

Table des matières

☞ Méteo.....	3
Les variables.....	3
Circulation générale	6
Le vent.....	9
Les masses d'air.....	12
Les masses d'air de l'hémisphère Nord	13
Les nuages	14
Frontologie	17
Temps associé à une perturbation	19
La carte isobarique	21
Météorologie locale.....	24
Les vagues et la houle	31
Le bulletin météo.....	33
Modèles météo	33
⇒ Les vents.....	35
Le vecteur.....	35
Définitions.....	35
Changement de vitesse à vent réel fixé	36
Passage d'une risée.....	39
♣ Mécanique	40
Définitions.....	40
Les écoulements	40
Les forces	43
Les équilibres	47
Liaisons directes et indirectes	52
✂ Les réglages.....	54
Les réglages dynamiques	54
Position de l'équipage.....	59
🔄 Chronologies	59
La cape	59
La marche arrière	60
Départ de plage.....	60

Arrivée de plage	60
Virement et Empannage	61
L'abattée à la bouée	62
L'oloffée à la bouée	63
Homme à la mer	63
 Les marées.....	65
Définitions	65
Coefficients de référence.....	65
Phénomène de marée.....	66
Calcul de la hauteur d'eau.....	67
La méthode des douzièmes	67
Comment calculer la méthode des douzièmes sur un papier gradué.....	68
Comment calculer la méthode des douzièmes avec des rapports de proportionnalités	69
Avant de prendre la mer	70
Balisage et carte	70
La carte marine.....	75
 La régata	79
Principales règles.....	79
Autres règles.....	82
Notions de cadre.....	83
Annexe:	86
Reconnaître les nuages	86
les fronts	94

Météo

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 située au-dessus d'une surface. Elle s'exprime donc en Newton par mètres carrés 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 1015hPa 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'égale 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) contenue dans l'air. On distingue deux humidités :

- L'humidité absolue : masse de vapeur d'eau dans 1kg d'air. S'exprime en g vapeur d'eau/kg 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 %).

