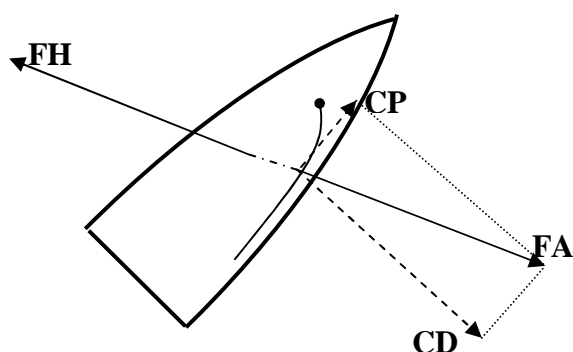


## ETUDE DE QUELQUES RUPTURES D'EQUILIBRE

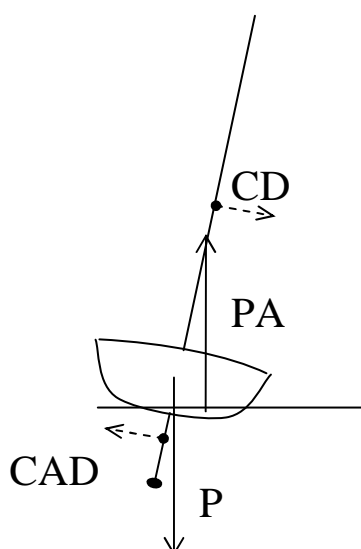
On va partir d'un bateau en équilibre au près.  
Il est soumis à ses 4 forces habituelles : Poids, Poussée d'Archimède, Force Aéro et Hydro.



### Comment orienter la force aéro ?

Le bateau progresse difficilement, et gîte beaucoup. On peut donc dessiner la Force Aéro plutôt sur le côté du bateau (vue de dessus). La Composante Propulsive est petite, la composante de Dérive est grande.

Comme le bateau est en équilibre, la Force Hydro est égale et opposée avec la Force Aéro. Et elles sont alignées.



Puisqu'on parle d'équilibre, il faut aussi dessiner le bateau **vue de l'arrière**.

La composante de dérive devient (avec la composante anti dérive de la Force Hydro) le couple de chavirage.

Il faut alors « contrecarrer » ce moment de chavirage (force\*distance) par un moment de redressement (effet du poids et de la poussée d'Archimède, qui forment le couple de redressement)

Nota : l'échelle a été changée entre les deux dessins. La longueur de CD à changer, par contre sur chaque dessin, la longueur des flèches est proportionnelle à l'intensité des forces

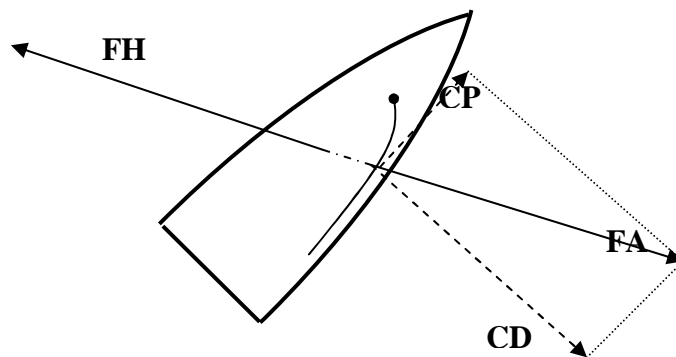
On est parti du « bon sens », ou de notre expérience pour dessiner les premières flèches : au près, ça gîte et ça n'avance pas !

Puis on a exploité nos connaissances pour dessiner un bateau en équilibre.

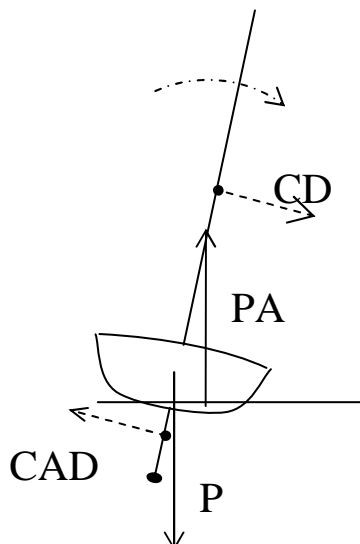
A partir de ces deux schémas, on va pouvoir expliquer quelques éléments du comportement du bateau, ou de nos moyens d'action pour conserver cet équilibre (précaire).

## I Premier exemple : le vent forçit doucement (Ce n'est pas une rafale).

**Le vent forçit, donc la force aéro augmente**, et la force hydro aussi : on peut faire le même dessin (vu du dessus), mais avec des flèches plus grandes !



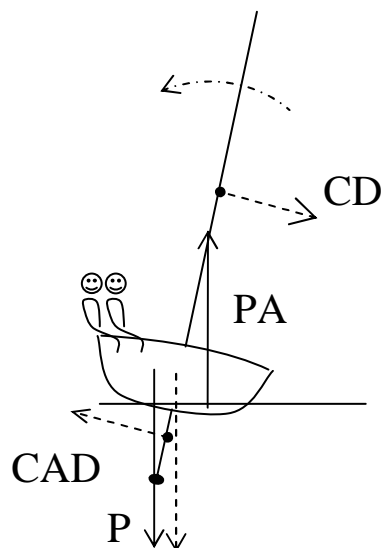
Il faut alors augmenter la taille des flèches représentant les composantes de dérive et anti-dérive, vue de l'arrière.



**Ce bateau n'est plus en équilibre** : le moment de chavirage est plus grand que le moment de redressement.

Si on ne fait rien, **il va gîter** jusqu'à ce que le centre de carène se décale suffisamment sous le vent pour que le moment de redressement soit égal au moment de chavirage.

