

Luc Valade nous fait part d'un document qu'il utilisait dans la cadre des cours du C1, qu'il dispensait pour préparer au monitorat, au Comité Départemental de Voile 87.

Ce document, mis en page par Gilles Faugeras (moniteur de voile) intéressera bon nombre de vauriennistes.

C1

I.	Modification de la direction et de la force du vent	2
1.	Prise en compte du vent apparent :	2
2.	La risée au près :	2
3.	La risée au largue :	3
4.	Le vent apparent définitif :	4
II.	Aérodynamisme :	5
III.	Équilibre d'un bateau sous voile en mouvement uniforme :	6
1.	La résultante aérodynamique et hydrodynamique :	6
2.	La trace du bateau sur l'eau :	7
3.	L'assiette latérale du bateau :	8
4.	L'assiette longitudinale du bateau :	9
IV.	Les facteurs influents sur la vitesse :	10
1.	Notion d'ouverture du plan de voilure :	10
2.	Assiette :	10
3.	Les allures :	10
4.	Le creux et la forme de la voile :	10
5.	Etat de surface de la coque :	11
6.	Le fardage :	11
7.	Etat de surface de la voile :	11
8.	Les courants :	11
9.	La force du vent :	11
10.	L'état de la mer :	11
11.	Le moment d'inertie :	11
12.	La conception de la coque :	11
13.	Les coups de barres :	11
14.	Navigation en déplacement, navigation en hydroplanage :	11
V.	Notion de vitesse limite :	12
VI.	Mécanique du mât :	12
1.	Les 3 types de mâts :	12
2.	La bôme :	12
3.	Les réglages du mât :	13
4.	Étarquage de la grand-voile :	13
5.	Barre d'écoute :	13
VII.	Bateau ardent – bateau mou :	13
VIII.	Effet évolutif des voiles :	14
IX.	Effet de fente foc- grand voile :	15

Qu'est-ce que le C1? Ensemble de connaissances théoriques autour de la pratique et de l'encadrement de la voile.

A quoi sert le C1? Etape préliminaire obligatoire pour la formation de moniteur de voile. A2C1 → B1 → D1 → diplôme validé. La formation se termine par une évaluation déterminante pour l'obtention de chacun des niveaux A2 et C1.

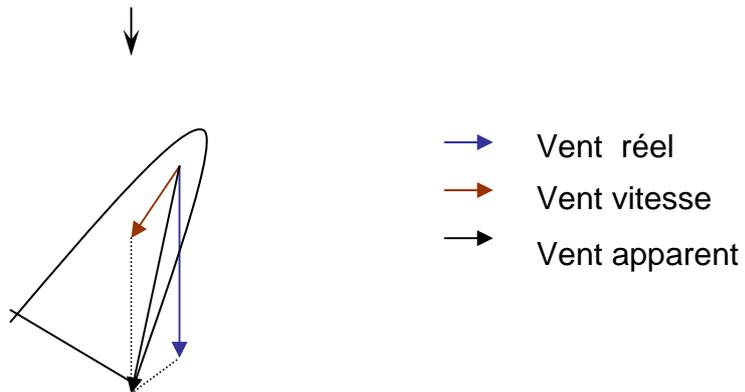
→ Possibilité de revoir la rose des vents

I. Modification de la direction et de la force du vent

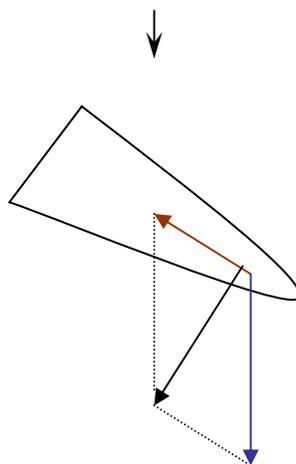
1. Prise en compte du vent apparent :

Le vent apparent est la composante du vent réel et du vent vitesse. On navigue au vent apparent, il est plus pointu que le vent réel.

Exemple : - au près :



- au large :



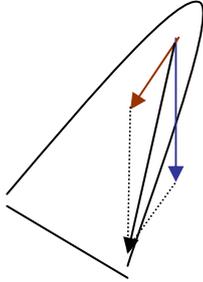
Quand le vent réel est assez fort, on a tendance à régler sa voile comme au travers ; d'autant plus que le support est rapide (catamaran, planche à voile).

2. La risée au près :

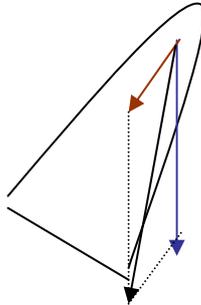
On détaille ici les différentes modifications que provoque une risée au près ainsi que les actions à mener selon les étapes de passage de la risée.



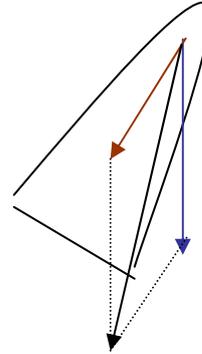
Étape 1 : avant la risée



Étape 2 : la risée arrive



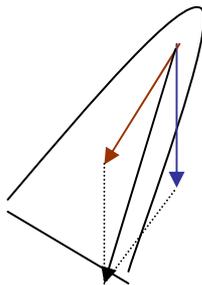
Étape 3 : dans la risée



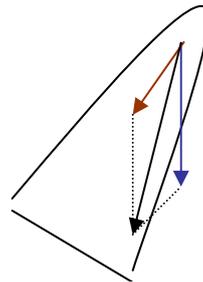
VR ↑, VV≡, VA se rapproche de VR, VA adonne, on lofe

VR ≡, VV↑, VA s'écarte de VR, VA refuse, on abat

Étape 4 : fin de risée



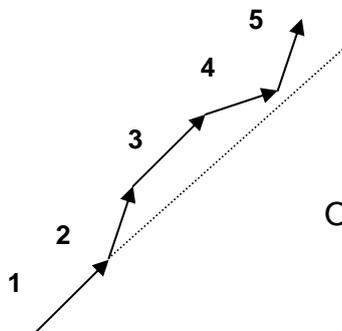
Étape 5 : la risée est finie



VR ↓, VV≡, VA s'écarte de VR, VA refuse, on abat

VR ≡, VV↓, VA se rapproche de VR, VA adonne, on lofe

La trajectoire au près lors du passage d'une risée est donc le suivant :

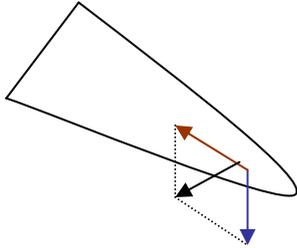


On gagne donc en cap.