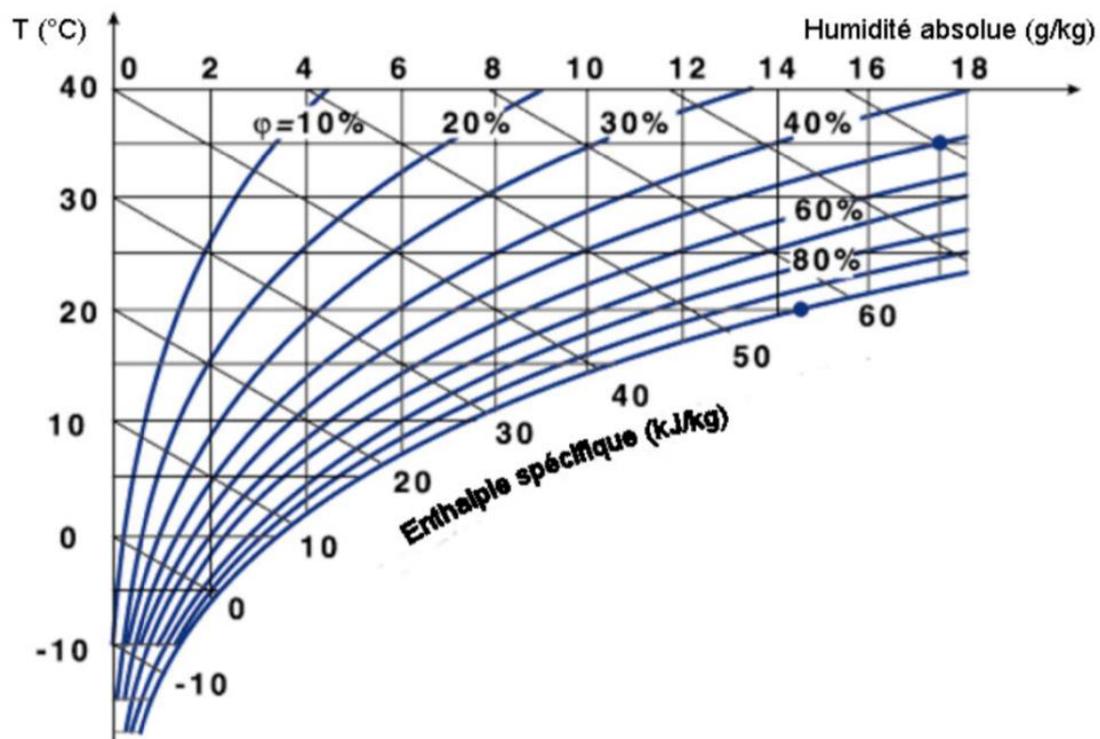


Diagramme de Mollier

L'atmosphère

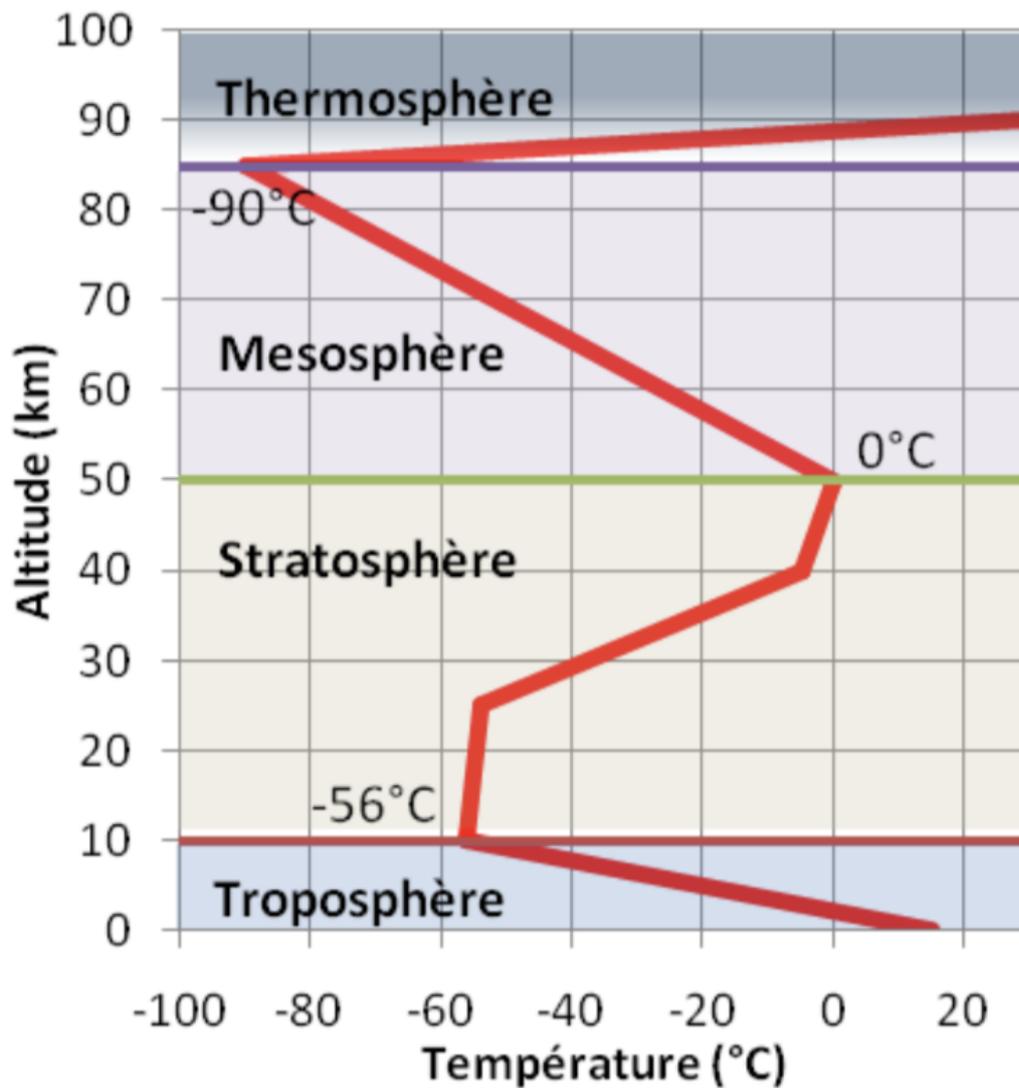


Diagramme atmosphère

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

- Troposphère
- Stratosphère
- 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 12km. 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 : $6,5^{\circ}\text{C}$ par km.

