

# Cours théoriques catamaran

## Niveau V - FFV



## Préambule

Ce document est un support de cours : il vient en complément des topos **et des séances pratiques**. L'ensemble de ce document regroupe la grande majorité du niveau théorique que le moniteur de catamaran a besoin de connaître.

Le niveau 5 FFV se résume à « naviguer de façon performante et responsable ». C'est un niveau au-dessus de l'autonomie. Cela implique de connaître suffisamment d'aspect théorique qui sont développés dans ce support. Cependant, certaines notions abordées dépassent ce niveau et sont présentes pour la curiosité de certains lecteurs.

Par la suite, ce support doit permettre de conserver un niveau théorique suffisant pendant votre cursus de moniteur de voile.

Ce document est loin (et même très loin) d'être exhaustif. Il est impossible en une semaine d'avoir le niveau d'un ingénieur météo, d'un aérodynamicien et d'un tacticien expérimenté. Cependant, dès qu'il en est possible, un



encart « En savoir plus » vous donne les références vers des médias plus exhaustifs (mais souvent plus compliqués).

Ce document n'est pas imprimé recto-verso. Cela permet d'avoir une page blanche par page de texte. Elle vous permet de prendre des notes personnelles lors des topos. **Servez-vous en !**

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce document, entre autre : Xavier Damour et Yves le Guelte pour la « base » du support et l'idée (et aussi d'avoir été mes formateurs A<sub>2</sub>C<sub>1</sub>), Walid Adouzi pour le chapitre météo ainsi que tous les relecteurs qui m'ont évité certaines imperfections.

Merci de respecter la propriété intellectuelle des médias (textes, images, graphiques, ...).

Version 1.5.0 – Juillet 2014.  
Antoine Rogues

*Pour tout commentaires, envoyez un email à : arogues@gmail.com*

Version 1.5.0 – Juillet 2014 : Modification chronologies, mise en forme, orthographe, rajout (points de pivots)

Version 1.4.2 – Septembre 2011 : Mise à jour mineure (météo, mise en page)

Version 1.4.1 – Novembre 2010 : Mise à jour (réglage du cunningham)

Version 1.4 – Novembre 2009 : Mise à jour (couples, marées, annexes, diverses corrections mineures).

Version 1.3 – Mars 2009 : Mise à jour mineure (RCV, réglages, météo, aérodynamique, RIPAM).

Version 1.2 – Novembre 2008 : rectification mineurs (presque toutes les parties).

Version 1.1 – Août 2008 : rectification mineurs (mécanique du voilier, réglage, chronologies ...).

Version 1.0 – Avril 2008 : première version.



# Sommaire

<b>1. Météo.....</b>	<b>4</b>
1.1 Généralités et définitions.....	4
1.2 Circulation générale.....	5
1.3 Le vent.....	6
1.4 Les masses d'air.....	7
1.5 Les nuages.....	7
1.6 Frontologie.....	8
1.7 Temps associé à une perturbation.....	9
1.8 La carte isobarique.....	10
1.9 Météorologie locale.....	11
1.10 Les vagues, la houle.....	14
1.11 Le bulletin météo.....	14
<b>2. Les vents.....</b>	<b>15</b>
2.1 Définitions.....	15
2.2 Changement de vitesse à vent réel fixé.....	15
2.3 Passage d'une risée.....	16
<b>3. Mécanique du catamaran.....</b>	<b>17</b>
3.1 Définitions.....	17
3.2 Les écoulements.....	17
3.3 Les forces.....	18
3.4 Les équilibres.....	19
<b>4. Les réglages.....</b>	<b>22</b>
4.1 Réglages à terre.....	22
4.2 Réglages en mer.....	24
4.3 Position de l'équipage.....	25
<b>5. Les chronologies.....</b>	<b>25</b>
5.1 Descendre et monter les safrans.....	26
5.2 La cape.....	26
5.3 Marche arrière.....	26
5.4 Départ de plage.....	27
5.5 Arrivée de plage.....	27
5.6 Virement de bord.....	28
5.7 Empannage.....	29
5.8 Resalage.....	29
5.9 Prise de mât.....	30
5.10 Remorquage après un démâtage.....	31
5.11 Homme à la mer.....	31
<b>6. Les marées.....</b>	<b>32</b>
6.1 Définitions.....	32
6.2 Phénomène de marée.....	32
6.3 Calcul de la hauteur d'eau.....	33
<b>7. Balisage et carte.....</b>	<b>35</b>
7.1 Marques latérales.....	35
7.2 Cardinales.....	35
7.3 Autres marques.....	36
7.4 La carte marine.....	36
<b>8. Privilèges de barre et régate.....</b>	<b>37</b>
8.1 Les privilèges de barres.....	37
8.2 Régate.....	38
<b>Médiagraphie.....</b>	<b>41</b>
<b>Caractéristique du Hobie Cat 16 Standard.....</b>	<b>41</b>
<b>Annexe 1 : nomenclature du catamaran.....</b>	<b>42</b>
<b>Annexe 2 : reconnaître les nuages.....</b>	<b>43</b>
<b>Annexe 4 : Du bon usage d'un bateau à moteur.....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe 5 : Mouiller son BIB sans frayeurs.....</b>	<b>46</b>



# 1. Météo

Dans ce qui suit, on se place toujours dans l'hémisphère nord. Au début, cela est rappelé, mais afin d'alléger la lecture cela n'est pas toujours mentionné.

## 1.1 Généralités et définitions

Avant de pouvoir commencer à rentrer dans le vif du sujet, voici quelques définitions et généralités.

### 1.1.1 Les variables

En météorologie, on utilise trois variables : la pression, l'humidité et la température. L'air étant un très mauvais conducteur thermique, il se mélange mal. On parle de masse d'air ; volume d'air où la température et l'humidité sont uniformes.

#### - La pression :

C'est le poids de la colonne d'air situé au-dessus d'une surface. Elle s'exprime donc en Newton par mètres carré ou Pascals.  $100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa} = 100 \text{ N} / \text{m}^2 = 1 \text{ mb}$ .

La pression se mesure à l'aide d'un baromètre. La pression standard et moyenne est de 1013,25 hPa. Il existe d'autres unités : le millimètre de mercure :  $760 \text{ mm Hg} = 1013,25 \text{ hPa}$  (système anglo-saxon : pouce de mercure).

L'atmosphère :  $1 \text{ atm} = 1013,25 \text{ hPa}$

Au-dessus de 1015 hPa on parle d'anticyclone ou haute pression et en dessous de dépression ou basse pression (sauf dans certains cas : dépression et anticyclone relatifs).

Les lignes d'égalité de pression à altitude donnée sont appelées des isobares.

*Note : à nos latitudes, le moment de la journée ne modifie quasiment pas la pression.*

#### - La température :

La température se mesure à l'aide d'un thermomètre. La température standard et moyenne est de 15°C. A volume égal, un air chaud est plus léger qu'un air froid. L'air froid descend alors que l'air chaud monte.

#### - L'humidité

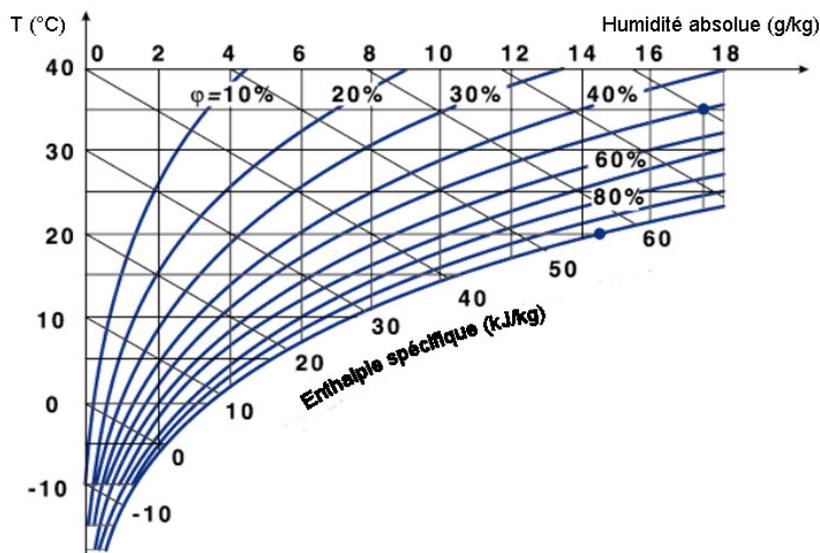
L'humidité est la quantité de vapeur d'eau (eau à l'état gazeux) contenu dans l'air. On distingue deux humidités :

- L'humidité absolue : masse de vapeur d'eau dans 1 kg d'air. S'exprime en  $\text{g}_{\text{vapeur d'eau}} / \text{kg}_{\text{air sec}}$ .
- L'humidité relative :

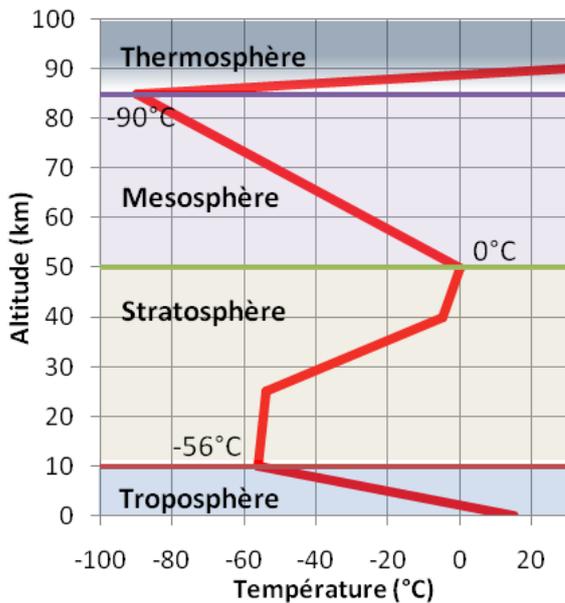
L'humidité relative est celle de « tous les jours ». Elle se mesure avec un hygromètre. C'est la quantité de vapeur d'eau que contient une masse d'air par rapport à la quantité maximale que la même masse d'air (même température) peut contenir (jusqu'à saturation de cette quantité d'air). Elle s'exprime en %.

Deux masses d'air ayant des propriétés (températures et humidités) différentes ne se mélangent pas ou peu. Selon la température de la masse d'air, la quantité de vapeur d'eau maximale admissible avant saturation varie. Cette variation est représentée par le diagramme de Mollier.

Enfin, le point de rosée est la température pour laquelle la masse d'air doit être refroidie (à pression constante) pour qu'elle sature (humidité relative à 100 %).



## 1.1.2 L'atmosphère



Il existe différentes couches dans l'atmosphère (du sol vers l'espace) :

- La troposphère
- Stratosphère
- La mésosphère
- Thermosphère

La pression ne fait que décroître à partir du sol. L'air est composé de :

- 78 % d'azote
- 21 % d'oxygène
- 1 à 4 % de vapeur d'eau
- Moins de 1% de : gaz carbonique, ozone, oxydes de soufre ou d'azote, gaz rares, particules en suspension.

La troposphère est la seule couche atmosphérique qui nous intéresse. En effet, à elle seule elle représente 90% de la masse de l'atmosphère.

Les caractéristiques de la troposphère sont :

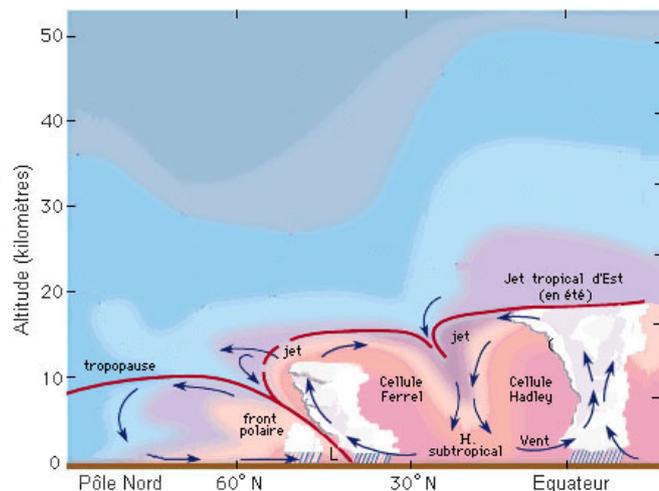
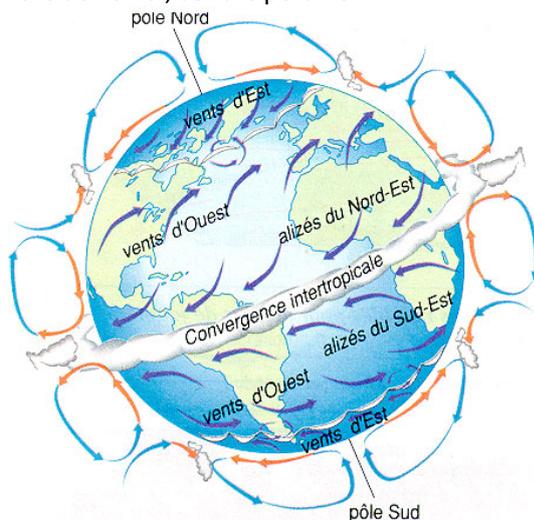
- Epaisseur variable autour de 12 km. Varie en fonction de la saison et du lieu : 8 km aux pôles jusqu'à 15 km à l'équateur.
- Baisse régulière de la température : 6,5 °C par km.

## 1.2 Circulation générale

Le soleil nous fournit la quasi-totalité de notre énergie. Le bilan énergétique de la Terre est nul : la Terre renvoi dans l'espace toute l'énergie qu'elle reçoit.

Cependant, l'énergie reçue par la Terre n'est pas uniforme selon la latitude. L'équateur reçoit plus d'énergie que les pôles. Cela va créer des zones plus chaudes et des zones plus froides. Les masses d'air chaudes vont monter (zone d'ascendance) et les masses d'air froides vont descendre (zone de subsidence) à cause de leurs propriétés thermiques. Cela crée des cellules de convections.

À l'échelle planétaire, il existe plusieurs cellules de convections qui régissent la météorologie. Il y en a trois principales : cellule de Hadley, cellule de Ferrel, cellule polaire.

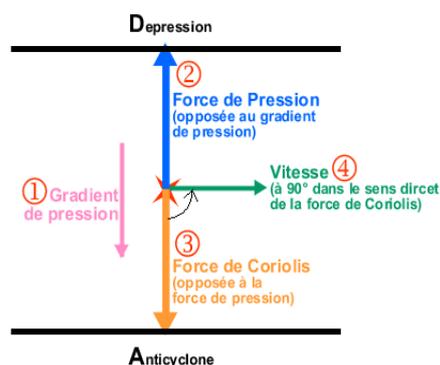


Cependant, la direction des mouvements de ces masses d'air se trouve modifiée par la présence de la force de Coriolis. Cette dernière est due à la rotation de la Terre sur son axe : toute particule en mouvement dans un fluide (air ou eau par ex.) la subit. Elle dépend de la latitude et de la vitesse de la particule.

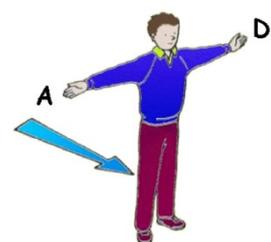
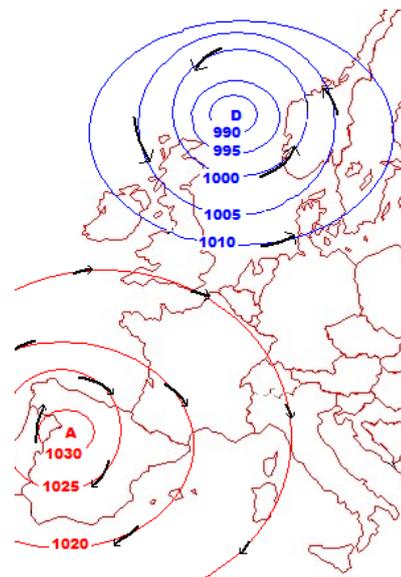
Plus la particule est éloignée de l'équateur, plus la force de Coriolis est intense. Plus la vitesse de la particule est importante, plus la force de Coriolis est intense. Cette force tend à déplacer la particule vers sa droite dans l'hémisphère nord (et vers sa gauche dans l'hémisphère sud). Sans cette force, il n'y aurait qu'une cellule par hémisphère.

### 1.3 Le vent

Le vent est un flux d'air. Il se déplace globalement des hautes pressions vers les basses pressions. Plus la différence (gradient) de pression est importante (pour une distance donnée), plus le vent est fort.

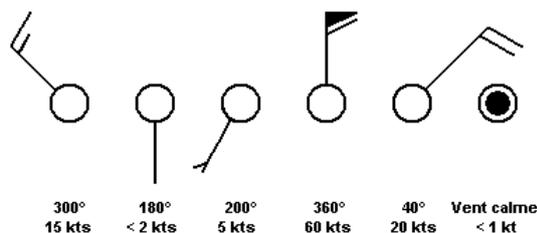
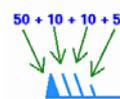


Le vent se déplace parallèlement aux isobares (sans tenir compte des frottements) : c'est le vent géostrophique : équilibre entre les forces de pression et la force de Coriolis. Les frottements sont dus à la surface terrestre. Le vent géostrophique est donc un vent d'altitude (théorique). En surface, les frottements vont ralentir le vent. La force de Coriolis s'appliquant aux masses d'air sera plus faible et le vent va légèrement dévier (vers la gauche dans l'hémisphère nord) et se renforcer en montant en altitude. Le vent « sort » des anticyclones et « rentre » dans les dépressions. La déviation due aux frottements est de l'ordre de 15° sur mer et 30° sur terre.



Conséquence : pour une personne placée **dos** au vent, les hautes pressions sont à sa droite et les basses pressions à sa gauche (loi de Buys-Ballot).

L'unité légale du vent est le m/s. Cependant, en voile on utilise le nœud (kt). 1 kt = 1 nm/h = 1,852 km/h. Il se mesure grâce à un anémomètre placé dans un volume le plus dégagé possible à 10 m de hauteur. Il est moyenné sur 10 min. **Le vent moyen ne tient donc pas compte des rafales.**



L'échelle de Beaufort est fonction de la force du vent. Anciennement, c'était une échelle d'observation (en fonction de l'état de la mer). L'échelle n'est pas linéaire.

Force	Termes	Vitesse (kts)	Vitesse (km/h)	État de la mer
0	Calme	moins de 1	moins de 1	La mer est comme un miroir
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	Quelques rides
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	Vaguelettes ne déferlant pas
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Très petites vagues. Parfois quelques moutons épars
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Petites vagues, de nombreux moutons
5	Bonne brise	16 à 20	29 à 38	Vagues modérées, moutons, éventuellement embruns
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	Crêtes d'écumes blanches, lames, embruns
7	Grand frais	27 à 33	50 à 61	Trainées d'écumes, lames déferlantes
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Tourbillons d'écumes à la crête des lames, trainées d'écumes
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Grosses mames déferlantes grosses, visibilité réduite
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Conditions exceptionnellement fortes
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	
12	Ouragan	> 64	> 118	

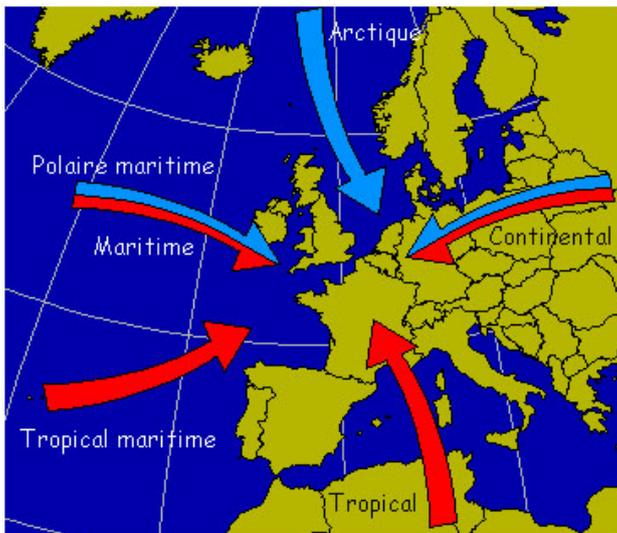


hPa/ degré de latitude	Force Beaufort	Force (kts)
10 hPa/9°	3	7-10
10 hPa/7°	4	11-16
10 hPa/5°	5	17-21
10 hPa/4°	6	22-27
10 hPa/3°	7	28-33
20 hPa/5°	8	34-40
20 hPa/4°	9	41-47
20 hPa/3°	10	48-55
20 hPa/2,5°	11	56-63
20 hPa/2°	12	>63

Le vent synoptique est celui d'une échelle spatiotemporelle : à grande échelle sur une durée de plusieurs heures. On peut le déduire des cartes isobariques grâce aux principes énoncés (pour la direction). Pour la force, on utilise le tableau suivant ci-contre (qui tient compte des frottements).

