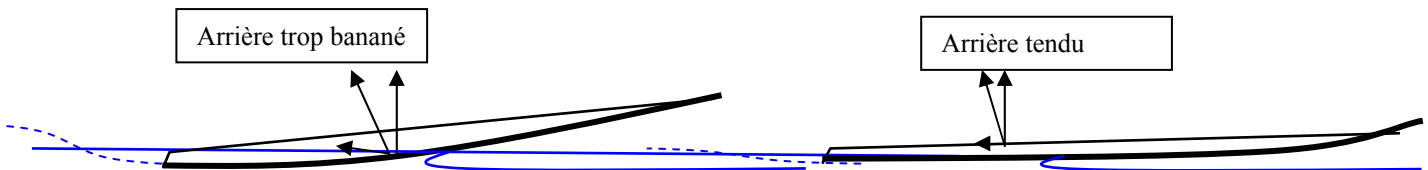
La portance est exercée non loin derrière l'attaque du plan avec la surface de l'eau. Pour équilibrer les forces il est donc nécessaire de bien répartir son poids. Trop reculé : trop d'angle d'incidence, force plus vers l'arrière=augmentation de la traînée dynamique. Trop avancé : trop de surface mouillée, plus de traînée de frottement.

Plus la vitesse augmente, plus on peut reculer les poids.

C'est dans ce genre de situation que le dessin des formes **milieu et arrières** est prépondérant : rocker **trop « banané »** l'avant « attaquera » l'eau avec beaucoup d'angle, la carène se cabrera plus et la force résultante sera orientée plus vers l'arrière : trop de traînée, l'accélération sera compromise.

**Rocker bien tendu** : la force résultante sera presque à la verticale, bien moins de résistance à la marche pour la même portance.... Donc possibilité d'aller bien plus vite.

Fig.3.5.5

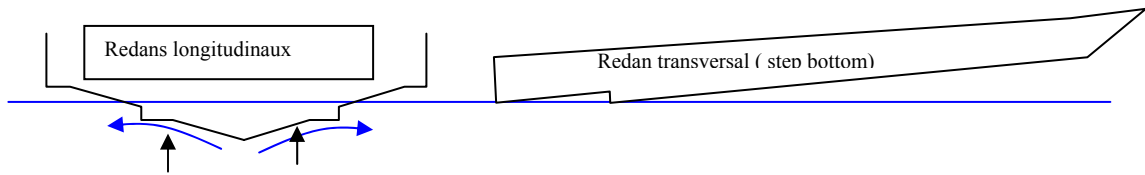


Trop large : ça risque de rebondir aux grandes vitesses mais on planera toujours à des vitesses plus faibles. Par contre SOUS la vitesse limite, à moins de s'avancer à fond pour sortir le tableau arrière de l'eau, c'est pas bon ( surface mouillée !)

Trop étroit : la portance à l'arrière sera limitée, donc à moins d'avoir beaucoup de puissance il sera difficile d'atteindre de bonnes vitesses.

Pour certaines carènes planantes on ajoute des artifices, surtout des **redans** qui augmentent la portance sur une coque en V, ou même des redans transversaux, qui augmentent la portance et diminuent la largeur donc la surface mouillée au planing rapide, etc... mais pour le SUP nous n'en sommes pas la ! en effet aux faibles vitesses ça engendre des turbulences énormes.

Fig.3.5.6



Comme on le voit c'est assez rare de se retrouver dans le cas de la figure 3.5.2 et encore plus rare dans le cas de la figure 3. Pour cela une seule solution : trouver une onde porteuse...

Cela peut être un sillage de bateau... (merci Franz pour la photo)- dans la situation 3.5.2 ... Comme quoi le train de vague qu'on fait n'est pas perdu pour tout le monde !!! Nous verrons comment dans le chapitre « downwind »

Fig 3.5.7



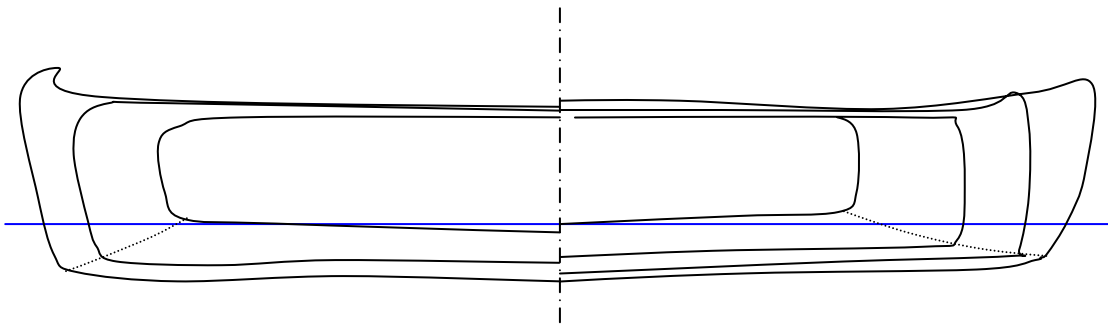
Donc ce qui nous importe avant tout est de se rapprocher le plus de la vitesse limite en dépensant le moins d'énergie possible, avec en option de pouvoir monter au « planing » si une vaguelette se présente. Après si la vaguelette s'aplatit, il faut ramer vite pour rester au planing... !

Pour savoir si une carène peut planer ou pas,

- le rapport moyen largeur flottaison/ tirant d'eau : inférieur à 7, pas bon pour planer.
- Et ensuite les formes... plus c'est plat et tendu plus c'est bon. Coefficient de portance d'un SUP : plus de 10.
- Les angles vifs au tableau arrière et aux rails sur la partie AR fonctionnent mieux, niveau contrôle et portance.
- formes arrières plus larges : un arrière étroit s'enfoncerait dans l'eau...
- - après entre le « semi-planant » et le « planant » il y a pas mal de trucs à prendre en ordre de grandeur : le poids et sa répartition, etc... en général on appelle une carène semi planante une carène qui peut planer rapidement mais qui n'a pas les performances optimum ni au planing pur ni aux petites vitesses... mais qui peut faire les 2. **C'est ce qu'on demande en général à un SUP :**

assez de finesse pour monter facilement à la vitesse limite, assez de portance pour commencer à déjauger juste au dessus.

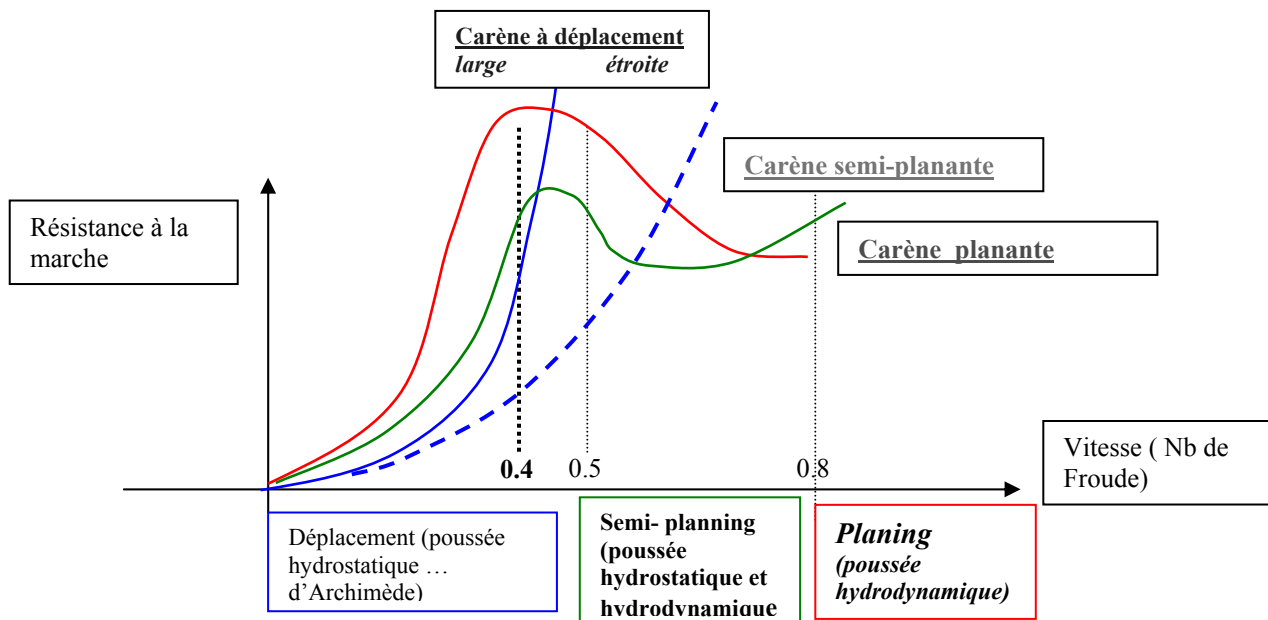
### 3.5.8 Carènes semi planantes : arrières adaptés au planing sur une 12'6 » / sur une 14'...



Avec ce genre de carène, l'aptitude au planing est quasiment garantie, la performance dépendra du rocker. **Tous les flotteurs de SUP ont théoriquement la portance et la légèreté suffisante pour dépasser leur vitesse limite. Après en fonction de leur forme, on aura affaire à des carènes capables d'atteindre des allures de semi- planing ou de planing si l'énergie nécessaire est fournie.**

Fig 3.5.6

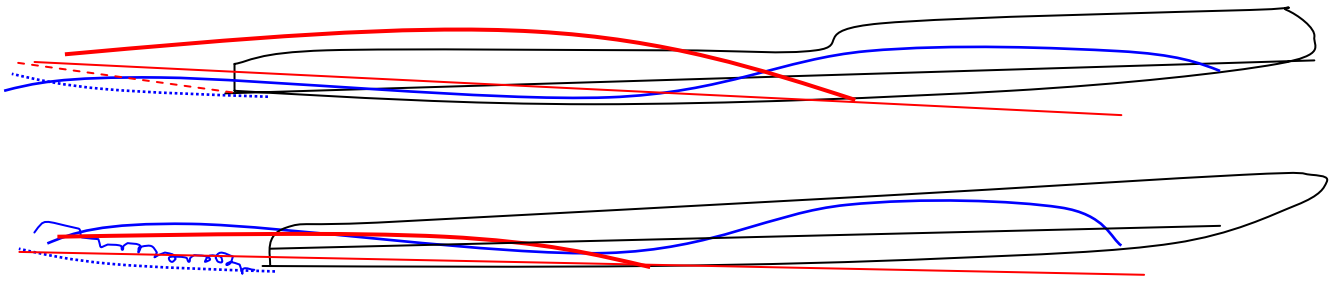
Exemples de diagrammes de résistance à la marche en fonction du type de carène... pour exemple. les carènes semi- planantes auront plus de résistance aux petites vitesses mais un planing plus rapide.



Comme on peut le voir, le plus difficile est de franchir ce mur de la vitesse limite. La carène idéale qui passerait du déplacement au planing sans effort n'a pas été inventée. La carène étroite (pirogue, multicoque, canoë...) s'affranchit de la résistance de vague mais ne plane pas vraiment.

Fig 3.5.7

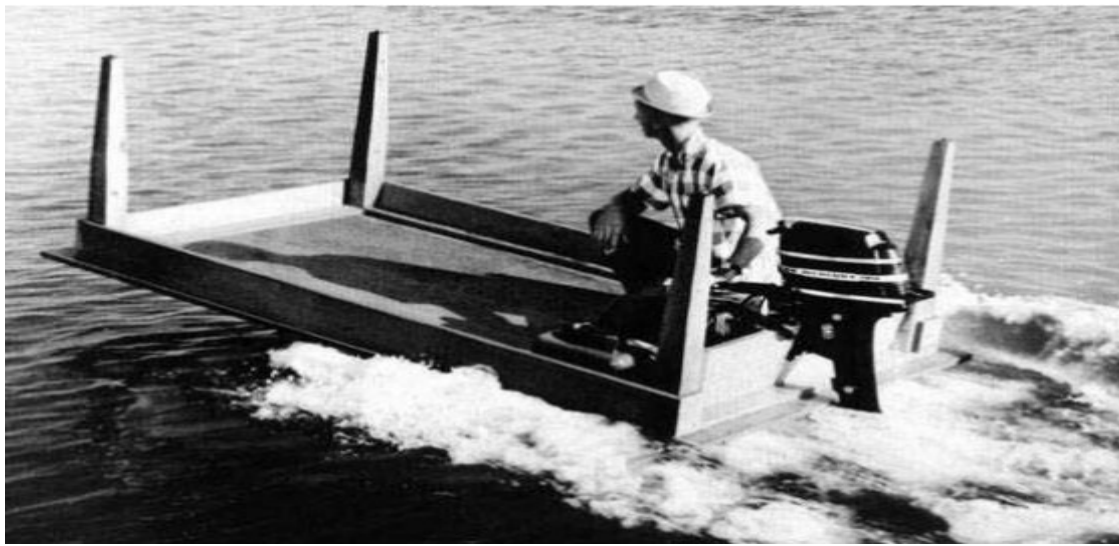
**Carène semi planante vs carène planante un peu au dessus de la vitesse limite... et au planing**  
( la ligne de flottaison statique est représentée... situations a FN 0.5( bleu) et 0.8 (rouge))



La carène semi planante traînera d'abord moins d'eau mais au planing elle va se cabrer donc en traîner bien plus... par contre sur une carène planante, l'arrière large et trop tendu génère d'abord une énorme traînée... donc grosses vagues ! il faut attendre des vitesses bien plus importantes pour que la carène planante permette d'économiser de l'énergie...

C'est le cas de la plupart des bateaux à moteur qui se baladent à des vitesses proches ou juste au dessus de la vitesse limite : Ça fait beaucoup plus de vagues que lorsqu'ils sont au planing !: en gros à part si on peut surfer leur sillage, ça embête tout le monde... ;)

Fig 3.5.8 **La carène planante type :**



Performances franchement nulles aux petites vitesses... observer la répartition des poids... Les prototypes de la carène planante étaient le « paipo » ou l' »alaia ».

### **3.6- Artifices**

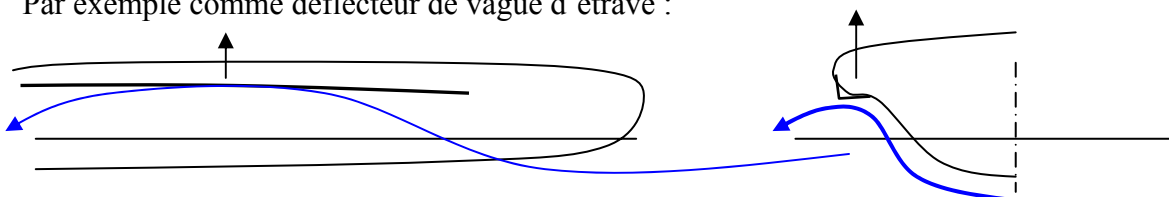
#### **- 3.6.1-Le redan :**

Nous avons parlé plus haut des carènes planantes à redan, artifice surtout utilisé sur les bateaux à moteur pour améliorer la portance des coques en « V »

On peut aussi mettre des redans au dessus de l'eau... ça sert à quoi ? voir les 60' Imoca « Farr »...

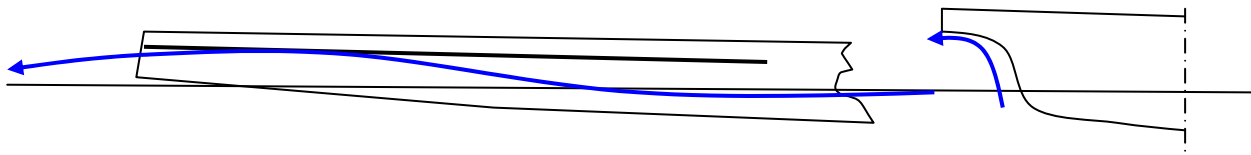
Fig 3.6.1.1

Par exemple comme déflecteur de vague d'étrave :



La vague est renvoyée vers le bas, ce qui crée une poussée verticale supplémentaire sur l'avant : dispositif anti enfournement !

Ou alors sur l'arrière ... sur les planches étroites par exemple. Cela peut servir de « stabilisateur dynamique » fig 3.6.1.2

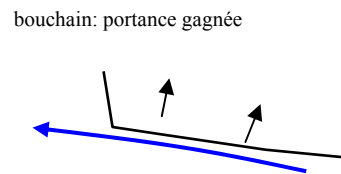
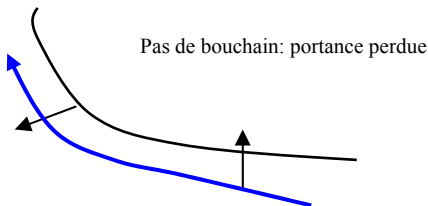


### 3.6.2-le bouchain.

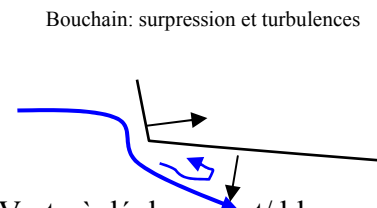
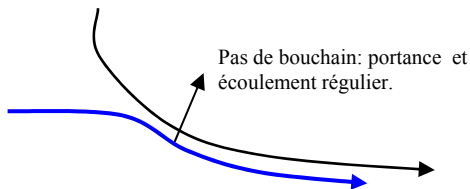
C'est un angle plus ou moins vif sur le côté d'une carène. Sur les côtés il est intégré au rail. Contrairement à un bord rond, il a un effet hydrodynamique. Il améliore la portance. Dans la mesure où il est bien placé... nous parlerons ici de bouchain **VIF**.

Savoir quand même que les angles vifs, s'ils créent de la portance au planing et améliorent le contrôle et la stabilité « dynamique », créant des turbulences en conditions « à déplacement ». l'angle doit donc ne pas être excessif.

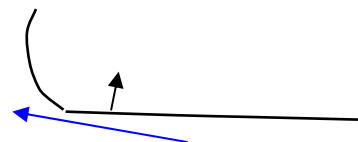
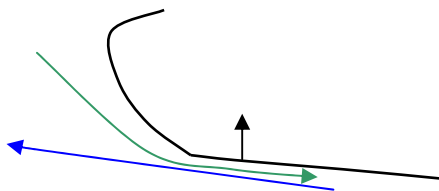
Fig 3.6.2.1



S'il est placé sous la flottaison, devant, le résultat risque d'être moins bon, sauf sur une coque env si ce bouchain est évasé et sort de l'eau. :



Rail « tucked under edge » au tiers avant /au tiers arrière. Vert : à déplacement/ bleu : au planing



Voir fig.4.9 l'intérêt de ce bouchain.

Fig 3.6.2.2 Illustration de l'effet du bouchain au départ au planing :



### 3.6.3 le V

Placé devant, il diverge les filets d'eau sur le côté et aide au passage dans le clapot. Il aide aussi à déjauger les rails. Par contre il réduit la maniabilité, surtout si son arête est prononcée. A chacun de choisir.

Placé derrière, il facilite la prise de carre et la stabilité directionnelle, mais réduit la portance.

Il peut être associé à un double concave (par exemple transition entre du V avant et concave au milieu)

Placé au milieu, il ne sert à rien de bon.