Circulation générale

Explication des différences de température sur la terre

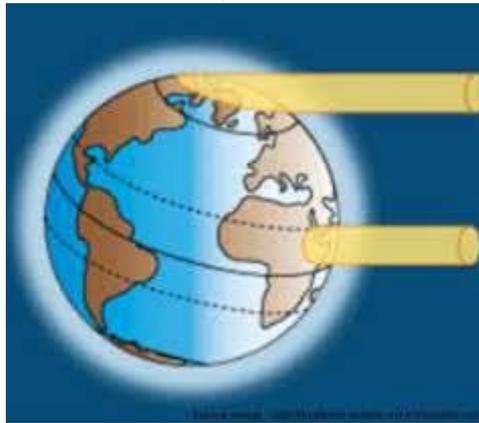


Diagramme terre soleil

Le soleil nous fournit la quasi-totalité de notre énergie.

Le bilan énergétique de la Terre est nul : la Terre renvoie 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.

Cellules de convections

A l'échelle planétaire, il existe plusieurs cellules de convections qui régissent la météorologie. Il y en a trois principales :

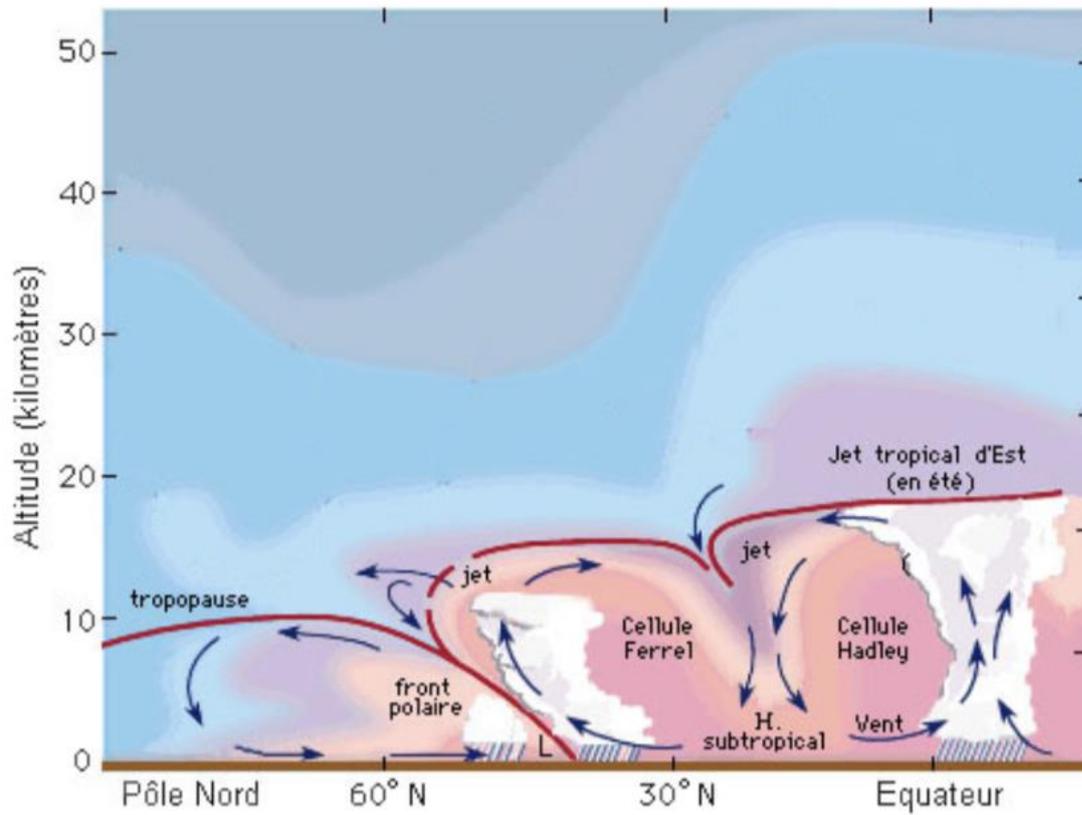


Diagramme cellule météorologique

- Cellule de Hadley
- Cellule de Ferrel
- Cellule polaire.

