

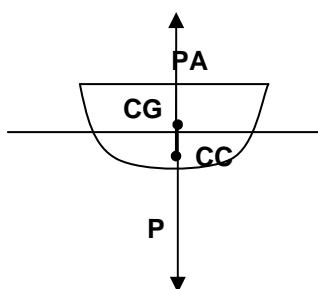
## STABILITE TRANSVERSALE

Le couple formé par la composante de dérive (de la Force Aéro) et la composante anti-dérive (de la Force Hydro) fait gîter le bateau : on l'appelle couple de chavirage.

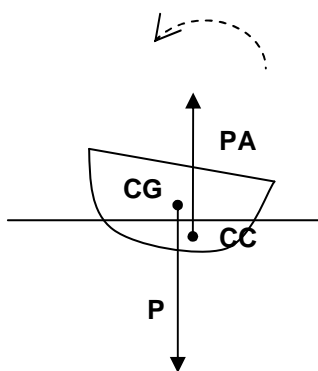
Le couple formé par le Poids et la Poussée d'Archimède s'oppose à ce couple de chavirage : c'est la couple de redressement.

### I. Equilibre stable et équilibre instable.

Un objet soumis à plusieurs forces dont la somme est nulle est en équilibre (il conserve son mouvement). Imaginons cet objet immobile. Si on écarte cet objet de sa position d'équilibre, il peut soit revenir à sa position initiale (c'est le cas d'une bille placée au fond d'un bol) : l'**équilibre** est dit **stable**. Par contre, si cet objet écarté de sa position d'équilibre ne revient pas à sa position initiale, l'**équilibre** est dit **instable** (c'est le cas de la bille posée sur un bol retourné).

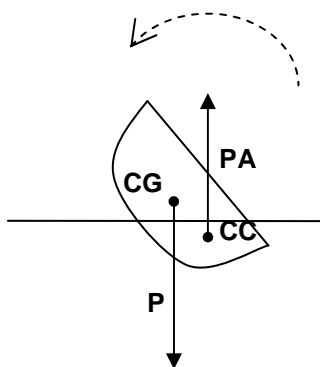


Prenons un bateau immobile dans l'eau, sans vent. Il est juste soumis à son poids, appliqué à son centre de gravité, et à la poussée d'Archimède (égale au poids du volume d'eau déplacée et dirigée vers le haut) appliquée à son centre de carène. Le poids et la poussée d'Archimède sont alignés l'un au dessus de l'autre



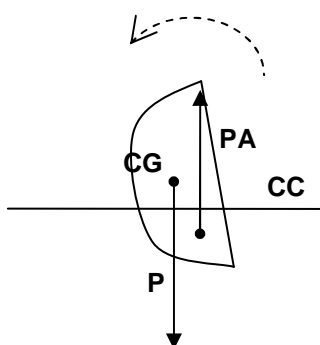
Si on incline ce bateau, son centre de carène se décale du côté où il gîte, créant ainsi un décalage entre le poids et la poussée d'Archimède, et donc un moment de redressement.

Le bateau a tendance à se redresser



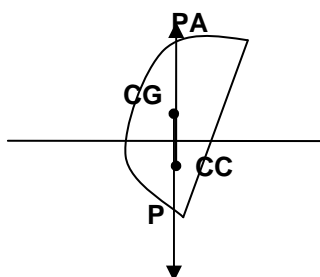
Si la gîte augmente, ce décalage augmente dans un premier temps pour atteindre un maximum (correspondant au **moment de redressement maximum** du navire).

Le bateau a tendance à se redresser.



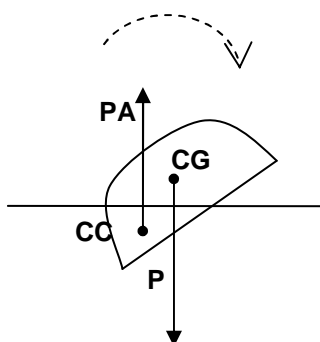
Si la gîte continue à augmenter, la distance verticale entre le poids et la poussée d'Archimède commence à diminuer, mais le poids reste du bon côté de la poussée d'Archimède (le moment de redressement diminue mais reste positif).

Le bateau a encore tendance à revenir à sa position initiale.

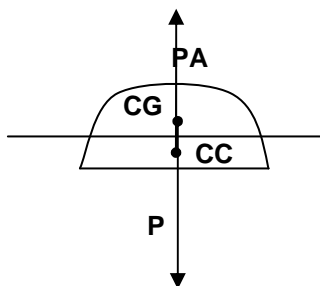


On atteint alors un autre point remarquable. Le centre de gravité et le centre de carène sont à nouveau alignés verticalement. Le bateau est une nouvelle fois en équilibre. Mais cette fois-ci l'équilibre est instable.

L'angle correspondant s'appelle « **angle de chavirage** ».



Si l'on continue à incliner la bateau, ne serait-ce que d'un tout petit degré, il va se retourner jusqu'à un nouvel équilibre, de nouveau stable, mais à l'envers. Et le navire restera à l'envers tant qu'on ne l'aura pas au moins redressé jusqu'à son angle de chavirage.