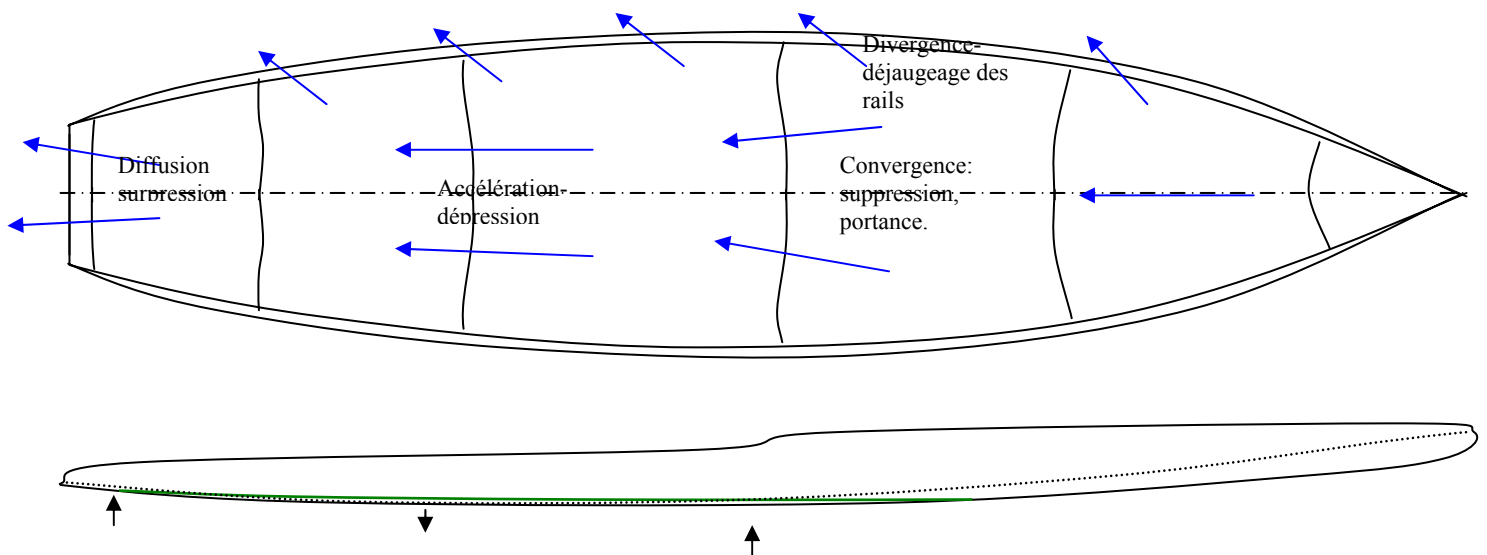
### 3.6.4 le concave

Une forme concave sur le dessous de la planche aura différents effets :

- l'eau s'écoulera plus vite dans le concave. Il y aura donc une dépression au milieu du concave, surpression devant et à l'arrière du concave.
- Au planing il bloquera de l'air sous la carène, augmentant la portance.
- La carène sera **plus tendue** au niveau du concave, facilitant le planing.
- Par contre, si le concave est trop prononcé jusqu'au bords, les rails seront plus immergés, diminuant leur efficacité et la maniabilité. Un concave ( simple ou double) sera plus efficace avec des « bevels » près des rails.
- si le concave reste prononcé jusqu'à l'arrière, il y aura beaucoup d'eau derrière, augmentant la vague arrière, et une augmentation de la vitesse à l'arrière, diminuant la portance. La planche va se cabrer.

Fig 3.6.4.1

Écoulement des filets d'eau sous une carène avec des formes V puis concaves:



Le rocker du « concave » en vert. Le bouchain du rail en pointillé.

Il faut préciser que le concave n'a d'utilité que dans des conditions de semi-planing ou planing.

### 3.6.5-les channels

Ce sont des concaves multiples aux arêtes vives un peu comme le concave, ils canalisent les filets d'eau, améliorent la stabilité de route, et peuvent améliorer la portance.

Par contre il « améliore » (augmente) aussi la traînée.

## 4- le Downwind ( allures de portant) et le surf .

### 4.1 les vagues

Comme on l'a vu plus haut, le planing en SUP n'est possible qu'avec une impulsion extérieure : une vague. Par contre pas besoin de grosses vagues... du clapot généré par le vent suffit.

Le vent génère des vagues, en fonction de

- la force/ vitesse à laquelle il souffle
- la distance sur laquelle il souffle : le Fetch
- Ou le temps durant lequel il souffle.
- Au début c'est du clapotis, ensuite des vaguelettes, on appelle ça du clapot, ensuite de la mer... du vent , vagues d'une hauteur supérieure à 1 m et d'une longueur supérieure à 20 m en général. Les vaguelettes générées sur de plus courtes distances viennent se superposer aux ondes déjà formées...
- Fig 4.1

Beaufort force of wind.	Theoretical maximum wave height (ft) unlimited duration and fetch.	Duration of winds, (hours), with unlimited fetch, to produce percent of maximum wave height indicated.			Fetch (nautical miles), with unlimited duration of blow, to produce percent of maximum wave height indicated.		
		50%	75%	90%	50%	75%	90%
3	2	1.5	5	8	3	13	25
5	8	3.5	8	12	10	30	60
7	20	5.5	12	21	22	75	150
9	40	7	16	25	55	150	280
11	70	9	19	32	85	200	450

Table 3712. Duration of winds and length of fetches required for various wind forces.

Si le vent souffle longtemps, fort et sur une grande distance les vagues de mer du vent génèrent des trains de houle, qui se propagent sur des milliers de milles en perdant de l'amplitude mais en conservant leurs vitesse, période et longueur, tant que la profondeur d'eau le permet...

La relation entre la longueur L, la vitesse C et la période est :

- $C=2,45 \cdot L^{1/2}$  et  $L=C \cdot T$ .
- La hauteur maximum des vagues ne dépasse pas en général le 20 e voire 15eme de leur longueur d'onde., sauf contre le courant ou dans les petits fonds, ou leur hauteur peut augmenter, et leur vitesse et leur longueur d'onde diminuer.

Petit tableau approximatif... par grand fonds : fig 4.2

longueur	C m/s	C knots	période s	amplitude max.(mer)	force vent min kts	distance min milles
4	2.5	4.9	1.6	0.2	10	3
5	2.8	5.4	1.8	0.3	12	5
10	4.0	7.7	2.5	0.6	15	7
20	5.6	10.9	3.6	1.2	20	10
40	7.9	15.4	5.1	2.5	25	70
75	10.8	21.0	6.9	4	30	50
100	12.5	24.3	8.0	6	35	50
150	15.3	29.7	9.8	8	40	150
200	17.7	34.3	11.3	11	50	200
250	19.8	38.4	12.7	15	55	200
300	21.6	42.1	13.9			
350	23.4	45.4	15.0			
400	25.0	48.6	16.0			
500	27.9	54.3	17.9			



Mais comment attraper des grandes vagues qui se déplacent à 30 nœuds ? Pas moyen... ce qu'on peut surfer en SUP c'est du clapot qui a une longueur rarement supérieure à 10 ou 15 m, et qui peut se combiner à de la mer ou de la houle plus grosse. Ou alors la houle qui est ralentie et brise sur un haut fond.

Le problème des vagues de clapot ou de mer du vent c'est que ce n'est pas régulier : en effet le vent génère en permanence des rides qui se transforment en clapotis, en vaguelettes ... et qui viennent se superposer au vagues existantes.

Fig.4.3

3 ondes qui se superposent....



...ça fait quelque chose de chaotique.. je vous dis pas si elles viennent pas de la même direction.



Ce qui fait qu'il y a des zones où les vagues sont plus petites et ça et là des séries de vagues plus grosses et creuses qui s'aplatissent ensuite... Ces « séries » de vagues se propagent à environ la moitié de la vitesse des vagues, donc à un moment une vaguelette va se cambrer, puis s'aplatira un peu plus loin. Cela s'observe bien sur cette photo :

Fig 4.4 : En eaux intérieures, vent 25 nœuds, longueur 7 m, période 2 s, vitesse 7 noeuds :



On voit sur cette photo, à droite, une zone où le clapot est affecté par le courant... Les « grosses » séries se déplacent moins vite qu'un SUPER en downwind bien que les vagues soient bien plus rapides.

En mer, vent de 25 nœuds, hauteur des vagues 2,5 m, longueur 50 m, période 5s, vitesse 17 noeuds :  
 Fig.4.5

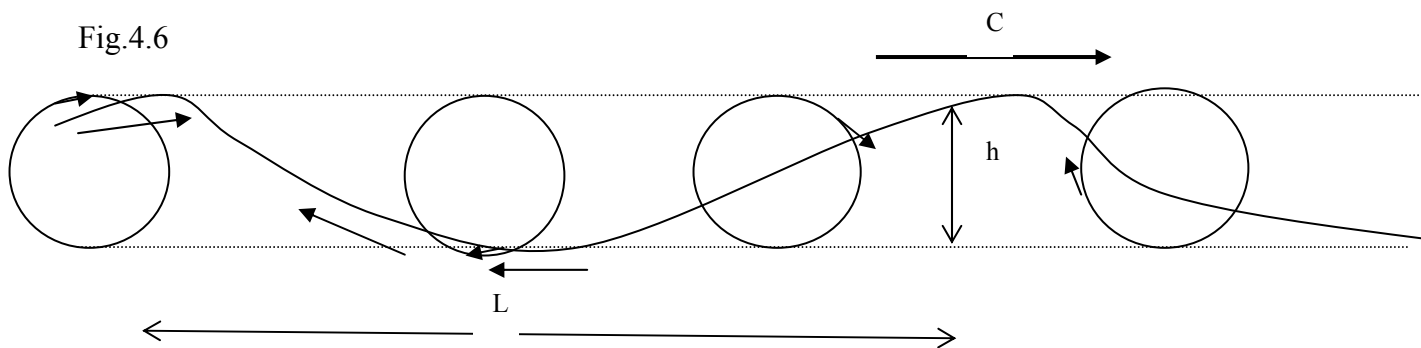


Vagues un peu amplifiées par le sillage d'un navire... mais pour attraper ça faut avoir du peps et une longue planche : on ne peut démarrer en surf que quand une grosse vague en rattrape une plus petite...

-Devant une plage ou sur un haut fond, une houle ou une mer longue perd de la vitesse et gagne en cambrure avant de briser. - La longueur des vagues diminue contre le courant, le pire c'est avec un courant traversier, les vagues sont entièrement déformés et prennent une forme pointue.

On matérialise souvent les particules d'eau décrivant un cercle entre la crête et le creux... c'est partiellement exact...

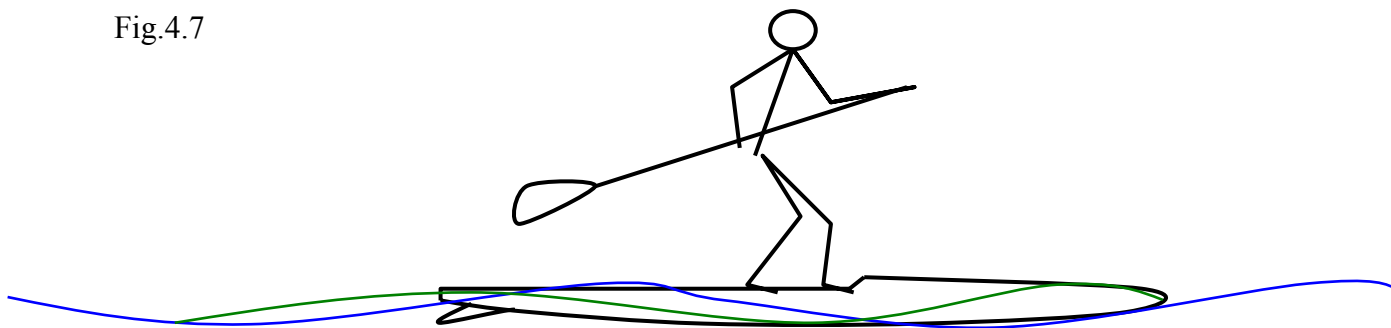
Fig.4.6



#### 4.2 exploiter les vagues ou le clapot.

Comme on a vu plus haut, les vagues de clapot avancent à  $2.45 L^{1/2}$  et c'est aussi notre vitesse « limite » par rapport à notre longueur de flottaison ... Tiens, tiens ! ça veut dire que si la distance entre 2 vagues fait la longueur de la board, on va se retrouver sur une vague, si on accélère un peu on se retrouve le nez dans l'autre..., mais en fait presque plus besoin de ramer : en effet le train de vague qu'on se tue à générer est déjà là !!! Si on est bien calé une vague va générer la portance et réduire la résistance à l'avancement, en atténuant le propre train de vague. Le problème est qu'on ne peut pas aller plus vite... pas terrible à moins de suivre une diagonale.

Fig.4.7

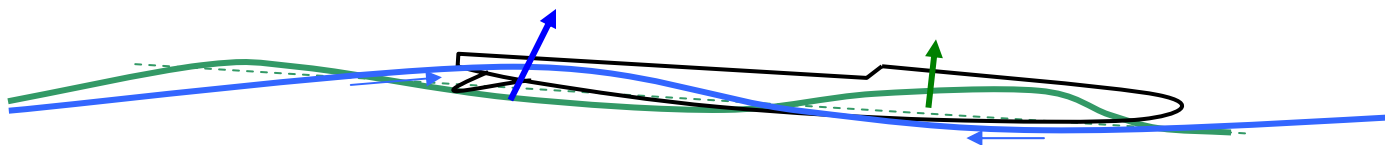


Si le clapot est encore plus court, c'est un désastre : on est « bloqué » par les vagues devant soi. Mais si le clapot s'allonge...

Un clapot de longueur d'onde du double de la planche aura une vitesse 1,4 fois plus élevée que la vitesse limite : pour une 12'6 » ça correspond à 2 secondes de période, bref du clapot d'eaux intérieures avec un force 5.

Reprenons la fig 3.5.1, 3.5.2 ou la photo 3.5.7 avec un Fn de 0.4 à 0.5 et rajoutons une vague qui arrive derrière :

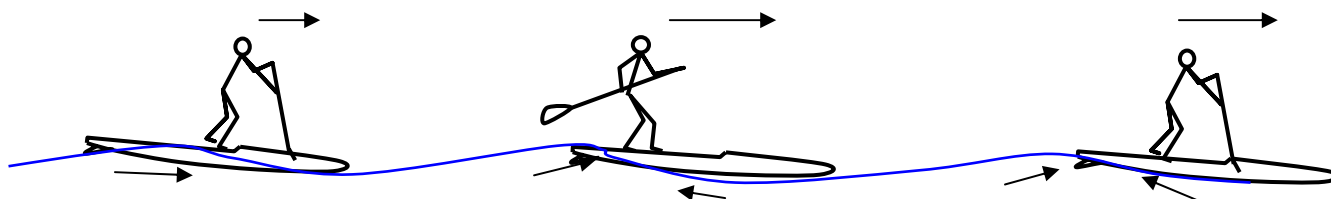
Alors que sur l'eau plate la planche commencerait à « monter » sur sa vague d'étrave ( en imaginant qu'on arrive à cette vitesse), la vague porteuse vient combler le creux laissé par l'absence de vague arrière. A la poussée de la vague d'étrave vient s'ajouter la vague « porteuse ». Bingo !



L'eau « avance » sur le dos de la vague et recule devant la crête. Quand la planche se trouve sur la crête, qu'on appelle en anglais le « bump » les forces de résistance et de traînée sont atténuées, ça plus la pente, le vent dans le dos, et quelques coups de pagaie vigoureux- penser au gibolin au p'tit dej'- lancent le planing. La planche se retrouve sur la pente avant de la vague et accélère en déjaugéant. L'eau qui avance contre aide ce planing ; Ensuite au rameur- devenu « rider » de gérer son assiette et sa trajectoire car vu la faible longueur d'onde il risque fort, en accélérant, de planter dans la vague de devant, ou de se retrouver sur le dos de celle ci ! si l'enfournement est évité, le SUP se retrouve au presque planing sur le devant de la crête, jusqu'à ce que la vague s'aplatisse et encore, si le rider arrive à entretenir la cadence et a bien « lire » le plan d'eau il peut continuer ainsi jusqu'à ce que la vague recrée et connecter le « bump » suivant.

Fig 4.8

Petite illustration d'un départ sur bump quand ça commence à creuser... suivi de la phase d'accélération puis de maintien au planing.



En effet les « séries » avancent à la moitié de la vitesse du clapot. Cela veut dire qu'une onde va creuser, va devenir surfable, puis va se tasser avant de recréer plus loin.

Mais cette longueur d'onde ne permet pas encore un vrai planing... on est à un Fn de 0,6. Plus les vaguelettes sont longues plus elle vont vite ! si la longueur du clapot fait 4 fois ou plus la longueur de la planche ce clapot se propagera 2 fois plus vite que la vitesse limite !!! si on trouve une vaguelette d'une cambrure suffisante (*en général combinée avec une vague plus longue et rapide*) pour donner l'impulsion on peut partir au planing en dépassant le double de la vitesse limite, et pour peu qu'on prenne de l'angle et qu'on se maintienne sur la partie pentue de la vague il devient possible de vraiment planer. Par contre il est beaucoup plus difficile d'attraper la vague, même avec un vent fort derrière soi.

#### 4.3 les planches.

Mais ce n'est pas un cours de downwind, je vais donc revenir sur : comment dessiner la planche la mieux adaptée ?

On l'a vu plus haut : pour avoir une planche apte au planing, il faut

- des formes arrières porteuses, avec rails vifs de préférence.
- des formes tendues
- De la légèreté

Et la longueur dans tout ça ? parce qu'au planing ça sert plus à rien !!! C'est vrai, mais plus on est rapide sur l'eau plate plus on a de chance d'attraper la vaguelette qui va nous faire décoller. De plus il y a toujours des petits clapots parasites qu'il faut doubler. Plus la longueur des vagues est importante, et plus il faut de la longueur. Une 12'6 » sera bien en eaux intérieures alors qu'une 14' ou plus sera mieux adaptée aux vagues allongées qu'on trouve en mer.

**AVANT/** Une étrave plongeante à V profond n'est pas la meilleure, elle a tendance à planter et ou enfourner ou se mettre en travers. Mais une étrave c'est quand même pas mal, et une fois au planing hors de l'eau ça ne gêne pas. Avec un rocker avant modéré pour que l'étrave soit juste au ras de l'eau sur eau plate, et des rails hauts qui sortent rapidement de l'eau, plus des bords évasés qui font défecteurs si ça enfourne.

Un avant spatulé de planche de surf ne convient que dans des conditions « musclées » de vent fort et mer creuse. Dans des conditions moyennes cela pénaliserait trop la prise de vitesse pour démarrer, et ça collerait aux petites vaguelettes.

On peut mettre plus de portance, des bouchains sur des fonds arrondis, et surtout avoir des formes de pont qui tolèrent l'enfournement. Idem pour les formes avant derrière l'étrave : des rails trop verticaux vont bloquer l'eau, faire grossir la vague d'étrave et retarder le départ au planing, en obligeant le rameur à trop reculer son poids, ce qui au départ freine énormément ! Donc, évaser les formes, donner de la portance. Pour les planches de plus de 14' une étrave spatulée plate ou arrondie est certainement plus tolérante dans des conditions agitées.

##### 4.3.1 Les formes arrières :

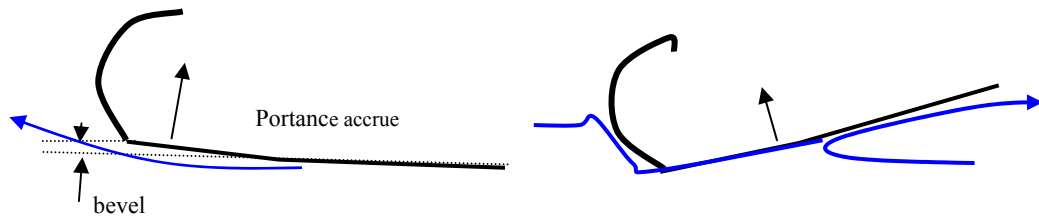
Le plus plat possible, avec un peu de largeur pour assurer la portance et rester au planing plus longtemps, merci aux pionniers, Lindsay Lord, Bob Simmons, Uffa Fox, etc... !! ...sans trop exagérer la surface mouillée, mais attention : si il n'y a pas de « lift » arrière du tout la planche risque de planter... de plus un SUP ce n'est pas une planche à voile : ça plane sur la pente d'une vague, donc un lift ou « kick tail » modéré aide un peu . je préfère les arrières à tableau, à arête vive, plus stables, plus porteurs, et qui accompagnent les filets d'eau jusqu'au bout...et derrière la planche.

A noter que si on veut faire de la « beach race » on aura intérêt à éviter les arrières trop larges. J'en parlerai plus loin.

##### 4.3.2 Les bords : Rails, voir aussi « bouchains » en 3.6.2.

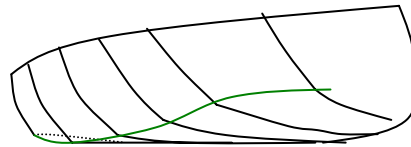
Pour les rails du tiers avant vers l'arrière : la panacée reste le rail « tucked under edge »... le rail de planche de surf, quoi ! En effet il faut pouvoir se diriger, rail efficace égale contrôle. Plus **haut et adouci** devant, plus **bas et marqué** derrière, on peut mettre des « bevels » vers le milieu ; même jusqu'au tiers arrière. Eviter les rails plus bas que le fond de la planche : ils planteraient dans l'eau et freineraient !

Fig.4.9 : portance du rail à plat et en virage.



Dans la pratique, la partie haute du rail n'a pas tant d'importance, des rails évasés fonctionnent assez bien tant que l'arête en bas est bien placée. Un rail manquant d'épaisseur et de volume demanderait beaucoup de vitesse pour éviter que l'eau ne revienne au dessus. Un rail trop bas avec trop d'angle vif planerait dans l'eau et perdrait en maniabilité ... de plus il y aurait beaucoup plus de turbulences aux petites vitesses.