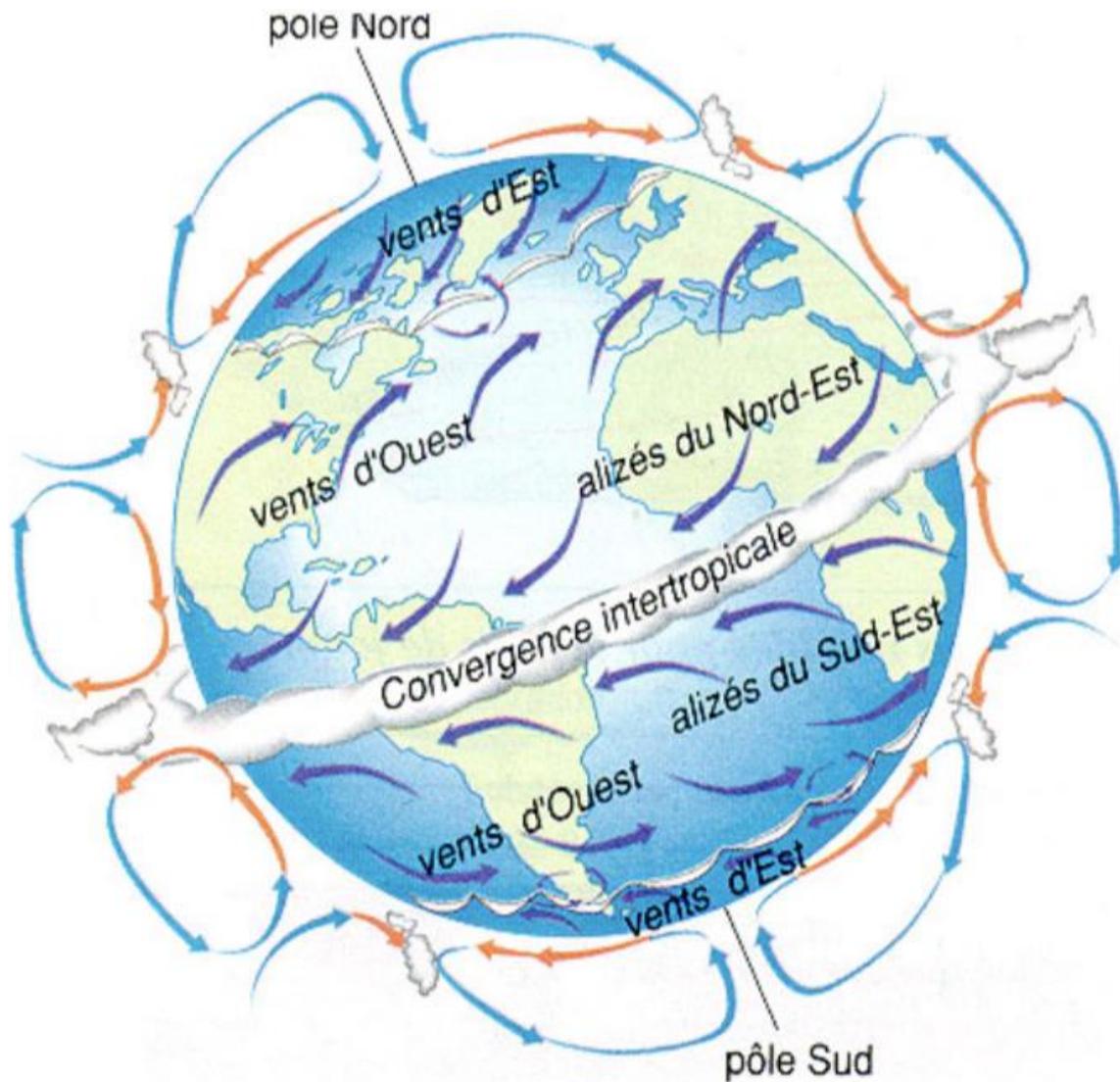


Diagramme coriolis

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.