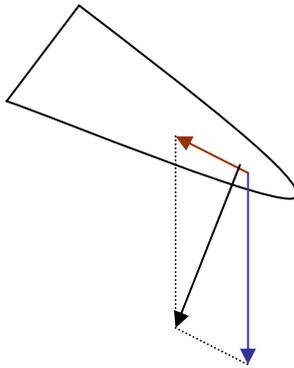
3. La risée au large :



Étape 1 : avant la risée

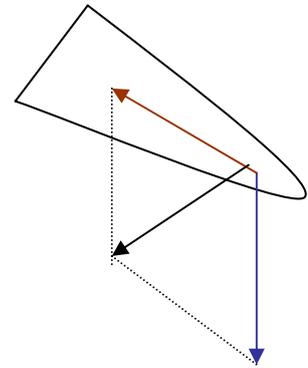


Étape 2 : la risée arrive



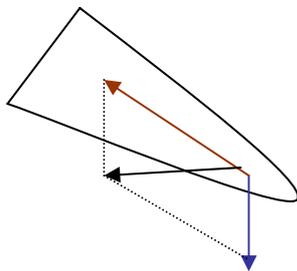
VR ↑, VV≡, VA se rapproche de VR, VA adonne, on lofe ou on peut choquer.

Étape 3 : dans la risée



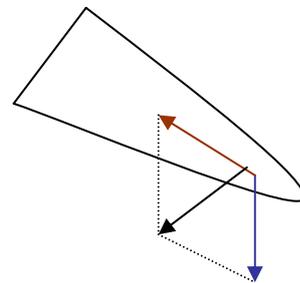
VR ≡, VV↑, VA s'écarte de VR, VA refuse, on abat ou on peut border.

Étape 4 : en fin de risée



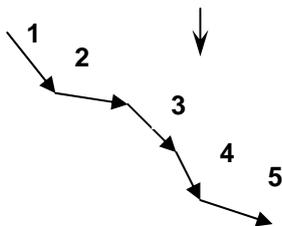
VR ↓, VV≡, VA s'écarte de VR, VA refuse, on abat on peut border

Étape 5 : la risée est finie



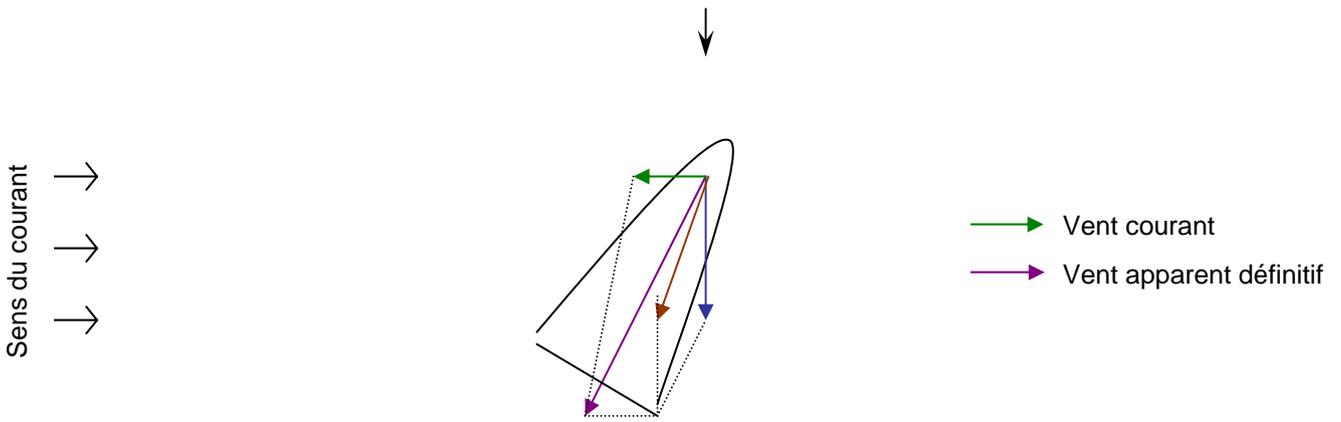
VR ≡, VV↓, VA se rapproche de VR, VA adonne, on lofe ou on peut choquer

La trajectoire au large lors du passage d'une risée est donc le suivant :