Fig 4.10 avant vers arrière



**4.3.3 Carène V, concave arrondi ?** V léger/ arrondi devant, ensuite plat avec bevels, puis concave du milieu jusque tiers arrière peut être, car cela donne une carène plus tendue qui favorise le planing. A l'arrière non... peut être un très léger V convexe, ça aide au contrôle !

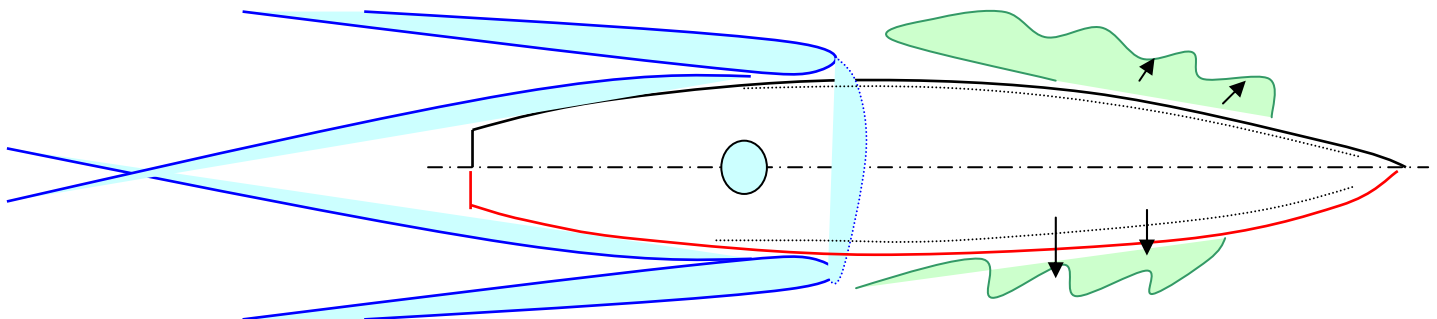
**4.3.4 Les formes milieu :**

Plat au dessous, avec des rails à arête peu marquée s'élargissant vers le haut ! pas besoin d'avoir une largeur excessive : la portance d'un SUP avec 2 m<sup>2</sup> de surface de flottaison pour moins de 100 kg est largement suffisante... en comparaison 3 fois plus de portance qu'un dériveur type 470...

**4.3.5 Outline général :**

Au planing effectif il n'y a plus que la moitié arrière dans l'eau... plus la planche accélère plus la surface mouillée est sensée diminuer. Maintenant ça dépend quelle vitesse on espère atteindre ! Dans la pratique des vitesses au dessus de  $Fn=0.8$  soit  $2 \times Vc$  sont rares ! C'est donc au milieu qu'il convient d'avoir les rails le plus parallèles pour « dégager » ces rails de l'eau. On garde ainsi une planche équilibrée qui pourra fonctionner à toutes plages de vitesse entre  $Fn$  0,4 et 1. Si on met un maître bau trop reculé sans largeur devant on peut s'attendre à une vague d'étrave qui pousse et traînée excessive en conditions à déplacement et au début de la phase de planing ( en vert), et surtout à un risque d'enfournement accru en descente de vague..

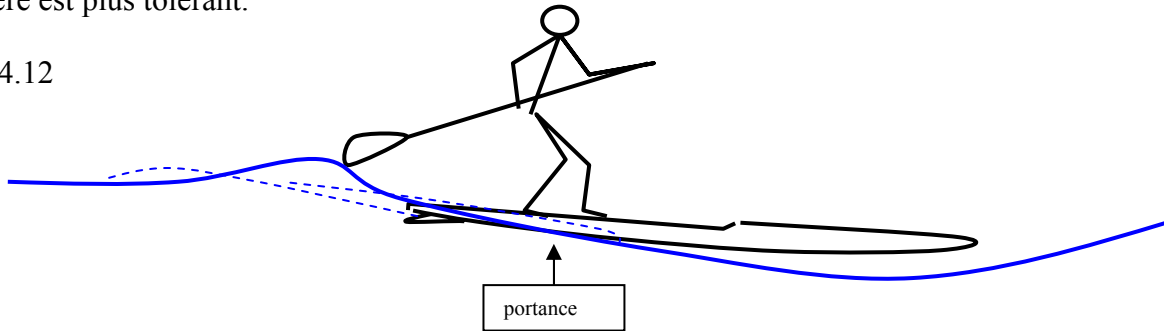
Fig4.11



Sur le schéma ci-dessus on voit qu'une fois au planing, la planche à étrave pointue et la planche à étrave porteuse (en rouge) fonctionneront de la même façon. Niveau contrôle et facilité, la planche rouge aura plus de portance sur l'avant et des rails plus parallèles Donc avantage, surtout aux phases de départ au planing où on aura plus de portance ( rails et largeur )il sera moins nécessaire de se reculer. Niveau vitesse initiale ce n'est pas évident. (plus de surface mouillée).L'avantage de garder de la largeur derrière : **quand**

**on se recule, l'arrière s'enfonce moins aux petites vitesses.** Inconvénient : aux grandes vitesses, la planche est plus à plat donc risque d'enfournement... un Outline qui s'arrondit en se rétrécissant au quart arrière est plus tolérant.

Fig.4.12



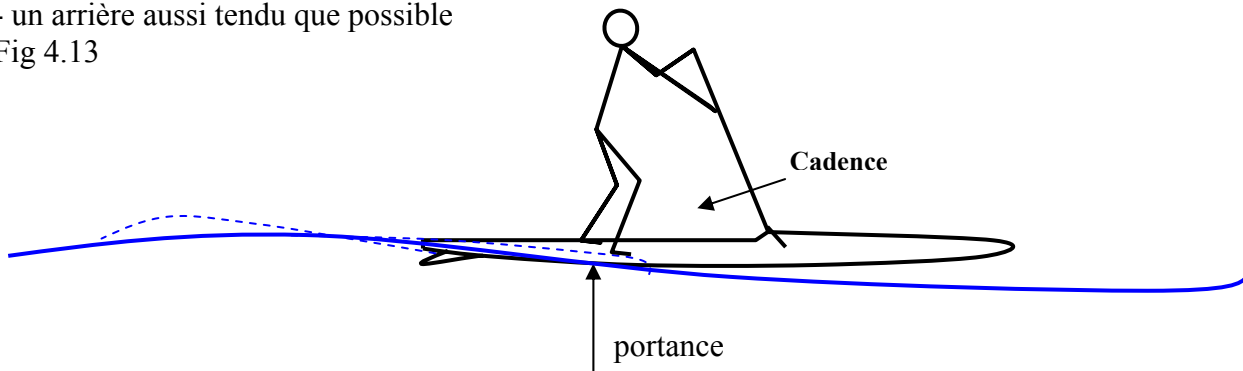
Le croquis ci-dessus montre l'intérêt du SUP : le rameur peut se déplacer sur sa planche et, ainsi, placer son poids de façon optimale. Nous voyons aussi qu'il n'est pas nécessaire de mettre la largeur maximale tout à l'arrière : ce serait incontrôlable dans la pente de la vague. Par contre je me répète un arrière trop étroit s'enfoncerait dans l'eau. Il faut donc trouver un **compromis** entre **capacité au planing** et **facilité de contrôle**. Tableau arrière entre le tiers et la moitié du maître bau sur une 12'6, du quart au tiers sur une 14' ; les planches longues peuvent avoir un round pin tail ou square tail très étroit, dans la mesure où le niveau du rameur le permet.

Il est important que l'angle inférieur au tableau arrière soit un angle bien vif, afin que l'eau dégage derrière sans turbulences.

Quand la vague s'amortit, pour garder sa vitesse il faut :

- à défaut d'un bourrin un pagayeur très tonique, en effet la cadence pour se maintenir au double de la vitesse limite est forcément double !
- **une répartition optimale des poids** pour ni trop traîner d'eau ni trop augmenter la surface mouillée
- un arrière aussi tendu que possible

Fig 4.13



#### 4.3.6 Le volume émergé

Un peu d'épaisseur à l'arrière en plus de la largeur permettra aussi d'éviter un sur-enfoncement de la planche si on se recule. La tendance est quand même à une diminution des volumes émergés. un pont avant réhaussé en dôme et une étrave évasée assez haute offre un avantage non négligeable pour la résistance à l'enfournement, donc à la facilité d'utilisation, même si un plantage de l'étrave s'évite avant tout par un bon placement du rider.

Le pont sous les pieds devra être assez bas sur l'eau et pourra être légèrement creusé, à condition que l'eau s'évacue bien sur l'arrière et que cela n'empêche pas de déplacer ses pieds latéralement et longitudinalement. Bref du volume, tant qu'on n'a pas les pieds trop hauts au dessus de l'eau !

#### 4.3.7 Courbure générale du rocker :

La on rentre dans le secret du shapeur ;) . On a vu qu'un rocker tendu derrière favorise le planing car il maintient le flotteur le plus à plat et améliore la portance en diminuant la traînée. Mais il faut trouver un compromis : contrôle, vitesse, etc... Donc faire au mieux en fonction de la longueur. La partie entre le

milieu et le quart arrière doit être tendue, c'est certain. Un rocker avant un peu plus important qu'une planche d'eau plate n'est pas à négliger : **plus c'est agité plus on spatule !**

En règle générale : une planche de « flat » aura un peu plus de rocker arrière, par contre la planche de downwind doit avoir plus de rocker avant. ... en fonction des conditions dans lesquelles on veut pratiquer : on mettra plus de rocker pour un contrôle plus aisé et moins pour un planing plus rapide, donc plus on veut pratiquer avec facilité en conditions agitées plus on « banane ».

Il est aussi aisé de comprendre que pour le même rameur une planche plus large tolèrera moins de rocker sans traîner d'eau. Si on pratique plus le downwind, il est donc nécessaire d'avoir des planches assez larges surtout si on pèse lourd, car un rocker trop courbé au milieu et au 1/3 AR fait perdre beaucoup de vitesse au planing .

Ne pas oublier qu'il est facile en SUP de déplacer son poids. Il conviendra donc , sur une planche plus typée Downwind, de s'avancer pour mieux optimiser les entrées d'eau et dégager le tableau arrière en conditions « à déplacement » bref sur l'eau plate ou entre 2 départs au planing.

Fig 4.14.1 rocker facilitant le planing, avec étrave un peu relevée, comparé avec un rocker progressif et moins relevé devant, de planche plus typée « flat » en rouge pointillé, plus enfoncée du à la plus faible largeur arrière... bref de son CB plus faible. Pour le downwind , le rocker le plus tendu sera à placer au point de poussée à la vitesse que l'on espère atteindre au planing. Je pense instinctivement à une position entre le milieu et le quart arrière. A l'arrière le rocker pourra être un peu relevé (kick tail) pour le contrôle en surf, même si trop de kick tail réduit la portance sur l'arrière et défavorise les performances au planing rapide, il aide au contrôle sur la pente d'une vague et permet de moins immerger le tableau arrière... l'avant sera plus au moins relevé selon les conditions attendues. Voir chapitre 1 C à propos du rocker fig 1.C.1

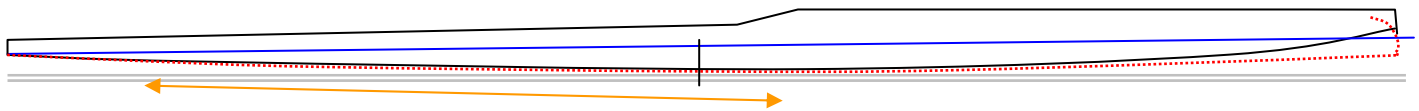


Fig4.14.2 : rocker de 12'6 avec placement downwind en bleu et plat/upwind en noir... au planing on recule vers le rouge... mais dans ce cas les lois de l'hydrostatique ne s'appliquent plus ! sur l'avant on est avec une carène à déplacement, plus on se recule plus on a une carène planante !

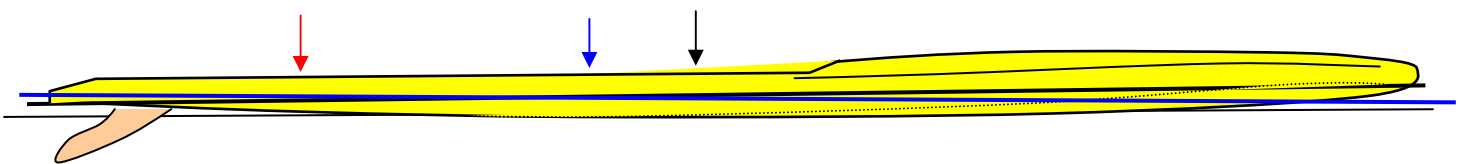
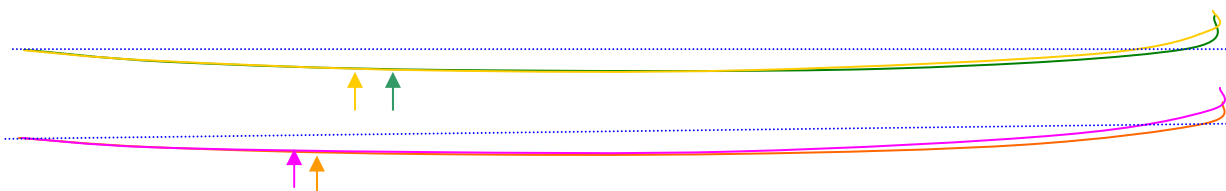


Fig 4.14.3

Rocker de downwind adaptable sur 14' pour :

- Plan d'eau intérieur, petites vagues courtes, vent modéré. —————
- Plan d'eau intérieur, vagues courtes hachées, vent fort à très fort. —————
- Mer ouverte, vagues moyennes vent modéré. —————
- Mer ouverte, vagues moyennes à longues avec houle, vent fort à très fort —————



Plus de Kick Tail et kick nose pour la mer courte... on pourra mettre du concave entre le milieu et le kick tail.

Les flèches indiquent le point le plus tendu. Dans tous les cas sauf eaux intérieures modéré, le nose dépasse de l'eau à l'arrêt.

Notez bien que le rocker n'est pas à l'échelle !

En résumé

Rocker arrière tendu--→ plus de vitesse au planing, contrôle plus difficile

Rocker arrière plus banané : planing plus difficile sauf dans des conditions musclées. Contrôle plus facile.

Rocker avant plus tendu --→ plus difficile, plus de vitesse en déplacement.

Rocker avant plus banané : moins rapide sur le flat, plus facile, conditions musclées..

Rocker milieu tendu, kick tail prononcé : rapide en condition de semi planing, contrôle facile

Rocker milieu et arrière tendu : carène planante, contrôle difficile.

**Rocker banané au milieu et 1/3 AR: facile mais départ au planing difficile.**

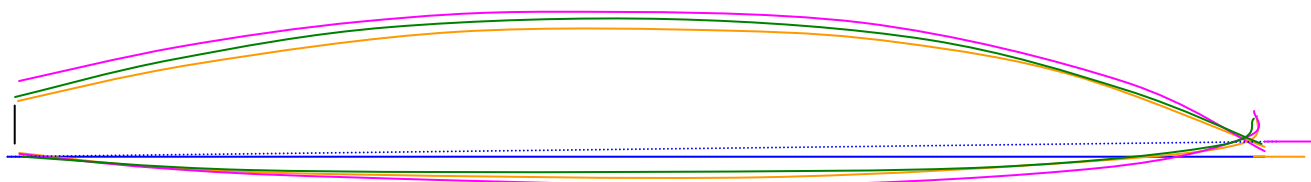
Vagues longues --→ Arrière tendu, peu de kick tail, avant modérément relevé pour conditions moyennes à spatulé pour conditions musclées

Vagues courtes--→ arrière avec plus de kick tail, avant modérément à très relevé si conditions musclées.

Dans les mêmes conditions : **moins de rocker= plus rapide si on a le niveau, sinon très difficile.**

Pour les gabarits lourds : mieux **vaut augmenter plus la largeur** pour ne pas avoir à augmenter trop le rocker. En effet la **courbure du rocker**, surtout arrière, est **déterminante** pour le potentiel de vitesse au **planing....**

**Fig.4.14.4 Outline et rocker de DW pour gabarits lourds ( violet) ou légers( orange) ou grands ( vert)**



Exemple ici : courbure du rocker arrière inchangée, un peu plus de rocker avant autorisent plus d'enfoncement... qui compensent l'augmentation de largeur arrière pour le lourd, indispensable s'il veut planer. Pour quelqu'un de **plus grand** qui a besoin de plus de stabilité, mieux vaut ne pas trop élargir au tableau arrière... car en élargissant on peut diminuer le rocker, mais on a moins de contrôle..

#### **4.3.8 Il faut aussi faire le lien entre les différents paramètres :**

- 1- la largeur à l'arrière et le kick tail : à poids équivalent, vu sa portance, un arrière large nécessite plus de kick tail pour être tolérant... la solution est de mettre du concave suivi de V derrière si on tient à un arrière large avec du kick tail.
- 2- Le rocker et la forme de carène : un concave « tend » artificiellement le rocker, une forme de coque convexe ( arrondi, bevel ou V) **relève le rail**, et **courbe** celui-ci. Des rails relevés aux extrémités courbent le rocker « latéral » devant et/ou derrière, diminuant un peu la portance mais facilitant le contrôle... attention quand même au V devant qui plante dans l'eau !!! voir en fig.3.6.4.1

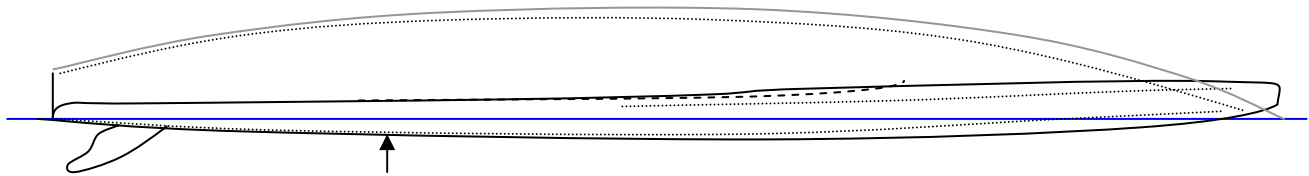
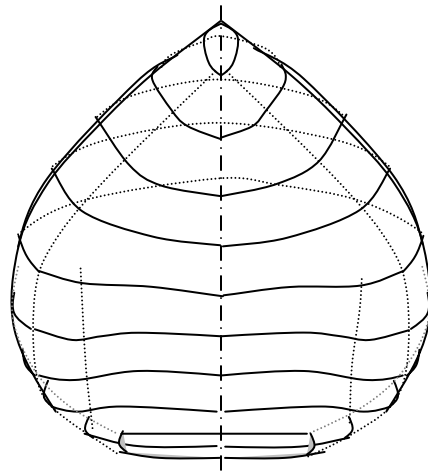
**Tout l'art de l'architecte et/ou du shapeur est de trouver la combinaison idéale entre ces différents paramètres.**

Fig.4.15

Vue d'une carène de SUP 12'6 polyvalente orientée Downwind depuis l'avant : rails, bouchains, bevels, V, concave : un compromis à trouver...entre surface mouillée et vitesse sur l'eau « plate », aptitude au planing, stabilité, contrôle en downwind et en surf...



La flèche indique le rocker le plus tendu.. qui correspond au double concave et rails le plus bas...



Il n'y a plus qu'à imaginer ce que ça peut donner sur l'eau ;)

#### 4.3.9 Quelques concepts de planches

Fig4.16 : rocker de planche UL 17' spéciale pour DW en mer sur vagues longues : étrave beaucoup plus relevée pour éviter d'enfourner mais en rayon de courbure la planche est plus tendue, sauf l'avant et un léger kick tail.... Une planche de Flat de cette longueur aurait beaucoup moins de rocker ! Remarquer l'arête du rail... il y a plusieurs écoles entre rails relevés ou bas, en fonction des conditions. Ce genre de planche longue permet d'avoir une bonne vitesse initiale en conditions « à déplacement », et ses formes arrières doivent permettre le planing, une fois l'avant hors de l'eau. Beaucoup de planches de cette longueur ont un concave ou double concave sur le tiers arrière. Notez le safran.