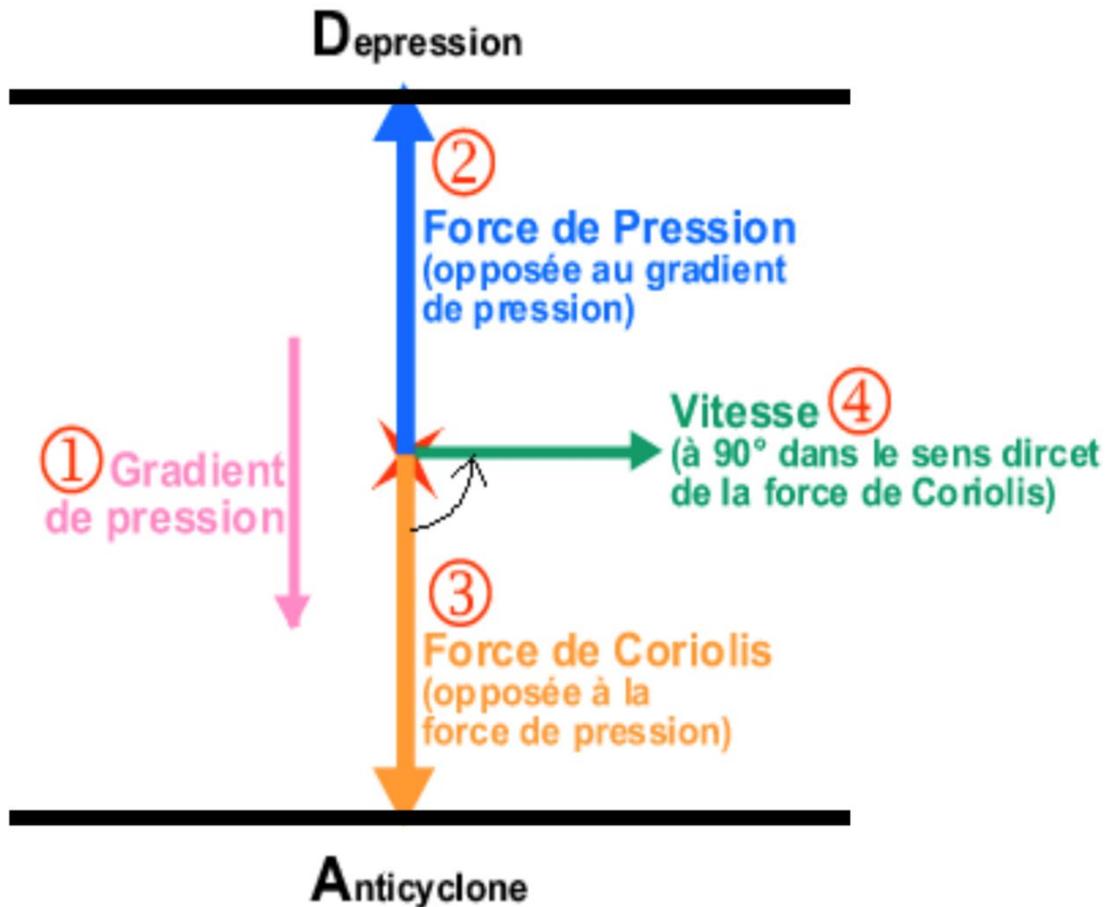
Cette force tend à déplacer la particule vers sa droite dans l'hémisphère nord (et vers sa gauche dans l'hémisphère sud). Sans cette force, il n'y aurait qu'une cellule par hémisphère.