## 1.4 Les masses d'air

Voici les principales masses d'air que l'on retrouve en Europe de l'Ouest et qui façonnent la météorologie que nous avons.



Masse d'air	Humidité	Température
Arctique	-	Froid
Continental	--	Tempéré
Tropicale	+	Chaud
Tropicale maritime	++	Doux
Polaire maritime	o	Froid
Maritime	+	Doux

-- : air très sec

++ : air très humide

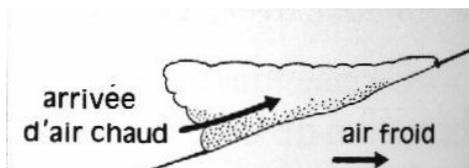
Définition d'une masse d'air stable et instable (utile pour la suite) :

Dans l'atmosphère, l'air qui s'élève ou s'affaisse parce qu'il y est contraint par une force, est dit instable. S'il ne se déplace pas, ou peu, verticalement, il est dit stable. Ainsi, si l'on chauffe de l'air, sa tendance sera de s'élever, il devient instable. Il reste instable tant que sa

température est supérieure à celle de son environnement. Dès que sa température atteint celle de son environnement, il stoppe son ascension.

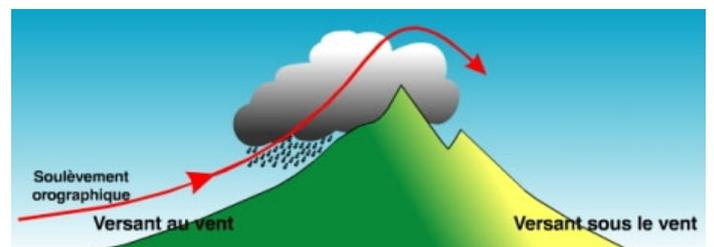
## 1.5 Les nuages

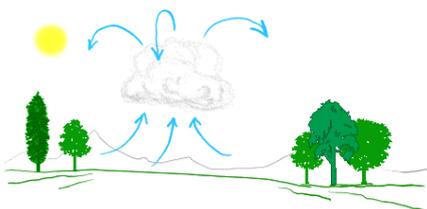
Un nuage est composé de gouttelettes d'eau ou de glace. L'air y est totalement saturé. Pour saturer de l'air (à pression quasi-constante), il faut le refroidir. Il existe 4 types de refroidissement :



**Refroidissement frontal** : deux masses d'air de propriétés différentes (chaude et froide) se rencontrent. Elles ne se mélangent pas. La plus chaude est forcée de monter (c'est la plus légère). En montant, elle se refroidit et se condense.

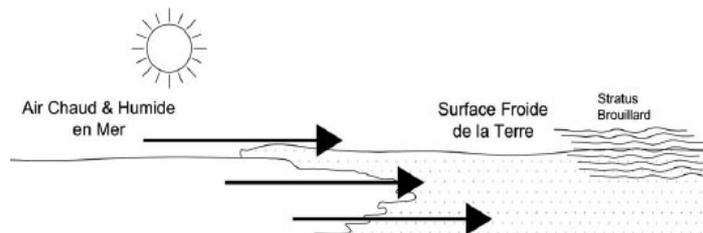
**Soulèvement orographique** : une masse d'air rencontre une montagne et est forcée à s'élever. L'air se refroidit et il peut y avoir condensation.





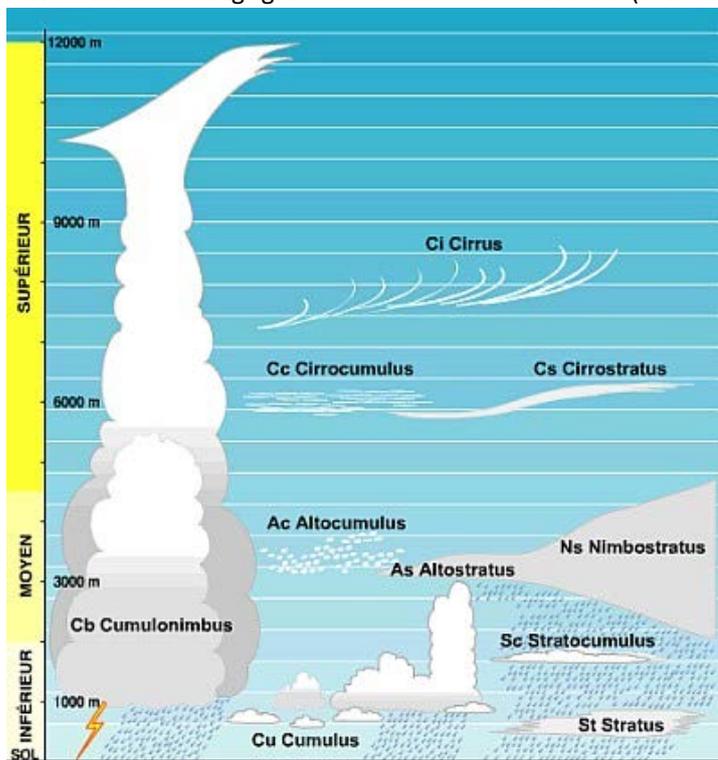
Ascendance dynamique (ou convection) : le sol chauffe l'air à son contact le forçant à s'élever. En montant, il se refroidit et se condense (*figure de gauche*).

Refroidissement par la base : De l'air chaud et humide arrive sur une surface plus froide (*figure de droite*).



### Classification des différents nuages :

On reconnaît un nuage grâce à sa forme et à son altitude (voir Annexe 1 pour les photos).

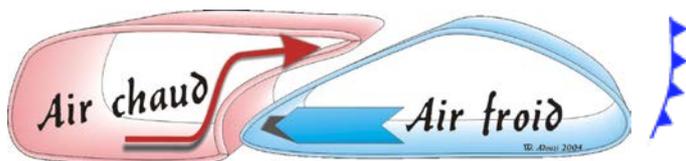


- En couche : air stable, nuage stratiforme.
- Développement vertical : air instable, nuage cumuliforme.
- Etage bas (2000 m et moins)
- Etage moyen (2000 – 5000 m) : alto.
- Etage supérieur (5000 m et plus) : cirro.
- A développement vertical : cumulo.

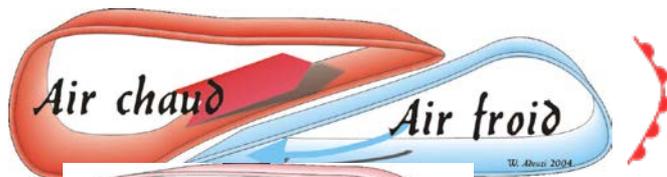
La nébulosité est exprimée en octas : la voûte céleste en entier compte pour 8 octas. S'il y a par ex, la moitié du ciel occupé par des nuages, il y a 4 octas de nuages.

### 1.6 Frontologie

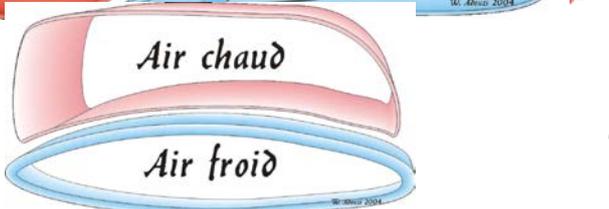
Lorsque deux masses d'air se rencontrent, elles ne se mélangent pas. La ligne de démarcation est appelée un front. Il existe 4 types de fronts : chaud, froid, occlus et stationnaire (on ne parlera pas de ce dernier).



**Front froid** = air froid, qui par sa dynamique, rencontre un air plus chaud.



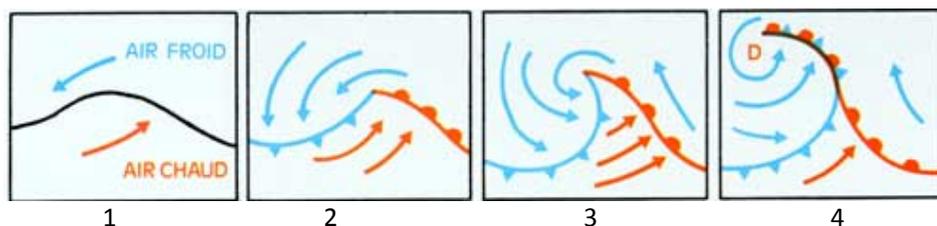
**Front chaud** = air chaud, qui par sa dynamique, rencontre un air plus froid.



**Front occlus** : chape d'air chaud qui surplombe un air plus froid



Création d'une perturbation :

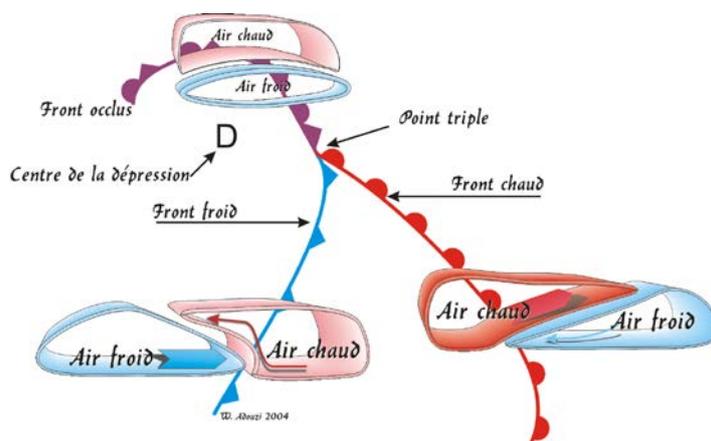


Etape 1 et 2 : l'air chaud venant du sud et l'air froid venant du nord se rencontre. Les masses d'air ne se mélangent pas, le système commence à s'enrouler : c'est la naissance des fronts chaud et froid.

Etape 3 : le système commence à tourner dans le sens antihoraire. L'air chaud se fait enfermer par l'air froid.

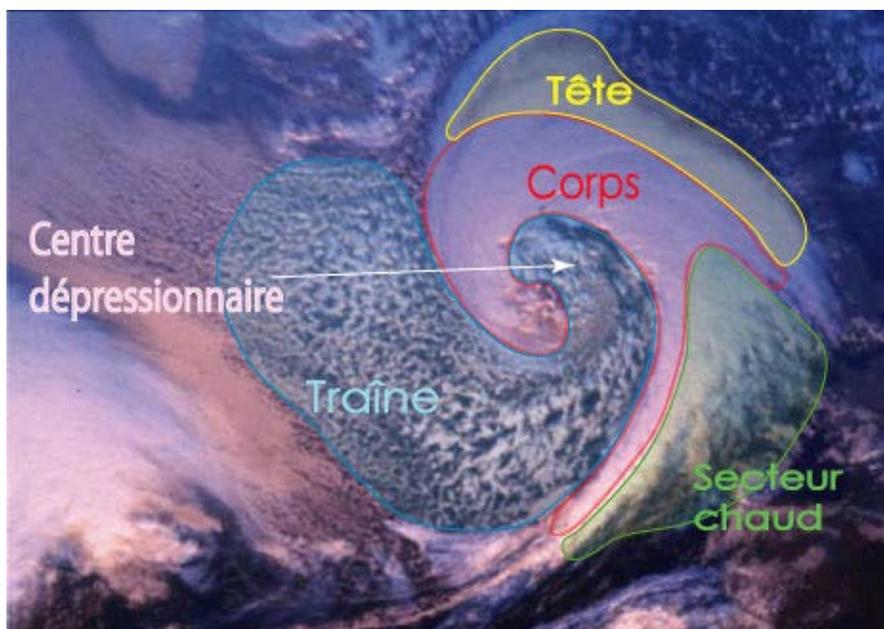
Etape 4 : coincé entre les deux masses d'air froid, l'air chaud est rejeté en altitude : c'est le début de l'occlusion. Le fait de tourner va créer une dépression associée à la perturbation.

A la fin de la vie d'une perturbation, les masses d'air s'amalgament et/ou ne deviennent plus suffisamment différentes pour faire perdurer les fronts : c'est la frontolyse.



Vue 3D d'une perturbation mature

## 1.7 Temps associé à une perturbation



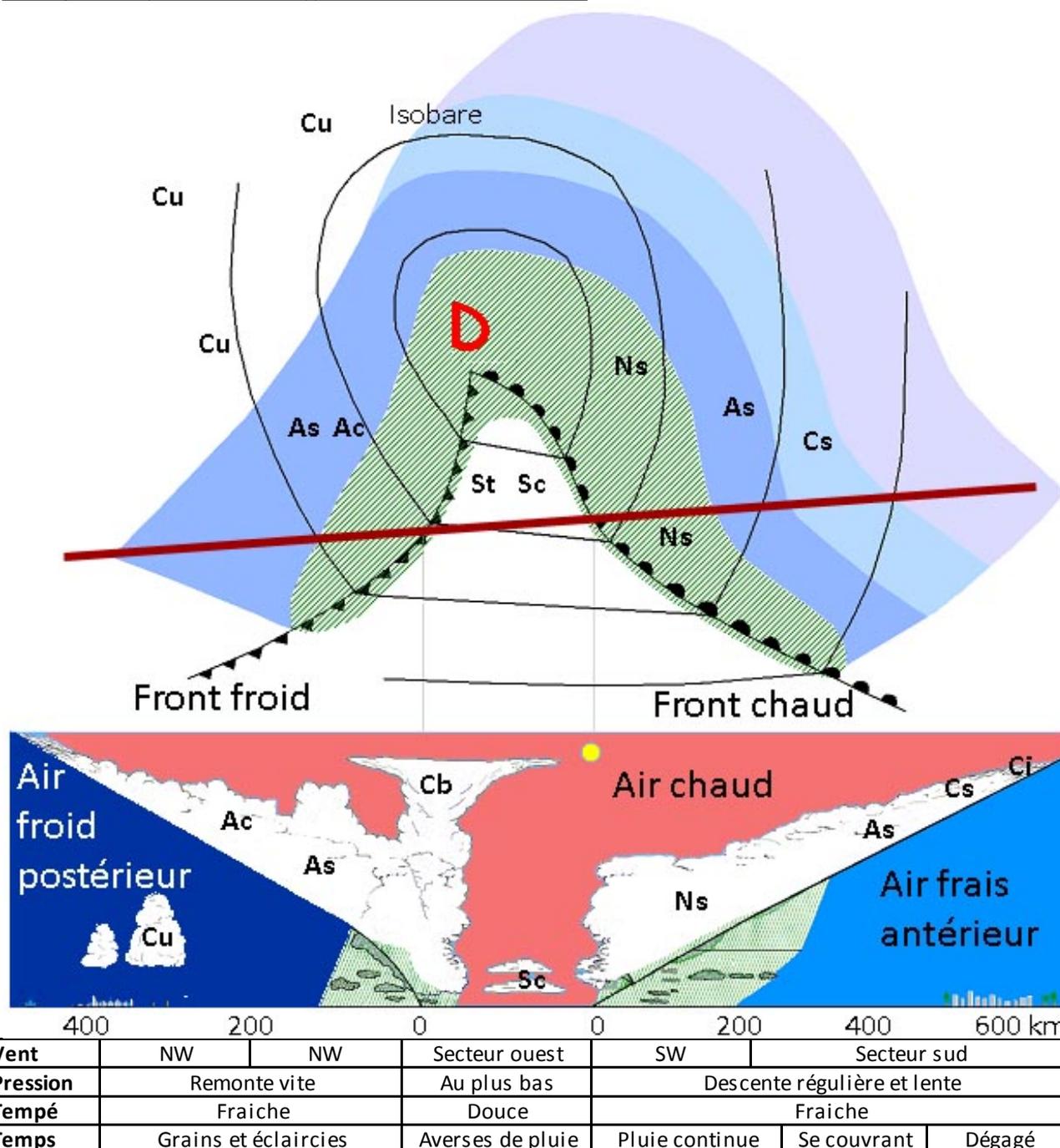
Très souvent, la structure nuageuse d'une perturbation permet de distinguer plusieurs parties. La tête se situe en avant de la perturbation.

Le corps correspond étroitement aux fronts. Le secteur chaud est l'air chaud coincé entre les fronts chaud et froid.

La traîne enfin, trouve sa place en arrière du front froid.

Assez souvent, le centre dépressionnaire peut s'isoler sur les photographies satellites, par une présence moins importante de masses nuageuses.

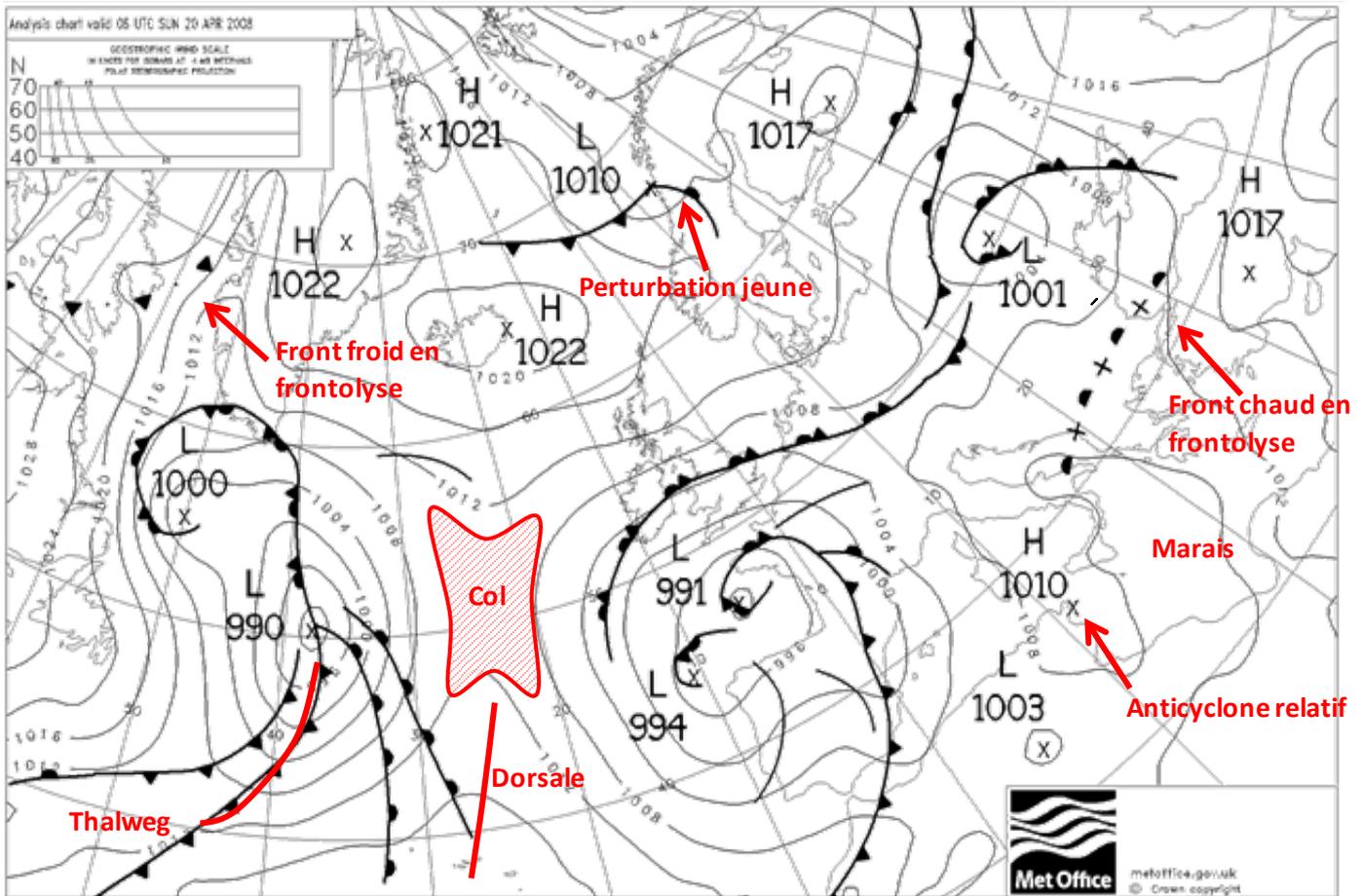
## Passage d'une perturbation « type » sur les côtes Bretonnes



### 1.8 La carte isobarique

La carte isobarique représente la situation barométrique actuelle ou prévue avec la position des fronts. Il existe plusieurs types de cartes : celle de surface qui représente la pression au niveau de la mer et il existe des cartes d'altitudes (représentant l'altitude géopotentielle à une pression donnée), cependant les cartes d'altitude sont plus complexes à interpréter. Une carte isobarique de surface peut être pointée, c'est-à-dire avec des relevés de vent et pression. Les individus isobariques que l'on peut voir, en plus de ceux déjà mentionnés (fronts) sont les :

- Thalweg : axe de basse pression.
- Dorsales : axe de haute pression.
- Col : région entre deux dépressions ou deux anticyclones.
- Marais : zone de pression standard (proche de 1015). Les isobares sont désorganisées.