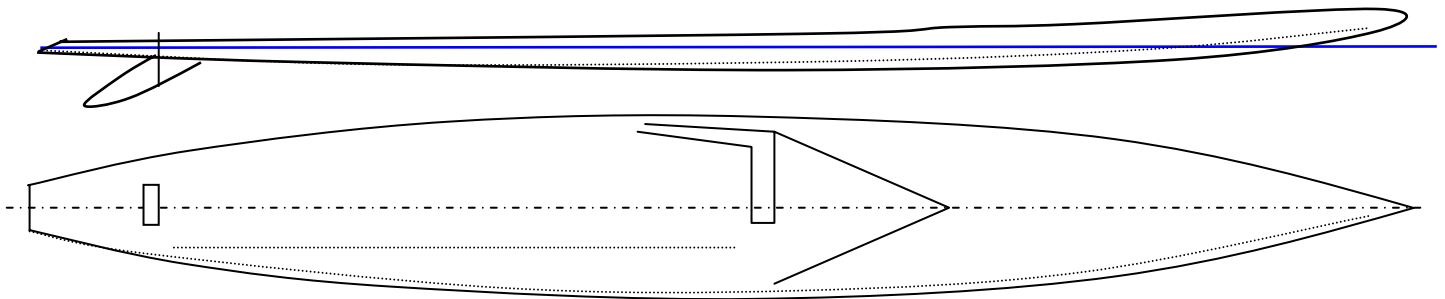


Fig.4.17

Rocker type de planche de downwind 14' : tendue derrière, pas d'étrave, fonctionne bien dans des conditions musclées. Vitesse sur l'eau plate minable. Contre le vent n' imaginez même pas !!! Par contre

très facile une fois lancée dans une mer en chantier : une tuerie ! Tenue au planing excellente, demande à bien se déplacer : en effet le scoop avant a tendance à pousser de l'eau ...

Un fond un peu arrondi devant serait un peu plus tolérant pour cela! l'arête du rail en pointillé. Des rails plus relevés sur l'avant et un peu de V tout à l'arrière sont un gage de facilité. Le square tail sera plus efficace dans des conditions modérées et le round pin dans des conditions agitées

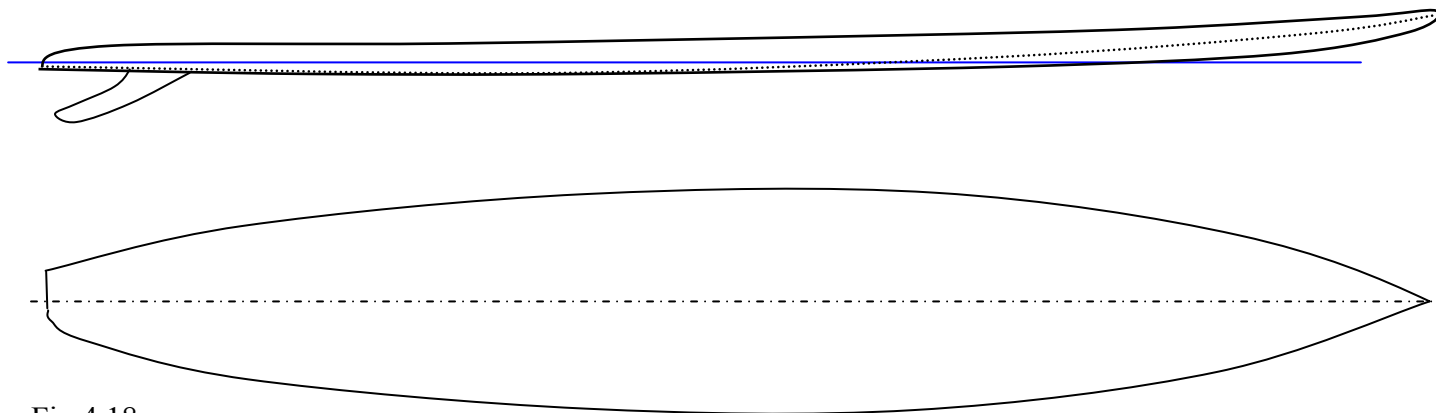


Fig.4.18

Planche longue UL ( 16 à 18' ) à carène arrondie et arrière étroit à la flottaison, ce genre de concept est une planche de « flat » « marinisé » : on reste la plupart du temps en conditions à déplacement, et avec la vitesse la planche se stabilise sur ses bouchains/ redans latéraux. Ce n'est pas une carène planante, l'intérêt de l'idée est d'avoir assez de finesse et une étrave tranchante fine pour percer ou dépasser le clapot court et pouvoir dépasser la vitesse limite au surf en restant stable grâce à la portance des redans, tout en restant très performant sur l'eau plate ou face au vent. Le pont est creusé pour une stabilité maximum malgré une faible largeur. La carène passe du V arrondi profond puis arrondi devant puis plate au milieu, les sorties arrières en V arrondi avec redans. Le rameur a intérêt à s'avancer un peu sur l'eau plate.

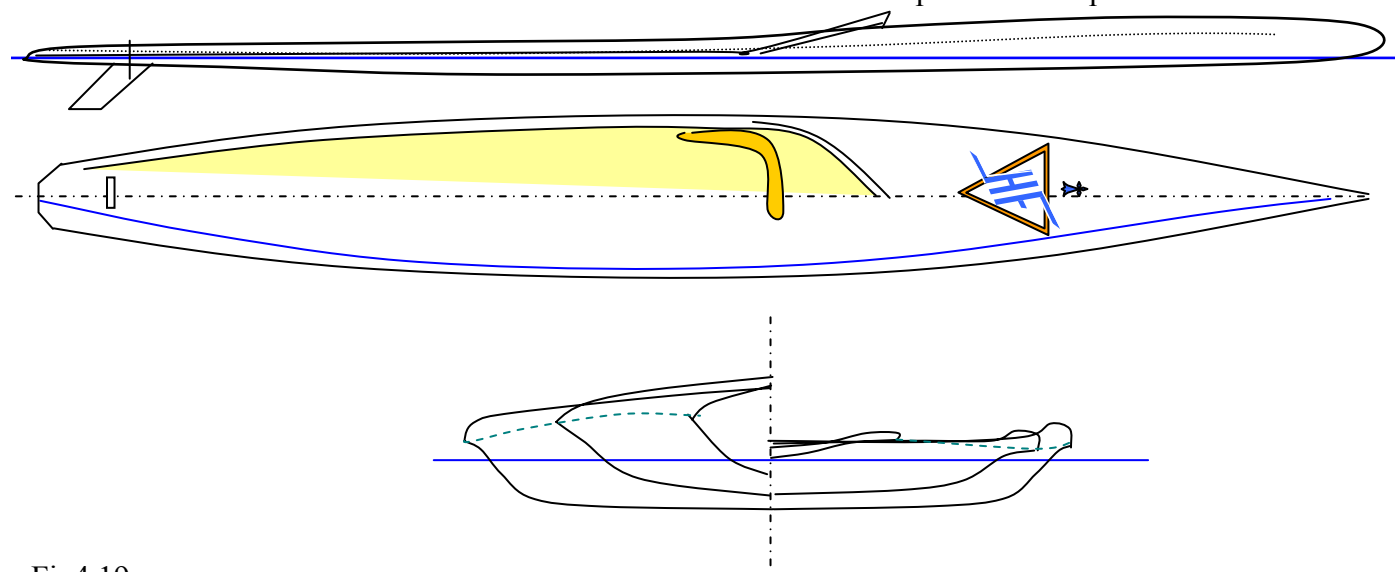
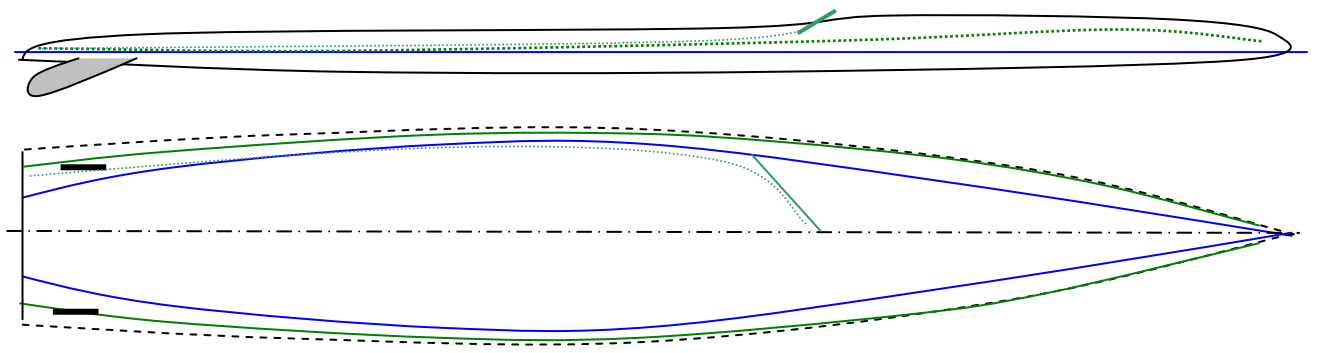


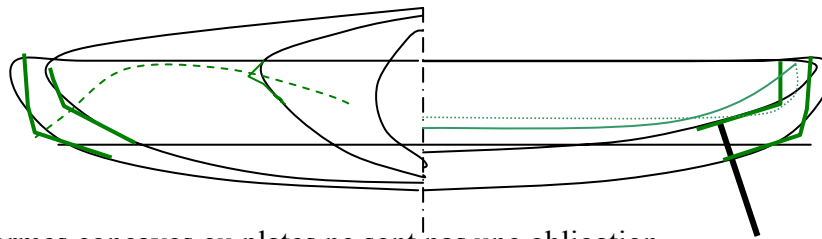
Fig4.19

Concept de planche tout à fait différent, inspiré des bateaux de course océanique, à formes convexes arrondies très évasées et arrière très large avec 2 ailerons latéraux. Puma en a fait une série parrainée par Laird Hamilton, En adaptant les cotes à des gabarits plus légers et en rognant des côtés/ ajoutant des bouchains et/ou redans le concept pourrait être mieux adapté au downwind. La conduite de la planche au planing doit bien évidemment être très différente d'une planche à arrière typé « surf ».



En vert, ce sont les modifs que j'apporte au design original. Planche à bien sûr adapter au gabarit du rideur.

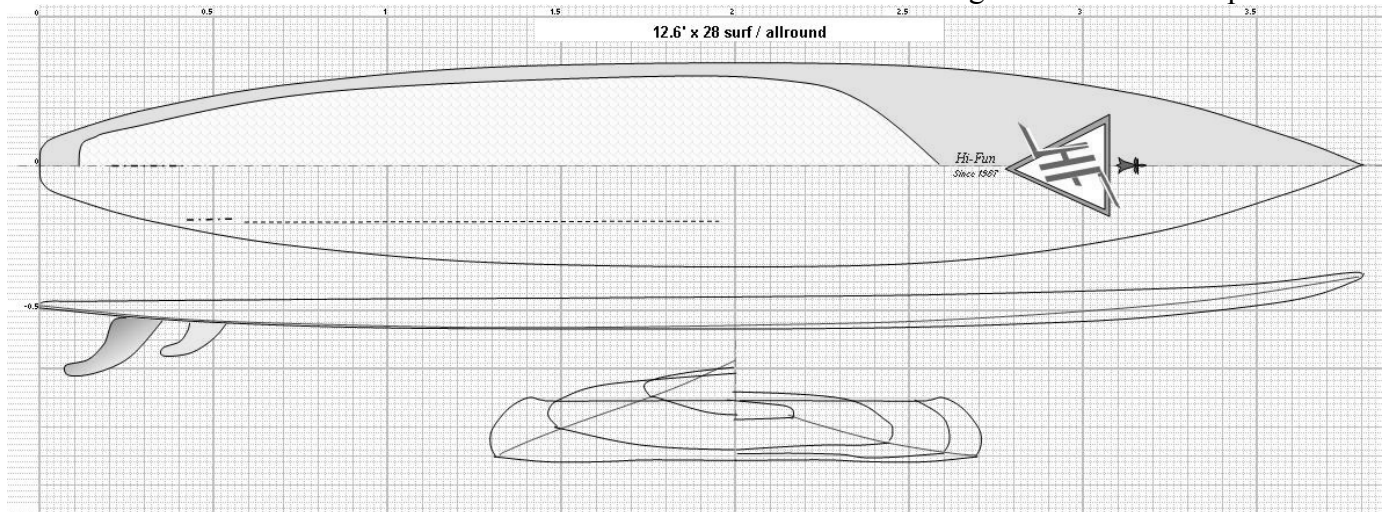
2



Comme quoi les formes concaves ou plates ne sont pas une obligation.

Fig 4.20

Planche de 12'6 »bivalente« surf ou downwind. Le rocker arrière offre un gros kick tail. Cette planche



peut être utilisée en surf même dans des grosses vagues par un gabarit lourd, ou sur un downwind ( sans les ailerons latéraux) par un gabarit moins lourd, du moins à la même largeur. Le kick tail et le faible volume n'autorisent toutefois pas un planing facile, par contre le contrôle dans une mer courte et hachée doit être aisé. Ce n'est pas une planche de « race » ; noter le double concave.

Fig. 4.21

Planche de race 14' à bouchains, développable : Une carène de ce genre avec des angles plus ronds serait plus rapide sur eau plate mais moins efficace en downwind. Le rocker est tendu entre le milieu et 1 m de l'arrière..

Sur cette planche l'arrière reste assez étroit, c'est un engin polyvalent qui peu planer sans traîner trop d'eau sur le plat, mais l'étrave reste trop basse pour qu'on appelle ça une vraie planche de DW si les conditions fraîchissent

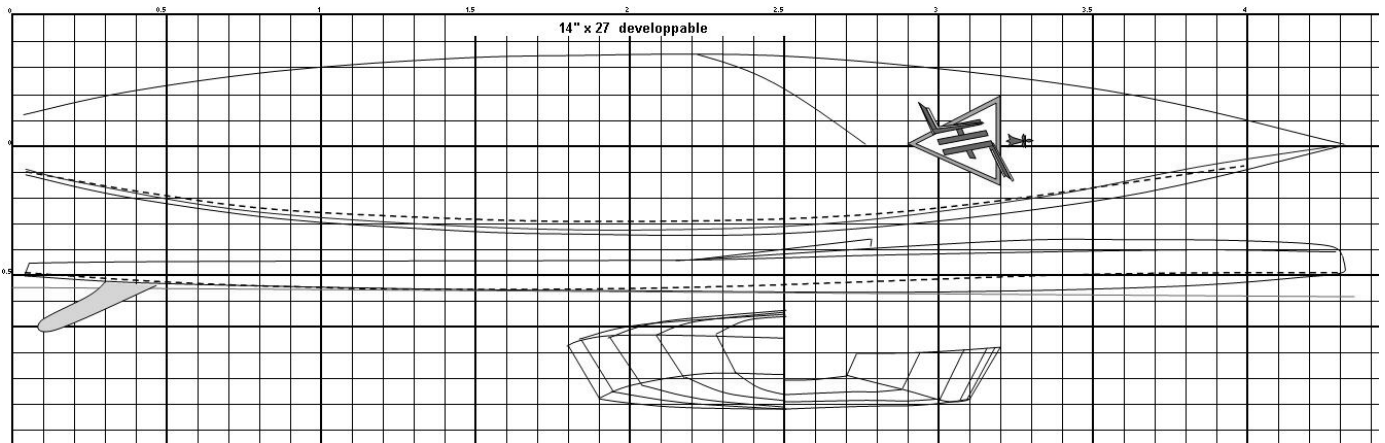
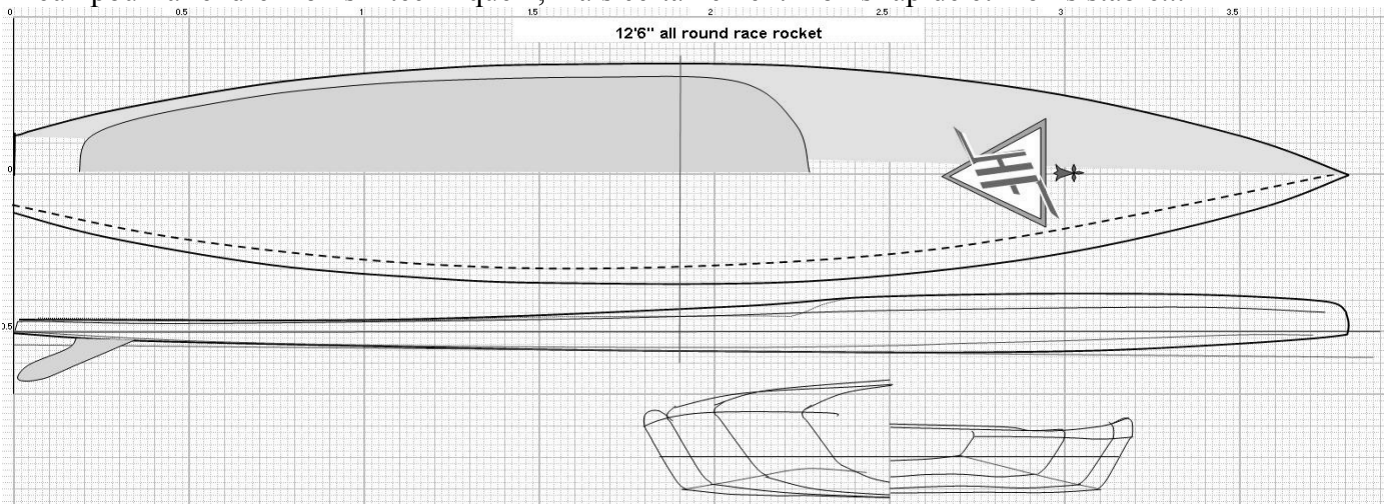


Fig 4.22

Type de planche 12'6 » polyvalente a flottaison étroite. Le modèle dessiné ( largeur 69,5 cm) ici va bien pour un gabarit d'environ 70-75 kg. Au dessus la planche est trop immergée. La largeur à la flottaison est très inférieure à la largeur totale. Très tendue du milieu à l'arrière à part un petit kick tail. Remarquez le double concave finissant en V convexe... beaucoup de planches ont un rocker arrière plus banané. Fonctionne bien sur le plat, en traînant très peu d'eau, et en downwind si l'on n'est pas trop lourd...et assez tonique ! Maniable en restant relativement stable donc bien adaptée aux beach races , même si un poil de rocker en plus, des bords plus verticaux derrière et un pont moins creusé au milieu auraient été mieux pour la rendre moins « technique », mais certainement moins rapide et moins stable...



Réalisation de la bête..

4.22.2 :L'outline et le pont « creusé ». l'hermine sert de repère pour le placement des pieds...



4.22.3 le rocker : l'arrière étant en V et les rails relevés vers l'avant on a l'impression de beaucoup de kick tail. En fait on a plus de rocker avant !



4.22.4 la carène vue de l'arrière : remarquer le double concave suivi d'un V arrondi derrière.



Fig 4.23

arrière large avec 2 ailerons, à bouchains, inspiré des études de Lord et Simmons, adaptées au SUP. le tableau arrière fait presque les 2/3 de la largeur maximale. Extrêmement stable.



Fonctionne très bien en DW : tenue au planing excellente une fois que l'étrave et le rail à l'avant sont déjaugés. Des bords plus évasés devant seraient plus porteurs et tolérants. Fonctionne moins bien sur le plat (surface mouillée, traînée), dans des gros surfs ( beach race musclées par exemple) , et dans du clapot court la largeur de l'arrière demande à se reculer beaucoup plus.

Fig 4.24 : On peut améliorer le concept pour mieux l'adapter au downwind ( idée de modifier) En surfaces développables. L'avantage de ce shape est qu'avec une largeur modérée on a beaucoup de stabilité et de portance. En arrangeant les panneaux on peut faire un concave entre le milieu et le 1/4 AR. légèrement arrondi derrière.