Le vent

Temps de lecture: 3 minutes environ

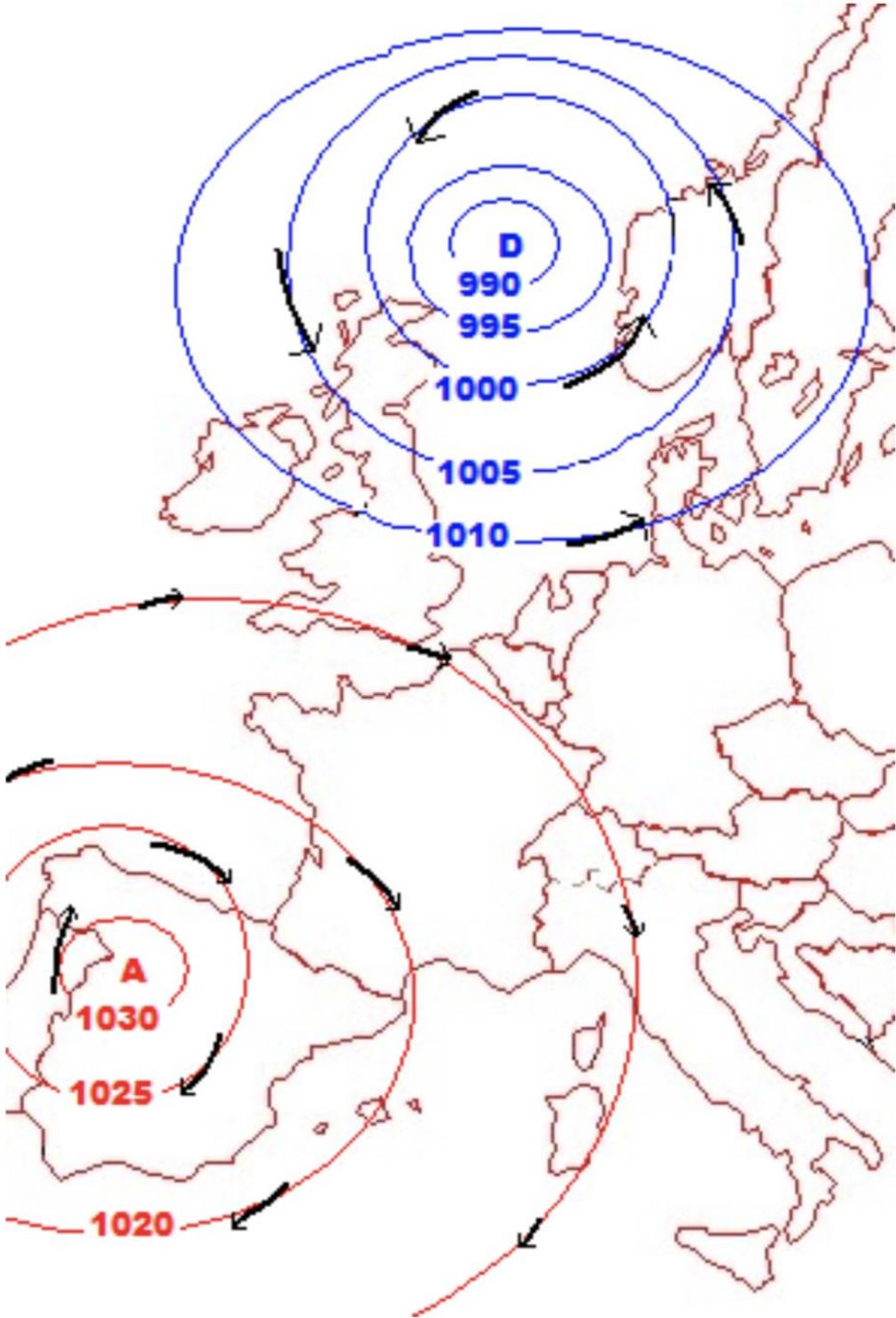
Équilibre des vents

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.