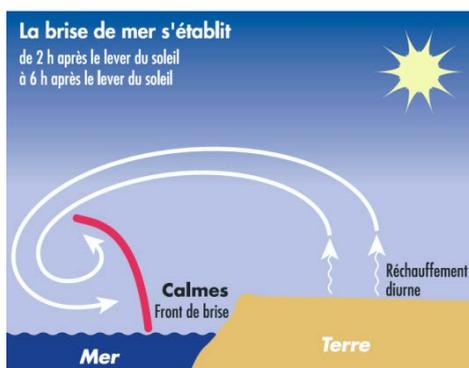
Faire attention à l'heure de validité de la carte et à son type (analyse ou prévision). Grâce au schéma type d'une perturbation, on peut imaginer le temps qu'il fait ou qu'il fera. Attention : la réalité est souvent bien plus complexe. Le vent peut être déterminé grâce à l'écartement des isobares (voir paragraphe 1.3). Cela sera un vent moyen (rajouter 1 à 2 B pour tenir compte des rafales).

 *En savoir plus* **Météo et Stratégie, Croisière et Course au Large** (2004, ed. Voile/Gallimard) Jean-Yves Bernot

## 1.9 Météorologie locale

### 1.9.1 La brise thermique côtière

Les brises thermiques côtières sont liées à l'interaction eau / terre : les capacités thermiques de l'eau et de la terre sont très différentes : elles vont donc s'échauffer et se refroidir à des vitesses différentes. La mer est quasi stable en température sur 24h, alors que la terre s'échauffe en journée et se refroidit la nuit. Cette différence de température est à l'origine de la brise. Comme nous naviguons la journée, seule la brise thermique diurne nous intéresse (bien que certains jours d'été on profite de la fin du thermique de nuit pour naviguer...). Certaines brises thermiques peuvent souffler jusqu'à force 6.

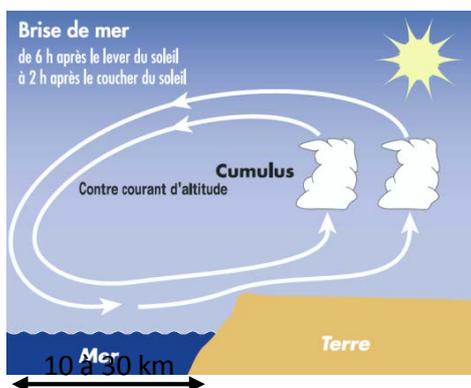


Le soleil réchauffe la terre plus vite que la mer. L'air commence à s'élever. Cet air peut être entraîné par le vent synoptique d'altitude (de 1500 à 2000m), l'air « chaud » part vers la mer et se refroidit : il descend doucement jusqu'à arriver à la surface de l'eau.

Le front de brise est une zone de calme (convergence de deux vents « opposés »). Il se décale vers le rivage.

Vers la mi-journée, les premiers cumulus sont présents et la brise commence à s'installer. Le vent est quasi perpendiculaire à la cote (si cette dernière est quasi rectiligne).

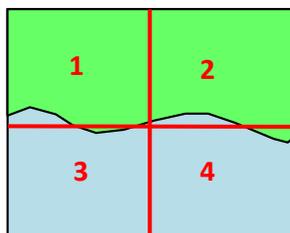




Une fois établie, la brise reste habituellement jusqu'au coucher du soleil. Attention à ne pas se faire « piéger » lors des navigations par régime de brises (le vent pouvant alors diminuer bien avant le coucher de soleil si la brise est faible en intensité). Enfin, la direction du vent tourne (vers la droite) au cours de la journée dû à la force de Coriolis.

On peut dresser un tableau des différents effets afin de prédire si la brise thermique a des chances de se lever grâce à un système de points.

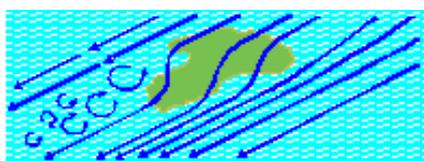
Total	Vitesse maxi
6	25
5	20
4	15
3	10
2	5
1	Peu probable



Critère	Choix possible	Poids
Tempé de l'air supérieur à celle de l'eau : 4°	Oui Non	Brise possible Pas de brise
Vent synoptique < 16 kts	Oui Non	Brise possible Pas de brise
Direction du vent synoptique	Quadrant 1 Quadrant 2 Quadrant 3 Quadrant 4	2 1 0 -1
Température de la masse d'air	Frais Tiède Chaud	1 0 -1
Ensoleillement	Bon ou Cumulus Moyen Mauvais	1 0 -1
Marée haute dans l'après midi	Oui Non	0 -1
Stabilité de la masse d'air	Instable Stable	2 -1

### 1.9.2 Effets de sites

Un effet de site est dû à la géographie locale. Il en existe plein, certains étant des compositions d'effets « élémentaires ». Gardons à l'esprit qu'un vent froid et donc dense « colle » plus aux obstacles qu'un vent chaud (notion de viscosité). L'air stable accentue également les phénomènes d'effets de sites.



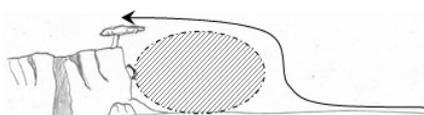
**Effet de pointe, îles** : Si le vent vient toucher une pointe sous une direction latérale, il a tendance à diverger de façon radiale. Pour une île, le côté sous le vent est déventé et les côtés extérieurs sont plus ventés (coté bâbord plus venté).



**Reliefs et cours d'eau** : le vent a tendance à suivre globalement la géographie locale. Ainsi sa direction et sa force se trouveront modifiés (effet Venturi).

**Côtes basses** : les frottements étant plus importants sur terre que sur mer, le vent au dessus des terres est plus faible. La force de Coriolis est donc moins importante. Le vent sur mer sera donc orienté plus « à droite » que le vent sur terre.

**Côte moyennement élevée** : création d'un « coussin » (vent faible et désordonné).



**Côtes élevées** (avec relief important, type Cote d'Azur, Corses, Pays Basque) : onde de dévent avec possibilité de retour.



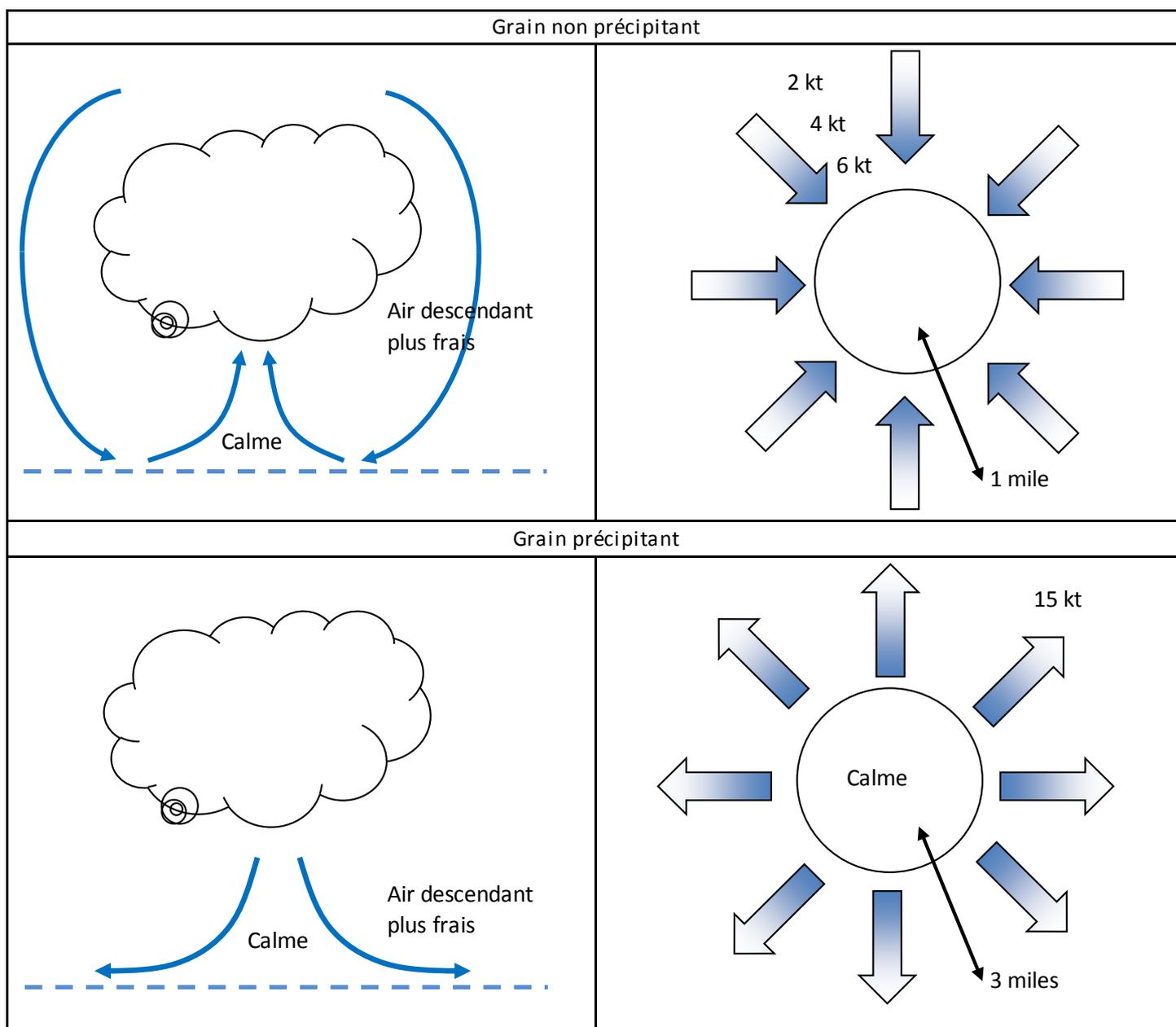
### 1.9.3 Le grain

Le grain est une variation brusque de la vitesse et/ou de la direction du vent. Il est accompagné le plus souvent d'un nuage fortement convectif de type cumulus congestus ou cumulonimbus (CB). En voile légère, il est fortement déconseillé de naviguer sous un CB. De fortes rafales de direction variables avec pluie voire grêle sont des conditions habituelles sous un grain. De plus sous un CB, un éclair peut venir frapper votre embarcation.

Les grains se rencontrent essentiellement juste avant le passage d'un front froid et après son passage (dans la traîne). Une traîne caractérisée d'active a de très grandes chances d'avoir de nombreux grains, voir des lignes de grains. Plus les nuages sont développés verticalement, plus les grains sont violents. Plus la base du nuage est basse et plus le grain sera violent.

Le vent de surface et le vent d'altitude (celui qui pousse le nuage) sont de directions différentes. Le grain aura tendance à avoir une route « plus à droite » que le vent de surface.

Il faut dissocier le cas d'un grain pluvieux et d'un grain non pluvieux.



En savoir plus

Météo Locale, Croisière et Régate (2007, ed. Voile/Gallimard) Jean-Yves Bernot



## 1.10 Les vagues, la houle

Ce court chapitre ne sert juste qu'à donner quelques définitions afin de clarifier certaines idées.



- Houle : mer du vent qui a quitté son aire génératrice
- Vague : mer du vent local
- Le fetch est la distance sur laquelle le vent agit pour créer les vagues.
- Longueur d'onde : distance entre deux crêtes d'un train de vague



La hauteur (du creux à la crête) d'une vague est une hauteur statistique. Exemple : on prend une série de 100 vagues. Sur ces 100 vagues on ne retient que les 33 plus hautes (le tiers). On moyenne la hauteur de ces 33 vagues et c'est la hauteur « de référence ». Elle est des fois notée  $H_{1/3}$ .



Lorsque les vagues ne déferlent pas, il n'y a quasiment pas de déplacement horizontal d'eau sur un espace de temps court. Ce sont des ondes (déplacement d'énergie).



Attention quand le vent et vagues sont opposé au courant. Cela lève un clapot qui va vite devenir dangereux. Lors d'un calcul de marée (voir plus loin), tenir compte des vagues/houle.

## 1.11 Le bulletin météo

Afin d'aider le marin à savoir le temps qu'il va faire, chaque pays est tenu d'avoir un service météo. Météo France diffuse ainsi des bulletins sur une base régulière (cf. Guide Météo France Marine). Il existe 4 types de bulletins selon le type d'activité : bulletin rivage, cote, large et grand large. Le bulletin cote est celui qui nous intéresse.

Ce bulletin est émis par un CROSS trois fois par jours par VHF. Il est également disponible sur Internet. La structure est toujours la même :

- Avis de BMS : en cas de conditions météo difficiles (Force 7 ou plus pour un bulletin côte).
- Situation générale : situation barométrique pour sur une région d'environ 1500 km de large.
- Prévision (pour la journée ou nuit selon l'heure d'émission)
  - o Vent : direction / force / tendance éventuelle
  - o Mer
  - o Houle
  - o Temps
  - o Visibilité
- Prévision pour le lendemain
- Tendance ultérieure
- Temps observé à différents endroits de la zone de validité du bulletin
- Date et heure du prochain bulletin

Lors d'une prise écrite de bulletin, le débit étant important, pensez à une feuille pré-remplie et utilisez des abréviations.

 *En savoir plus* **Guide Marine Météo France** : [http://secours-meteo-fr.axime.com/FR/download/guides\\_thematiques/marine.pdf](http://secours-meteo-fr.axime.com/FR/download/guides_thematiques/marine.pdf)



## 2. Les vents

Le vent « météorologique » n'est pas le vent que l'on a lorsque notre catamaran avance. Le vent que l'on touche, appelé vent apparent, sera fonction de la vitesse du bateau, du courant et du vent météorologie.

Pour représenter le vent, on utilise un outil mathématique : le vecteur. Très rapidement, voici quelques-unes de ses caractéristiques qui vont nous servir.



- La longueur du vecteur est proportionnelle à la force du vent
- La flèche et la direction du vecteur renseignent sur la direction du vent
- On peut additionner (ou soustraire) deux vecteurs : pour cela, on translate le deuxième vecteur qu'on va positionner à l'extrémité du premier. La somme des deux est le vecteur partant du début du premier et se finissant à la fin du second.

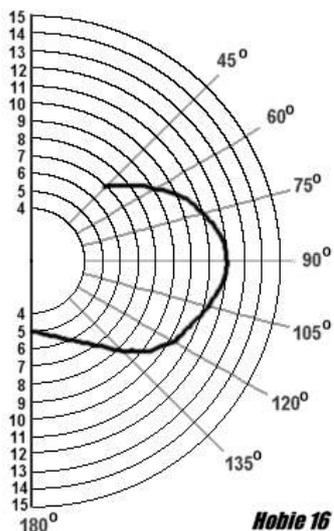
### 2.1 Définitions

- Vent réel : c'est le vent ressenti lorsqu'on est **totalem**ent immobile : sans courant. C'est le vent météorologique de surface. Il est noté  $v_r$ .
- Vent courant : le déplacement des masses d'eau (marées, courant, ...) est représenté par un vent opposé à la vitesse de déplacement de la masse d'eau. Il est noté  $v_c$ .
- Vent surface : somme (vectorielle) du vent réel et du vent courant. C'est le vent que l'on perçoit lorsqu'on est arrêté sur l'eau. Il est noté  $v_s$ .
- Vent vitesse : dû au déplacement d'un mobile, il crée un vent « vitesse » qui est égale à sa vitesse de même direction et de sens opposé à son déplacement. Il est noté  $v_v$ .
- Vent apparent : c'est le vent que l'on sent au visage sur un bateau en mouvement. Il est la somme du vent vitesse et du vent surface. Il est noté  $v_a$ .
- Vent qui refuse : vent apparent se rapprochant du face au vent
- Vent qui adonne : vent apparent se rapprochant du vent arrière

### 2.2 Changement de vitesse à vent réel fixé

On va considérer que le vent courant et le vent réel sont stables. Que se passe-t-il lorsqu'on accélère et lorsqu'on ralentit ?

	Accélération : $v_v$ qui augmente - Ralentissement : $v_v$ qui diminue	
Allure de près		<p>Au près, si on accélère, le vent apparent augmente et refuse.</p> <p>Pour garder le bon réglage : il faut border ou abatte.</p>
Allure portante		<p>Au portant, si on accélère, le vent apparent augmente et refuse.</p> <p>Les catamarans étant rapide, on peut avoir un vent apparent très lofé au portant.</p> <p>Cas « limite » : si on avance à la vitesse du vent en vent arrière.</p>



Afin d'illustrer cela, voici la polaire de vitesse d'un HC 16 avec 10 kts de vent réel.

Cette courbe est construite en relevant la vitesse du bateau selon l'angle par rapport au vent réel. On suppose que l'équipage est suffisamment expérimenté afin que ce soit les performances du catamaran qui limite la vitesse. Le bateau n'avait pas de spi.

La vitesse maximale est obtenue, **dans ces conditions météo**, au large serré.

Le bateau ne remonte pas mieux qu'à 45° du vent et au vent arrière sa vitesse n'est que la moitié du vent réel. Avec un spi, la vitesse maximale serait obtenue pour un angle par rapport au vent réel d'environ 110° (pour 10 kts de vent réel).

Enfin, lorsque le vent augmente, les vitesses maximales sont obtenues pour des angles de plus en plus abattus : à 30 kts, il est dur d'être poulies dans poulies au travers ...

### 2.3 Passage d'une risée

Une risée est une augmentation du vent réel. Ce tableau peut être pris à l'opposé pour le passage d'une molle (mais on essaye de les éviter). Un vent qui forcit (en restant stable en direction) fait adonner le vent apparent. L'objectif du bateau est de faire la route la plus directe.

	Variable en force (risée : force qui augmente)	Variable en direction
<b>Au près</b>	On choque un peu – Reste sur le même cap – reborde. Si le vent réel est trop fort, le $v_a$ adonne sans qu'on puisse tenir le bateau et on doit alors lofer ou choquer.	Vent qui adonne : on lofe afin de suivre le vent Vent qui refuse : on maintient quelques secondes le cap actuel (gain au vent grâce à l'inertie) puis on abat pour retrouver la vitesse optimale.
<b>Au travers</b>	Pour diminuer l'allongement de la route, on préfère suivre les changements de vent (adonnante ou refusante) aux écoutes.	
<b>Au portant</b>	On garde le réglage et on abat.	Vent qui refuse : on abat tout de suite. Vent qui adonne : on maintient quelques secondes le cap actuel (gain sous le vent grâce à l'inertie) puis on lofe pour retrouver la vitesse optimale.

### 3. Mécanique du catamaran

L'objectif de ce chapitre est de comprendre les mécanismes principaux qui permettent à un catamaran de naviguer à la voile. La mécanique du voilier est en réalité une science complexe demandant des connaissances mathématiques importantes. Des « raccourcis » importants seront faits afin d'aller à l'essentiel.