Mais on peut aussi **agir pour limiter la gîte** :



- en cherchant à **augmenter le moment de redressement** : sauf à remplir des ballasts, on ne peut augmenter P (ni PA).

Il nous reste la solution d'augmenter le bras de levier entre P et PA, donc décaler P au vent autant que possible (tous les poids mobiles nécessaires au vent).

- si on ne peut plus (ou si on ne veut plus) mettre du poids au rappel, il va falloir **agir sur la Force Aéro**, et la réduire. Deux solutions s'offrent à nous : **modifier la forme (puis la taille) des voiles**, et/ou **modifier l'angle voile/vent** (i.e. l'angle d'incidence du vent (apparent) sur la voile).

Dans un premier temps, on aura tendance à modifier la forme de la voile (plus plate, et plus vrillée). A noter que le vrillage joue sur l'incidence de la voile dans les hauts.

Dans un second temps, on va diminuer l'angle voile/vent : choquer un peu de GV (chariot un peu sous le vent) et/ou barrer plus près du vent (ce qui diminue l'angle voile/vent du génois).

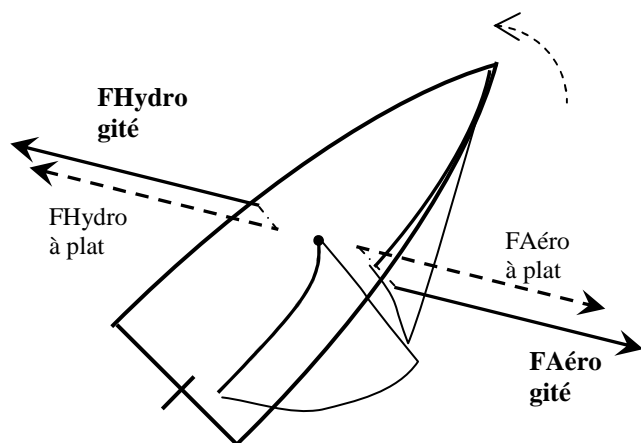
Ces deux actions seront bien sûr limitées par la gestion de l'équilibre de route du bateau.

## **II Deuxième exemple** : réaction (peu efficace !) à une risée.

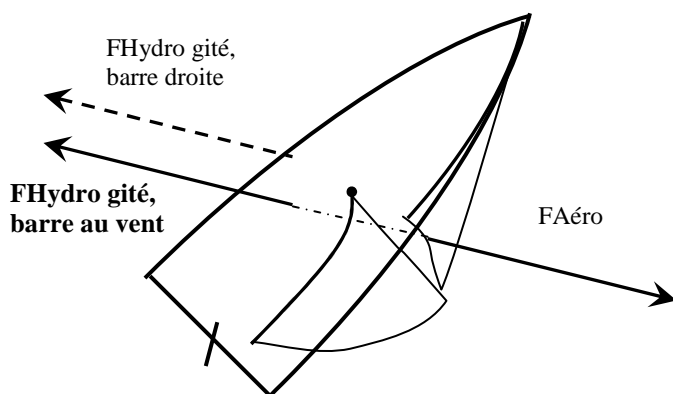
La réaction du bateau est la même, mais ça va plus vite !

Le vent forcé (brusquement), donc la gîte augmente (brusquement). Les réactions de l'équipage peuvent (doivent) être les mêmes. (rappel, et/ou diminution de la force aéro).

Mais il ne faut pas oublier que **si la gîte du bateau augmente, il a tendance à lofer !**



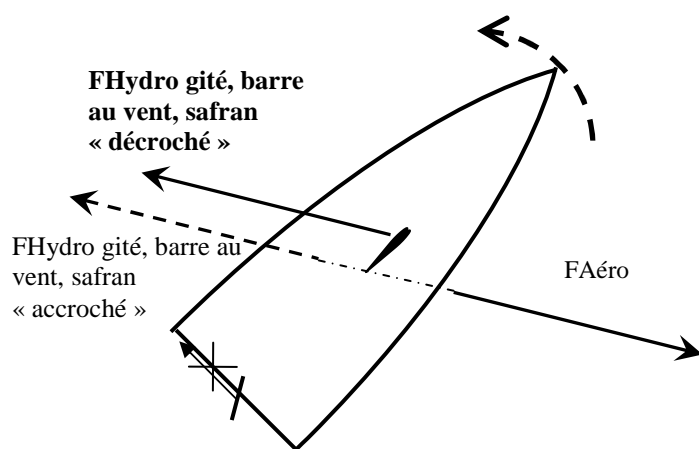
Quand la gîte augmente, la FAéro se décale sous le vent. Elle n'est plus alignée avec la FHydro. Il en résulte un couple de lof, qui tend à réaligner FAéro et FHydro.



La **réaction immédiate** (à la barre) est de s'opposer à cette aulofée. Donc mettre la **barre au vent**, ce qui a pour effet de reculer le point d'application de la FHydro,... jusqu'à ce qu'elle soit à nouveau aligner avec FAéro.

Le bateau est sur un nouvel équilibre, mais avec plus de gîte, et la barre au vent.

On a vu que la force hydro (comme la force aéro) dépend de l'angle d'incidence entre l'écoulement et le profil. La force hydro développée par le safran augmente quand on met la barre au vent (ce qui fait reculer FHydro). Mais passé un certain angle, on sait aussi que les écoulements « se décollent » : le safran décroche. La Portance du safran chute brusquement,... et la Force Hydro avance.



Mais **passé un certain angle**, on sait aussi que les écoulements « se décollent » : **le safran décroche**. La Portance du safran chute brusquement,... et la Force Hydro avance.

Et le bateau lofe !