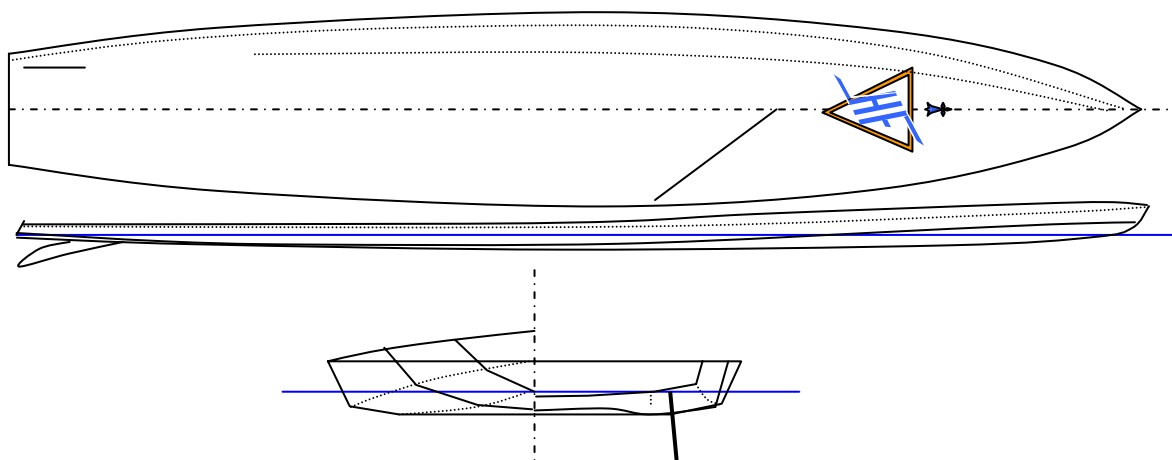
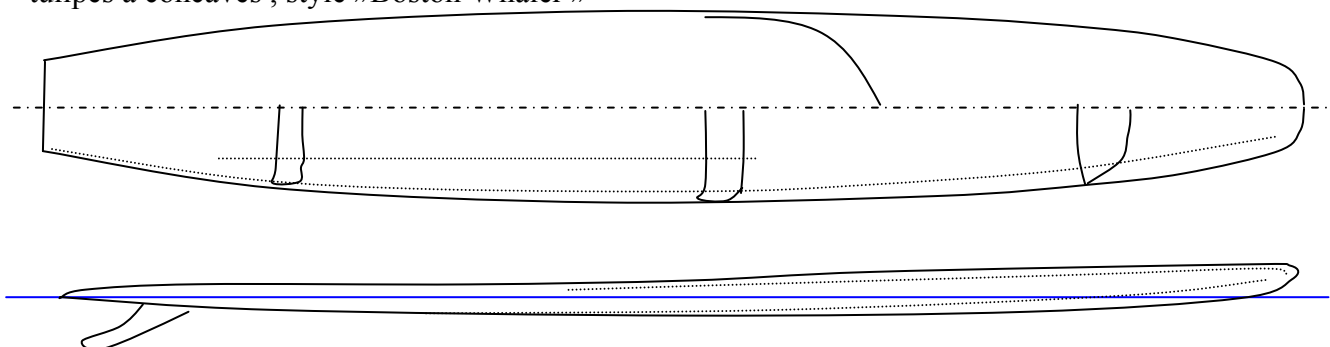


Fig.4.25

Planche à avant et arrière larges. Il n'y a pas vraiment d'étrave, voir fig.3.3.3, l'intérêt est d'avoir de la portance verticale sur l'avant et des rails parallèles, de garder beaucoup de stabilité sans augmenter la largeur, et d'avoir un engin tolérant pour les gabarits lourds grâce à sa grande surface de flottaison et sa largeur aux extrémités. Par contre beaucoup de surface mouillée pour les gabarits légers, et bien évidemment spécialisé pour le downwind .

Un concave est intéressant devant le kick tail. une option à 2 ailerons serait envisageable. Si on veut plus de polyvalence l'avant et l'arrière peuvent être amincis, en passant à une étrave porteuse. Ou une étrave tulipés à concaves , style »Boston Whaler »



#### 4.3.7 Ailerons

Un aileron de vague assez incliné et un peu souple convient très bien. Je suis partisan d'un aileron bien sur l'arrière et assez petit : moins de traînée pour autant d'efficacité. Ne pas oublier que les algues ça freine. Je ne connais que peu de SUP race à 2 ailerons : la « Laird Puma » et ma 12'6 en CP . Un peu plus de traînée, mais portance amélioré pour les arrières larges ! Et qui dit arrière large dit bonne aptitude au planing. Par contre moins bon sur l'eau plate.

#### 4.3.8 Enfin : le poids.

Une planche de 5 kg serait volage, une planche lourde, surtout sur l'avant, peu réactive : en position reculée le moment d'inertie de la masse hors de l'eau provoque fatalement du déséquilibre et un temps de réaction allongé. Donc faire **léger**, sans obsession. 1 kg quand on en pèse 90 avec sa planche, c'est 1,2% du poids. Ne pas oublier qu'une planche ultra légère avec un mauvais shape restera une mauvaise planche, alors qu'une bonne planche un peu lourde restera une bonne planche.

**Alors le SUP de downwind, c'est une carène planante ?**

Oui et non :

Oui parce qu'une carène à déplacement ne permettrait pas d'atteindre la vitesse nécessaire. Sauf dans du clapot court.

Oui surtout pour une 12'6 » la facilité de départ et de maintien au planing est une condition nécessaire. Sur une planche plus longue il sera difficile de se reculer assez pour bien planer, sauf dans des vagues assez longues et plus rapides. Par contre la difficulté de départ au planing (arrières étroits, formes rondes) est souvent lié avec moins de stabilité et contrôle plus difficile, donc un compromis doit être trouvé !

Non car :

- 1- en raison du fait qu'on surfe des vagues, l'arrière sera plus banané qu'une carène planante pour eau plate (style planche à voile slalom par exemple). Donc ça « pousse » trop d'eau pour être une vraie carène planante : sans vague derrière, ça ne planerait pas même avec un rameur 2 fois plus costaud !
- 2- une vraie carène planante (rocker arrière quasi inexistant) n'avancerait bien qu'au planing. Il faudrait beaucoup trop d'énergie pour contrer les résistances dues à la surface mouillée, la traînée etc.. pour démarrer ou garder sa vitesse entre 2 « bumps ». De plus si on démarre sur une vague cela imposerait de se reculer beaucoup plus.

Donc en fait une planche de downwind « race » est un compromis entre

– une carène à semi déplacement qui doit marcher correctement sur l'eau plate, sans avoir trop de résistance (de vague et de frottement) à sa vitesse limite.

- une carène planante, tout au moins capable de planer sur et entre les « bumps »...

- une planche de surf : pour le downwind « musclé », les arêtes des rails et le rocker à l'arrière en sont inspirés, bien qu'atténués. On peut très bien faire du Downwind avec un gros SUP « allround » de 11' ou 12'....

En résumé : **en fonction du niveau du goût de l'utilisateur et des conditions rencontrées on peut concevoir des types de planches très différents.** Il n'y a pas de règles, la plupart des progrès effectués dans la conception de ces planches sont dus à l'expérience.

Pour preuve : la plupart des champions d'aujourd'hui utilisent la même planche pour les courses en eau plate ou agitée, et on a vu de bon rameurs faire de bon scores avec des planches de « plat » sur un downwind ( un peu mou)... comme quoi quand on surfe peu de bumps, mieux vaut aller vite en conditions à déplacement !

Et puis dans une course dite « downwind » il y a parfois un peu d'eau plate, de travers voire du vent de face. De plus, sur eau plate il y a aussi des bateaux à moteur, avec des sillages à subir ou à surfer...des potes à « drafter », parfois un petit clapot. alors !!!

En fait une planche « race » adaptée au downwind permet à peu près de tout faire.

Effectivement si j'étais sûr de faire toujours du downwind furieux et exclusif dans un gros clapot dans 30 nœuds de vent avec courant contre, je ferais une planche typée surf, sans étrave... Mais à part la « Molokai ou le « Maliko » c'est rarement le cas en course !

### **5. Différence entre le « Downwind » et la « Beach race » : la polyvalence du SUP race 12'6 »**

Alors que le « downwind » consiste à ramer aidé par le vent dans le dos, en profitant du clapot généré par celui-ci, la « beach race » consiste à ramer sur plusieurs tours entre la plage et une ou plusieurs bouées placées à quelque distance au large, le tout en portant sa planche sur la plage entre deux tours, en virant les bouées, en franchissant la barre des vagues éventuelles et en surfant ces vagues au retour.

Outre les qualités diverses de technique et de condition physique demandées aux rameurs pour réussir à briller dans ce genre de courses, le cahier des charges d'une planche performante devient extrêmement éclectique :

- vitesse sur l'eau plate et dans le clapot, contre ou avec le vent.
- maniabilité pour le passage de la barre et les virages aux bouées.
- aptitude au planing pour glisser sur la moindre ondulation et facilité de contrôle dans les vagues en surf.
- légèreté et rigidité, et résistance aux chocs et à la rupture

Bref : un engin **POLYVALENT**, adapté au gabarit et au niveau du rameur, **dans toutes les conditions** qu'on peut rencontrer, entre le calme plat, vent et le clapot de face de travers ou de l'arrière, des vagues petites ou grosses, etc....

### 5.1 Outline

Une planche adaptée à la Beach race aura intérêt à être un peu plus fine qu'une planche de downwind, ne serait ce que pour avoir assez de vitesse sur l'eau plate. L'arrière un peu étroit traînera moins d'eau, permettra de mieux l'enfoncer dans les virages et d'avoir un meilleur contrôle en surf, car en se reculant on pourra l'enfoncer, cabrer l'avant et ainsi éviter de fâcheux enfournements.

Un maître bau situé au milieu reste un bon compromis. Une étrave trop étroite présente peu d'intérêt.

### 5.2 Carène

Un arrière de planche de surf et un avant de planche de flat... bref du plat ou léger (double) concave entre milieu et quart arrière, un avant un peu rond, pas trop de V avant qui aurait tendance à planter en bas de vague, par contre un petit poil de V arrière aide au contrôle.

### 5.3 rails

La encore des rails de planche de surf sur l'arrière (voir « tucked under edge » fig.4.9). Remontant et s'adoucisant vers l'avant. Il faut toutefois se dire qu'une planche de beach race n'est pas faite pour effectuer des virages sur la vague. D'autre part ne pas oublier que des rails trop anguleux réduisent la maniabilité et favorisent les fautes de carre, pouvant favoriser un « plantage » en descente de vague raide.

### 5.4 rocker

Modéré derrière comme sur une planche de downwind, avec du presque plat au milieu et un peu de courbure devant, mais le kick tail a ici plus d'importance, comme sur une planche de surf, pour contrôler l'engin dans la pente de la vague. Les étraves plongeantes ne servent pas à grand-chose : il faut adapter l'amplitude du rocker pour avoir l'étrave juste un peu dans l'eau et l'arrière au ras de l'eau sur eau plate.

### 5.5 Etrave.

Différentes écoles. Une étrave porteuse aide à la portance au départ au surf, mais mauvaise contre le vent.

Une étrave verticale devenant évasée derrière. Eviter les étraves trop plongeantes qui plantent.

### 5.6 Volumes émergés

Une planche de Beach race doit être maniable. Peu d'épaisseur sur l'arrière et sous les pieds est donc un plus. Par contre un avant bombé à l'avant est toujours avantageux, car il évite d'embarquer de l'eau et peut éviter un enfournement fatal, il faut aussi pouvoir traverser les vagues, donc ...trouver un compromis. Un avant trop bas fera sous marin, trop épais ce sera un handicap au passage de la barre et contre le vent.

Les ponts creusés sont moins intéressants, en effet il faut pouvoir monter vite sur sa planche et déplacer ses pieds partout sur la planche, depuis bien à l'avant pour ramer en conditions à déplacement en « décalé » pour attraper une vague, jusque très près de l'arrière quand la planche dévale la vague, et près des rails pour prendre de l'angle et des appuis sûrs quand ça creuse.. Donc une épaisseur faible entre le milieu et l'arrière est avantageuse même au niveau des rails, au détriment d'un peu de stabilité. Un pont aux bords arrondis évite aussi de se faire mal en tombant sur le rail.

Les bords évasés apportent un plus en stabilité en gardant une largeur à la flottaison faible. A chacun de voir.

La tendance générale est à une réduction des épaisseurs et volumes sur les planches de beach race : coefficients de flottabilité environ 1,8 à 2.

5.7 Ailerons : aileron de vague pas trop profond pour arriver jusqu'en bord de plage, pas trop grand et un peu flexible pour la maniabilité et le surf, et bien incliné pour ne pas accrocher d'algues.

### 5.8 Matériaux

**Légers**, pour la maniabilité, la réactivité et le portage de planche, **solides** pour les inévitables coups de pagaie, chocs et collisions et relativement **rigide** malgré une épaisseur assez faible en gardant un poil de « flex » sur l'arrière ... vive le composite et le carbone !

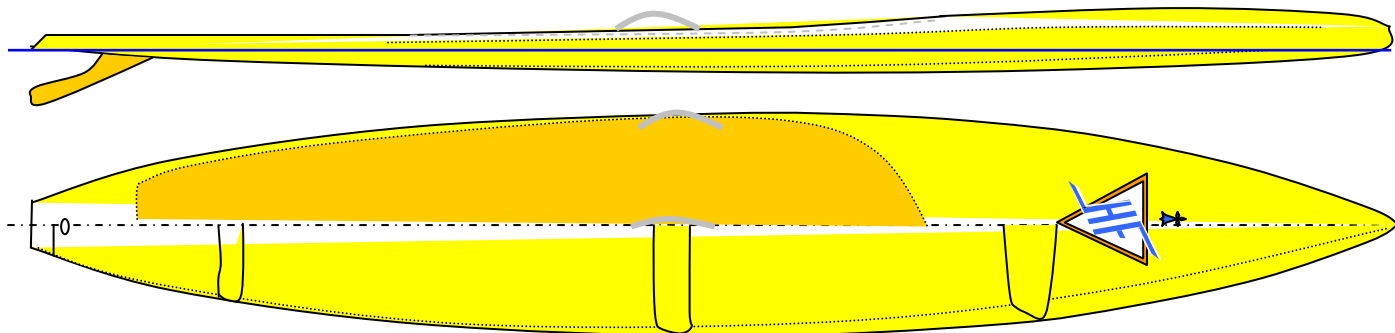
Notons que le carbone noir apprécie peu la chaleur du soleil.... Vivent les couleurs claires !

Une planche de beach race de plus de 12 kg est lourde à manœuvrer et surtout à porter...



**Fig.5.1 Planche de Beach Race, simplicité et performance... le double concave est exagéré sur le dessin..**

**Comparer avec la planche fig 4.21** : un poil plus de rocker, bords un peu moins évasés derrière... pont peu creusé, Etrave un peu plus porteuse. Des gabarits plus lourds toléreraient des arrières plus larges !



**6.L'évolution des planches d'eau plate**

Nous avons évoqué le sujet dans le chapitre 3, mais il apparaît que beaucoup d'innovations voient le jour dans le domaine des planches d'eau **plate**.

Contrairement au « Downwind » ou les conditions et l'expérience priment, la conception d'une planche conçue pour bien marcher sur l'eau plate se base sur des concepts connus :

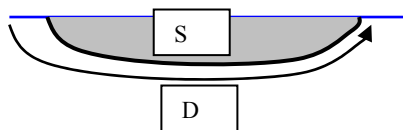
- résistance visqueuse et de turbulence réduites : peu de surface mouillée, formes arrondies.
- Résistance de vague réduite en conditions « à déplacement ». **plus besoin de carène (semi) planante !**
- Stabilité minimale : attention, rien à voir entre tenir debout sur un plan d'eau plat et sur un plan d'eau rendu clapoteux par d'autres concurrents, des sillages de bateaux, etc...

Nous allons donc devoir concevoir un engin avec la **surface mouillée minimale**, des formes les plus rondes et fines possible, la **longueur à la flottaison maximale** en fonction de la jauge ( 12'6 », 14' ou illimitée) et **juste assez de stabilité** pour tenir debout en espérant qu'il n'y ait point de clapot déstabilisateur ;).

Petit rappel depuis le chapitre 1 : Volume immergé x densité du liquide = masse de la planche et rameur.

$V = L \times l \times p \times C_b$  ( coef. bloc), et  $V = L \times S$  (aire du maître couple) x  $C_p$

Pour un flotteur avec un  $C_b$  et un  $C_p$  connus, le volume dépend du maître couple. Ensuite, la surface mouillée dépend de la forme de ce maître couple, et de la forme de toutes les autres sections.



Si on considère pour chaque section la distance  $D$  périmètre de la partie immergée, la surface mouillée est Somme  $(D).dL$  soit l'intégrale de ces périmètres sur la longueur.

Tandis que le volume est somme  $( S ) dL$ , la sommes des aires des sections sur la longueur.

On voit vite qu'une section large, pour la même aire, à un plus grand périmètre mouillé.

Pour une section de 1 m<sup>2</sup> sur 1 m de longueur : fig.6.1

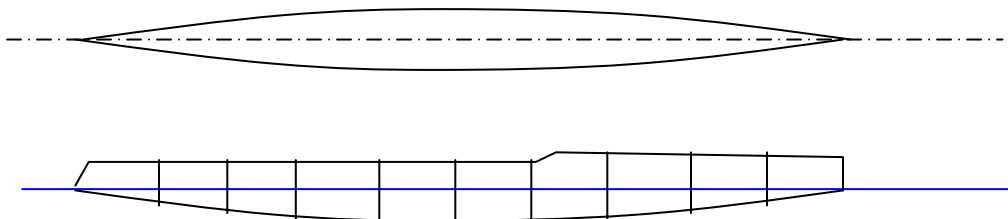
forme section		l	p	section	surface mouillée	l/p	Sm/l	Sf	SF/SM
carrée		1.00	1.00	1	3.00	1.00	3	1	0.333
section semi-carrée		1.41	0.71	1	2.83	2.00	2	1.41	0.5
section trapézoïdale (demi hexagone)	l'=l/2	1.63	0.82	1	2.64	2.00	1.62	1.63	0.618
demi-cercle	r=	0.80	1.60	1	2.51	2.00	1.57	1.6	0.637
1/4 cercle	r=	1.87	2.65	1	2.94	4.83	1.11	2.65	0.9
cercle	r=	0.56	1.13	1	3.54	1.00	3.14	0	<b>sous marin</b>
section trapézoïde évasée à 45° l/p=8		3.02	0.38	1	3.34	8.00	1.1	3.02	0.906

**Tout ça pour vous montrer que la coque qui offrira la moindre surface mouillée pour une longueur donnée a des sections semi- circulaires !**

Ensuite dessinons notre coque entrées et sorties d'eau pointues rapport  $L/l = 10$ ... on verra après pour l'étrave

Fig.6.2

$$L=10, l=1, p=0.5 = \frac{1}{2} l$$



Les aires des sections étant des demi- cercles, le volume est vite calculé ; maîtresse section  $0.5^2 \times \pi = 0.39$

On arrive à  $V = 2.41$ , on a un  $C_b$  de  $2.41 / (10 \times 1 \times 0.5) = 0.48$  et un  $C_p$  de  $2.41 / (10 \times 0.39) = 0.6$  pour un volume de 90 l

Maintenant si on ramène la longueur à 12'6 » soit 3,81 m : on aura  $0.48 \times 3.81 \times 3/2 = 0.09$   
Soit  $l = 90 \times 2 / (0.48 \times 3.81 \times 3) = 0.33$  m... 33 cm de large !

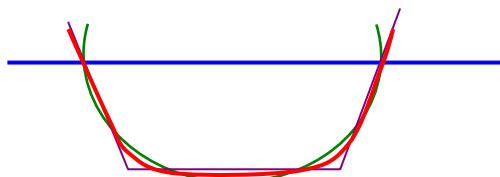
La surface mouillée est seulement de 1,1, à peine plus de la moitié de celle d'une 12'6 » plate !

Faisons l'exercice avec d'autres longueurs, j'ai aussi mis l'option « catamaran » pour une 12'6 » :  
Fig. 6.3

flotteur	L	l	p	V (l)	Cb	SC	Cp	SF	Cf	SM	L/l	L/p	l/p	Fin.	HM
SUP race 12'6" cata	3.8	0.24	0.12	45	0.43	0.022	0.55	0.54	0.60	0.9	16.2	32.3	2.00	34.9	0.04
SUP race 12'6" flat	3.81	0.32	0.16	90	0.46	0.040	0.59	0.73	0.60	1.2	11.9	23.8	2.00	24.8	0.05
SUP race 14'	4.26	0.31	0.16	90	0.44	0.038	0.56	0.79	0.60	1.3	13.7	27.5	2.00	29.3	0.05
SUP race 17'	5.1	0.29	0.15	90	0.42	0.033	0.53	0.89	0.60	1.4	17.6	35.2	2.00	38.4	0.05

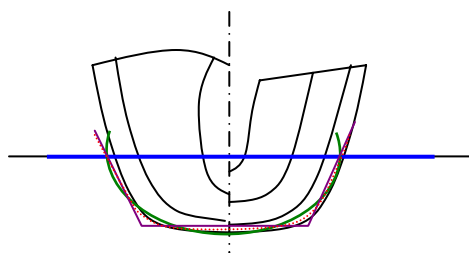
Notez que les sections demi-rondes c'est pour avoir une idée, dans la pratique les sections seront quelque chose entre une parabole et un demi-hexagone. Niveau largeur et surface mouillée ce sont quasiment les mêmes valeurs, niveau stabilité c'est un peu moins pire que le demi-cercle.