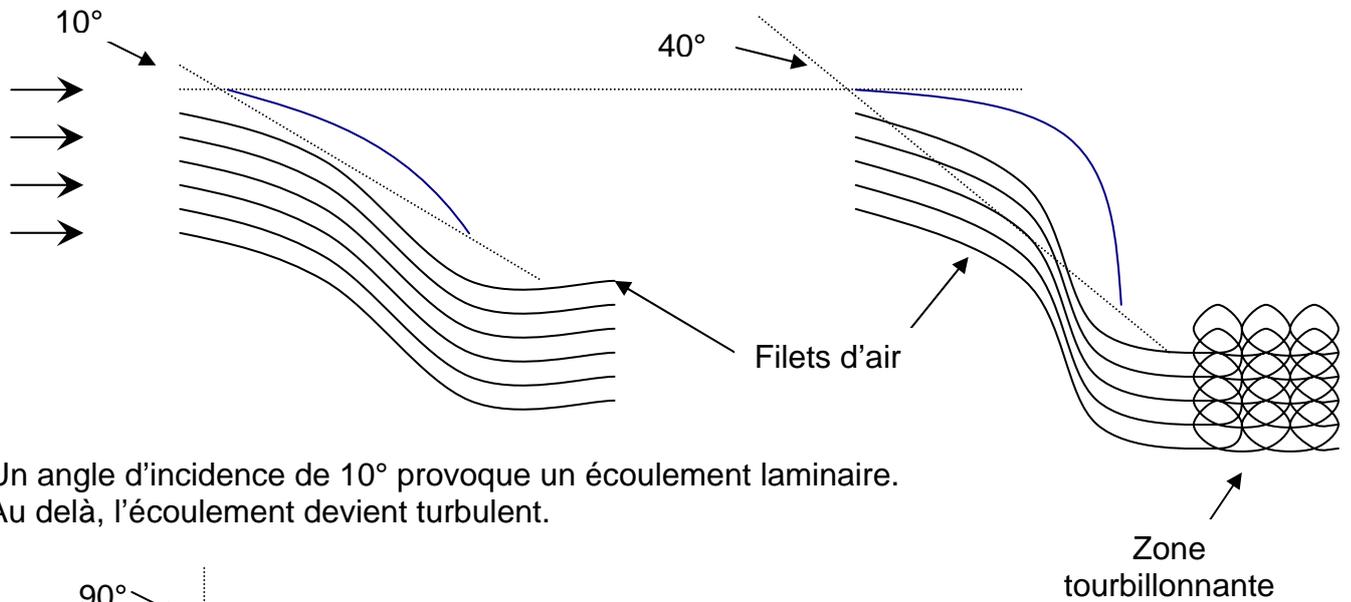


4. Le vent apparent définitif :

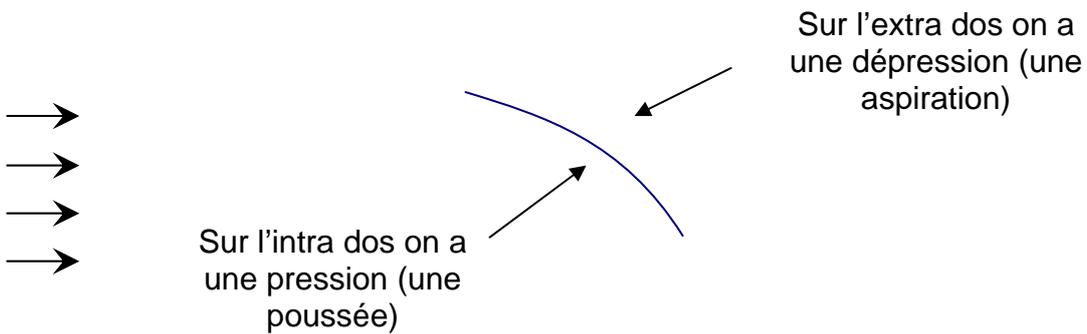
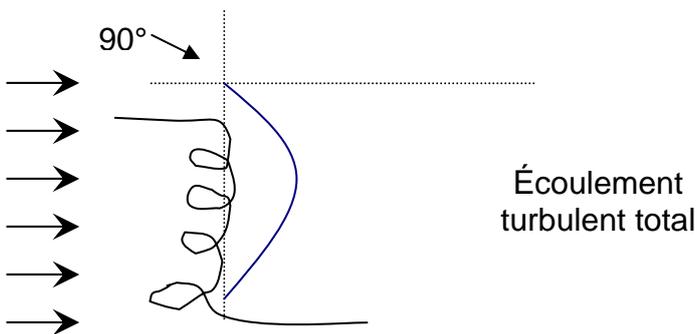
Le vent apparent définitif tient compte du courant.

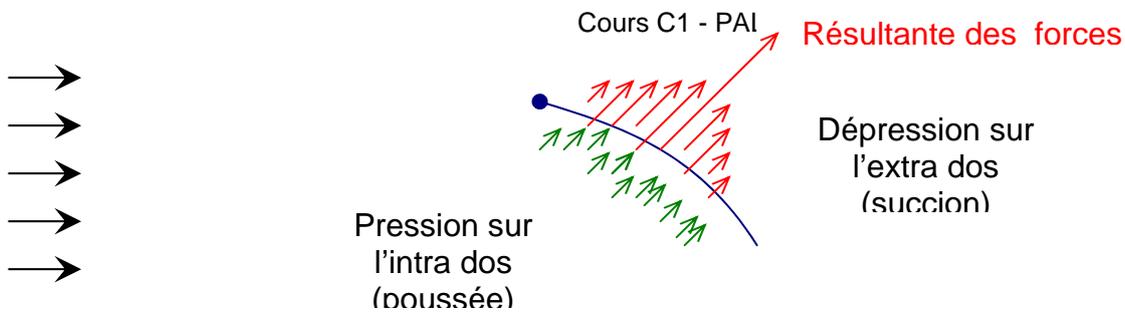


II. Aérodynamisme :

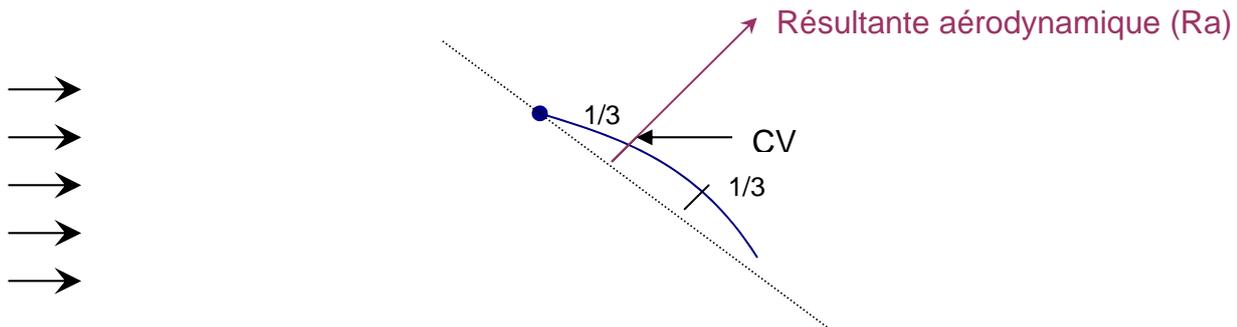


Un angle d'incidence de 10° provoque un écoulement laminaire. Au delà, l'écoulement devient turbulent.





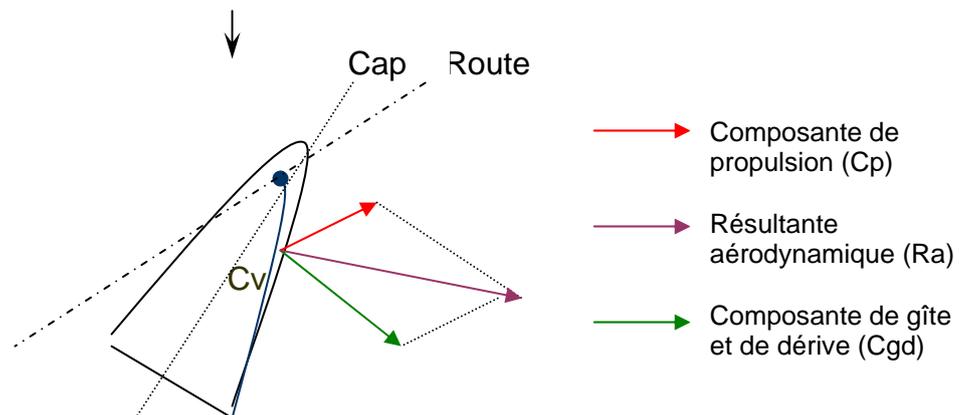
La dépression est supérieure à la pression. Une aspiration correspond à 3 poussées. Les voiliers sont plus sucés que poussés par le vent.