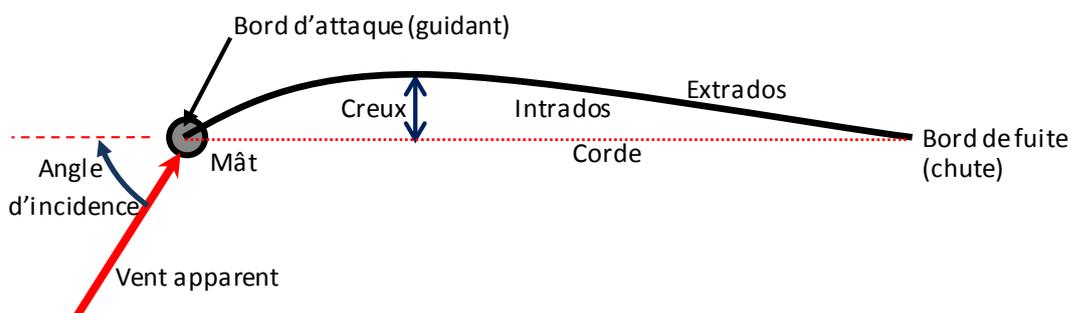
Dans tout ce qui suit, on considère un catamaran qui avance à vitesse uniforme sans modification de gîte / tangage / roulis.

#### 3.1 Définitions

Une voile est « découpée » en plusieurs zones qui ont des noms bien précis. Afin de parler de la même chose voici la définition des principales zones. Une voile est une surface en 3 dimensions. On appelle profil, une coupe de la voile le long du mât.



Le profil de la voile évolue en fonction de la hauteur mais aussi en fonction des réglages. Voici un profil avec sa nomenclature :



#### 3.2 Les écoulements

Un écoulement est le déplacement d'un fluide. Une ligne de courant est la matérialisation du déplacement du fluide dans un écoulement. Il existe 2 types d'écoulements.

- Laminaire : les lignes de courants sont quasiment parallèles entre eux.
- Tourbillonnaire : les lignes de courants sont totalement désordonnées.

Les voiles d'un catamaran de sport sont le plus efficaces lorsque l'écoulement est laminaire. Il est mis en évidence par les penons (cf. § 4.2.3). L'écoulement reste laminaire jusqu'à une quarantaine de degrés d'incidence, soit une allure de largue / grand largue (dépendamment de la vitesse du catamaran). Au vent arrière, l'écoulement est turbulent.

L'état de l'écoulement dépend de plusieurs facteurs : viscosité du fluide ( $\nu$ ), vitesse de l'écoulement, masse volumique ( $\rho$ ) du fluide (pour aller plus loin : définition du nombre de Reynolds). Afin de comprendre comment se forme les forces qui font avancer notre catamaran, intéressons-nous aux différentes pressions le long des écoulements.

La pression totale d'un fluide en mouvement est la somme de :

- Sa pression statique ( $P_s$ ) : pour le cas de l'air, c'est la pression météorologique.
- Sa pression dynamique ( $P_d$ ) : qui dépend de sa vitesse au carré :  $P_d = \frac{1}{2} \rho V^2$



Bernoulli énonce qu'au sein d'un écoulement incompressible, la pression totale reste constante sur une ligne de courant :

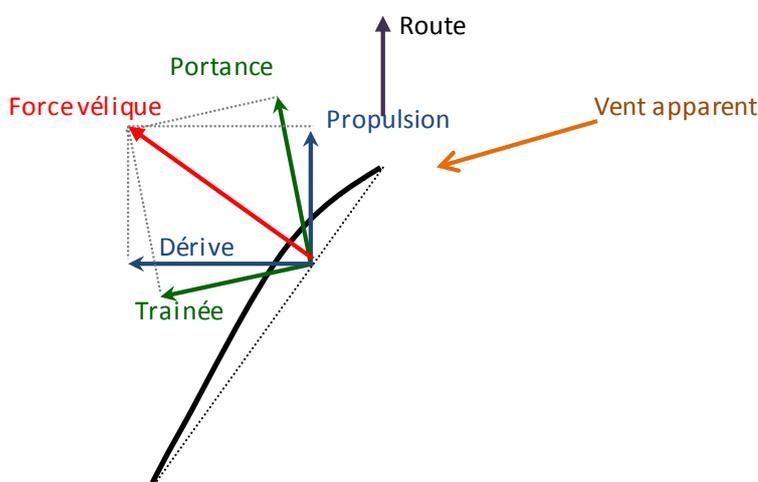
$$\frac{V^2}{2} + \frac{P_s}{\rho} = cste$$

Ce qui nous intéresse est de comprendre comment une voile, immergée dans un écoulement (la vitesse du bateau), peut faire avancer ce dernier. La surface de la voile (courbe) dévie l'écoulement. A partir d'une certaine distance, l'écoulement n'est plus perturbé. Du coté extrados il y a un resserrement alors qu'à l'intrados il y a un élargissement. C'est un effet Venturi : l'air est accéléré du coté extrados alors qu'il est ralenti du coté intrados (cas d'une voile « simple »). Il y a donc diminution de la pression statique à l'extrados et vice versa à l'intrados. Le différentiel de pression statique crée une force : la force aérodynamique ou poussée vélique. La succion (extrados) est prépondérante devant la poussée (intrados).

### 3.3 Les forces

Comme pour les différents vents, on utilise les vecteurs pour représenter les forces. Nos exemples sont des cas simples : aucune interactions foc / GV. La réalité est bien plus complexe.

#### 3.3.1 Force aérodynamique / force vélique



La force aérodynamique ou force vélique est la somme d'une infinité de « petites forces » élémentaires. La force résultante s'applique au maximum du creux et est quasiment perpendiculaire à la corde (sauf pour les angles d'incidence inférieure à 25°).

On peut décomposer cette force de deux manières : selon le vent apparent ou bien la route (cap + dérive) fond. Si on la décompose selon la route, on aura une composante propulsive et une composante de dérive. Si on la décompose selon le vent apparent, on aura une composante de portance et une composante de traînée, cette décomposition est peu utilisée en pratique.

Traînée et portance sont intimement liées. Voici une courbe (polaire vélique) qui relie les deux.

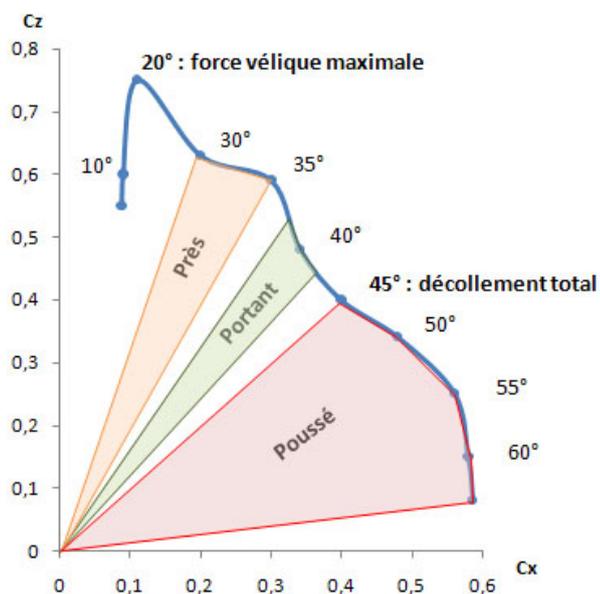
Les angles qui parcourent la courbe sont ceux du vent apparent (par rapport à la route du catamaran).

Le  $C_z$  est le coefficient de portance alors que le  $C_x$  est le coefficient de traînée. Ces nombres sans dimension représentent les valeurs de la portance et de la traînée (pour une même vitesse).

Le rendement aérodynamique maximal d'une voile est obtenue pour la finesse maximale qui est la maximisation du rapport  $C_z / C_x$ . Rendement max ne veut pas dire vitesse maximale. De plus, cette courbe n'est qu'aérodynamique et ne montre pas le besoin de puissance pour vaincre la traînée des coques dans l'eau. De plus, ces nombres ne montrent pas de façon explicite la direction de la force vélique qui reste tout aussi importante que sa valeur.

Par rapport à la polaire de vitesse, celle-ci ne tiens pas compte des conditions de vents. Elle est purement théorique. Son intérêt est de nous montrer la plage d'utilisation du vent apparent en catamaran : au-dessus de 45° d'incidence, nous sommes en régime tourbillonnaire.

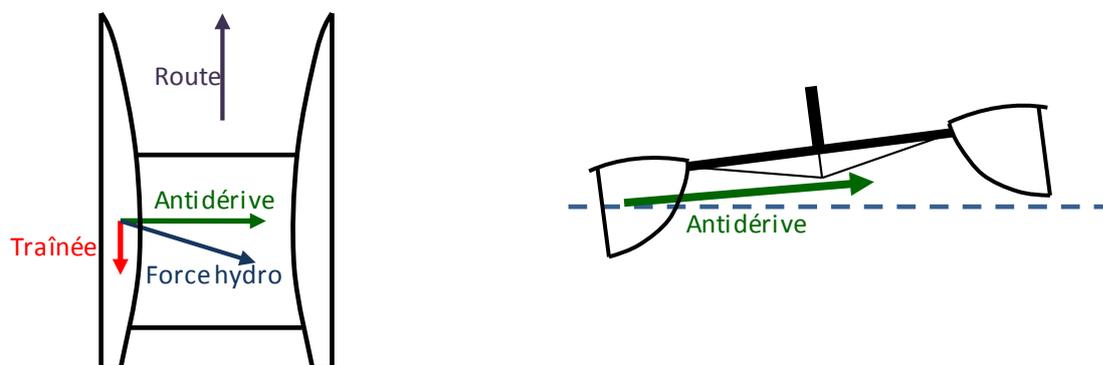
A 20°, commence à apparaître un décollement (du coté bord de fuite) qui ne ferra qu'augmenter (vers le bord d'attaque).



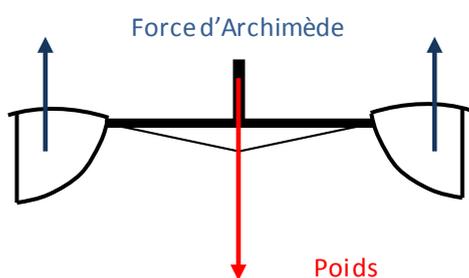
### 3.3.2 Force hydrodynamique

Nous allons nous intéresser au cas du Hobie Cat 16. Ce catamaran a des coques asymétriques (incidence non nulle). Les coques peuvent donc être apparentées à une surface portante. L'eau est un fluide donc tout ce que nous avons énoncé auparavant reste valable. Il y a donc, comme pour la voile, une force hydrodynamique. On la décompose habituellement en force antidérive et en traînée.

Le safran, de dimension importante, est aussi un élément antidérive.



### 3.3.3 Poids et poussée d'Archimède



Le poids est la masse du bateau et de ses équipiers soumis à la gravité terrestre. Le poids est vertical et s'applique au centre de gravité du système {bateau + équipage}.

La poussée d'Archimède s'applique au centre de carène (centre de gravité des parties immergées). Pour un bateau intact, elle a la même valeur que le poids mais de sens différent.

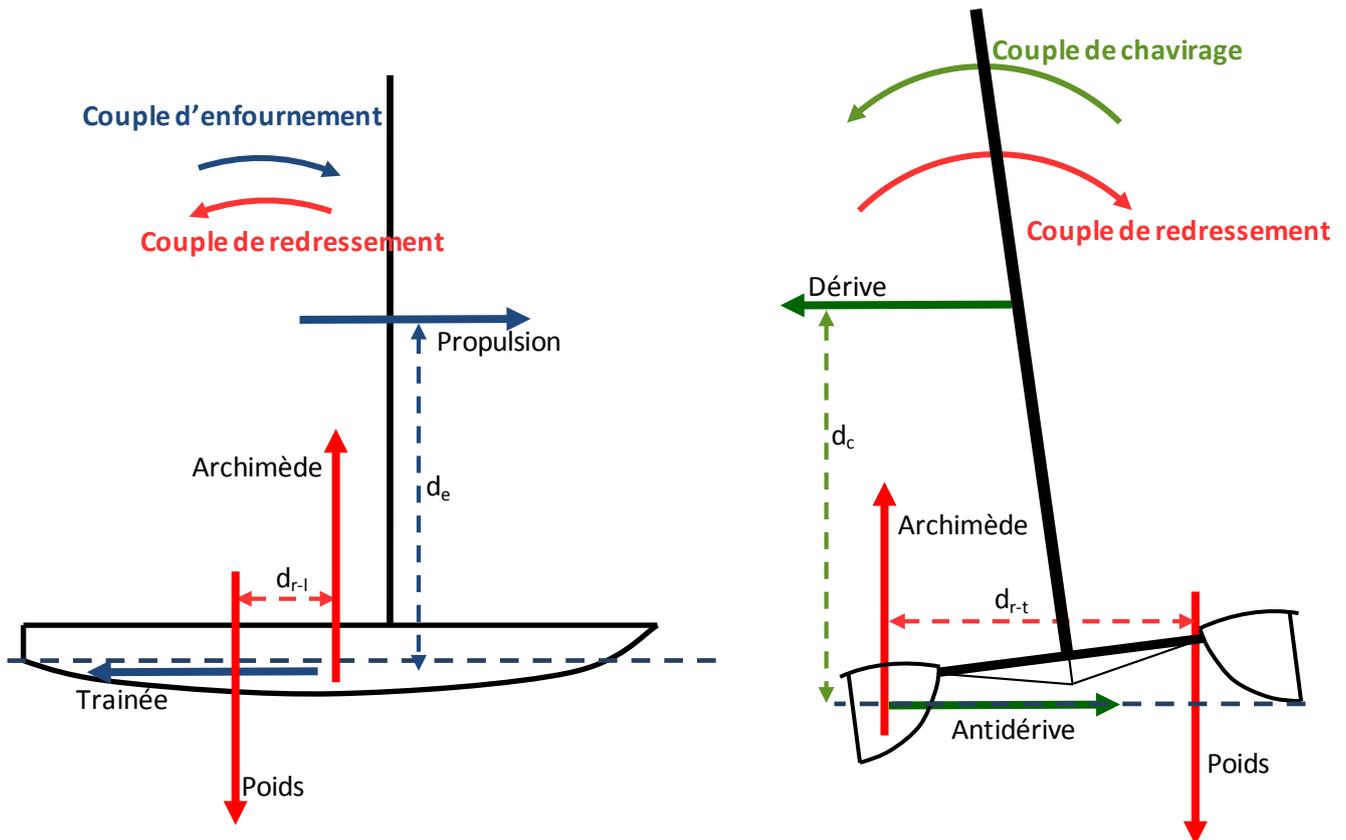
## 3.4 Les équilibres

Toutes les forces décrites ci-dessus s'appliquent en même temps. Celles qui sont dans le même plan forment des couples. Un couple est l'association de deux forces parallèles. Il est proportionnel à l'intensité des deux forces et à l'espacement des deux forces.

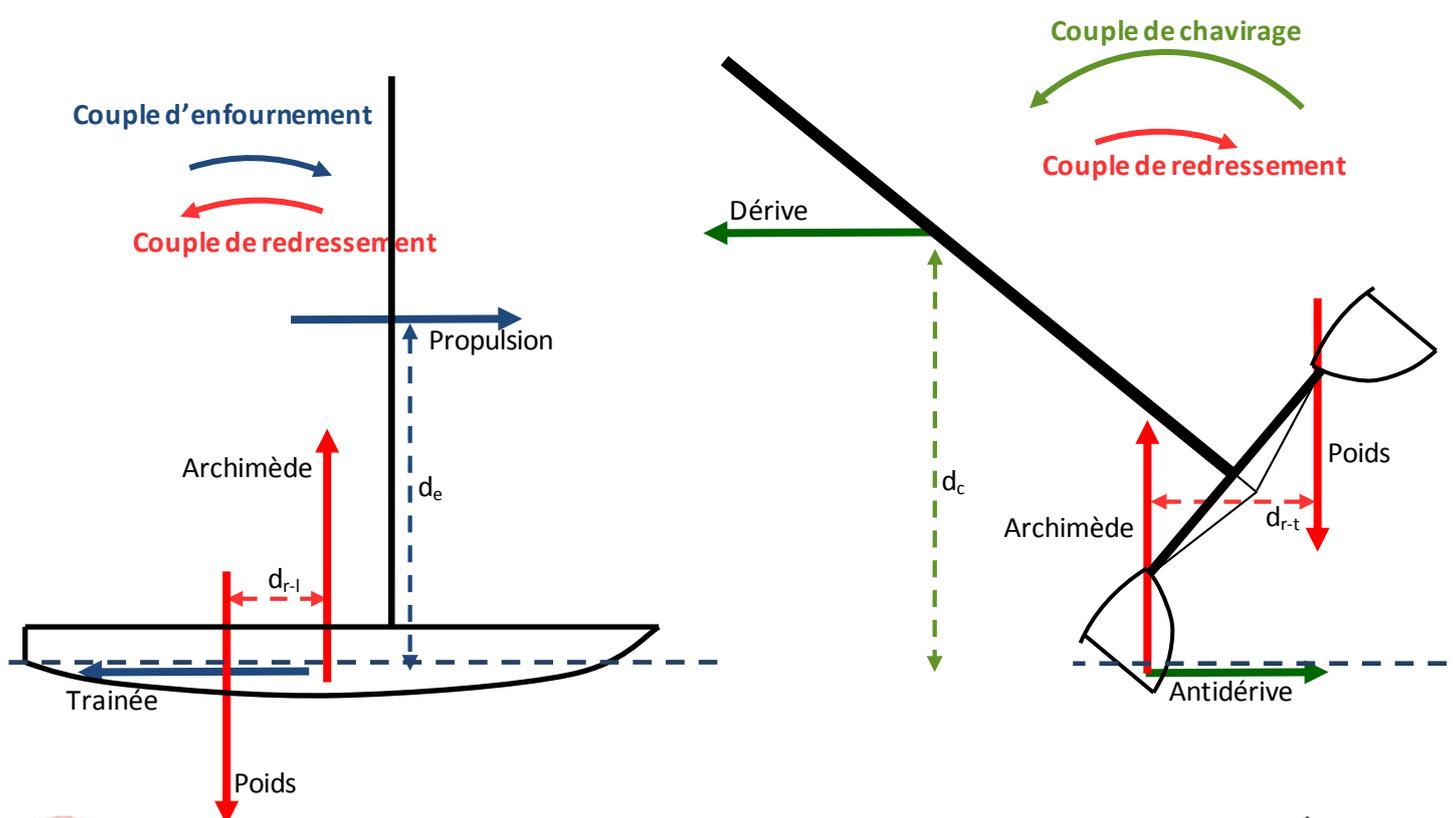
Ce sont ces couples qui font enfourner (sancir) ou gîter le bateau. Dans des conditions de navigations « normales » le catamaran est en équilibre stable : il tend à revenir à son état initial. Cependant, certaines positions le mettent en équilibre instable (risée, fort vent, ...). C'est à l'équipage alors de le remettre dans un équilibre stable, sinon c'est le soleil ou le chavirage :-)

Il existe trois couples principaux sur un catamaran : le couple de redressement, de chavirage et d'enfournement.

### 3.4.1 Position optimale



### 3.4.2 Position proche du dessalage



A présent voici un tableau récapitulatif des possibilités pour revenir à la position optimale.

Etat	Sur le schéma		Réglage réel
Trop gité	Poids	Augmenter P	Être plus lourd ...
	Force de dérive	Diminuer la composante de dérive et donc la force aérodynamique	Choquer de la GV
	Couple de chavirage	Diminuer $d_c$	Prendre un ris
	Couple de redressement	Augmenter $d_{r-t}$	Sortir au trapèze
Enfournement	Poids	Augmenter P	Être plus lourd ...
	Propulsion	Orientation et intensité de la force aérodynamique	Orientation : choquer du chariot Intensité : choquer de la GV
	Couple de redressement	Augmenter $d_{r-d}$	Reculer l'équipage
	Couple d'enfournement	Diminuer $d_e$	Prendre un ris

Le couple de redressement est maximal lorsque la coque au vent est à fleur d'eau.