Fig 6.4.1



Ce qui nous donne une carène qui ressemble à ça.

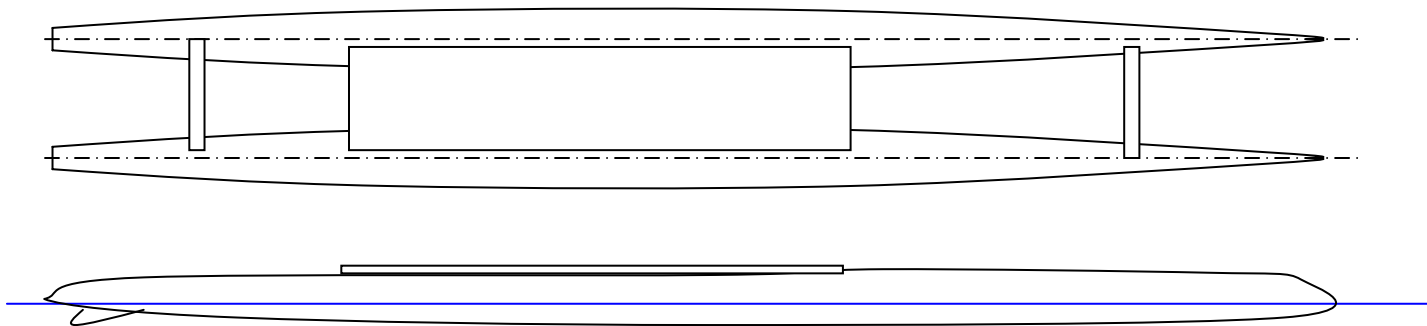
Fig.6.4.2



Quand on augmente les longueurs, on arrive à des engins vraiment étroits. Un peu moins au niveau du pont. Les entrées et sorties d'eau seront bien sur travaillées. Les sorties d'eau peuvent être soit rasantes et rondes soit pointues style canoë, augmentant la stabilité directionnelle.

Bien sur pas moyen de tenir debout la dessus, à part en rajoutant des flotteurs. La version catamaran est également envisageable. Plus de surface mouillée et poids accru avec les 2 coques, mais en raison de la finesse de celles-ci, la résistance de vague sera très faible.

Fig.6.5

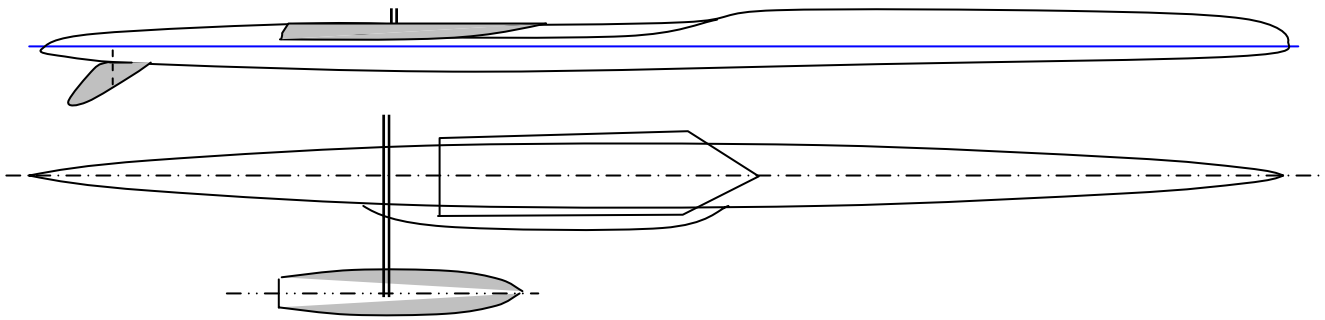


Le gros intérêt du catamaran est sa stabilité, le double de celle d'un flotteur monocoque de même largeur... Ne pas oublier que trop de largeur nuit à une bonne position de rame.

La version trimaran : il va falloir aménager une plateforme pour ramer.

Les flotteurs doivent être ou sur l'avant ou sur l'arrière. Le principe est que la coque centrale supporte toute la poussée hydrostatique, les flotteurs ne servant que de stabilisateurs, ainsi ils auront une traînée minimale. De plus ces flotteurs s'ils sont très courts, auront le comportement d'une **carène planante**. En effet pour une coque de 4 m avec un Fn de 0.4, la coque de 1 m aura un Fn de 0.8 à la même vitesse !

Fig.6.6



Une pirogue, une coque de kayak ou de canoë ou de surf ski modifiée conviennent tout à fait pour ce genre d'engin. Ce serait encore mieux si on réduit le franc-bord.

Et si on ne veut pas de multicoque ou si ce n'est pas permis par la jauge ?

On va donc élargir un poil, prenons des sections en quart de cercle : Fig.6.7

flotteur	L	I	p	V (l)	Cb	SC	Cp	SF	Cf	SM	L/I	L/p	I/p	Fin.	HM
<b>SUP race 12'6" flat</b>	3.81	<b>0.53</b>	<b>0.11</b>	<b>90</b>	<b>0.40</b>	0.040	<b>0.59</b>	1.21	0.60	1.3	<b>7.2</b>	<b>34.5</b>	<b>4.82</b>	<b>24.8</b>	0.24
<b>SUP race 14'</b>	4.26	<b>0.51</b>	<b>0.11</b>	<b>90</b>	<b>0.38</b>	0.038	<b>0.56</b>	1.32	0.60	1.4	<b>8.3</b>	<b>39.9</b>	<b>4.82</b>	<b>29.3</b>	0.24
<b>SUP race 17'</b>	5.1	<b>0.48</b>	<b>0.10</b>	<b>90</b>	<b>0.37</b>	0.033	<b>0.53</b>	1.47	0.60	1.6	<b>10.6</b>	<b>51.0</b>	<b>4.82</b>	<b>38.4</b>	0.24
<b>SUP race 19'</b>	5.4	<b>0.46</b>	<b>0.10</b>	<b>90</b>	<b>0.37</b>	0.031	<b>0.54</b>	1.51	0.60	1.7	<b>11.6</b>	<b>56.0</b>	<b>4.82</b>	<b>41.8</b>	0.23

Nous voyons que les largeurs s'échelonnent entre 53 et 46 cm, c'est encore très étroit.

Les sections trapézoïdales ,p = l/7 :



Fig 6.8

flotteur	L	I	p	V (l)	Cb	SC	Cp	SF	Cf	SM	L/I	L/p	I/p	finesse	HM
<b>SUP race 12'6" flat</b>	3.81	<b>0.63</b>	<b>0.08</b>	<b>90</b>	<b>0.47</b>	0.040	<b>0.59</b>	1.45	0.60	1.6	<b>6.0</b>	<b>48.1</b>	<b>8.00</b>	<b>24.8</b>	0.40
<b>SUP race 14'</b>	4.26	<b>0.61</b>	<b>0.08</b>	<b>90</b>	<b>0.45</b>	0.038	<b>0.56</b>	1.57	0.60	1.7	<b>6.9</b>	<b>55.5</b>	<b>8.00</b>	<b>29.3</b>	0.41
<b>SUP race 17'</b>	5.1	<b>0.57</b>	<b>0.07</b>	<b>90</b>	<b>0.43</b>	0.033	<b>0.53</b>	1.76	0.60	1.9	<b>8.9</b>	<b>71.0</b>	<b>8.00</b>	<b>38.4</b>	0.40
<b>SUP race 19'</b>	5.4	<b>0.55</b>	<b>0.07</b>	<b>90</b>	<b>0.43</b>	0.031	<b>0.54</b>	1.80	0.60	2.0	<b>9.7</b>	<b>77.9</b>	<b>8.00</b>	<b>41.8</b>	0.38

Les largeurs sont tout à fait raisonnables pour une 12'6 » ou une 14' qui a plus de hauteur métacentrique soit plus de stabilité qu'une UL. Avec les bords bien évasés et les pieds au ras de l'eau il y a moyen de s'en sortir. Voir la partie « stabilité » à la fin du chapitre 1. Par contre au niveau surface mouillée c'est plus ça... on va donc essayer de rester dans un compromis entre les valeurs des 2 tableaux ci-dessus.

Comment améliorer la stabilité sans élargir la flottaison et en restant un monocoque?

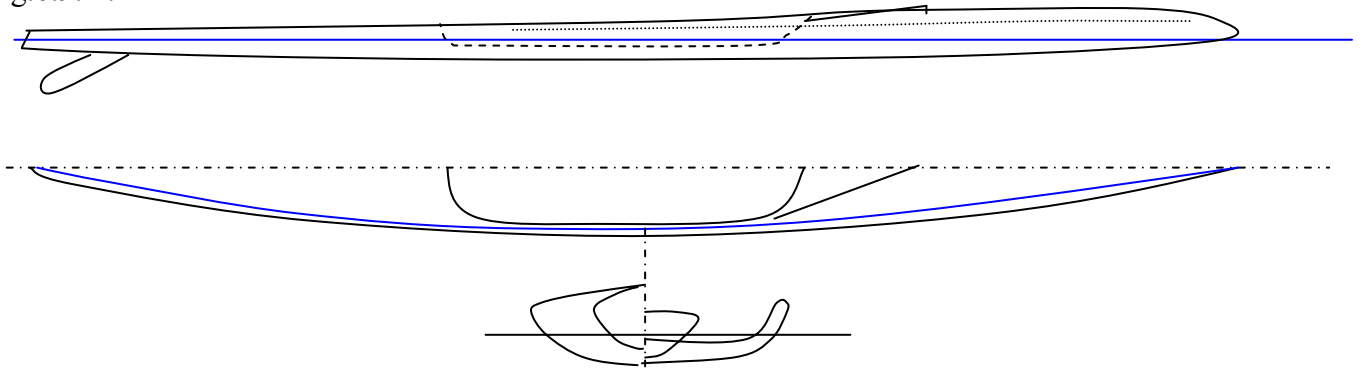
1- en abaissant son centre de gravité. Les pieds peuvent être au niveau ou sous la flottaison.

Adaptation du « bac à fleurs » de chez \*\*\*\* remarquez les bords un peu évasés...

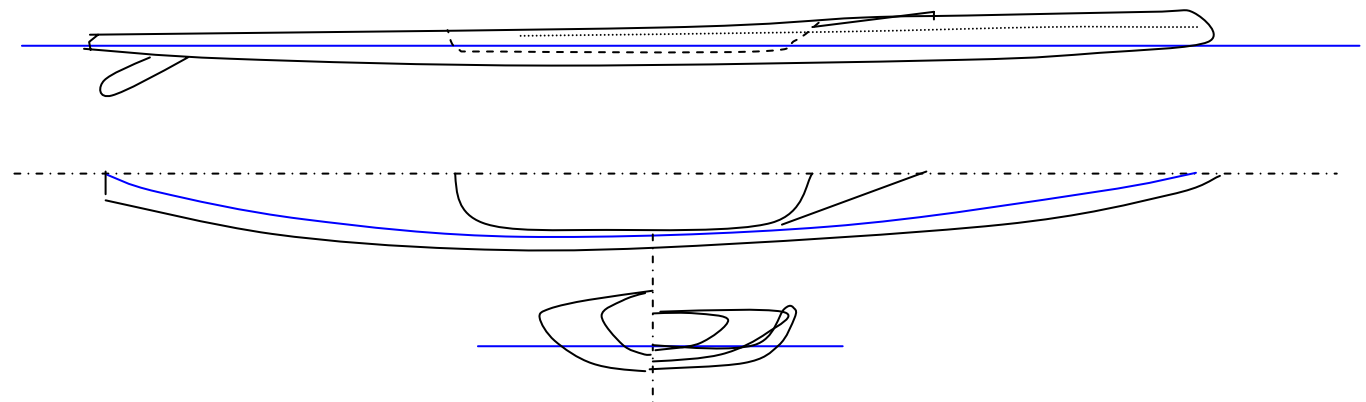
Le problème du pont au ras ou sous la flottaison, c'est l'évacuation de l'eau de la baignoire... avec un « vide-vite » l'eau part bien avec la vitesse mais pas à l'arrêt. De l'eau dans la baignoire serait génératrice de carène liquide donc de perte en stabilité...

Les formes arrières en V profond ont un autre intérêt que la réduction de traînée :on peut mettre un aileron plus petit.

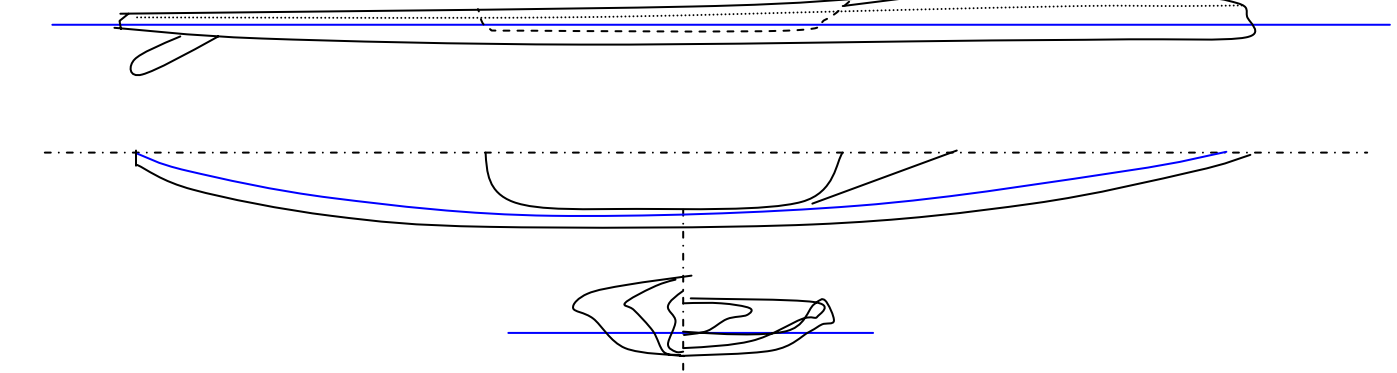
Fig.6.9.1 : 14'



6.9.2 , 12'6 », étrave rasante : un shape presque similaire à celui des planches « open » D2 des 80's



6.9.3 12'6 étrave à bulbe et redans. Mieux si petit clapotis de face.

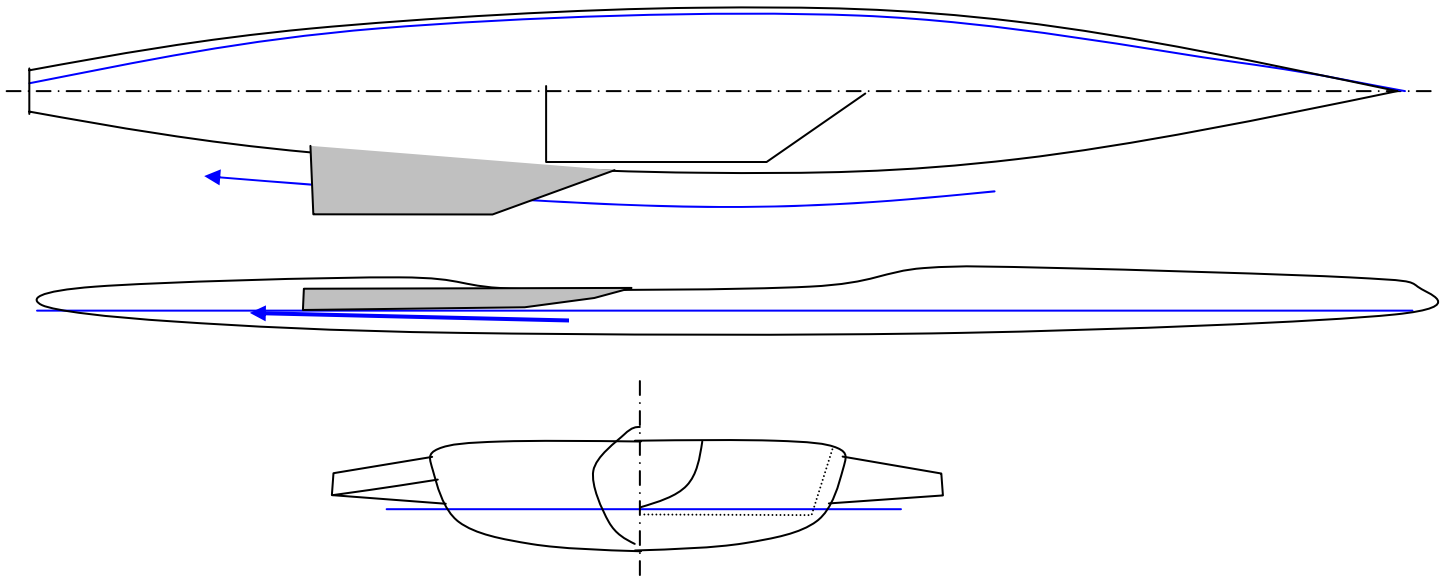


2- En ayant des stabilisateurs.

Je m'explique : voici un SUP d'eau plate étroit avec sa ligne de flottaison. Tant que ce n'est pas trop large, collez lui des patins latéraux. C'est moche, et ça risque de traîner de l'eau, mais si ces patins sont juste au dessus de l'eau et le plus près possible du milieu (la où l'eau va plus vite sans vague), il vont juste glisser dessus, en ne générant presque aucune traînée... en effet si la planche avance à une vitesse de  $F_n=0.4$  et que le patin est 5 ou 6 fois plus court par exemple ; son  $F_n$  sera de 1. on peut donc considérer celui-ci indépendamment de la coque , comme un flotteur de multicoque vu plus haut, comme une carène planante ,même si son but n'est que d'effleurer la surface.

Des qu'on prend un peu de gîte, le patin stabilise la planche, en navigation il ne freine pas.

Fig.6.10



Le tout est de placer ce patin de sorte qu'il ne gêne pas la rame.

Calcul du gain de stabilité avec des patins latéraux de 1 m x 25 cm. Fig.6.11

flotteur	L	I	p	V (l)	HM	I	L patin	I patin	-	I supp	I tot	HM
SUP race 14'	4.26	<b>0.51</b>	<b>0.11</b>	<b>90</b>	0.24	<b>0.0216</b>	<b>1 m</b>	0.0833	<b>0.0104</b>	0.0729	<b>0.0945</b>	1.01 m

Si on considère qu'ils touchent l'eau...

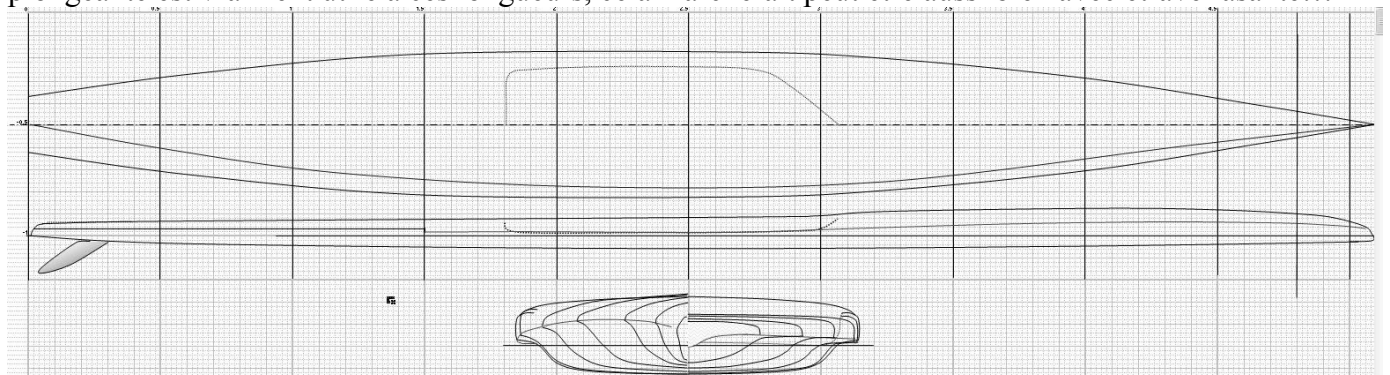
En ajoutant sur un SUP de 50 cm de large, des patins augmentant la largeur à 80 cm sur 1 m de long, on arrive déjà à une hauteur métacentrique de 60 cm, ce qui est plus stable qu'une Naish javelin 14'... Après attention je n'ai pas essayé si ça marche, mais ça veut le coup d'essayer !!! Même sur une carène type kayak... J'ai entendu dire que certains esprits créatifs y avaient déjà pensé... On aura un jour des SUP de course qui ressembleront à un kayak de descente !