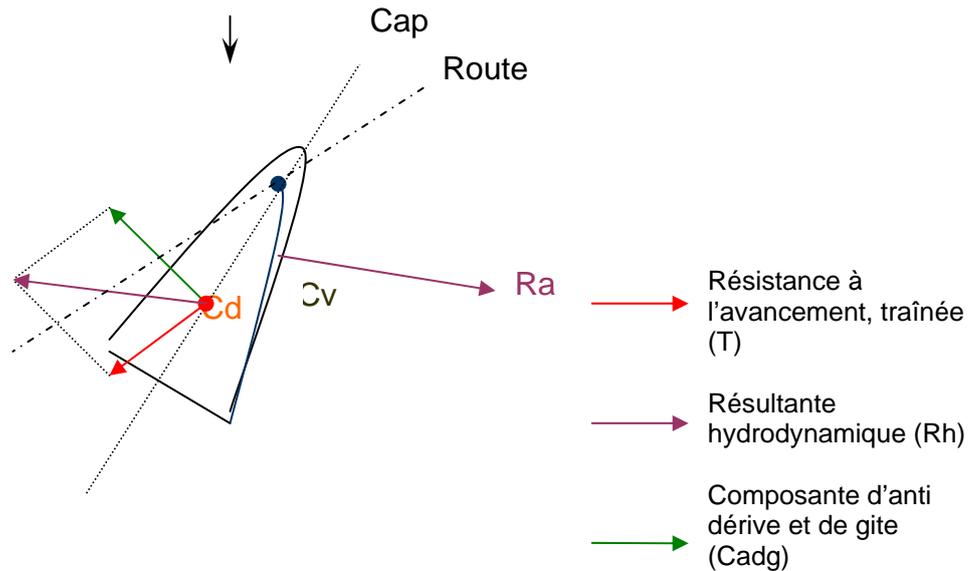
Le point d'application de la résultante s'appelle le centre de poussée vélique(CV). C'est le point où s'applique la résultante de toutes les forces exercées par le vent sur la voile. Pour un angle d'incidence de 30° , CV se situe à un tiers de la voile à partir du mât. Si l'angle d'incidence augmente, CV recule sur la voile vers le milieu de celle-ci.

III. Équilibre d'un bateau sous voile en mouvement uniforme :

1. La résultante aérodynamique et hydrodynamique :

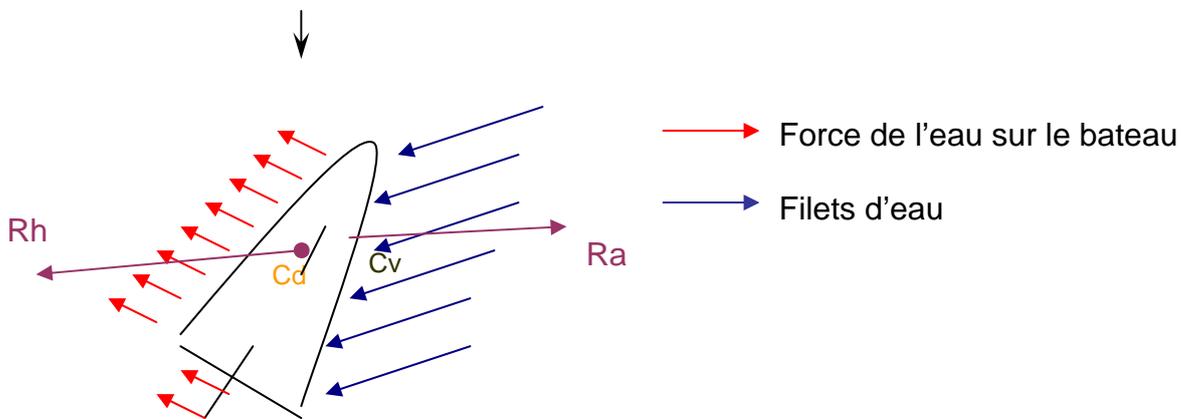


Au près comme sur le schéma ci-dessus, C_p est faible et C_{ad} est par contre importante. Pour augmenter C_p et diminuer C_{gd} , il faut abattre (et choquer légèrement). La route correspond à la trajectoire.

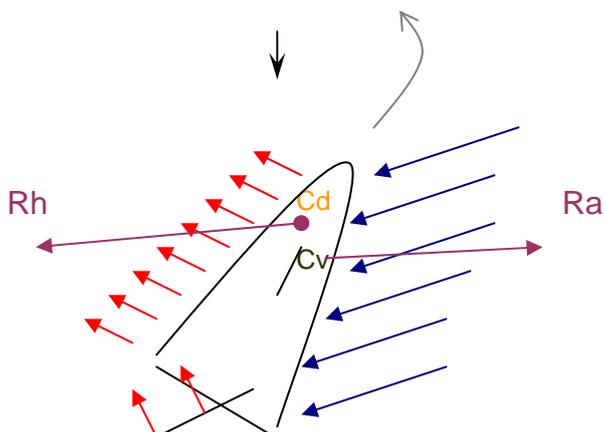


Le couple C_p et T tend à faire lofer et le couple C_{adg} et C_{gd} tend à faire abattre.
 C_d est le centre de dérive : point d'application des forces exercées par l'eau sur la carène (volume mouillé du bateau). C_{adg} contre la dérive et s'ajoute à la gîte.
 Un bateau à vitesse constante (pas d'accélération) est en mouvement uniforme donc les forces s'annulent.

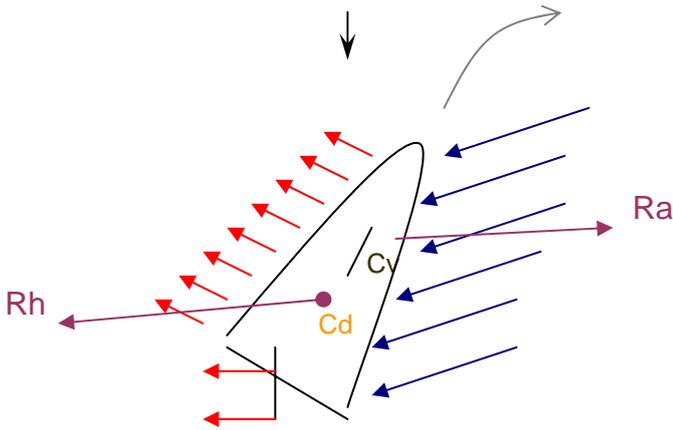
2. La trace du bateau sur l'eau :



Lorsque l'on agit sur la barre, on crée un couple R_h - R_a .