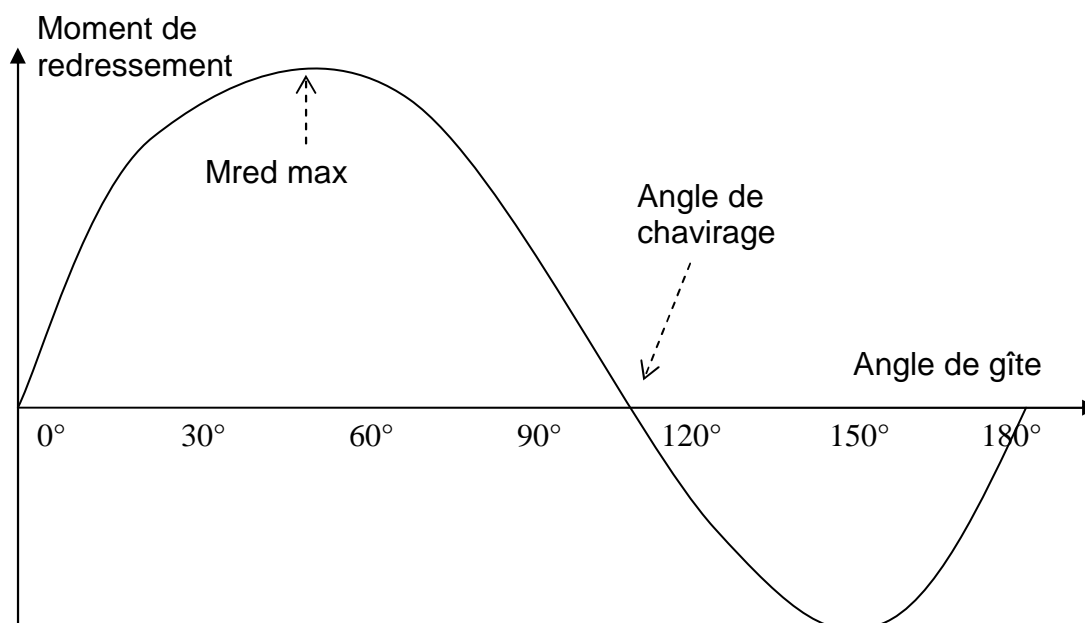
A l'envers, le bateau est de nouveau en équilibre stable. si on l'écarte de cette position, il aura tendance à y revenir.

Il faut le redresser jusqu'à son angle de chavirage pour qu'il revienne à l'endroit.

## II. Courbe de stabilité

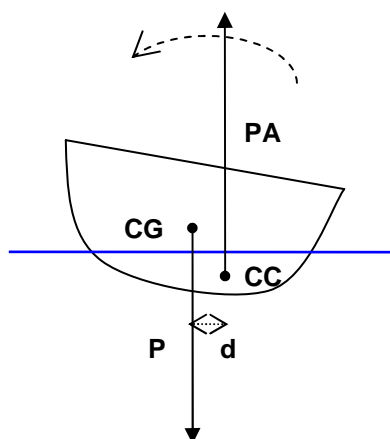
La courbe correspondant à la valeur du moment de redressement en fonction de l'angle de gîte est la **courbe de stabilité**. Elle permet de mesurer la quantité d'énergie nécessaire au chavirage du bateau (elle est proportionnelle à la surface positive sous la courbe), ainsi que l'énergie nécessaire à le remettre à l'endroit (proportionnelle à la surface comprise sous l'axe des abscisses). Enfin, on y lit l'angle de chavirage (à l'endroit où la courbe coupe l'axe des abscisses)

Pour être complet, il faut préciser que cette courbe est le reflet de ce qui se passe à l'arrêt, sur de l'eau calme. L'inertie d'un bateau en mouvement, ainsi que la pente, voire le déferlement des vagues interviennent aussi lors du chavirage des bateaux.



### III. Comment augmenter le Moment de redressement ?

- D'abord un petit rappel de mécanique :



Le moment d'un couple est d'autant plus grand que les forces et la distance qui les séparent sont importantes.  $M=F*d$ .

$$M_{red}=P*d$$

Il en découle deux solutions pour augmenter le moment de redressement d'un navire : augmenter son poids (ce qui augmente d'autant la Poussée d'Archimède), ou augmenter la distance verticale entre le centre de gravité (où s'applique le poids) et le centre de carène (où s'applique la poussée d'Archimède).

- **Augmentation du poids**

Il est évident que si deux bateaux ont la forme de carène, la position de leur centre de carène est la même pour un angle de gîte donné. C'est donc le plus lourd qui aura le plus grand moment de redressement. On parle de **stabilité de poids**.

- **Augmentation du bras de levier** (distance verticale entre les centres de gravité et de carène).

Considérons maintenant deux bateaux de même poids (on dit de même déplacement). Ils ont aussi la même poussée d'Archimède. Celui dont le centre de carène sera plus décalé sous le vent pour une gîte donnée aura le plus grand moment de redressement. On parle alors de **stabilité de forme**.

Pour terminer quelques remarques. C'est l'architecte et le programme qui détermine le poids et la forme du bateau. Une fois construit, on ne peut plus jouer sur sa stabilité de forme. On ne peut plus non plus jouer sur la stabilité de poids, sauf à y rajouter du poids. Il faut bien réfléchir à l'endroit où l'on place ce poids, parce que ça ne va pas toujours dans le sens d'une plus grande stabilité. Si on place ce poids au-dessus du centre de gravité initial, on va certes augmenter le moment de redressement au petit angle, mais on va aussi diminuer l'angle de chavirage.