En conclusion, il ne faut pas voir des flèches partout et dans tous les sens quand on navigue. Cependant comprendre, à terre, comment fonctionne un bateau et surtout comprendre certains réglages « pointus » (par leur vocabulaire ou fonctionnement) permet d'améliorer grandement ses performances.

 *En savoir plus* **Les Voiles, Comprendre, Régler, Optimiser** (2004, ed. Voile/Gallimard) *Bertrand Chéret*

## 4. Les réglages

Selon la technologie des bateaux, il y a plus ou moins de réglages. Certains ayant des actions plus ou moins importantes sur la bonne marche du navire. En voile légère, le réglage le plus important est la position de l'équipage. Ne l'oubliez jamais !

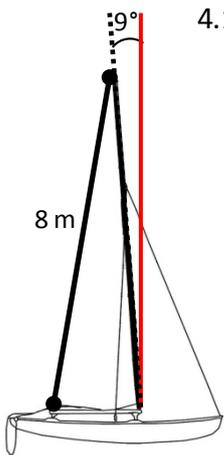
On peut décomposer selon trois types de réglages : ceux à terre qu'on ne peut, a priori, pas modifier facilement sur l'eau. Ensuite, les réglages sur l'eau qui dépendent souvent des conditions et de l'allure et enfin la position de l'équipage.

Il n'y a pas de réglages universels. Il faut beaucoup s'entraîner afin d'essayer un nombre important de réglage. Les réglages suivants permettent surtout de connaître l'effet des réglages.

Les réglages suivants s'appliquent à un HC 16 Standard. Certaines modifications / ajouts sont à faire selon le type de catamaran.

### 4.1 Réglages à terre

#### 4.1.1 La quête



La quête est l'angle que fait le mât avec la verticale. Par commodité de mesure, la quête est aussi la distance entre le haut du mat et le milieu de la poutre arrière. Prendre de la quête c'est augmenter cet angle et donc diminuer la distance.

Afin de la régler « simplement », 8 m de quête (angle de 9°) est une valeur moyenne standard (bateau dégréé). Plus le vent monte et plus on prend de quête.

Plus (moins) on a de la quête, plus le bateau sera ardent (mou) et aura tendance à lofer (abattre). Si on touche à la quête, il faut aussi toucher à la compensation des safrans.

La quête se règle grâce aux lattes ridoirs des haubans.

#### 4.1.2 Les lattes de GV

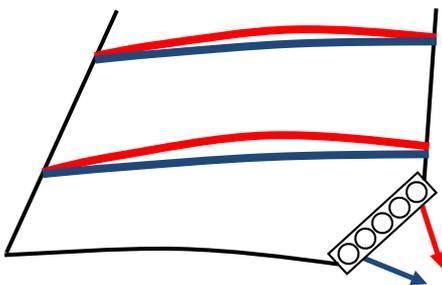
Les lattes permettent de donner une forme aérodynamique à la GV. Il est possible de cintrer plus ou moins les lattes. Plus elles sont cintrées et plus la voile devient creuse et puissante.

Pour bien les régler, il faut dessaler le bateau afin de voir la voile « comme si » le vent agissait dessus. Attention à bien les mettre dans leurs goussets : sinon elles abîment la GV et peuvent même la percer au niveau de la ralingue.

#### 4.1.3 La tension de la drisse de foc

Sur un HC16, la drisse de foc doit être étarquée pour rendre l'étai mou. Cela permet de mettre en tension le gréement. De plus, cela tend le bord d'attaque du foc. S'il n'était pas tendu, le foc perdrait beaucoup de sa puissance dans les allures laminaires.

#### 4.1.4 L'œillet du point de tire des écoute de foc



Il y a 5 positions possibles. Plus le point de tire est en arrière et plus les lattes seront forcées et donc le creux du foc important (couleur rouge). On utilise donc ce réglage par vent faible. Au contraire, prendre un point de tire avancé, creuse moins le foc lorsqu'on borde et diminue la puissance du foc (couleur bleue).



#### 4.1.5 La tension du trampoline

Au-delà du fait que c'est l'endroit où vous êtes assis, le trampoline participe activement à la rigidité du catamaran. Il doit donc toujours être tendu. Il se tend grâce à la garcette qui passe entre ses œilletons. On peut utiliser le palan de GV afin de mettre en tension la plateforme. Attention à ne pas trop être violent avec le palan pour ne pas déformer le cadre.

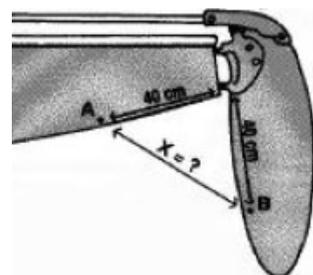
#### 4.1.6 Cuillères de trapèzes (version sans palan)



On règle les dominos de trapèzes afin d'être confortablement installé. On doit pouvoir choquer/border la GV (barreur et équipier). Au besoin, régler aussi le taquet de GV. Il faut pouvoir sortir et rentrer facilement. Si le vent est faible, on peut un peu les remonter pour diminuer le couple de rappel. L'équipier doit être plus bas que le barreur. Régler les dominos sur l'eau peut se relever fastidieux si ceux-ci sont bloqués.

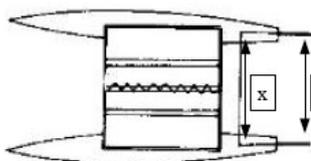
#### 4.1.7 Compensation des safrans

La compensation des safrans est le mouvement longitudinal des pelles. S'ils sont trop en arrière (distance  $x$  élevée), le bateau sera ardent et la barre sera très dure. Trop avancé (distance  $x$  courte), le bateau sera mou et la barre sera trop réactive (instable). La compensation se règle en avançant ou reculant la platine sur la barre franche (clef de 13).



Habituellement, la compensation est toujours maximale (distance  $x$  minimale). Si la quête est très faible, il se peut qu'il faille un peu reculer les safrans. La distance  $x$  « optimale » est de 45,6 cm. Si le safran est trop compensé (distance  $x$  petite), il décrochera rapidement.

#### 4.1.8 Parallélisme des safrans

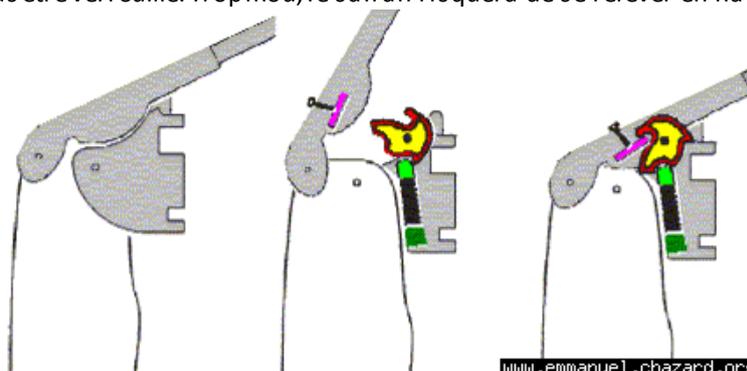


Avoir des safrans parallèles permet d'avoir une barre douce et de diminuer sa traînée. En effet, les filets d'eau au bord de fuite sont légèrement déviés. Si le safran n'est pas parallèle à l'écoulement, la traînée augmente. Le parallélisme se règle grâce à la barre de liaison. Il faut que  $y$  soit plus grand que  $x$  de 3 mm.

Les mesures se font à l'extrémité basse des pelles et sur le bord de fuite en haut.

#### 4.1.9 Cames

Les cames permettent au safran de se bloquer en position basse et en cas de collision avec le fond, la remontée des pelles (pour éviter de les casser). C'est un réglage sensible et qui sur des bateaux de club deviennent vite un casse-tête pour les moniteurs. Le réglage se fait par une vis en téflon (utiliser un gros tournevis plat). Cette vis modifie la tension d'un ressort qui agit sur la came. Trop dur, le safran ne pourra pas être verrouillé. Trop mou, le safran risquera de se relever en navigation à cause de la vitesse.



#### 4.1.10 Prise de ris

Prendre un ris permet de diminuer la surface de la GV et d'en abaisser le centre de poussée vélique (diminution des couples associées). Dans le vent fort, cela permet de continuer à naviguer. Si la prise de ris est mal faite, il y a un risque de déchirer la voile. Affaler la GV pour la hooker au niveau du plot de ris. Frapper les points d'amure et de bordure ensemble. Il faut bien vérifier qu'ils soient correctement ajustés. Ne reprendre la tension de la voile que par ces endroits.

Ranger le mou de GV grâce aux sandows (plier la GV d'un côté de la bôme et ne pas l'enrouler autour de la bôme).

### 4.2 Réglages en mer

Le HC16 n'a pas beaucoup de réglage en mer : pas de bout limiteur d'angle, dérives, cunningham démultiplié avec tourelle, ... Cela veut dire que ceux qui sont disponibles sont importants.

#### 4.2.1 Cunningham

Le cunningham permet de tendre la GV au guindant. Cela va aussi faire cintrer le mat. En étarquant, on enlève les plis de la GV, on l'aplatit et on recule le creux de la GV. Il faut toujours prendre un peu de cunningham. Par vent faible, on va juste effacer les plis de la GV. Plus le vent force et plus on l'étarque.

Comme le cunningham n'est pas sur un taquet coinçant sur tourelle, on y touche peu en navigation. Habituellement, on a un cunningham plus étarqué au près qu'au portant.

Pour aller plus dans le détail, en prenant du cunningham, on mollit la tension de la chute de la voile ce qui fait vriller la voile (« la chute dégueule »). Cela permet d'utiliser le haut de voile et d'abaisser le centre de voilure (couple de chavirage et d'enfournement plus faible).

#### 4.2.2 Bordure

La bordure de la GV du HC16 étant entièrement dans la bôme, la bordure est aussi peu utilisée en navigation (contrairement aux dériveurs par ex.). Il faut cependant qu'elle ne soit pas lâche afin d'avoir une GV « formée ».

Comme pour le cunningham, on prend de la bordure au près et on en relâche au portant.

#### 4.2.3 Écoutes et chariots

L'écoute et le chariot permettent de « tendre » plus ou moins la voile. Une fois totalement tendu, ils jouent sur l'angle d'incidence de la voile dans le vent apparent.

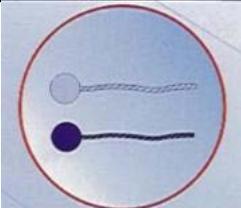
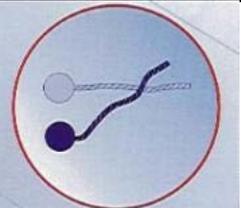
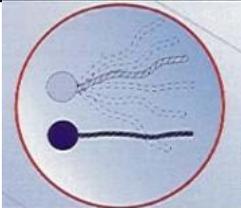
Une voile n'a qu'un réglage optimum (vitesse max du bateau) selon les conditions. Il s'agit donc de le trouver. Pour cela, on peut déjà la régler à la limite du fassèlement. Il faut aussi jouer sur le ressenti du réglage.

D'une manière générale, en partant d'une voile complètement choquée, en la bordant (à cap et vent réel constant) le bateau va accélérer pour atteindre son pic de vitesse puis ralentir (cf. § 3.3.1).

En simplifiant, le chariot joue sur l'incidence de la voile dans sa globalité alors que l'écoute agit sur la forme de la voile (vrillage et creux).

#### Réglage du foc :

Les penons sont des indicateurs très fiables : les penons d'extrados et d'intrados doivent être parallèles.

		
<b>Penons parallèle :</b>	<b>Penon au vent (intrados) décroché :</b>	<b>Penon sous le vent (extrados) décroché :</b>
Le cap est optimal avec le réglage du foc.	Border le foc ou abattre	Choquer le foc ou lofer.

Le chariot de foc s'utilise comme celui de la GV (et notamment, par vent fort, même au près : choquer entre 1/3 et la moitié de chariot pour éviter de faire « l'ascenseur »).

#### Réglage de la GV :

Le catamaran allant vite, et comme on règle les voiles par rapport au vent apparent, on est souvent très bordé. Le chariot sera centré du près jusqu'au bon plein. Ensuite, en abattant on choque le chariot. Habituellement, on choque d'abord de la GV, on choque alors du chariot puis on reborde la GV. Si on a la chance d'avoir un chariot à bille, on peut ne régler que le chariot sans toucher à l'écoute.

Les sensations prennent ici toutes leurs importances. Les penons ne font pas tout. Les interactions foc / GV sont très importantes. Alors que le foc n'a que le tiers de surface de surface de la GV, il peut plus que doubler la vitesse du bateau. En prenant de la vitesse, on pense souvent à border la GV mais pas toujours le foc...

Note : pour aller plus loin, il faut considérer la position des penons sur la voile (attaque, chute, bas, milieu et haut). Pour le comprendre, des notions « avancées » d'aérodynamique sont indispensables. Les penons de foc sur HC 16 qui nous intéresse ne sont que ceux d'attaque.

### **4.3 Position de l'équipage**

Avec le réglage des voiles, c'est un des réglages les plus importants. Le catamaran doit être dans ses lignes. L'équipage fait à peu près le poids du catamaran. Sa position est donc prépondérante et déterminera le centre de gravité et dans une moindre mesure le centre de carène du bateau. Afin de ne pas créer de couples perturbateurs, essayer que l'équipage ne forme qu'un bloc. Au double trapèze être le plus collé possible (croiser les jambes). Par vent faible, si l'équipier est sous le vent, il faut que barreur et équipier soit en face. Se déplacer de façon souple et douce.

#### Position longitudinale :

Eviter que l'arrière des coques ne traîne trop d'eau : la base du H de Hobie Cat doit être à fleur d'eau.

#### Position latérale :

La coque au vent doit être à fleur d'eau.

#### **4.3.1 Points de pivots**

Lors d'événements particuliers, l'équipage peut faire des points de pivots pour aider le catamaran à tourner (ou aller droit). C'est le cas de la navigation sans safrans (cas d'une perte / casse des deux safrans) mais aussi à très faible vitesse. C'est surtout ce second cas qui est intéressant et utile.

Réussir à faire lofer le catamaran est facile, il n'y a qu'à border de la GV. Par contre, réussir à le faire abattre est plus difficile. Pour cela l'équipage peut faire un point de pivot afin d'enfoncer le catamaran que d'un côté et créer une trainée plus forte et localisée à point extrême de la coque. Ce point est à l'arrière sous le vent pour faire abattre le catamaran. Cela peut être utile en sortie de virement par vent très faible, si on est coincé face au vent ou en navigation sans foc. A noter que le foc fait abattre le catamaran. Par vent médium et fort, il est très difficile d'abattre plus bas que le vent de travers sans utiliser ses jambes (les mettre dans l'eau). Attention par vent fort, le catamaran peut chavirer en cathédrale si l'équipage est trop reculé, surtout en sortie de virement de bord.

## **5. Les chronologies**

Voici les chronologies des principales manœuvres. Sans être LA référence absolue (ces chronologies sont à destination d'un équipage plutôt débutant en école de voile), les chronologies que je propose permettent d'avoir une base commune. Dans certains cas, il faudra s'adapter à la situation (rochers, météo, vagues, ...). Les chronologies sont faites pour un HC 16 Standard. Elles sont donc à adapter pour certaines au type de catamaran.

Ne jamais oublier que le HC 16 est un bateau « double ». La synergie barreur-équipier est primordiale. Un équipage suffisamment entraîné ne se parle pas pour les manœuvres de bases : chacun sait précisément ce que l'autre va faire.



## 5.1 Descendre et monter les safrans

On voit trop souvent des équipages qui ne savent pas correctement bloquer et débloquer leurs safrans. Afin de bien manipuler les safrans, utiliser la barre franche de chaque safran et non pas la barre de liaison (fragilisation des liaisons).

Que ce soit pour descendre ou bien monter les safrans, effectuer les 3 côtés d'un carré.

Lorsqu'on veut bloquer les safrans en position haute, il faut que le stick soit posé sur une barre franche et non pas sur le trampoline. Ne pas être trop violent lors de la fixation en position basse : les comes s'abîment vite.

## 5.2 La cape

La cape est une position de sécurité et d'attente (pour se regrouper par ex.).

- Mettre son foc à contre. Le bateau est alors à la cape courante : vitesse réduite mais manœuvrant.
- Choquer en grand la GV et le chariot. L'aider si besoin (vent faible).
- Lofer progressivement jusqu'à au plein débattement des safrans.

### Remarques :

Lors des regroupements, les bateaux s'arrêtent sous le vent des bateaux arrêtés. Cela permet au premier bateau d'être au vent (et si c'est le moniteur, il peut se faire entendre). De plus, en repartant, cela évitera au dernier bateau d'être largue alors que le premier est au près (trajectoire conflictuelle). C'est donc un souci de sécurité.

Lorsque toute la flotte est à la cape, attention à l'abordage. Par vent fort ou mer forte, les dégâts peuvent être importants. Ne pas laisser ses membres dans l'eau !

L'allure d'arrêt où l'on dérive le moins est le bon plein, voile choquée et non pas la cape. Par vent fort ou dans le courant, vérifier très régulièrement sa position par rapport aux obstacles.

Voir en 5.6 pour la mise à la cape en sortie de virement de bord.

## 5.3 Marche arrière

La marche arrière sert souvent pour les départs et arrivée de plage. Cela peut aussi servir pour se dégager d'un « troupeau » de bateau à la cape. Attention : tous les catamarans de sports ne réagissent pas de la même façon à la marche arrière. A vous de tester...

- Se placer au près serré, en s'aidant de la voile.
- Lofer à l'aide de la barre pour se mettre face au vent, centrer le chariot puis border à fond la GV (même par vent fort).
- Relever et verrouiller ses safrans (stick sur une barre franche).
- L'équipier se place sur l'avant d'une des coques.
- Le barreur fait de même sur l'autre coque en prenant l'écoute de GV.
- Selon la direction où l'on veut aller, le barreur ou l'équipier gonfle le foc à contre. Le bateau tourne du côté où le foc est gonflé. Possibilité de créer un point de pivot (en s'asseyant sur la coque et en laissant traîner les jambes dans l'eau : attention par vent fort à ne pas tomber).

Reprise de la navigation marche avant :

- Foc lâché
- GV choquée
- Equipage s'avance. L'équipier reste sur la plage avant du trampoline.
- Le barreur va **déverrouiller** les safrans par la barre de liaison et les orienter selon le sens voulu puis verrouiller (par la barre franche) chacun des deux safrans.
- Border d'abord le foc, abattre avec la barre puis border progressivement la GV.



## 5.4 Départ de plage

Un départ est toujours optionnel. Par certaines conditions de mer, il faut minimiser les arrivées et donc ne pas rentrer à cause d'un oubli. Ainsi, avant de partir, vérifier l'état du bateau **et de son équipier/barreur** :

- Météo et marée : analysées
- Bateau correctement gréé, cunningham choqué, palan non fixé.
- Palan libre et clair
- Ecoutes claires
- Cames armées
- Bouchons serrés
- Equipiers : correctement habillé : trapèze, **gilet de sauvetage serré**.
- Trajectoires de départs : discutées (souvent un bord est plus profitable qu'un autre)

Une fois ces actions vérifiées, mettre le bateau à l'eau, le plus face au vent possible. En cas de shore-break important, les vagues prédominent sur l'orientation du bateau.

L'équipier tiens le bateau par l'avant (par la patte d'oie) en évitant que le bateau touche encore le sable.

Le barreur remonte la mise à l'eau rapidement.

Le barreur remonte et fixe le cunningham et le palan (à faire sur le sable si le shore-break est important afin de minimiser le temps dans les vagues).

Selon l'orientation du vent, faire un départ en marche arrière. Il n'y a alors qu'à border (à fond) la GV. L'équipier monte par l'avant et prends le foc. Il aura choisira coque en fonction de la trajectoire souhaitée. S'éloigner suffisamment avant d'arrêter la marche arrière.

Si le départ ne se fait pas en marche arrière, le barreur débloque les safrans puis demande si l'équipier est prêt. Si oui, l'équipier oriente de façon franche le bateau (vers le large ou loin du face au vent) puis monte à bord (en s'aidant d'un trapèze par exemple, rester pendouiller au bateau est la meilleur façon de se faire mal et rater le départ).