Bien sur il y a moyen de faire plus joli que ça... on peut faire des compromis avec des patins plus longs mais moins larges... Ou tout simplement des redans. On en avait déjà parlé chapitres 3 et 4.

Fig.6.12

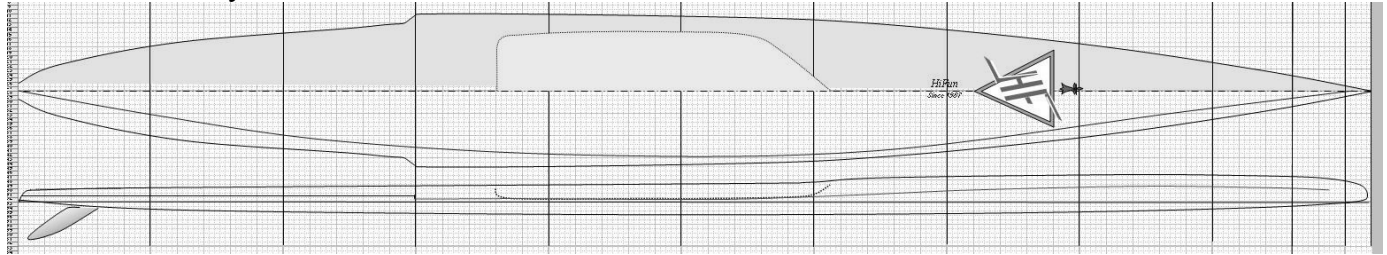
Petite étude sur une 17' . la bête fait 56 cm de large à la flottaison pour 86 l de volume., mais 65 ( soit 25 »1/2) au total. Je pense que plus de largeur gênerait pour la pagaie....

Notez le décrochement dans le redan un peu sur l'arrière du maître couple ; je ne sais pas si l'étrave plongeante est vraiment utile à ces longueurs, cela marcherait peut être aussi bien avec étrave rasante...



En fonction du poids et du goût du rameur, il convient bien sûr d'adapter les cotes. Un tel engin doit être sur-mesure. En longueur comme en largeur et en profondeur.

Version look «kayak de descente »



Les quelques croquis qui sont représentés ici sont juste pour donner une idée de ce qu'on peut faire. Il est bien sûr tout à fait possible d'être pleinement satisfait d'une balade ou d'une course avec un engin standard. Mais sans innovation, le sport n'évoluera pas. Alors architectes, au boulot ! D'aucuns me diront aussi que c'est très cher, course à l'armement, bla, bla, etc... c'est sûr que des engins de course montreront leurs meilleures performances s'ils sont construits dans des matériaux « high-tech ». en attendant, plus économique, il y a aussi le bois dont on fait le carbone, le verre dont on fait la fibre etc. qu'importe le cristal du flacon, pourvu qu'on ait l'ivresse.

### **7- De la conception et la construction amateur des SUP race.**

Nous avons vu dans ce document différents principes qui font qu'une planche de SUP race nous satisfait par sa facilité et les performances qu'elle nous permet d'accomplir, le but du sujet étant avant tout de comprendre **pourquoi** et **comment** ça marche, mais aussi de **choisir** la planche qui va nous aller comme un gant ! le marché du SUP race propose un grand nombre de modèles de différentes sortes, et des modèles vieux de 2 ou 3 ans restent très performants. Par contre si beaucoup de modèles sont très polyvalents, ils sont souvent optimisés pour certains gabarits / conditions et/ou niveaux de pratique, même si le marché se diversifie. j'espère tout particulièrement aux gabarits légers...

Maintenant il existe pas mal de gens qui ont la fibre bricoleuse. Après avoir conçu et dessiné l'engin de leur rêve, il va falloir passer de la planche à dessin à l'atelier pour qu'en sorte l'outil de leur passion. La différence entre monter une cuisine en kit et fabriquer sa planche, c'est que dans le second cas si on « foire », on peut ne s'en vouloir qu'à soi-même.

1-D'abord on définira un cahier des charges en fonction, du programme de navigation (mer, rivière, balade, raid, downwind, course longue distance, beach race...), de son gabarit, de son niveau ; Cela nous amènera à définir les dimensions principales de l'engin (longueur, largeur, volume, outline et rocker général, ) ainsi que : Budget, poids, les matériaux à choisir ou à ne pas choisir.

2. Les matériaux : on a le choix entre :

- 1-Composites : résines époxy ou polyester avec fibres de verre ou carbone ou même lin , sur pain de mousse .
- 2-Composite sandwich creux.
- 3-bois : contre plaqué à bouchains, creux.
- 4-bois moulé, petites lattes, creux.
- 5-Combinaison de différents matériaux.

Chacun des matériaux a ses avantages et inconvénient au niveau du prix, du rapport solidité/rigidité/légèreté/durabilité /fiabilité et sécurité, et aussi des contraintes de limitations dans la conception de l'engin, et de facilité de mise en oeuvre.

3- Ensuite en fonction de cela on concevra sa planche plus en détail, En effet certains types de matériaux et constructions n'autorisent pas toutes les formes de coque.

4- Après il n'y a plus qu'à préparer l'atelier et l'outillage.

## 7.1 Cahier des charges

Nous avons vu dans les précédents chapitres des notions d'hydrostatique, rapportée à la flottabilité d'un SUP race, et quelques notions d'hydrodynamique et de conception des planches en fonction de leur programme, ainsi que des croquis illustrant quelques types de planches. On pourra aussi consulter les rapports d'essais dans SUP guide.fr, attention toutes les dimensions des planches ne sont pas mentionnés, c'est pour se donner une idée.

On va donc d'abord définir le programme d'utilisation et ensuite la longueur ( qui malheureusement peut parfois être limitée par la taille du garage ou le nombre de planches que l'on peut avoir... )

Ensuite vont en découler les conditions d'utilisation (plan d'eau et météo) , et on déterminera la forme générale de la planche.

En fonction de tout cela on déterminera le coefficient bloc, le type d'étrave et d'arrière.

La largeur profondeur immergée, le rocker, seront déterminées en fonction du programme mais aussi en fonction du niveau de pratique, du poids et de la taille de l'utilisateur.

Ensuite selon les préférences on pourra opter pour l'épaisseur, la forme du pont, bref le volume émergé.

**En parallèle, on pourra aussi, essayer différentes planches existantes pour orienter/préciser ses choix : en effet la conception progresse par expérimentation et sélection.** Je ne vais pas énoncer la théorie de l'évolution du SUP race, mais il y en a une ☺. Le tout est de ne pas s'arrêter à un type ou modèle mais comparer et critiquer positivement.

Le détail des formes pourra être remis à l'étape conception, quand on connaîtra les limites de mise en œuvre des matériaux.

Exemple de tableau selon programmes. Attention les solutions sont très variées... le chapitre /croquis qui parle de ces types de planches est mentionné.

Fig.7.1.1

Programme	longueur	Paragraphe avec exemples de concept.	remarques
Beach race	12'6"	5 1-8 /Fig 5.1 – tableau 1-F.1	Rocker chap 1.C – tableau de mesure à suivre selon gabarit
Race All Round (long distance downwind/flat/raid)	12'6"	Fig 4.22	Rocker selon chap 1 C/ Largeur selon table à augmenter si conditions agitées.
	14'	Fig 4.19 ou 4.21	Rocker selon chap 1 C.
	UL 17'	Fig 4.16 ou 4.18	Rocker selon chap 1 C Peaufiner l'étrave sur fig 4.16 selon conditions. Safran, dérive AV en option.
Downwind	12'6"	Chap 4, Fig 4. fig.4.15 , 4.23-4.25	Rocker selon chap 1 C & fig.4.14.1, 4.14.3 ... Plusieurs types d'avant possible. Voir plans 3.3.2
	14'	Fig.4.17	Rocker selon chap 1 C, fig.4.14.3... carène et étrave selon conditions
	UL 17'	Fig.4.16	Safran. Rocker et étrave selon conditions.
Flat water	12'6 »	Chap. 3 / chap 6 Fig.6.9.2	En 12.6 un arrière à petit tableau, fond arrondi, va aussi... plein d'autres solutions. ( étraves chap 3) multicoques prohibés en race.
	14'	Chap.3 / Chap 6, fig 6.9.1	voir solutions alternatives chap3 : étraves, chap.6. stabilisateurs, redans.. multicoques prohibés en race.
	UL 17'	Chap.6 fig.6.9 ou 6.12	voir solutions alternatives chap.6 : multicoques.



Tableaux largeur et tirants d'eaux... pour un niveau confirmé. Rappel :  $C_b = V / (L \times l \times p)$  avec  $v = \text{planche} + \text{rameur} / d$  voir chap.1A. les tableaux ci-dessous sont donc a corriger si  $C_b$  différent : planche tableau large  $C_b = 0.6$ , planche étrave/ tableau moyen,  $C_b = 0.55$ , planche pointue devant –derrière  $C_b = 0.47$  à  $0.52$ ... la table est calculée avec poids planche= 15% poids rameur... a corriger également

### 7.1.2

L	12.6 ft	3.8		SKILL FACTOR ABOUT 2				
Masse Kg		50	60	70	80	90	100	110
SIZE m								
1.50	breadth=	56.0	58.9	61.5	63.9	66.2	68.2	70.2
	depth=	4.9	5.6	6.3	6.9	7.5	8.1	8.6
1.60	breadth=	57.2	60.1	62.8	65.2	67.5	69.7	71.7
	depth=	4.8	5.5	6.1	6.7	7.3	7.9	8.4
1.70	breadth=	58.3	61.3	64.0	66.5	68.8	71.0	73.1
	depth=	4.7	5.4	6.0	6.6	7.2	7.7	8.3
1.80	breadth=	59.4	62.4	65.2	67.7	70.1	72.3	74.4
	depth=	4.6	5.3	5.9	6.5	7.1	7.6	8.1
1.90	breadth=	60.4	63.5	66.3	68.9	71.3	73.6	75.7
	depth=	4.6	5.2	5.8	6.4	6.9	7.5	8.0
2.00	breadth=	61.4	64.6	67.4	70.0	72.5	74.8	77.0
	depth=	4.5	5.1	5.7	6.3	6.8	7.4	7.9
2.10	breadth=	62.4	65.6	68.5	71.2	73.6	76.0	78.2
	depth=	4.4	5.0	5.6	6.2	6.7	7.2	7.7

*Pour les débutants ou DW : rajouter 20 cm à votre taille, pour les experts ou eau plate: enlevez 20 cm.*

*Pour les conditions agitées : prenez pour 10 kg de plus... Profondeurs calculée pour une planche allround,  $C_b = 0.55$*

### 7.1.3

L	14 ft	4.26		SKILL FACTOR ABOUT 2					
Masse Kg		50	60	70	80	90	100	110	120
SIZE m									
1.50	breadth=	53.9	56.7	59.2	61.5	63.7	65.7	67.6	69.4
	depth=	4.5	5.2	5.8	6.4	6.9	7.5	8.0	8.5
1.60	breadth=	55.1	57.9	60.4	62.8	65.0	67.1	69.0	70.8
	depth=	4.5	5.1	5.7	6.3	6.8	7.3	7.8	8.3
1.70	breadth=	56.1	59.0	61.6	64.0	66.3	68.4	70.3	72.2
	depth=	4.4	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2	7.7	8.2
1.80	breadth=	57.2	60.1	62.7	65.2	67.5	69.6	71.6	73.5
	depth=	4.3	4.9	5.5	6.0	6.5	7.1	7.5	8.0
1.90	breadth=	58.2	61.1	63.8	66.3	68.7	70.8	72.9	74.8
	depth=	4.2	4.8	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.9
2.00	breadth=	59.1	62.1	64.9	67.4	69.8	72.0	74.1	76.1
	depth=	4.2	4.7	5.3	5.8	6.3	6.8	7.3	7.7
2.10	breadth=	60.1	63.1	65.9	68.5	70.9	73.1	75.3	77.3
	depth=	4.1	4.7	5.2	5.7	6.2	6.7	7.2	7.6

*Profondeurs pour  $C_b = 0.55$*

L	17'	5.15		SKILL FACTOR ABOUT 2			Cb=0.5		
Masse Kg		50	60	70	80	90	100	110	120
SIZE m									
1.50	breadth=	52.9	55.6	58.1	60.4	62.5	64.5	66.3	68.1
	depth=	4.2	4.8	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	7.9
1.60	breadth=	54.0	56.8	59.3	61.6	63.8	65.8	67.7	69.5
	depth=	4.1	4.7	5.3	5.8	6.3	6.8	7.3	7.7
1.70	breadth=	55.1	57.9	60.5	62.8	65.0	67.1	69.0	70.9
	depth=	4.1	4.6	5.2	5.7	6.2	6.7	7.1	7.6
1.80	breadth=	56.1	59.0	61.6	64.0	66.2	68.3	70.3	72.2
	depth=	4.0	4.5	5.1	5.6	6.1	6.5	7.0	7.4
1.90	breadth=	57.1	60.0	62.6	65.1	67.4	69.5	71.5	73.4
	depth=	3.9	4.5	5.0	5.5	6.0	6.4	6.9	7.3
2.00	breadth=	58.0	61.0	63.7	66.2	68.5	70.7	72.7	74.6
	depth=								

	depth=	3.8	4.4	4.9	5.4	5.9	6.3	6.8	7.2
2.10	breadth=	58.9	61.9	64.7	67.2	69.6	71.8	73.9	75.8
	depth=	3.8	4.3	4.8	5.3	5.8	6.2	6.7	7.1

### Exemple de cahier des charges

, Je veux faire de la longue distance en course ou en loisir, le plan d'eau peut être assez agité et si tout va bien les parcours auront les 2/3 de downwind... mais un peu de « flat » ou travers. Je fais **1,80 m pour 72 kg** et j'ai de l'expérience, Que choisirais-je ?

**Longueur : 14'**, en effet la plupart des courses LD sont en 14'. De plus c'est quand même plus facile sur une longue distance. Je pourrais me renseigner pour une UL... ? dans ce cas je prendrais une planche du style de la fig. 4.18, pointue ! en effet 2/3 de downwind signifie 1/3 de non-downwind soit plus de la moitié du temps de parcours ! Après je pourrais trouver un compromis entre 4.16 et 4.18.

Mais les courses en France sont en 14, donc voyons plutôt dans les 14'

La je me pencherais sur le croquis de la fig.4.21. si j'étais lourd je regarderais le modèle type « Puma » en 4.19 mais non : trop de surface mouillée !

Il me faut un engin assez stable dans le clapot, donc je vais prendre dans la table à 1,80 m pour 80 kg, cela me fait : 65 cm de large soit 25''3/4 à la flottaison ..., des bords évasés me donneront de la stabilité secondaire, la planche fera presque 27 1/2'' de large au total, soit 70 cm environ... par contre le fond ne fera que 60 cm de large, exactement ce que je veux.

La table me donne 6 cm de rocker moyen... enfin, d'immersion. Je veux un engin rapide sur le plat ou dans le clapot mais tolérant, et qui marche aussi en downwind.

Je vais donc mettre un rocker AR de DW plus tendu et prévoir une étrave au ras de l'eau devant.

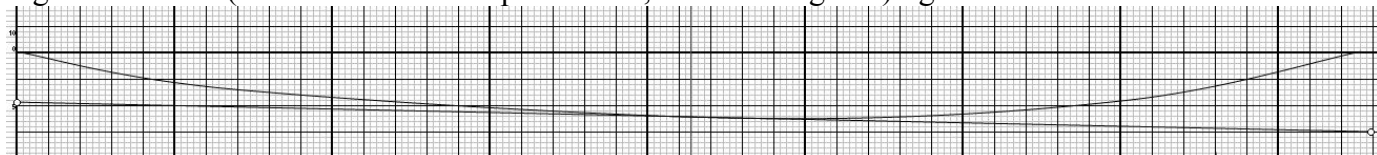
Va pour 4.8 cm de rocker AR, 7.4 cm de rocker avant et un point le plus profond à 2.3 m de l'arrière. En m'avancant, l'étrave sera dans l'eau et l'arrière au ras. Ce rocker est calculé pour un Cb de 0.55...

*!!! Attention si le Cb= 0.5 j'aurai besoin de 6.5 cm.. ça va tolérer vu que je calcule pour 80 kg avec poids SUP= 15 pct rameur soit 12 kg. J'ai du rab pour l'équipement ou si ma planche est plus lourde !!! Mais ce type de board a bien 0.55 de Cb, j'ai calculé ☺. ... bref si vous avez peur du surenfoncement prévoyez des kilos en trop, ou maigrissez !!!*

5 cm de rocker sur 2.13 m ça me fait R courbure AR moyen =  $2.13^2/0.048 = 95$  m

Avec un kick tail, je me mets à -1.8 cm à 1.5 m du milieu, cela ira bien, ensuite je fais du progressif à 2 mm/50cm puis j'augmente devant pour réduire mon rayon de courbure... on vérifiera ça. L'essentiel c'est que la board soit « dans ses lignes »

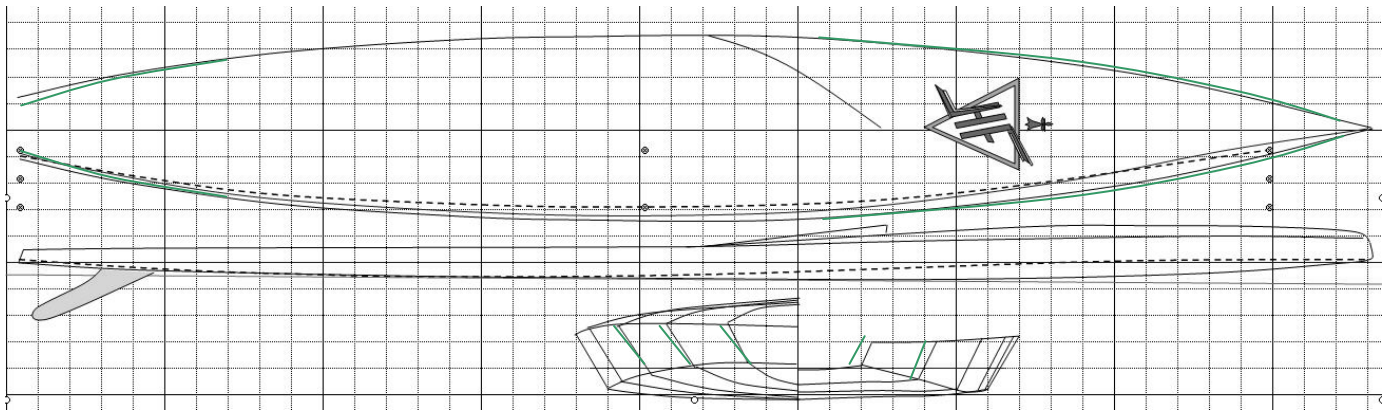
Fig 7.1.4. rocker ( 1 carreau=5 mm en profondeur, 2 cm en longueur) ligne zéro= flottaison.



J'ai choisi 20 cm au tableau arrière- au pont- cela fera 16 au fond- et un maître- bau au milieu, pour rester stable quand je m'avance... la planche ne traînera pas d'eau sur le flat, avec un peu d'arrondi à la carène derrière !.. et je voudrais un peu plus de portance devant pour le DW donc j'évase l'étrave.

Voilà pour la forme générale. Pour le pont j'ai le choix entre pont plat ou creusé. J'ai encore le temps pour cela. On aura un pont bombé devant. Et dans les 11 cm d'épaisseur au milieu.

Après avoir vérifié les cotes et modifié un peu le croquis fig 4.21 , voici (modifs en vert):



Cela ne reste qu'une ébauche avec l'arête des rails en bouchains vifs... on peut faire la même chose sur du papier millimétrique ( coller 2 feuilles bout a bout pour une échelle 1/10)

### 7.2 Reste à savoir en quels matériaux je vais construire ma planche.

- **7.2.1 -Composites : Epoxy ou polyester avec fibres de verre ou carbone ou même lin , sur pain de mousse .**

Cela consiste à tailler « shaper » la planche dans un pain de mousse et ensuite renforcer le tout avec une enveloppe en matériaux composites. C'est pour les planches de surf ou SUP la méthode standard de construction amateur ou artisanale, ou même en petite série. Dans ce cas les pains sont shapés à la machine.