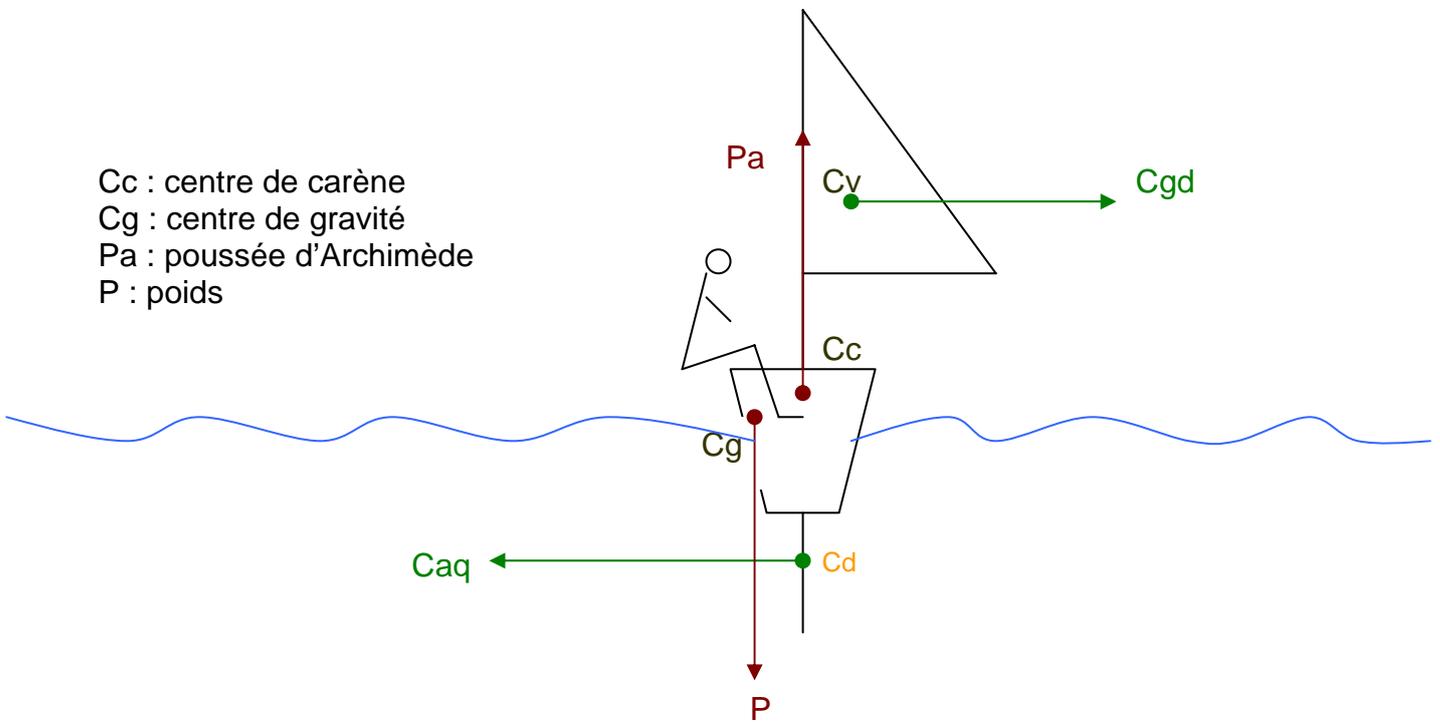
Ici, avec l'action de la barre, R_h diminue et C_d avance donc le bateau tourne à gauche et se rapproche du vent.



Ici, avec l'action de la barre, Rh augmente et Cd recule donc le bateau tourne à droite et s'écarte du vent.

3. L'assiette latérale du bateau :

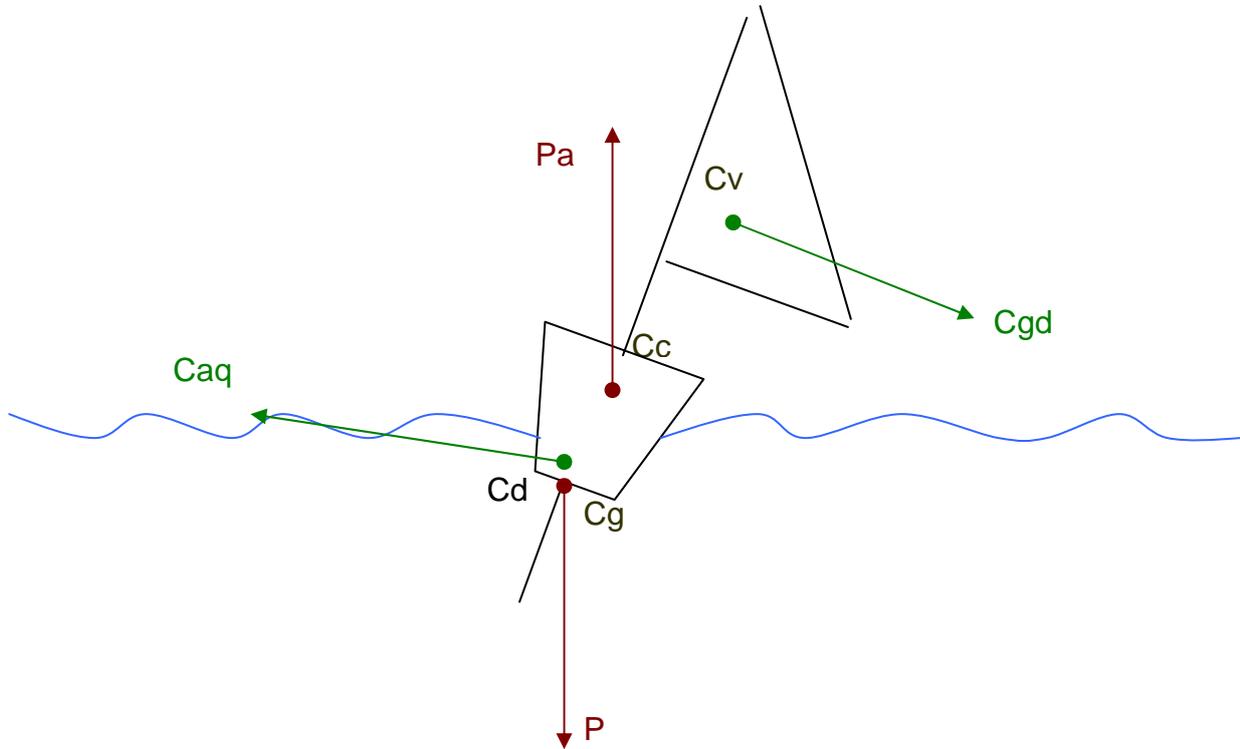
Cc : centre de carène
 Cg : centre de gravité
 Pa : poussée d'Archimède
 P : poids



Le centre de carène est le centre de gravité du volume d'eau immergé.
 Le couple redresseur est constitué par Pa et P.
 Le couple chavireur est constitué par Cdg et Cadg.
 Le couple redresseur annule le couple chavireur, donc le bateau est en équilibre à plat (les moments des couples sont égaux). En sortant du bateau (rappel ou trapèze), on augmente le moment du couple de redressement par déplacement du centre de gravité pour compenser un vent plus grand (qui correspond à une augmentation du couple de chavirage).