Le barreur maîtrise la trajectoire et s'occupe de l'anti-abordage. Il faut donc regarder devant !

Ne pas accélérer avant la sortie de la zone des 300 m (dessaler trop proche de la plage peut rendre la situation délicate).

## 5.5 Arrivée de plage

Une arrivée de plage se prépare avant d'être commencée. Selon les conditions de mer et/ou de vent cette manœuvre peut devenir difficile. L'objectif est que le bateau soit le plus face au vent possible. Attention aux autres bateaux et aux baigneurs.

- Cas de vent de mer :

Arrivée en marche arrière. Si le vent n'est pas tout à fait perpendiculaire à la plage, visualiser la trajectoire afin de commencer la marche arrière au bon endroit.

Ne pas commencer la marche arrière de trop loin, ni de trop près. 10 longueurs (env. 50m) semblent bien.

Vérifier que les safrans soient verrouillés position haute, **stick sur une barre franche**. Si non on risque de casser une pelle de safran.

- Cas de vent de terre :

Arriver au bon plein. Attention, le vent va souvent devenir quasiment nul proche de la plage : y tenir compte. Penser à déverrouiller les safrans (position non bloqués).

- Vent parallèle à la plage :

Arriver avec une vitesse faible et lofer progressivement pour tangenter la plage le plus face au vent possible.

Juste avant de toucher terre, le barreur choque l'écoute en grand. L'équipier va tenir le bateau par l'avant. Le barreur décroche le palan puis choque le cunningham. Si l'arrivée n'est pas en marche arrière, il verrouille les safrans en position haute, stick sur la barre franche.

Selon les conditions, affaler la GV (mettre au clair la drisse de GV sur l'eau avant l'arrivée peut être profitable), décrocher le point d'écoute du foc puis remonter le bateau.



- Si les vagues sont grosses :

En cas de shore-break important (supérieur à 70 cm env.), arriver dans la direction des vagues, safrans déverrouillés, avec une vitesse faible. Une fois « posé », décrocher rapidement la GV et choquer le cunningham. Remonter tout de suite le bateau de quelques mètres en levant par la martingale et en tirant. Si le vent est fort, descendre la GV et décrocher le point d'écoute du foc. Le bateau doit rester dans l'axe des rouleaux. **Attention à la force des vagues si le bateau est en travers !**

On peut aussi affaler la GV avant pour arriver en marche avant. Sachez cependant qu'une fois la GV descendu il est quasi impossible de faire du près et donc des VDB.

Remarque :

**Une fois votre bateau sécurisé,** aidez les autres. S'il n'y a pas de place, attendre à une centaine de mètre que la plage / cale soit dégagée. Si vous pensez que la manœuvre est compromise, n'hésitez pas à repartir faire un tour. Il vaut mieux cela que finir dans les cailloux. Rester tout le temps manœuvrant. Dans les cas d'une arrivée de cale, la technique est la même mais la zone d'atterrissage est très limitée. La séance n'est finie qu'une fois que tous les bateaux seront dégrées à leur emplacement.

Les arrivées à l'américaine ne sont pas des situations d'avenir pour votre bateau : usure très importante des semelles, création de jeu prématuré dans la structure, sollicitation importante du gréement.

## 5.6 Virement de bord

Cette manœuvre consiste à changer d'amure en passant par la position vent de face.

- Se mettre au près serré. Mettre les écoutes (GV et foc) au clair.
- Visualiser la trajectoire. Demander si l'équipier est prêt.
- Border au maximum la GV : le bateau lofe.
- Le barreur accompagne le bateau à la barre : progressivement il l'aide à lofer. L'équipier se met au milieu.
- Le foc passe à contre. L'équipier l'annonce. **Le barreur choque la GV** (sans cela, le VdB peut être raté, et rester face au vent). Si le vent est faible, aider la GV à se choquer. On peut faire un point de pivot. Le barreur change de côté.
- L'équipier fait passer le foc rapidement.
- Le barreur abat jusqu'au bon plein afin de relancer et borde progressivement.

Il y a possibilité de virer sur place. Border la GV rapidement et mettre à lofer au max avec les safrans. Le barreur fait un point de pivot. Relancer en abattant jusqu'au travers.

Ce qui peut se faire c'est virer puis rester à la cape : laisser alors le foc à contre et choquer en grand la GV (et le chariot) lorsqu'on est sous le vent de la nouvelle amure. L'équipage se met au vent de la nouvelle amure. Lofer à la barre (sur la nouvelle amure). Dans le cas d'escadre, penser à avoir assez de place pour être sous le vent du bateau ouvrier.

En cas de vent fort ou houle importante :

L'équipier reste devant (risque de cathédrale). Dans la houle, on doit être vent debout à la crête d'une vague.

Causes d'échec :

GV pas assez bordée en début de virement.

GV pas assez choquée en fin de virement.

GV bordée trop rapidement lors de la relance.



## 5.7 Empannage

L'empannage consiste à changer d'amure en passant vent arrière. A contrario du virement de bord ou la route change de 90°, l'empannage se fait sur un écart de route bien plus faible (20° env.). Dans ce qui suit, on considère que le bateau n'a pas de spi.

- Se positionner grand largue.
- Visualiser la trajectoire, demander si l'équipier est prêt, mettre les écoutes (foc et GV) au clair.
- Border une moitié de chariot et également la GV (env. 30 cm de palan) afin de diminuer la puissance.
- Abattre vent arrière.
- Le barreur se met à genou, un genou sur chaque carré de trampoline. L'équipier se met également à genou mais proche du mât (plus le vent sera fort, plus l'équipier sera reculé).
- Le barreur va placer le stick sur la nouvelle amure et le prendre avec la nouvelle main.
- Le barreur initie l'empannage en abattant (attention, commandes croisées).
- Le barreur attrape le palan, plutôt vers la poulie de GV. Lorsqu'il devient mou, par un mouvement en V, le barreur fait passer la GV : c'est l'équipage qui décide du moment où le bateau empanne et non pas le contraire. Attention à ne pas lofer lors du passage de la voile.
- L'équipier annonce quand le foc est au mât.
- Le barreur continue sa trajectoire afin de lofer légèrement. La trajectoire doit être maîtrisée.
- Le barreur et l'équipier se replacent au vent de la nouvelle amure.
- L'équipage reprend le cap souhaité avec les réglages adéquats.

L'empannage n'est réussi que si la trajectoire est totalement maîtrisée, que la GV est passée sans claquer.

Avec l'habitude, on peut aller de plus en plus vite dans les étapes (initier l'empannage au double-trapèze) : cependant la trajectoire lors du passage de la GV doit toujours être maîtrisée. Les régatiers ne peuvent pas se permettre de trop descendre après le passage de bouée. Dans ce cas, le chariot n'est pas ramené. Cependant, ils font tout de même passer la voile, *au bon moment*, afin de ne pas perturber l'équilibre du bateau (perte de vitesse ou trajectoire non stabilisée).

Attention : en cas de vent fort, l'équipier doit franchement reculer (coller au barreur) et la relance doit être douce et maîtrisée (sinon cela enfourne vite). Si la chronologie est bien connue et maîtrisée, plus la vitesse du catamaran sera importante lors de l'empannage plus le passage de la GV sera doux : le vent apparent étant plus faible.

## 5.8 Resalage

Dessaler n'est pas anodin. Selon les conditions, on peut se faire mal (et peur). C'est pour cela que s'inquiéter de l'état de son équipier est primordial.

- Dès que l'on fait surface : **vérifier où est son équipier et dans quel état il est.**
- Situer où l'on est sur le plan d'eau et du temps disponible pour resaler : cailloux, autre bateau, ...
- Si vous estimez que vous n'avez pas le temps de redresser le bateau et que vous avez un mouillage, utilisez-le (en passant le grappin dans la patte d'oie).
- Une personne va sortir le bout de resalage et le passer par-dessus la coque en l'air puis commencer à faire contrepoids afin d'éviter le chapeau. L'autre personne va choquer en grand la GV et le foc. Vérifiez que les écoutes soient claires.
- Mettre le bateau face au vent. Pour cela, en s'aidant du bout de resalage, faire un point de pivot en se déplaçant à l'avant de la coque.
- Une fois le bateau face au vent, la personne la plus grande va se suspendre étendu au bout de resalage afin de former un angle de 30° environ avec l'eau. L'autre équipier va faire poids sur lui (également étendu).
- Au fur et à mesure que le mât remonte, l'équipage remonte sur le bout.
- Quand le bateau vient, l'équipier va attraper la martingale afin que le bateau ne reparte pas dans l'autre sens (en cas de vent fort et/ou bateau mal orienté).
- L'équipage remonte chacun par un côté.
- Se mettre à la cape puis ranger le bateau.
- Faire un bilan : casse de matériel et état physique de l'équipage. Reprendre la navigation ou rentrer selon.



Si le bateau a fait chapeau, il faut remettre le bateau en position dessalée « normale » :

- Monter sur le trampoline et sortir le bout de resalage. Le faire passer entre la poutre et la coque **au vent**.
- L'équipage se place sur l'angle arrière, sous le vent du bateau afin de l'enfoncer dans l'eau.
- Bien se tenir au bout et placer le bateau en cathédrale puis le faire pivoter.
- Reprendre la chronologie ci-dessus.

Attention :

- Les coques sont très glissantes. Déplacez-vous avec précaution en vous aidant de vos mains sur la coque en l'air.
- En montant sur les coques avec votre crochet de trapèze.

Si vous êtes trop léger, quelques « astuces » :

- La personne la moins grande se met sur les épaules de l'autre afin d'augmenter le couple de rappel.
- S'aider d'un sac rempli d'eau
- Border le foc et/ou la GV pour qu'ils soient hors de l'eau (vent faible uniquement).
- Affaler une partie ou toute la GV
- Placer le mât au vent (attention, accrocher la martingale lors du resalage sinon le bateau re-dessale).

Causes d'échec :

- Voiles non choquées
- Bateau mal positionné
- Equipiers qui ne remontent pas sur le bout et s'immergent (leurs poids ne sert plus à rien car compensé par la force d'Archimède).

## 5.9 Prise de mât

Dans certains cas (équipage trop léger et fatigué, nécessité d'aller vite, ...) il faut aider un bateau à resaler en soulevant son mât de l'eau. Cette manœuvre est assez technique et habituellement réservée au moniteur. Mal exécutée elle peut devenir dangereuse. Avant de vouloir l'entreprendre, soyez sûr de savoir vous arrêter à un endroit précis.

- Selon la position du bateau dessalé, arriver afin que ce dernier finisse sa manœuvre face au vent (cela demande donc de réfléchir avant d'intervenir). Viser 1 mètre sous la tête de mât (attention à la dérive et aux vagues : vos semelles sur un mât ne font pas bon ménage par clapot fort ...).
- Arriver à vitesse très réduite, au bon plein, GV et foc totalement choqués.
- Une fois la tête de mât bien en main (mettez-vous debout sur le trampoline), visualiser la trajectoire du mât quand il partira : il ne doit pas se coincer avec vos câbles de trapèzes ou haubans.
- Donner une impulsion vers le haut. L'équipage du bateau dessalé doit bien sûr être suspendu au bout afin de vous aider.
- Dès que le bateau a resalé s'éloigner un petit peu.

Attention : l'itag de GV peut faire mal ainsi que le crochet de hook (surtout quand la mer est forte).



## 5.10 Remorquage après un démâtage

On effectue habituellement cette manœuvre lors d'un démâtage. Il y a donc les actions à faire après un démâtage.

- S'assurer que tout l'équipage va bien.
- Vérifier d'où vient le courant. En fonction mouiller le grappin.
- Il faut affaler et ranger les voiles (GV, foc et éventuellement spi).
  - o Pour la GV, un équipier doit aller à l'eau afin de décrocher le hook.
  - o Assurer toutes les parties : c'est bête de perdre un mât, une bôme ou un bout dehors.
- Mettre le mât en long et l'assurer. Attention à la barre de liaison qui est fragile.
- Passer le bout de resalage au bateau remorqueur en passant dans la patte d'oie (si elle existe encore). Si le bout de resalage est trop court, prendre une écoute. Plus le bout est long mieux c'est. Une longueur mini de 3 longueurs (env. 15m) doit être respectée. Si la houle est importante il faut un bout au moins égale à la longueur d'onde.
- Le remorqueur va défaire son bout de resalage pour faire une patte d'oie grâce aux deux montants verticaux tenant la poutre arrière.
- Faire un nœud pour assembler les deux bouts (nœuds de chaise sécurisé avec une demi-clé ex.).
- Commencer le remorquage :
  - o Le bateau remorqué doit suivre à la barre la trajectoire.
  - o S'attendre à des angles de remontée au vent plus faible (vitesse plus faible et difficulté à lever la coque au vent : dérive plus importante).
  - o Si le vent est fort : naviguer à vitesse réduite. Le matériel n'est pas fait pour encaisser des efforts à répétitions dans cette direction (surtout pour le bateau remorqueur : jeu dans la structure arrière, perte d'étanchéité).
- En règle générale, toutes les manœuvres sont inchangées, il faut prendre plus d'espace pour les faire et être plus franc sur les relances.
- En cas d'arrivée de plage dans les rouleaux, décrocher la remorque avant et le bateau remorqué finit à la pagaie.

## 5.11 Homme à la mer

Récupérer un HLM n'a rien d'anodin quelques soient les circonstances. La masse d'un HC 16 avec son équipage avoisine les 250 kg. Même à quelques nœuds, sur la tête d'une personne à l'eau le choc peut être mortel. Si l'HLM est tombé à l'eau conscient il est préférable qu'il le soit aussi une fois remonté sur le catamaran.

La chronologie suivante s'apparente plus à une liste d'items. Selon les conditions, il faudra s'adapter ! Dans tous les cas, pensez avant d'agir. On n'est pas à 10 secondes près. Refaire un tour car s'être mal préparé prend toujours plus de temps que 10s de plus pour bien se préparer.

- Dès que vous vous rendez compte qu'il y a un HLM : vous ne le quittez pas des yeux et ralentissez.
- Selon les obstacles, le vent et le courant, il vaut mieux virer ou empanner pour revenir sur lui. Le VdB en solo par vent fort peut se révéler plus difficile que l'empannage en cas de cathédrale.
- Il faut arriver sur l'HLM au bon plein. C'est la seule allure qui garantit à la fois :
  - o Une marge de manœuvre en cas d'adonnante / refusante (on a le près et le travers)
  - o Une possibilité de naviguer à vitesse faible tout en restant manœuvrant
  - o Une possibilité de s'arrêter rapidement
- On récupère l'HLM au vent :
  - o On le voit mieux
  - o Comme on est seul, partir sous le vent peut diminuer le couple de rappel (chavirage).
  - o Inconvénient : on dérive plus vite que lui ! En tenir compte
- Il faut pouvoir récupérer l'HLM en « tendant » le bras. Il s'agit donc de le viser. Attention si vous lofez ou abattez sur lui : le rayon de virage n'étant pas nul, cela s'anticipe. En principe, si vous arrivez à la bonne allure, vous n'avez pas besoin de modifier votre cap.
- Si l'HLM est conscient, préparez le bout de resalage afin de lui donner si vous n'arrivez pas à le récupérer.
- Pour le remonter, il faut souvent l'aider. Un HLM pèse son poids plus le poids des habits mouillés : cela monte vite !
- Une fois à bord : faite un bilan « santé » : froid, peur, ... Ne pas hésiter à rentrer ou faire une pause.

### Remarque :

En cas de vent fort, si vous avez choisi le VdB, avancez lorsque vous arrivez face au vent. Risque de cathédrale.

Dans le cas où vous naviguez en escadre, faire la manœuvre à deux est plus simple. Si vous êtes moniteur et qu'il n'y a pas d'autre moniteur dans votre escadre, cela vous incombe de faire la manœuvre en solo (responsabilité).



## 6. Les marées

### 6.1 Définitions

**Marée** : mouvement journalier d'oscillation de la mer dont le niveau monte et descend alternativement en un même lieu, provoqué par l'attraction de la Lune et du Soleil.

**Flux, flot** : marée montante.

**Haute mer, pleine mer** : marée haute.

**Jusant, perdant, reflux** : marée descendante.

**Étale** : moment où le niveau de la mer est stable. Etale de pleine mer, de basse mer.

**Coefficient (de marée)** : grandeur qui indique l'importance relative d'une marée. S'exprime en centièmes ; les coefficients de référence sont :

**C = 120** pour la plus grande marée (vive-eau maximale).

**C = 95** pour les vives eaux moyennes

**C = 70** pour la marée moyenne.

**C = 45** pour les mortes eaux moyennes.

**C = 20** pour la plus faible marée connue.

**Vives eaux** : marées à forte amplitude (coefficient supérieur à 70). L'attraction du Soleil se conjugue à celle de la Lune.

**Mortes eaux** : marées à faible amplitude (coefficient inférieur à 70). Les attractions de la Lune et du Soleil s'opposent.

**Estran** : terres et plages couvertes et découvertes par la marée.

**Marnage** : amplitude maximale entre la haute et la basse mer, pour une marée donnée. L'estran correspond à la zone sur laquelle s'exerce le marnage de la plus forte marée connue.

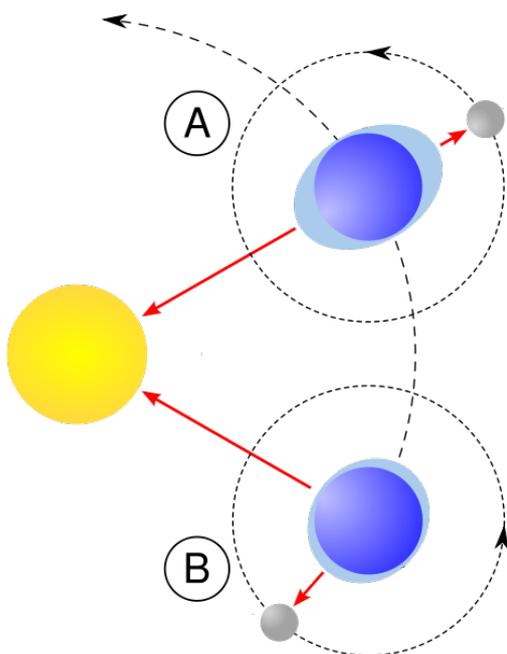
**Amplitude** : voir marnage.

**Syzygie** : position des astres telle que leurs actions s'additionnent ; alignement Terre-Lune-Soleil. Période de vives eaux.

**Quadrature** : position des astres telle que leurs actions s'annulent ; Terre-Lune-Soleil à angle droit. Période de morte-eau.

**SHOM** : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Organisme officiel ayant autorité en France pour l'édition des cartes marines et annuaire de marées.

### 6.2 Phénomène de marée



L'origine des marées est due à la déformation de la surface des océans par suite des attractions gravitationnelles du soleil et la Lune. Selon la position relative du soleil et de la lune par rapport à la Terre, leurs effets s'ajoutent ou se retranchent. La situation A est la syzygie alors que la situation B est la quadrature.

La force gravitationnelle dépend de la masse et de l'éloignement des astres entre eux. La lune, bien moins massive que le soleil joue un rôle deux fois plus important car beaucoup plus proche.

C'est pourquoi le rythme des marées n'est pas de 24h (ou plutôt d'un jour sidéral, 23h56'04'') mais décalée de 50 min car le jour lunaire est de 24h50'. Durant cette période on assiste à 2 pleines mers et 2 basses mers.

Durant une période de lune (29 jours), on assiste à un cycle complet de 2 vives eaux et 2 mortes eaux. Les grandes marées interviennent aux pleines lunes et aux nouvelles lunes.

Le coefficient dépend de l'éloignement du soleil et la lune par rapport à la Terre (les trajectoires décrites sont des ellipses).

## 6.3 Calcul de la hauteur d'eau

L'intérêt pour le marin est de savoir si on a assez d'eau pour naviguer. Même avec nos 40 cm de tirant d'eau, il est bon de savoir ou l'on peut passer ou pas. Cela ne doit pas nous empêcher de rester critique face à nos calculs et de vérifier en observant les éléments extérieurs si on peut passer ou pas.