- **Prix** : cela dépend de la qualité de fibre, résine et du pain de mousse. En utilisant du matériau standard, polystyrène/verre/époxy le prix reste modéré. Le pain de polyuréthane, si on veut travailler avec du polyester, est plus cher. Le carbone est aussi plus cher.
- **Solidité et poids**: les pains de faible densité demandent une stratification plus épaisse ou solide, avec un pain assez rigide et du carbone, éventuellement des renforts sandwich PVC ou des inclusions de raidisseurs ou renforts en bois, on peut faire **solide rigide et léger** . la stratification sous vide apporte un plus. La résistance aux impacts dépend beaucoup du matériau.
- Il faut noter que les planches longues et/ou de faible épaisseur ( beach race exigent une bonne rigidité surtout vers le milieu : les raidisseurs en bois ou carbone ont leur utilité dans ce cas.
- **Durabilité et fiabilité** : bonne si la stratification a été bien faite et des renforts posés au bons endroits, et une bonne résine, certaines sont traitées anti-UV, Attention aux risques de surchauffe du carbone au soleil. Les planches sont insubmersibles en cas d'impact perforant, mais attention aux pains en polystyrène de qualité standard qui peuvent prendre l'eau.
- **limitations dans la conception** : il n'y en a pratiquement pas excepté les angles très vifs qui demandent plus d'attention. On peut faire toute les formes, même si les concaves profonds ( par ex. pont creusé) ou redans sont assez compliqués à shaper avec précision. **De plus ce genre de construction permet de modifier la forme assez facilement en cours d'ouvrage... tout au moins si on souhaite retirer de la matière ou modifier le rocker par flexion du pain de mousse...** ! Il faut noter que les planches longues et de faible épaisseur exigent une bonne rigidité surtout vers le milieu : les raidisseurs en bois ou carbone ont leur utilité dans ce cas.
- **Mise en œuvre** : avec découpe au fil chaud ( si polystyrène) pour le rocker, et ensuite scie, rabot électrique, surform, cales à poncer pour le shape du pain ( possible aussi de commander son pain pré-découpé), cutters, ciseaux, raclette et balance pour la résine, et un garage assez grand et bien éclairé l'outillage nécessaire reste assez limité. Les qualités requises, à part de la patience et un peu de rigueur, sont accessibles à tous. Pour la stratification il faut prévoir de chauffer et éventuellement sécher le local, surtout pour l'époxy en hiver. La mise en œuvre devient plus complexe pour la stratification sous vide, et/ou avec sandwich ou placage bois.

- A noter que le pain de polystyrène (expansé ou extrudé) ne supporte pas la résine polyester : il fond.
- Le polystyrène extrudé demande une construction partiellement creuse si on veut faire léger. Je ne m'attarderai pas plus sur ce sujet, car il a été traité de nombreuses fois dans des forums et revues sur la construction des planches de surf, de SUP et planches à voile, et est donc accessible en long et en large au grand public... c'est le meilleur compromis
- **7.2.2-Composite sandwich creux.**
- **Prix** : assez à très cher, selon le matériau utilisé : mousse rigide Airex, balsa, nid d'abeille...
- **Solidité, rigidité, légèreté** : en général excellent. Les planches creuses en sandwich sont les plus rigides et légères sur le marché.
- **Durabilité** : dépend de la qualité des matériaux, **fiabilité** : si le matériau résiste bien à l'impact ça va, sinon il y a danger d'invasion. Ces planches nécessitent une valve de décompression.
- **Mise en œuvre** : très compliqué : nécessite moules ou gabarits provisoires, augmentant le prix et rendant fastidieuse la construction de modèles à l'unité.
- **Limitation de conception** : cela dépend du matériau de sandwich utilisé.
  
- **7.2.3 -Bois : contre plaqué à bouchains, creux.**
- Cela consiste à assembler entre eux des panneaux de contre-plaqué, et de les renforcer par une structure interne, ainsi qu'éventuellement par du composite époxy. Un flotteur construit selon cette méthode est donc une coque à formes développables.
- **Prix** : cela dépend beaucoup de la qualité du contre plaqué, un CP ordinaire est très bon marché, un CP « marine » ou « aviation beaucoup plus coûteux, à quoi il faut ajouter la structure et la résine et fibre. Le budget peut donc varier de 350 à 1000 euros...
- **Solidité, poids** : dépend aussi du matériau utilisé. un contreplaqué « aviation » 2 mm, enduit d'époxy et renforcé localement par de la fibre de verre et une structure interne légère permettrait de respecter un devis de poids honnête. Un CP « marine » est durable et solide mais lourd et difficile à trouver en petites épaisseurs, il existe des CP faits avec des essences de bois légers ( ayous, balsa, red cedar...), plus difficiles à trouver. Les matériaux meilleurs marchés (CP ordinaire 3 mm Okoumé) imposent un poids relativement élevé, mais offrent une résistance aux impacts correcte et une excellente rigidité. La résistance aux infiltrations, poinçonnements et rayures est toutefois grandement améliorée par une imprégnation époxy et l'ajout d'un léger tissu de verre sur la carène, et plus conséquent sous les pieds.  
Bref à part avec des essences légères et chères, difficile de faire moins de 12-13 kg pour une 12'6 »
- **Durabilité et fiabilité** : les qualités «marine » offrent une excellente durabilité, les qualités ordinaires, si bien imprégnées d'époxy, sont suffisamment durables si on s'assure que l'intérieur de la planche reste sec. Les assemblages par joints congés époxy et bande de fibre sont très solides, l'ajout d'une structure interne sous les pieds garantit une bonne solidité... Le risque majeur (mais très improbable) en mer est une entrée d'eau par rupture ou poinçonnement.
- **limitations dans la conception** : le contreplaqué impose l'emploi de surfaces développables. Selon la souplesse du matériau, le cintrage ou vrillage de panneaux est plus ou moins difficile. Les V et concaves sont possibles dans certaines limites, les formes arrondies beaucoup plus difficiles à réussir, ou exigent des découpes complexes. De plus les rails devront être à angle plus ou moins vifs. Par contre certains paramètres (rocker, largeur, V) sont encore ajustables à certains stades de la construction, en fonction de la méthode utilisée.
- **Mise en œuvre** : Il existe plusieurs méthodes de mise en oeuvre... voir des sites de construction . le l'assemblage en cousu/collé ou sur structure sont deux approches différentes, avec un local spacieux, un support plan et un outillage limité ( scie, rabot, perceuse, ponceuse), un peu de méthode et de patience c'est accessible à tous. Après l'assemblage des panneaux (fournis en longueur de 2,50 ou 3,10 m) Le tracé et découpe des panneaux ainsi que le réglage de symétrie et vrillage est l'étape la plus délicate pour le cousu/collé, l'équerrage du squelette interne pour la méthode d'assemblage sur structure.

Des logiciels de tracé de panneaux de surfaces développables sont accessibles sur le web ( freeship, etc... )...

**En conclusion** si on n'est pas trop regardant sur le poids, ce genre de construction est un excellent compromis. Et une planche en bois est un bel objet.

### **7.2.3 Bois, en forme : bois moulé, petites lattes**

- Cela consiste ou à assembler des lattes de bois parallèles , collées entre elles, avec une structure interne, ou à assembler sur moule ou mannequin plusieurs plis de bois collés les uns sur les autres dans des sens différents.
- **Prix** : assez cher, mais étant donné la beauté que peut avoir un tel ouvrage, ça se vaut
- **Solidité, poids**: assez solide mais à moins d'utiliser des lattes très fines, lourd.
- **Durabilité et fiabilité** : Avec une stratification époxy, très fiable.
- 
- **limitations dans la conception** : les étraves ou arrières arrondies posent des problèmes de cintrage. Pour le bois moulé, les rails sont à assembler comme des bouchains vifs.
- **Mise en œuvre** : assez complexe, demande de faire une structure précise, demande un plan de travail bien de niveau, des assemblages très précis.
- **En conclusion** : en fonction de l'essence utilisée et de la qualité de construction., un bel objet qui méritera l'admiration tant sur l'eau que dans un salon. Plus adapté à la balade ou l'eau plate vu le poids .

### **7.2.3 Combinaison de différents matériaux**

- Rien ne nous empêche de faire le fond et le pont en contreplaqué et les rails en petites lattes, ou la carène en mousse et le pont en bois etc... l'époxy s'adapte à tout.

## **7.3 l'étape « design »**

Après avoir défini un cahier des charges et décidé des dimensions principales de notre planche, on va approfondir les détails.

Nous avons vu plus haut dans le document différents types de matériau et leurs limitations.

**7.3.1**->Si je décide de construire ma planche en composite sur **pain de mousse**, j'ai peu de restriction dans les formes : après avoir taillé l'outline, le rocker et le profil dans le pain de mousse, je pourrai donner la forme que je souhaite à la carène. Voir les nombreux exemples de plans de forme dans ce document. Il est également possible d'opérer « à l'œil », c'est ce que la plupart des shapers font.

En général une fois l'outline tracé et coupé, le fond est obtenu par sciage ou rabattage au rabot. Si l'axe de la planche est matérialisé, il y a peu de chance d'erreurs.

Certaines opérations plus complexes comme les rails surélevés peuvent être contournées en recollant de la mousse sur les côtés...

Bref après avoir pensé ces quelques détails, faites chauffer le rabot et les cales à poncer.

**7.3.2**->Si j'opte pour des formes à **surfaces développables**, cela devient plus compliqué. Il va falloir que j'observe 2 ou 3 règles :

Règle 1

- le cintrage ne peut se faire que dans 1 sens, il doit toujours y avoir 1 ligne droite partout sur une forme développable, exemple : si le fond est arrondi, on doit avoir des ligne droite appelées génératrices, pas forcément dans l'axe de la planche.
- De même si on veut faire des rails arrondis (dans les limites de cintrage du matériau) il ne peut y avoir de courbure longitudinale, exemple : un arrière arrondi veut dire pas de kick tail au milieu...
- Il est donc bien plus aisé de réaliser des fonds plats ou en V, et des rails verticaux ou évasés.

Règle 2 : un panneau cintré en contrainte provoque souvent l'effet opposé plus loin : si on donne de l'arrondi devant, on aura du concave plus en arrière....

Règle 3 : une variation même infime de l'angle entre le fond et les côtés fera varier le rocker de manière significative: en partant d'un fond plat et de bords verticaux, si on évase les bords le rocker augmente. Si on évase plus devant, le rocker avant augmente plus.... etc.

Exemple : formes avant V/arrondi

En rouge la projection (approximative) de la découpe des panneaux... voir les découpes des « pinces » pour le V et le pont en dôme.

En vert pointillé des lignes génératrice pour arrondis.

La forme des panneaux est obtenue par projection polaire... géométrie pas si simple !

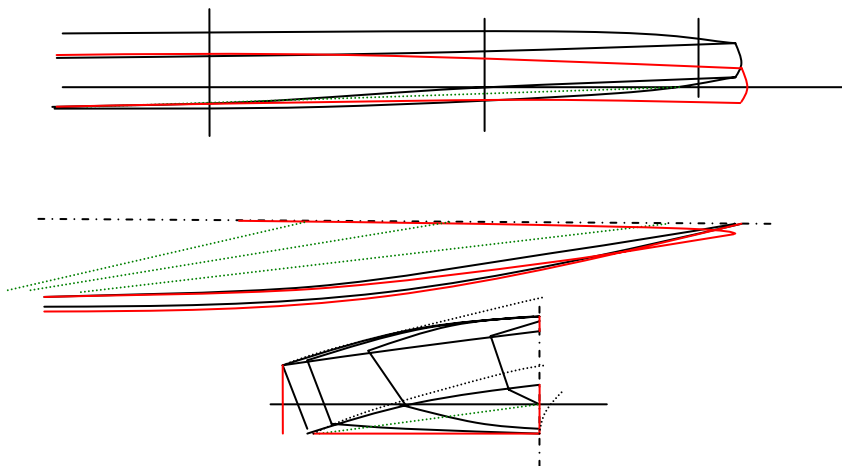
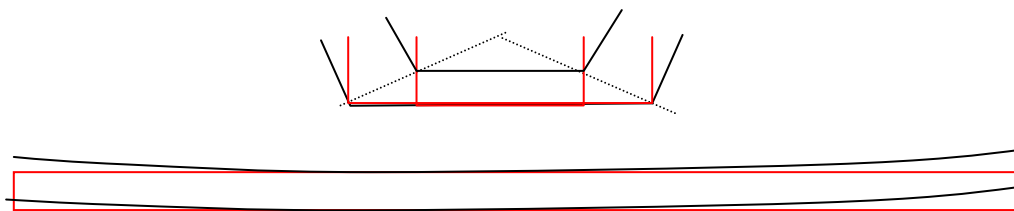
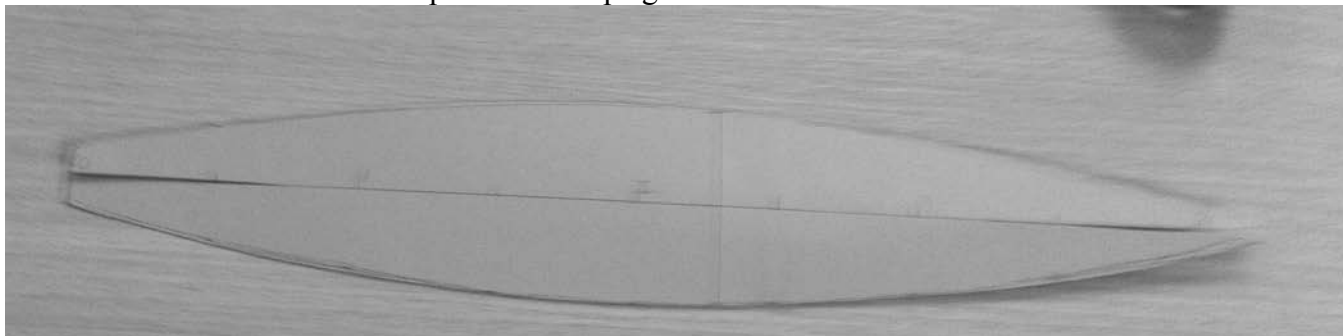


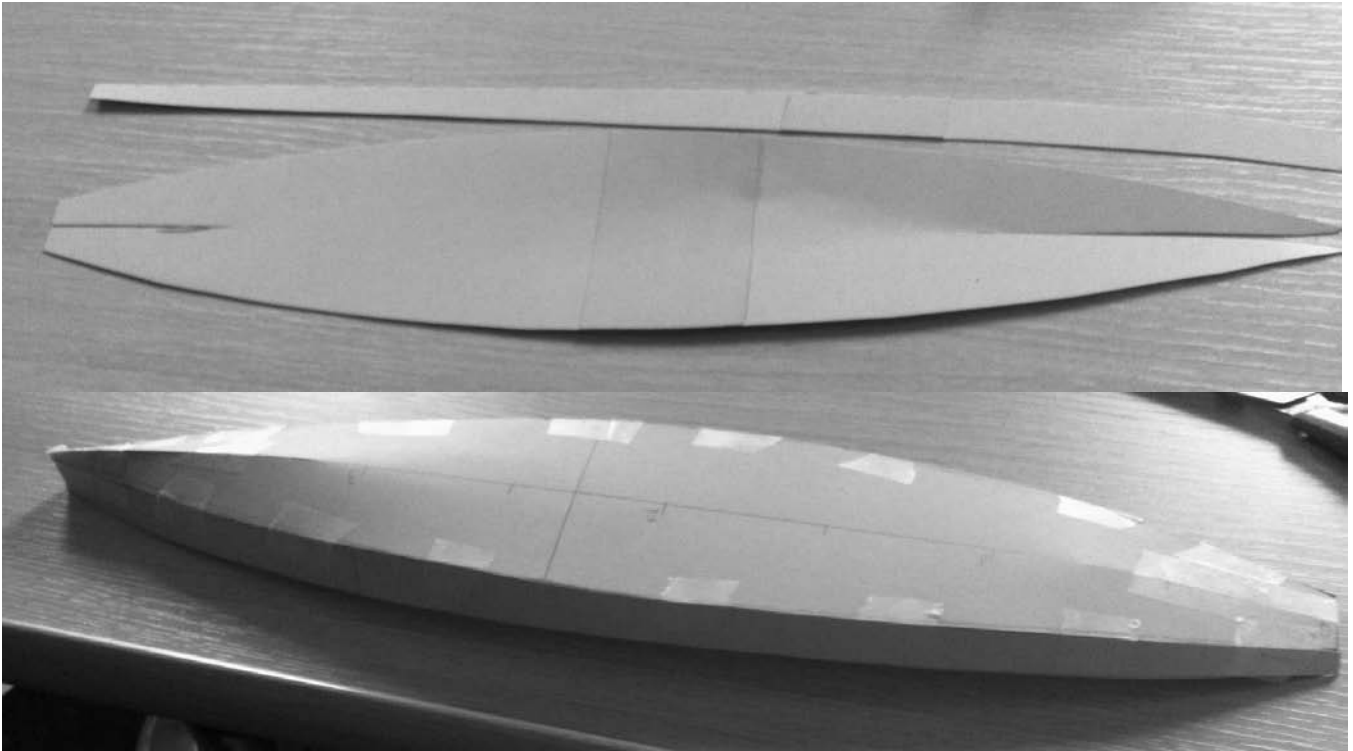
Fig.7.3.1 : variation du rocker avec évasement des bords dans le cas d'un fond plat et bords rectilignes : en rouge bords verticaux, en noirs bords évasés...



On comprend aisément qu'en « vrillant » les bords de vertical à évasé on peut faire jouer le rocker de façon très variable, alors si le fond est en V ou en formes avec des bords pas droits, le tracé devient très compliqué... Chercher sur internet, à « coques en surfaces développables »

Si on n'a pas de logiciel de tracé et même si on en a un, mieux vaut procéder par approximation. Par exemple en découpant un modèle à l'échelle 1/10 ou, mieux, 1/5 dans du papier bristol ou du carton.... On aura tout intérêt à faire de même pour la découpe grandeur nature !





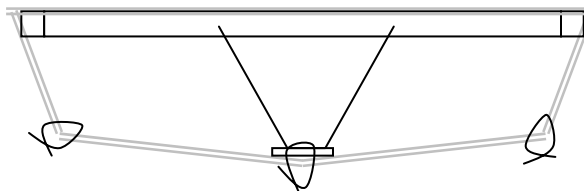
L'exemple ci-dessus avec des bords évasés et beaucoup de rocker. Si on appuie, le rocker diminue et les bords se rapprochent côté pont. Avec le V arrière, on créera un léger concave juste devant... bizarre les surfaces développables ! Noter qu'ici c'est un peu exagéré.

Le fond peut être en un seul morceau avec une pince devant pour le V et avec ou sans pince derrière, selon qu'on veuille du V derrière avec du kick tail ou pas. Ces pinces doivent être bien symétriques et quand on les resserre on obtiendra la forme du fond. Il sera possible de faire plusieurs pinces latérales si on veut des arrondis progressifs dans du rocker. La aussi possible de procéder par approximation. De bons repères sont nécessaires.

Bref il y a vraiment moyen de tout faire ou presque. Les bouchains pourront être adoucis si l'assemblage interne est assez robuste et renforcé de fibre de verre.

Ne pas oublier qu'il y a 2 méthodes pour assembler une coque à surface développable :

- 1- le cousu collé : on découpe les panneaux, on « coud » les pinces et/ou les bordés avec du fil de cuivre ( ou de nylon etc), on règle le tout ( bien à plat)... ensuite assemble au joint congé( = résine époxy chargée de poudre de bois) plus fibre.. en général on commence par le fond et les côtés, ensuite le pont est posé sur une structure rapportée.



Cette méthode exige des découpes préalables bien précises pour éviter tout vrillage, et un support bien plan pour un assemblage symétrique et le rocker désiré. La structure peut être très minimale.

2. l'assemblage sur squelette : on découpe des couples et une âme centrale (ajourées pour pas peser trop lourd), on fixe le fond dessus avec des tasseaux aux bouchains, ensuite le pont de même et pour finir les bordés... Cette méthode, si la structure est bien droite, simplifie la découpe des surfaces développables : le tracé peut être « dégrossi » puis la panneau re-découpé sur place.

On peut contourner le problème en faisant un squelette provisoire pour obtenir le tracé des rails avec le rocker qu'on souhaite, et ensuite on revient à l'assemblage en cousu-collé...

Tapez « race SUP en bois » dans [forumdefup.com](http://forumdefup.com) si vous voulez en savoir plus.

Ce n'est pas un guide de construction. Je vais donc laisser au bricoleur l'initiative.

Bon shape !

- Voilà, sur ces bases à chacun(e) d'imaginer son SUP race idéal, en fonction de la longueur, du programme choisi (polyvalent ou pas), de son gabarit... et du plaisir qu'il ou elle souhaite en tirer !

Allez, bonne rame et bonne glisse !

Pierrot