Cas d'un croiseur lesté :

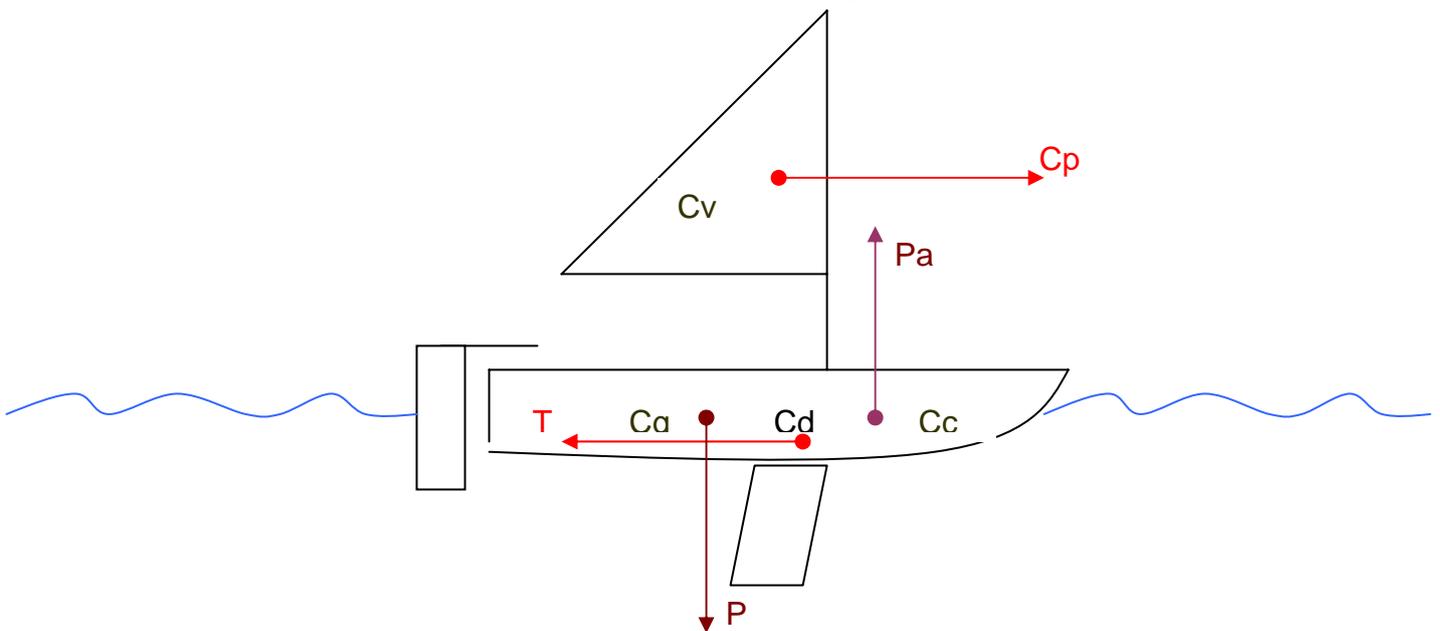
La navigation à plat est impossible sauf par vent arrière. Un habitable n'est jamais horizontal (pas de couple P-Pa). Le bateau va giter.



C_{dg} et C_{dg} ne sont plus parallèles. P_a et P ont un couple à cause du déplacement du centre de carène, le bateau s'équilibre.

4. L'assiette longitudinale du bateau :

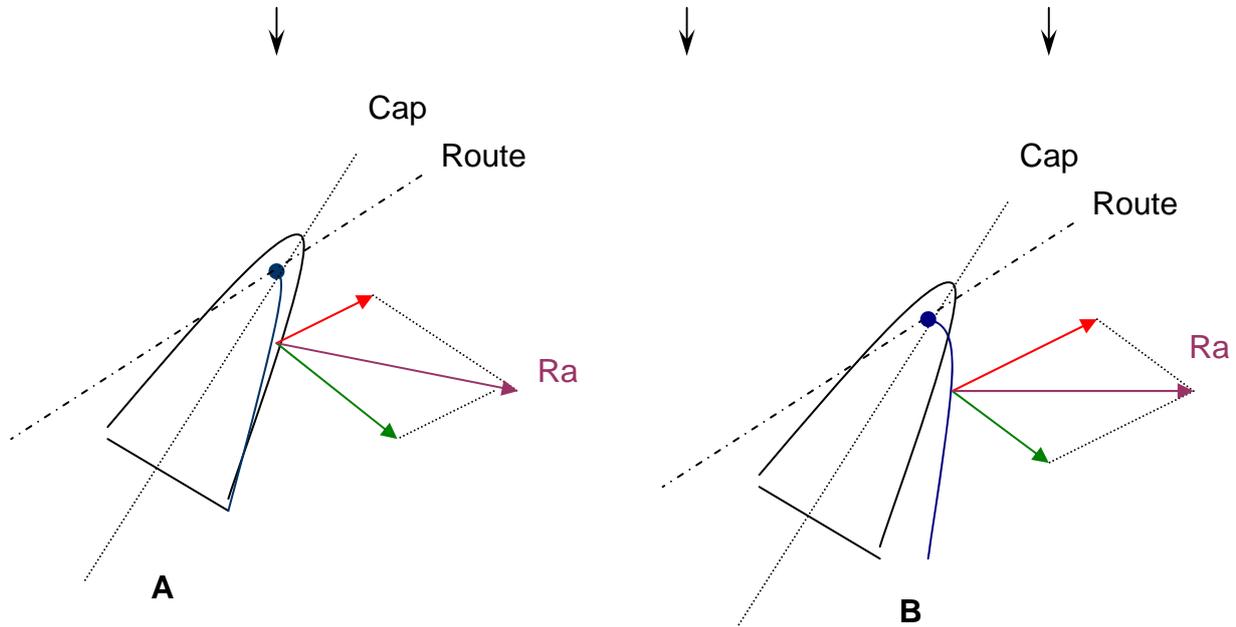
→ coupe verticale du bateau (suivant l'axe de tangage) :



Les couples C_p et T , P_a et P s'équilibrent.

IV. Les facteurs influents sur la vitesse :

1. Notion d'ouverture du plan de voile :



Les 2 bateaux ont le même cap.