Quelques repères :

- Les oiseaux ont pieds : il y a peu d'eau.
- Les vagues se brisent à un endroit précis : haut fond, voire rochers qui effleurent

Pour calculer la hauteur d'eau et savoir ensuite si l'on peut passer à un endroit, il faut une carte et un calendrier des marées pour l'endroit où l'on navigue. Le SHOM ne pouvant pas calculer les marées pour tous les ports de France, il y a des ports de références et des ports rattachés. Ces derniers dépendent des ports de références avec des corrections en hauteur d'eau et en heure de PM et BM.

### Attention :

Sur les calendriers des marées, l'heure est souvent donné en TU + 1 soit heure locale en heure d'hiver et H-1 en heure d'été. Faites attention à la hauteur de référence utilisé dans le calendrier des marées et sur votre carte. En France, le SHOM prend comme référence le zéro hydrographique (hauteur d'eau à BM coefficient 120).

On peut noter que pour tous les coefficients, la hauteur d'eau à mi marée est toujours la même.

Le cycle des marées (en France, marée semi diurne) peut être représenté par une sinusoïdale. Afin de le représenter plus facilement, on linéarise le sinus en déformant l'axe temporel. C'est la méthode des douzièmes.

Avant de commencer à calculer, il faut trouver :

- L'amplitude : Hauteur à PM – Hauteur à BM
- L'heure marée : Temps entre PM et BM / 6

Pour cela, on découpe un demi cycle (de la BM à la PM par ex.) en douzième, on considère que la mer monte ou descend de :

- 1/12 de l'amplitude durant la 1ère heure marée
- 2/12 de l'amplitude durant la 2ème heure marée
- 3/12 de l'amplitude durant la 3ème heure marée
- 3/12 de l'amplitude durant la 4ème heure marée
- 2/12 de l'amplitude durant la 5ème heure marée
- 1/12 de l'amplitude durant la 6ème heure marée

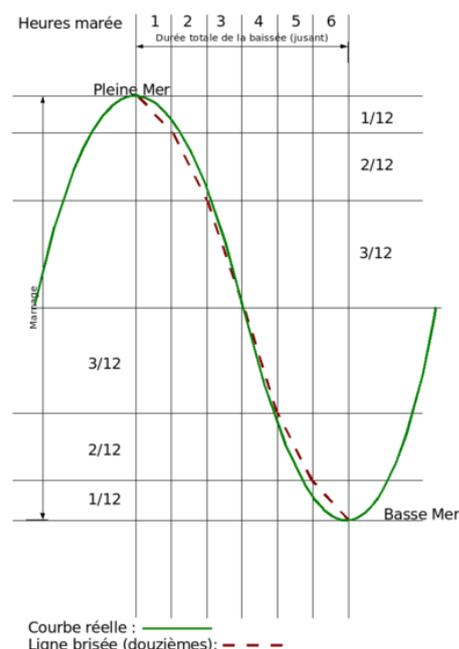
On va faire un graphique avec en abscisse le temps en deuxième et en ordonnée la hauteur d'eau.

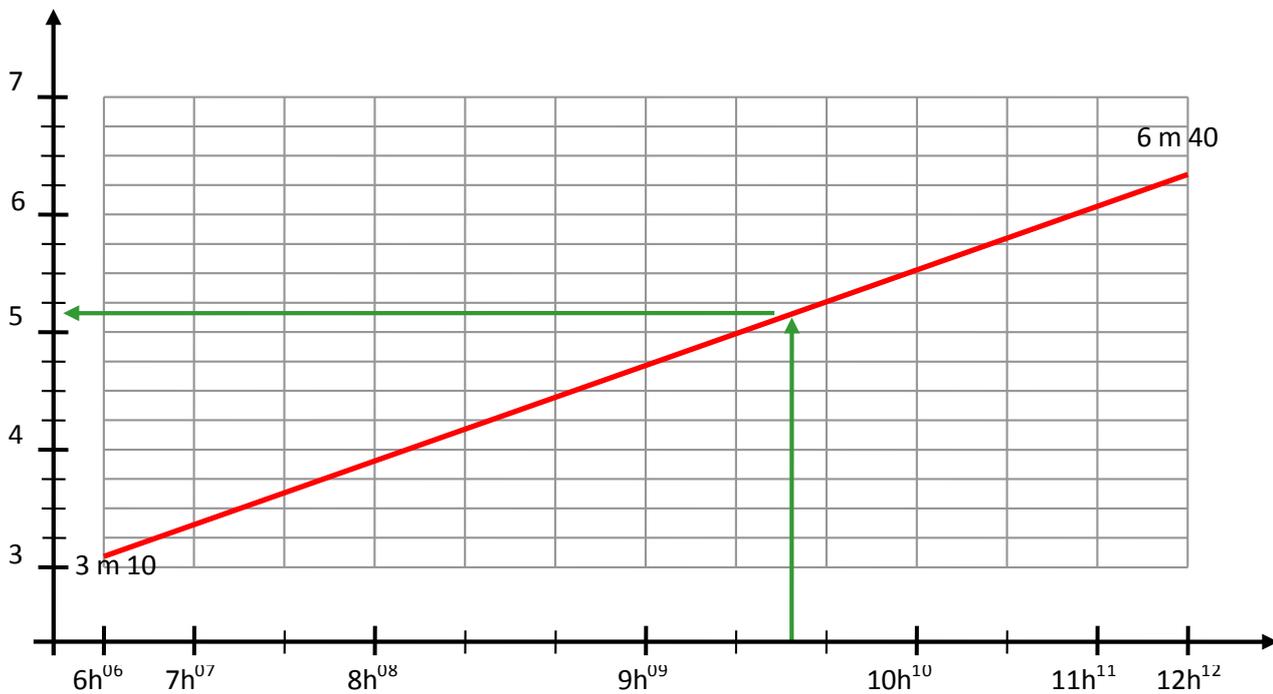
### Exemple :

Heure de basse mer : 6h06  
Heure de pleine mer : 12h12  
Hauteur d'eau à PM : 6m40  
Hauteur d'eau à BM : 3m10

Heure marée :  $(12h12 - 6h06)/6 = 1h01$

Amplitude :  $6,40 - 3,10 = 3,30$  m





Enfin, il faut aussi tenir compte de la météorologie et des conditions de mer :

- Rajouter (enlever) 10 cm pour 10 hPa en condition anticyclonique (dépressionnaire)
- Un vent de mer très violent et constant peut entraîner une hausse du niveau de la mer jusqu'à un mètre
- Penser à rajouter la moitié de la hauteur des vagues

Une fois qu'on a trouvé la hauteur d'eau, à cause des incertitudes et des approximations, on rajoute une sécurité : le pied de pilote. Dans notre cas, prendre 30 cm est judicieux.



## 7. Balisage et carte

Comme sur la route, il existe une signalisation afin d'aider et avertir les marins des dangers ou des zones sûres. Comme nous naviguons exclusivement de jour, le balisage lumineux n'est pas abordé.

### 7.1 Marques latérales

Les marques latérales servent essentiellement à baliser les chenaux. Elles sont orientées pour un bateau qui vient du large. Quand on s'éloigne des côtes, il faut donc inverser leurs significations.

Toute marque verte, de formes coniques, doit être laissée à tribord en entrant au port.

Toute marque rouge, de forme cylindrique, doit être laissée à bâbord en entrant au port.

Ces marques peuvent porter un nom et/ou un numéro (par ordre croissant en arrivant du large). Dans le cas des marques vertes, le numéro est impair alors que les marques rouges sont des numéros pairs.

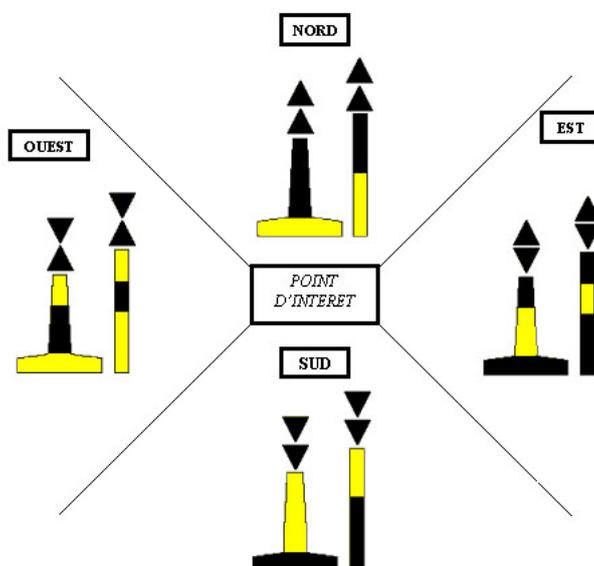


Moyen mnémotechnique : « En entrant au port, je porte un tricot vert et deux bas si rouges ».

Si un chenal se divise, les marques de chenal secondaire ont en plus une bande rayée horizontale.

### 7.2 Cardinales

Les cardinales servent à baliser un danger. Elle marque sa situation par rapport au danger et donc indique la zone libre de danger aux navigateurs. Exemple : une cardinale nord indique qu'elle est au nord du danger et qu'il faut donc s'éloigner vers le nord afin d'éviter le danger.



## 7.3 Autres marques

### 7.3.1 Danger isolé



Cette marque signale un danger d'étendue restreinte. Elle est posée sur le danger.

### 7.3.2 Eaux saine



Cette marque signale qu'il n'y a pas de danger autour d'elle. On en voit à l'entrée de chenaux ou en mer comme repère d'un dispositif de séparation de trafic.

### 7.3.3 Marque spéciale



Cette marque signale une zone soumise à réglementation spéciale. On peut citer les bouées à proximité des côtes : zone des 300m, chenaux de sortie et entrée des engins de plages, ...

### 7.3.4 Danger nouveau

Cette marque permet d'identifier les dangers qui ne sont pas encore signalés sur les cartes. Le danger nouveau est signalé par une combinaison de 2 latérales, ou 2 cardinales très rapprochées (20 mètres...). Les marques gardent dans ce cas leur signification. Leur doublement permet de les distinguer des autres.

## 7.4 La carte marine

La carte marine va servir pour préparer et repérer ses navigations. A moins de très bien connaître le plan d'eau, cela permet de se rafraîchir la mémoire sur la position des dangers et des hauteurs d'eau disponible. De plus, elle va nous permettre de vérifier si, à un moment donné et en fonction de la marée, il y aura assez d'eau sous nos safrans.

**Attention :** la réalité c'est ce que vous voyez en mer ! Soyez toujours critique entre ce que vous dit la carte et ce que vous voyez.

La légende de la carte se trouve dans un document à part et est édité par le SHOM.

### 7.4.1 prendre en main une carte

Avant de commencer à travailler avec une carte, il faut vérifier quelques items : secteur couvert, échelle, année de l'édition et correction éventuelle, date des relevés ayant servis à tracer la carte.

Il existe un code couleur selon l'altitude/profondeur du sol/fond.

- Ocre / jaune : terres jamais recouvertes par la mer. Niveau de référence : niveau 0 des altitudes terrestres
- Vert de gris : zone d'estran. Niveau de référence : zéro hydrographique. Les valeurs entières sont soulignées.
- Bleu puis blanc : les profondeurs sont indiquées en mètre et dixièmes jusqu'à 20,9m.

En continuant à lire la carte, on peut distinguer des points remarquables : les amers, les balises, les phares.



## 7.4.2 Phare et balise

La position des balises est indiquée sur les cartes. Leurs formes sont proches des formes réelles. Les phares sont également reportés sur les cartes avec plus d'informations (hauteur, visibilité maximale, ...).

En voile légère on ne navigue que de jours et ce cours ne prépare pas au raid. Il n'y aura donc pas de mention sur le balisage de nuit, les feux, etc...



*En savoir plus*

**Code Vagnon – Permis Côtier & Hauturier**

## 7.4.3 Utilisation de la carte en voile légère

Sur un catamaran, il n'est pas aisé d'utiliser une carte comme dans un croiseur. De plus, nous n'avons habituellement pas de compas pour maintenir un cap précis.

En dehors du raid (qui est une activité spécifique), la carte va nous permettre de s'assurer d'être sur une trajectoire : l'alignement. Elle va aussi nous permettre de vérifier la hauteur d'eau disponible et les obstacles environnant.

L'alignement va nous permettre d'être sûr de passer au bon endroit d'un passage étroit entre deux dangers. Certains alignements sont directement donnés sur les cartes. Du fait de notre activité (voile légère avec très peu de tirant d'eau), certains alignements ne sont pas écrits. A vous de les trouver.

Essayer de n'utiliser que des amers ou tombés d'îles ou rochers afin de vous assurer de vos alignements une fois sur l'eau. Soyez critiques avec vos alignements : il faut pouvoir les tenir : route ouest par vent d'ouest n'est pas un bon alignement. De plus, si le premier amer cache totalement le second vous aurez du mal à vous situer sur cet alignement. Les alignements avant sont toujours plus simples à tenir que les alignements arrière. Enfin, si vous êtes au centre de vos deux amers prévoyez de la marge ...

Exemple : on désire passer au sud de Drevec mais on a peur du (2,7). On peut aligner La Bombe avec la tourelle de Guéotec.

Afin de savoir si on a assez d'eau sous les safrans, on doit calculer la hauteur d'eau. On a normalement établi au début de la journée la courbe de marée pour le plan d'eau. Les hauteurs d'eau de la courbe ayant la même référence que la carte, il n'y a qu'à additionner la hauteur d'eau lue sur la courbe à l'heure estimée de passage avec la hauteur d'eau de la carte. Encore une fois, soyez très critique en navigation quant à vos calculs.

Enfin, la carte peut servir pour calculer des distances. Si vous n'avez pas d'échelles (extrait de cartes), une minute de méridien fait un mile nautique (les méridiens sont les droites reliant les deux pôles et donc orienté nord / sud).

# 8. Privilèges de barre et régates

## 8.1 Les privilèges de barres

Sur l'eau, comme sur route, il existe des « priorités ». En fait, on parle de privilège. Il y a pour cela le RIPAM<sup>1</sup>. On peut retenir 4 cas principaux :

- Règle du tribord amure (12-a-1)

Si deux navires (à voile) reçoivent le vent d'amure différente, celui qui est tribord amure est privilégié. Celui qui le reçoit de bâbord doit donc s'écarter franchement pour laisser passer le bateau tribord.

- Au vent / sous le vent (12-a-2)

Si deux navires (à voile) reçoivent le vent de la même amure, celui qui est au vent doit s'écarter de la route de celui qui est sous le vent.

- Face à un bateau à moteur (18-b)

Un navire à voile faisant route doit s'écarter de la route :

- o D'un navire qui n'est pas maître de sa manœuvre
- o D'un navire à capacité de manœuvre restreinte
- o D'un navire en pêche

<sup>1</sup> RIPAM : Règlement International pour Prévenir les Abordages en Mer



- Rattrapage d'un bateau plus lent (13)

Tout navire qui en rattrape un autre doit s'écarter de la route de ce dernier

#### Notes :

- un navire à voile naviguant au moteur est considéré comme un navire à moteur.
- Dans le cas général, un catamaran reste bien plus manœuvrable qu'un « gros » bateau à moteur (ex : vedettes de liaisons).
- Pour le moniteur : prendre en compte la longueur de votre escadre. Autant que faire se peut : ne pas couper les escadres des autres groupes.

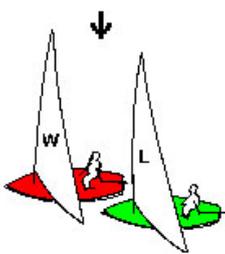
## 8.2 Régate

La régata est une ambiance particulière où l'objectif est de gagner. En monotypie (cas des régates en HC 16), le matériel fait peu la différence et ce sont les compétences de l'équipage qui font bien souvent la différence. Cette compétence s'acquiert avec l'expérience et porte sur plein de domaines : la tactique, le niveau de navigation, la synergie barreur – équipier, ...

### 8.2.1 Les règles de courses à la voile (RCV)

La notion de privilège ne tient plus et on parle à présent de priorité (ce sont les mêmes). Cependant, la règle 14 des RCV stipule « **tout voilier, même prioritaire, doit manœuvrer de manière à éviter le contact avec un autre voilier** ». Enfin, la règle fondamentale 4 stipule : « La décision d'un bateau de participer à une course ou de rester en course relève de sa seule responsabilité » (comprendre la responsabilité du skipper et de ses équipiers).

- Notion d'engagement :



Il ne peut y avoir "engagement" que pour deux bateaux sur le même bord. Il y a "engagement" lorsque le nez (ou le spi) du bateau rattrapant (venant de la position "en route libre derrière") dépasse la ligne qui prolonge de chaque côté la partie la plus arrière (souvent le tableau) du bateau rattrapé. L'engagement peut être rompu si cette ligne pivote du fait d'une fine manœuvre du bateau rattrapé, dans le sens qui convient.

Plus généralement, un bateau est "engagé" lorsque, sur le même bord, il est en avant de cette ligne. Rattrapant, on peut engager un bateau sous le vent ou au vent. Attention, en effet les règles du droit au lof et de la route normale ne sont pas les mêmes dans les deux cas.

- Passage de marque (n°18) :

Deux voiliers A et B approchent d'une bouée (sauf cas de la ligne de départ). Si A et B sont engagés avant que l'un d'entre eux ait franchi le cercle des trois longueurs et si cet engagement est maintenu jusqu'aux trois longueurs, alors le voilier à l'extérieur doit céder de la place au voilier à l'intérieur. Si le voilier à l'intérieur est prioritaire, le voilier à l'extérieur doit continuer à se maintenir à l'écart (18-2a).

Si un voilier en route libre devant atteint les trois longueurs, un voilier en route libre derrière doit s'écarter même si un engagement s'établit par la suite (18-2b).

Cette règle ne s'applique pas lors d'un louvoyage au vent ou lorsque l'un des deux voiliers doit virer pour passer la marque (18-3 et 18-4).

### 8.2.2 Instructions de Courses (IC)

Les IC sont des instructions complémentaires à consultation obligatoires qui permettent de prendre connaissance des particularités de la régata. Y sont spécifiés les règles applicables, la chronologie de départ, le parcours (et le parcours réduit), ... Espérer faire une bonne place sans les avoir bien lues est souvent illusoire.

Les procédures de départ sont habituellement standard. En voile légère le décompte est de 5 minutes. Prendre un bon départ, c'est couper la ligne sur le bon bord, au bon endroit, lancé, à la seconde près ou la ligne est ouverte. L'usage d'une montre avec compte à rebours est donc obligatoire.



Au cours de la procédure de départ (les règles s'appliquent, la régata a commencé), il y a une chronologie sur le bateau comité qui permet de confirmer que son compte à rebours est bon :

Pavillon	Sens	Signal sonore	Signification
De classe	Monte	Court	Signal d'avertissement 5 min avant le départ
	Monte	Court	Signal préparatoire sous pavillon I : Règle du retour par l'extérieur 4 min avant le départ
	Monte	Court	Signal préparatoire sous pavillon noir : Tout bateau dans le triangle ligne-1° marque dans la dernière minute sera disqualifié pour la manche 4 min avant le départ
I ou Noir	Descend	Long	Signal de la minute : aucun concurrent ne doit se trouver du coté parcours de la ligne. 1 min avant le départ
Classe	Descend	Court	Départ



*En savoir plus*

**Les Règles de Courses à la Voile**, Fédération Française de Voile

### 8.2.3 Optimiser ses performances

Le catamaran de sport porte bien son nom : c'est une activité physique ! Enchaîner 4 manches à plus de force 6 en février demande des capacités physiques si l'on veut rester « dans le coup ». Il faut donc s'entraîner physiquement. L'échauffement n'est non plus pas à négliger (que ce soit régata ou pas). La pratique de régata demande d'être licencié auprès de la FFV et de faire apposer sur sa licence un cachet médical qui déclare le concurrent apte.

La connaissance de son bateau est un élément très important. Certaines réactions ou réglages sont propre à son bateau. Une grande expérience de navigation permet donc de mettre plus d'atout de son côté lors des régates. Il ne faut pas avoir peur d'essayer tous types de réglages. L'idéal est ensuite de les confronter pour les confirmer ou infirmer (lors d'un speed test avec d'autres bateaux par ex.).