A a un angle vent-voile optimal (meilleur rendement). **B** a sa voile un peu plus ouverte.

B dérive moins que **A**. La route de **B** sera meilleure que celle de **A** (besoin de moins de rappel avec la voile à la limite du faseillement).

2. Assiette :

- Latérale : dans le petit temps, il est souhaitable de donner une légère gîte à son bateau diminuant ainsi la surface mouillée (moins de résistance à l'avancement). En temps normal, la gîte provoque une déformation du volume de carène qui est néfaste car il entraîne une tendance à lofer (\rightarrow barre en travers \rightarrow freinage). De plus, la surface de voile offerte au vent est diminuée et il y a naissance d'une composante sur la voile qui tend à enfoncer le bateau dans l'eau.
- Longitudinale :
 - \rightarrow trop de poids sur l'avant : le bateau enfourne et freine.
 - \rightarrow trop de poids sur l'arrière : le bateau se cabre et freine.

3. Les allures :

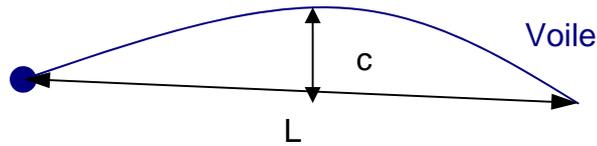
Près serré, bon plein et travers sont des allures de finesse.

Petit large, grand large et vent arrière sont des allures de poussée.

C'est au bon plein, travers et petit large que l'on retrouve les meilleures résultantes aérodynamique.

4. Le creux et la forme de la voile :

Le creux courant est de $1/7^{\text{ème}}$.



On a : creux = L/c

5. Etat de surface de la coque :

Il ne faut pas une coque trop lisse car l'eau doit s'accrocher sur la coque (une mince pellicule). On aura ainsi un frottement eau sur eau. Cette pellicule s'appelle la couche limite.

6. Le fardage :

C'est la prise au vent néfaste de la voilure.

7. Etat de surface de la voile :

8. Les courants :

9. La force du vent :

La force du vent augmente logarithmiquement. Le carré de la vitesse double à chaque changement de numéro
→ Échelle de Beaufort.

10. L'état de la mer :

Le Fetch est la profondeur de la surface de la mer où le vent exerce une action. Quand les vagues sont très éloignées c'est de la houle. Le passage de la vague s'effectue sous la coque (pas « d'explosion » d'eau sur l'étrave).

11. Le moment d'inertie :

Les équipiers doivent être très proches sinon on a un effet de balançoire.

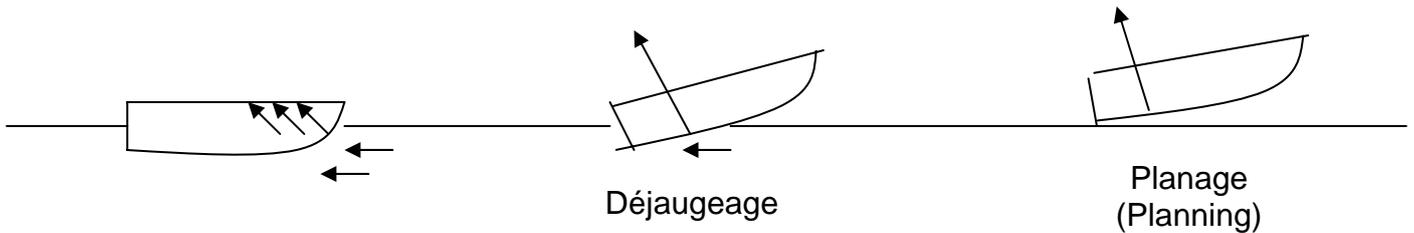
12. La conception de la coque :

13. Les coups de barres :

14. Navigation en déplacement, navigation en hydroplanage :

Lors de la navigation en déplacement la masse du volume d'eau déplacé est égale à la masse du bateau.

L'hydroplanage s'effectue par grande vitesse (travers ou bon plein)



La force de déjaugeage est additionnée à la poussée d'archimède.

On enlève beaucoup de dérive, il n'y a presque plus de traînée, Ra est très efficace. On sent une grande augmentation de la vitesse.

Pour partir au planing, on pompe sur la voile pour augmenter la vitesse du vent qui touche la voile.

V. Notion de vitesse limite :

En déplacement, la vitesse limite est définie par la formule suivante : $V_l = 2.4\sqrt{L}$

Où L représente la longueur de flottaison (par petit temps, on augmente L par la gîte).

On l'appelle aussi vitesse critique, elle est exprimé en nœud (1 nœud=1852 mètres à l'heure).

Repère pour ressentir cette vitesse : le bateau crée des vagues, on atteint V_l quand la deuxième vague atteint le tableau arrière. Après ce là devient de l'hydroplanage.

VI. Mécanique du mât :

1. Les 3 types de mâts :

- Mât seul : sans hauban ni étai comme sur les opti, laser, ...
- Mât haubané : sans barre de flèche comme sur dart16...
- Mât haubané avec barres de flèche : 445, 470, ...

Une fois gréé, l'étai est remplacé par la draille de foc.

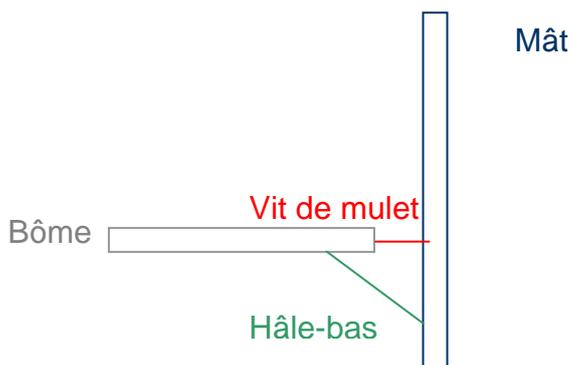
Points de fixation des haubans : - sur le mât : capelage

- sur la coque : cadène

On retrouve également trois types de mât selon leur cintrage (souple, médium et rigide).

→ IMC pour les planchistes

2. La bôme :



3. Les réglages du mât :

- La quête de mât : inclinaison du mât par rapport à la verticale.

Sur les mâts seuls, on règle avec des cales.

Sur les mâts haubanés, on peut jouer sur les haubans et sur l'étai.

- Le cintrage (dans le sens longitudinal):

Le mât en se cintrant aplatit la voile. Si le cintrage est uniquement vers le haut (patara, ..) il n'y a que le creux de tête qui disparaît (on conserve le creux du bas de voile).