Une partie très importante de la régata se joue alors qu'on n'a pas encore franchi la ligne de départ. Prendre un bon départ est primordial sur des manches courtes. Ainsi il faut déterminer à quelle amure prendre le départ et si on le prend au comité, à la bouée ou ailleurs. La majorité des lignes sont mouillées face au vent avec une première marque face au vent. Ceci n'est que théorique et une ligne qui reste continuellement face au vent est un cas d'école. De plus, il peut y avoir des bascules de vents / courants à venir et il faudra privilégier un côté ou un autre du parcours.

#### - Tester la ligne de départ

Afin de savoir s'il faut partir bâbord ou tribord amure, il faut avant le départ tester la ligne. Plusieurs méthodes existent. Si l'on n'a pas de compas, le plus simple est de se positionner sur la ligne et faire route vers la bouée ou le comité. Bien regarder la vitesse et régler au mieux les voiles puis les mettre au taquet. Effectuer un virement de bord ou un empannage et se repositionner sur la ligne vers l'autre direction. Voir si l'on va plus vite ou moins vite et/ou regarder le réglage des voiles.

Une fois que l'on a déterminé si l'on part bâbord ou tribord, choisir si l'on part au comité ou à la bouée. On va chercher à partir de la marque la plus au vent. Il faut cependant tenir compte des autres bateaux et être le plus au vent de la flotte est la meilleure position. Si une bascule est prévue (ou qu'un effet de site est à prévoir / présent), décider en fonction où prendre le départ. Cette bascule est prépondérante par rapport à la façon dont la ligne est mouillée.

#### - Le cadre

Il existe une route la plus **rapide** pour rallier deux points (en dehors de tout obstacle). En fonction de la position de ces points, la route directe n'est pas forcément la plus rapide. Dans le cas d'un parcours entre une bouée au vent et une bouée sous le vent (parcours banane), on peut matérialiser un cadre. Dès que l'on sort de ce cadre, on perd du temps. Si on reste dans le cadre, on ne perd, en théorie, pas de temps : sauf que les virements de bord ou empannages font perdre du temps et qu'il faut les minimiser. Ainsi, l'idéal serait de naviguer le long du cadre : ce sont les « lay-line ». Cependant, en cas de modification du vent, on peut se retrouver hors du cadre. Vos adversaires, à l'intérieur se retrouvant sur la lay-line (cas d'une adonnante). Ce n'est donc qu'à la fin qu'on rejoint la lay-line.



Sauf par vent très faible, le vent arrière est à bannir. Par vent stable, il faut être sur sa « VMG » (Velocity Made Good). C'est l'allure pour laquelle on aura un meilleur gain au vent ou sous le vent. Il s'obtient théoriquement en faisant une parallèle à la polaire de vitesse. Pour le HC16 sur une allure de près, il faut être à 45° du vent réel et pour le portant à 140° du vent réel. Plus le vent monte et plus la VMG du portant se rapproche du vent arrière.

Enfin, le cadre reste très théorique et il faut y intégrer les effets locaux, les nuages et les courants ...

#### Quelques remarques :

- Avoir de l'air frais : si vous êtes déventé par un bateau ou une flotte cela va compromettre vos performances. Cependant, le dévent peut être de courte durée. Ce qu'il faut éviter aussi c'est de naviguer dans le sillage d'une flotte. L'air est perturbé et diminue les performances de votre bateau. Il faut donc y penser pour le dernier virement de bord avant d'arriver à la bouée au vent.
- Dans le cas où l'on n'est pas dans les premiers, une stratégie possible est de contrôler vos adversaires. Il faut donc bien connaître les règles de courses et bien maîtriser son bateau.
- Si à l'approche d'une bouée il y a déjà beaucoup de bateaux, essayer de faire l'intérieur n'est pas forcément la bonne idée, même si vous êtes engagés. Penser que 5 bateaux ou plus, par engagement successif, se dégageront pour vous laisser passer est illusoire. Attention aux arrivées aux bouées sous le vent à grande vitesse. Si vous touchez une marque, n'oubliez pas que cela vous en coûtera un 360°.
- Il vaut mieux sortir un peu du cadre au portant que se retrouver trop abattu.



## Médiagraphie

Cours théorique – Catamaran, Yves Le Guelte & Xavier Damour

Cours de météo marine niveau 1 et 2, Walid Adouzi

Météo et Stratégie, Croisière et Course au Large (2004, ed. Voile/Gallimard) Jean-Yves Bernot

La météo marine (ed. du Seuil), Guide des Glénans

Les Nuages, Wikipédia

Les clés de la vitesse en Catamaran de Sport, Olivier Aguerre, 2001

Éléments de la mécanique des voiliers, Samuel Dufour-Kowalski

La marée, le calcul de marée, Wikipédia

---

### Caractéristique du Hobie Cat 16 Standard

Longueur : 5 m 03

Largeur : 2 m 43

Masse (grée) : 145 kg

Surface de la GV : 13,77 m<sup>2</sup>

Surface du foc : 5,12 m<sup>2</sup>

Spi (option) : 15 m<sup>2</sup>

Hauteur du mât : 7,92 m

Catégorie de conception : C

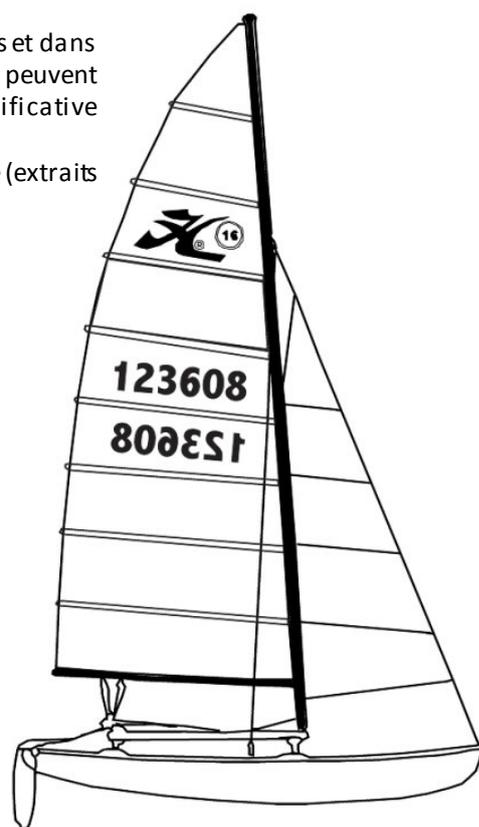
"À PROXIMITÉ DE LA CÔTE" : bateaux conçus pour des voyages à proximité des côtes et dans de grandes baies, de grands estuaires, lacs et rivières, au cours desquels les vents peuvent aller jusqu'à la force 6 comprise et les vagues peuvent atteindre une hauteur significative jusqu'à deux mètres compris.

En plus de cela, selon l'éloignement d'un abri, il vous faut un équipement de sécurité (extraits de la division 240) :

	Basique	Côtier
Équipement individuel de flottabilité	x	x
Moyen de repérage lumineux	x	x
Moyen de remonter à bord une personne tombée à l'eau	x	x
Dispositif de remorquage	x	x
Ligne de mouillage ou ancre flottante <i>sauf si embarcations de capacité &lt; 5 adultes</i>	x	x
3 feux rouges à main		x
Miroir de signalisation		x
Moyen de signalisation sonore		x
Dispositif repérage et assistance d'une personne tombée à l'eau <i>sauf embarcations de capacité &lt; 5 adultes et tous pneumatiques</i>		x
Compas magnétique		x
RIPAM		x
Document de synthèse du balisage		x
Carte(s) de navigation		x

Basique : 2 miles d'un abri

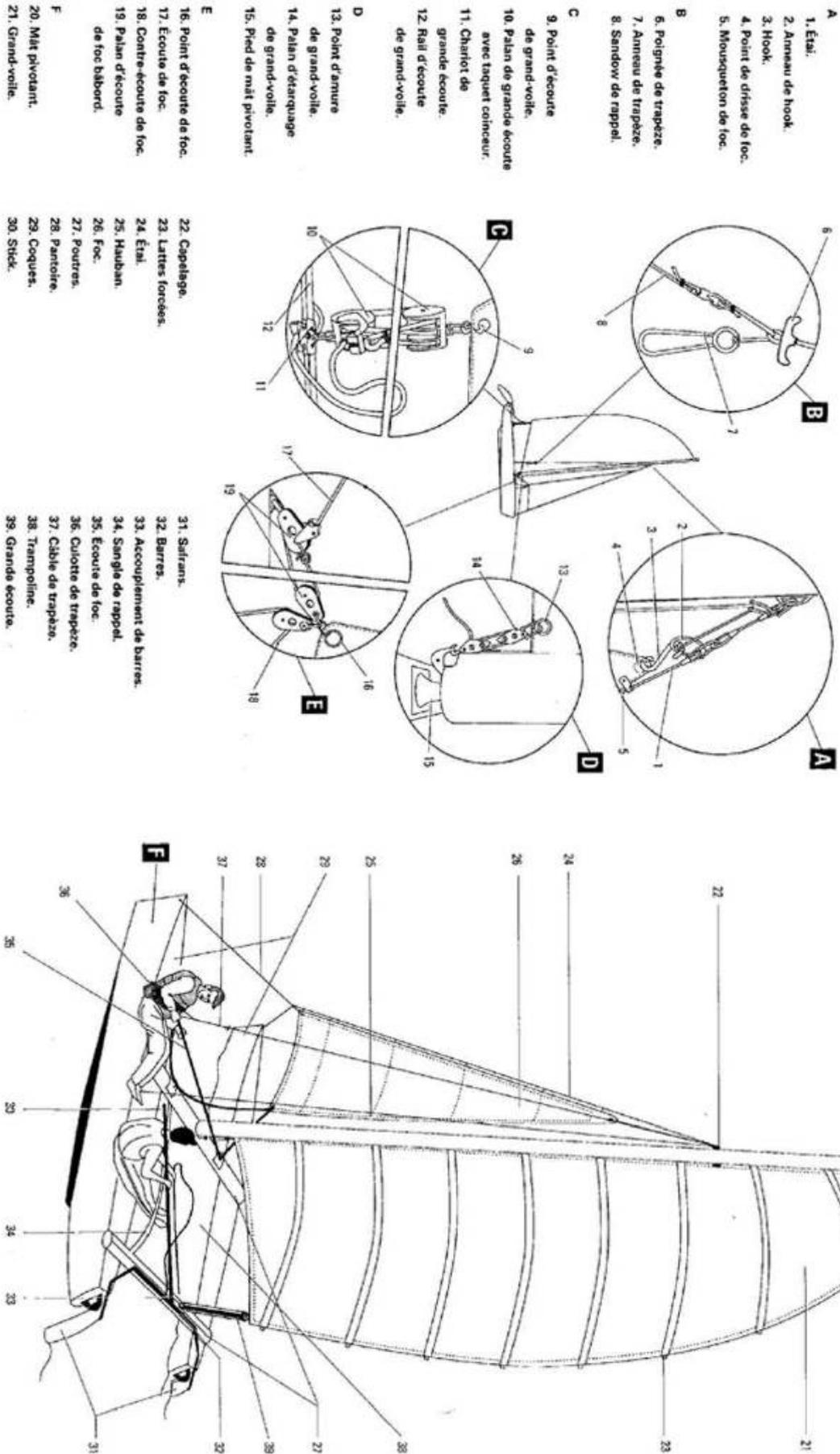
Côtier : 5 miles d'un abri



# Annexe 1 : nomenclature du catamaran

## La nomenclature du catamaran de sport

D'après "Le nouveau cours des Glénans", 1995.



## Annexe 2 : reconnaître les nuages

Nuages de l'étage haut 6000 m et plus		
		
Cirrus	Cirrocumulus	Cirrostratus
Nuages de l'étage moyen 2000 à 5000 m		
		
Altostratus	Alto cumulus	Nimbostratus
Nuages de l'étage bas 2000m et moins		
		
Stratocumulus	Stratus	Cumulus
Nuages à développement vertical		
		
Cumulus congestus		Cumulonimbus

## ANNEXE 3 : ÉLÉMENTS PRATIQUES D'OBSERVATION MÉTÉOROLOGIQUE

Auteur : Walid Adouzi

### Analyser le ciel

Lever la tête, et cerner d'un coup d'œil l'ensemble de la voûte céleste pour analyser les nuages.

- Altitude relative et forme (dénomination)
- Déplacement
  - Vitesse
  - Direction
- Nébulosité

10 règles utiles (observations personnelles, non exhaustif, à vous de compléter)

- 1- Par beau temps, des cirrus longs et dont les crochets sont marqués, se déplaçant rapidement, indiquent un changement très prochain des conditions. Leur orientation donne une bonne indication de la direction du centre dépressionnaire.
- 2- Un abaissement progressif du plafond nuageux marque l'arrivée d'un front chaud. Plus l'abaissement est rapide (et la vitesse apparente des nuages également), et plus la perturbation est active. Il faut alors s'attendre à des vents forts.
- 3- Si, après une période de nuages stratiformes, des cumulus congestus (c'est-à-dire, à développement vertical marqué) et/ou des cumulonimbus apparaissent, cela marque la présence d'un front froid. Il ne faut pas se fier au beau temps relatif des cumulus.
- 4- Des cumulus congestus et des cumulonimbus, organisés en lignes, forment des lignes de grains. Les rafales y sont alors très fortes (+ 1 à 2 B), et il faut se méfier du calme relatif entre les grains.
- 5- Des cirrocumulus et des altocumulus qui apparaissent avec ou juste derrière un ciel de traîne, marquent l'arrivée d'une autre perturbation.
- 6- Si on observe des grains suivis par des cumulus, puis quelques heures plus tard encore des grains, il s'agit probablement d'un front froid secondaire ou d'un thalweg.
- 7- En navigation côtière, il faut garder un œil sur l'arrivée de brume ou de brouillard, si les conditions sont réunies ; en particulier si le vent est faible et vient de la côte.
- 8- En été, des cumulus alignés sur la côte marquent probablement l'établissement d'une brise thermique.
- 9- Même par beau temps, on peut observer, en particulier de nuit, une diffusion plus importante de la lumière : elle nous paraît plus « étalée ». Jeter un coup d'œil sur l'hygromètre car il s'agit alors d'une augmentation sensible de l'humidité relative qui atteint presque la saturation.
- 10- Des étoiles plus brillantes, une Lune qui semble plus grande (bien au-dessus de l'horizon), un voile fin passant devant elle ou le Soleil, ou encore un halo entourant le Soleil ou la Lune, tout ceci marque la présence de cirrostratus. Si la couche est suffisamment épaisse et qu'on peut voir son sens de déplacement : comme les cirrus, une vitesse importante marque l'arrivée prochaine d'une perturbation.

### Le baromètre

Marée barométrique : modification naturelle des valeurs de pression. Dû aux modifications de température de l'air entre le jour et la nuit ⇔ modification de densités (suit les courbes de température, délai de 2 à 4 heures). Air chaud → le baro baisse. Fluctuations en général de 2-3hPa pendant la journée ou la nuit.

Au-delà de ces fluctuations, il faut rester attentif, à chaque heure, à la valeur du baro, à la hausse ou à la baisse. En particulier, s'il y a une **variation d'au-moins 3hPa en 3h → risque de vent ≥ 6B.**

- Baisse lente, progressive → arrivée probable d'un front chaud ⇔ vérifier au ciel les indices annonciateur d'un front chaud.
- Pas ou peu de modifications → occlusion ou secteur chaud (voir le ciel), ou marais barométrique (si pas ou peu de vent).
- Modification substantielle et rapide → Tempête !!!

Grossièrement, et à manger avec du sel :

5hPa/1h ⇔ >10 Beaufort

3hPa/1h ⇔ 8-9 Beaufort

5hPa/6h ⇔ 4 Beaufort



## **Annexe 4 : Du bon usage d'un bateau à moteur**

*Auteurs : Yves Le Guelte et Xavier Damour*

Petit pense bête pour être efficace lors d'une intervention de sécurité.

### **Avant même de songer à démarrer le moteur :**

#### Faites un check-up rapide de votre bateau, entre autres :

- Tous les bouts sont lovés et rangés.
- Aucun bout ne traîne dans l'eau.
- Les bouchons de coque sont fermés.
- Les mouillages sont bien rangés.

#### Faites un check-up du moteur :

- La nourrice est pleine et branchée au moteur. L'évent (petite ouverture sur le bouchon de la nourrice permettant à l'air de rentrer) est ouvert.
- L'alimentation en essence est dégagée (pas de nœuds, de pincements du tuyau...)
- Le coupe circuit est en place.
- Repérez le système de descente du moteur.
- Mouillez le moteur.
- Vérifiez que vous êtes au point mort.

### **Démarrage du moteur :**

- Pompez avec la poire située sur l'arrivée d'essence jusqu'à ce qu'elle soit dure.
- Saisissez le lanceur et tirez doucement dessus jusqu'à sentir une légère résistance.
- Tirez alors de façon franche de façon à lancer le moteur.
- Raccorppez le lanceur lors de son rembobinage.
- Jouez éventuellement avec l'accélérateur / starter.
- Vérifiez que le moteur est refroidi : il crache un petit jet d'eau. Si ce n'est pas le cas, vérifiez que la crépine située généralement près de l'hélice est dégagée. Arrêtez éventuellement le moteur.

#### Causes d'échec :

- Vous avez noyé le moteur : débranchez l'arrivée d'essence, relancez 2 à 3 fois. Généralement le moteur redémarre à ce moment. Rebranchez l'arrivée d'essence.
- Vous n'avez pas pompé, il n'y a pas d'essence : pompez, faites le plein
- Passez les vitesses lorsque le moteur est à bas régime.
- Pas de point de patinage pour l'embrayage : passez les vitesses de façon franche.
- Marquez une pause au point mort avant de passer de la marche avant à la marche arrière, et vice versa.

### **Arrêter le moteur :**

- Appuyez sur le bouton rouge du coupe circuit.
- Si ça ne marche pas : retirez le coupe circuit.
- Cas désespéré: retirez l'arrivée d'essence, laissez le moteur caler.

Le démarrage du moteur se fait toujours avant de lâcher le coffre ou de remonter le mouillage principal. Même pour une intervention, et surtout dans ce cas, soyez rigoureux dans le check-up et le rangement du bateau : si vous partez avec un bateau non rangé, vous prenez le risque d'être gêné lors de votre intervention.

### **Rangez le bateau avant de le quitter : il sera toujours prêt**



## Annexe 5 : Mouiller son BIB sans frayeurs

Auteurs : Yves Le Guelte et Xavier Damour

BIB : Beach Intervention Boat, ou Bateau d'Intervention Breton ☺

Pour mouiller votre bateau, vous disposez généralement de deux mouillages :

- Un mouillage principal, lourd, à l'avant, constitué d'une ancre avec sa chaîne et sa ligne, ligne frappée à l'avant du bateau.
- Un mouillage secondaire, léger, à l'arrière, constitué d'une ancre de petite taille et d'une ligne.

Rappelons que **ce qui assure la bonne tenue d'un mouillage, ce n'est pas tant l'ancre que la longueur de chaîne posée sur le fond**. En conséquence, le mouillage chargé de tenir votre bateau en place sera le mouillage avant, le mouillage arrière permettant uniquement de ramener le bateau vers le rivage.

Rappelons encore que le bateau mouillé se mettra face au vent par rapport au point fixe qu'est le mouillage. Rappelons enfin que vous disposez quasi-systématiquement de taquets vous permettant de bloquer la ligne de mouillage avant qu'elle ne soit complètement mouillée, vous permettant de régler de façon très précise la longueur de votre mouillage.

**Chronologie sommaire du mouillage de BIB:**

- Choisir, en fonction du vent et des marées à venir, la position que devra occuper le BIB mouillé.
- Avancer face au vent afin de mouiller le mouillage lourd par l'avant.
- Se laisser déhaler par le vent en dévidant le mouillage lourd. Le bloquer lorsque vous avez atteint la position souhaitée. Toute la chaîne est au fond.
- S'assurer, par relèvement d'amers, que vous ne dérapez pas.
- A l'aide du mouillage arrière, par lancers successifs, et éventuellement du moteur, se rapprocher de la plage. Arrêter et remonter le moteur. Débarquer.
- Assurer le mouillage arrière sur la plage de manière à le récupérer aisément (Attention aux marées). Laisser du mou au mouillage arrière afin que le BIB puisse se placer face au vent.