Le cintrage se règle avec l'écoute de grand voile, le hâle-bas, la bôme mais aussi l'étambrai (cintrage plus ou moins important vers le bas).

- La flexion (dans le sens transversal):

On peut la régler à 2 niveaux :

- jeu à l'étambrai : un étambrai serré permet d'avoir un mât bloqué latéralement (la voile d'égueule uniquement vers le haut).

Rq : un équipage lourd devra avoir un étambrai serré.

- Les barres de flèches : elles repoussent le mât, on a donc un réglage plus facile à l'étambrai par le bas et par les haubans pour le haut.

4. Étarquage de la grand-voile

→ voir chapitre voile

5. Barre d'écoute :

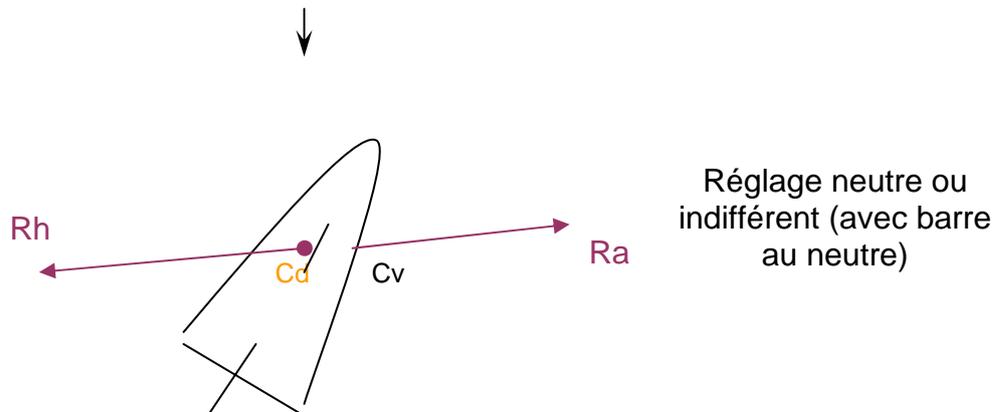
- border ou déborder la voile
- contrôle du devers de la voile (dégueulage de la voile)

Il en existe deux sortes : Chariot à galets (420, ...)

Chariot à glissoir

VII. Bateau ardent – bateau mou :

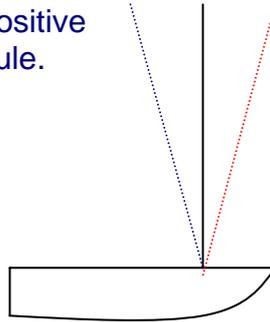
Un bateau ardent a tendance à lofer. A l'inverse, un bateau mou a tendance à abattre.



Quête de mât : inclinaison du mât

Bateau ardent
= quête positive
Cv recule.

Bateau mou =
quête négative
Cv avance



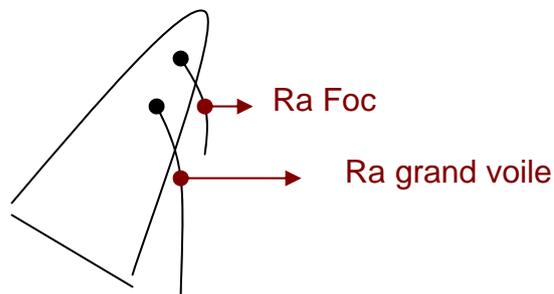
Avec un bateau est bien réglé, lorsqu'il est au près à plat, si on lâche la barre, le bateau va droit.

Il faut noter que la gîte rend un bateau ardent et, au contraire, la contre-gîte rend un bateau mou. De même, s'avancer dans le bateau le rend ardent et se reculer le rend mou.

On peut aussi régler le bateau :

- par la dérive : si on la remonte, Cd recule et le bateau est plus mou. Avec la même action sur un bateau à dérive pivotante, les effets sont les mêmes mais il y a moins de gîte.
- Par l'assiette : en modifiant Rh et en déplaçant Cd.

VIII. Effet évolutif des voiles :

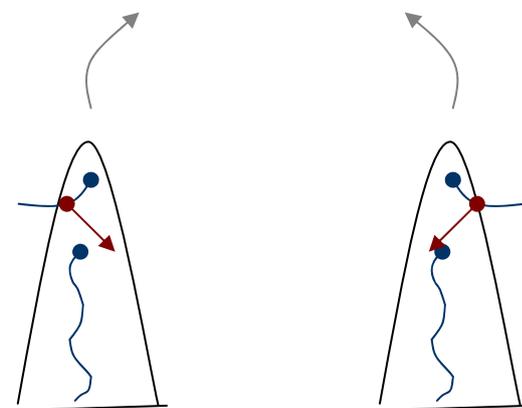


La grand voile fait lofer. Pour virer de bord il faut donc border la voile. De même, si on choque le foc, le bateau lofe sous l'effet de la grand voile.

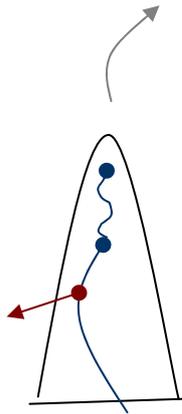
Le foc fait abattre. Si on choque la grand voile, le bateau va donc abattre sous l'effet du foc.

Prendre une position :

- par le foc :

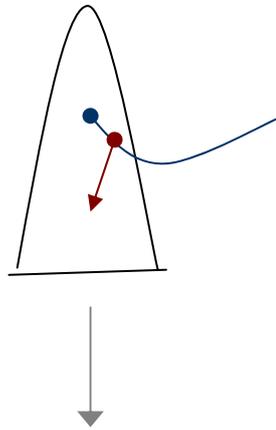


- par la voile :

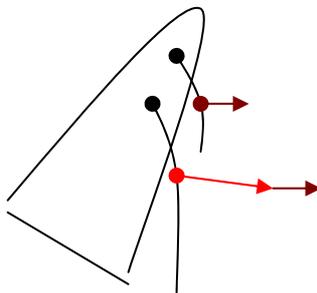


Et inversement ...

Pour reculer, on se sert uniquement de la grand voile :



IX. Effet de fente foc- grand voile :



Le vent accélère en sortie de foc. Sur l'extrados de la grand voile le vent est beaucoup plus fort. Ra grand voile augmente (du carré de la vitesse) quand je borde le foc.

Le foc suce une grand voile légèrement faseillant. Le foc est relativement important par sa taille (420, HB, ...) mais son rôle sur la grand voile est important.

Si on choque le foc, le bateau ralenti énormément car perte de Ra du foc et perte de l'effet de succion.

Un voilier à deux voiles remonte mieux au vent qu'un voilier à une voile.