Différence de pression

Influence de la force de Coriolis



Carte isobarique

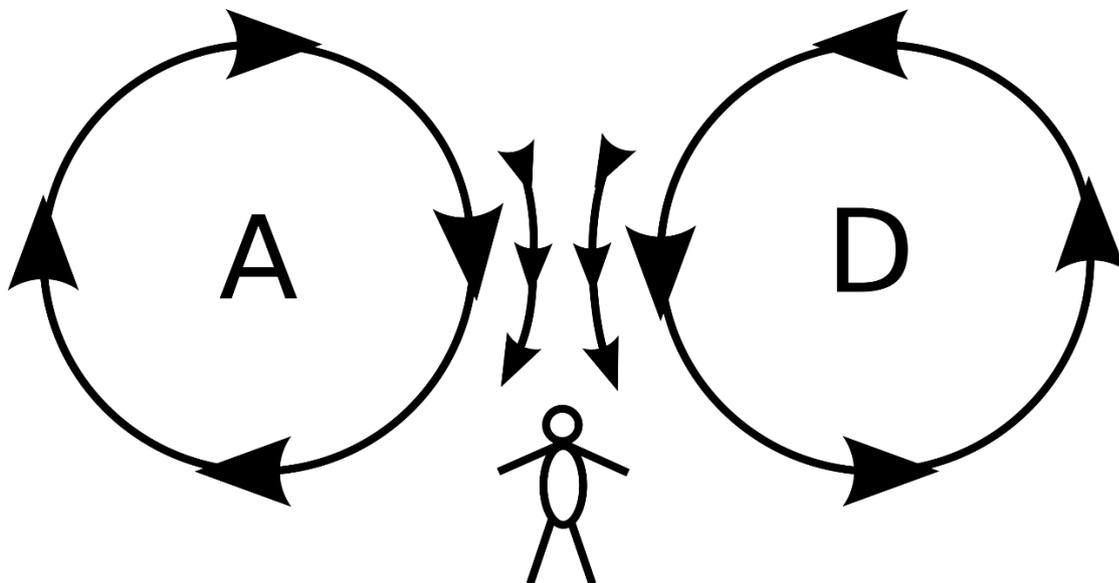
Le vent se déplace parallèlement aux isobares (sans tenir compte des frottements): c'est le vent géostrophique : équilibre entre les forces de pression et la force de Coriolis.

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).



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.

Vitesse du vent

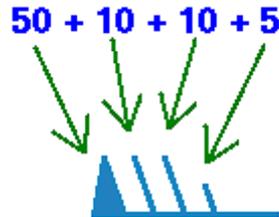
Elle se mesure grâce à un anémomètre placé dans un volume le plus dégagé possible à 10m de hauteur. Elle est moyennée sur 10 min. Le vent moyen ne tient donc pas compte des rafales.

Sur la carte il est matérialisé à l'aide de barbules qui permettent d'estimer la vitesse du vent:

- Un vent calme (moins de 1 nœud ou environ 0,5 m/s) est indiqué par un cercle au lieu d'une hampe et de barbules ;
- Un vent de 1 à 3 nœuds (soit entre 0,5 et 1,5 m/s) est indiqué par une hampe sans trait ;
- Chaque demi-trait représente 5 nœuds (soit environ 2,5 m/s) ;

- Chaque trait plein représente 10 nœuds (soit environ 5 m/s) ;
- Chaque fanion (symbole triangulaire) représente 50 nœuds (soit environ 25 m/s).

Les barbules se retrouvent toujours du côté des pressions les plus basses de la hampe.



Barbule de vent

Échelle de Beaufort

TS	Qualité	> 24	> 118	Conditions exceptionnellement fortes
11	Violente tempête	28 à 33	103 à 117	
10	Tempête	24 à 27	88 à 102	
9	Fort coup de vent	21 à 23	72 à 87	
8	Coup de vent	17 à 20	57 à 71	Tourbillons d'écumes à la crête des lames, traînées d'écumes
7	Grand frais	14 à 17	42 à 56	Traînées d'écumes, lames déferlantes
6	Vent frais	11 à 13	30 à 39	Crêtes d'écumes blanches, lames empruntes
5	Bonne prise	8 à 10	23 à 28	Vagues modérées, montons, éventuellement empruntes
4	Volle prise	6 à 7	18 à 22	Petites vagues, de nombreux montons
3	Petite prise	4 à 5	13 à 16	Très petites vagues, parfois quelques montons éparés
2	Légère prise	3 à 4	10 à 12	Vaguelettes ne déferlant pas
1	Très légère prise	1 à 2	7 à 9	Quelques rides
0	Calmes	moins de 1	moins de 1	La mer est comme un miroir
Force	Termes	Vitesse (kt)	Vitesse (km/h)	État de la mer

Echelle de Beaufort

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.

Les masses d'air

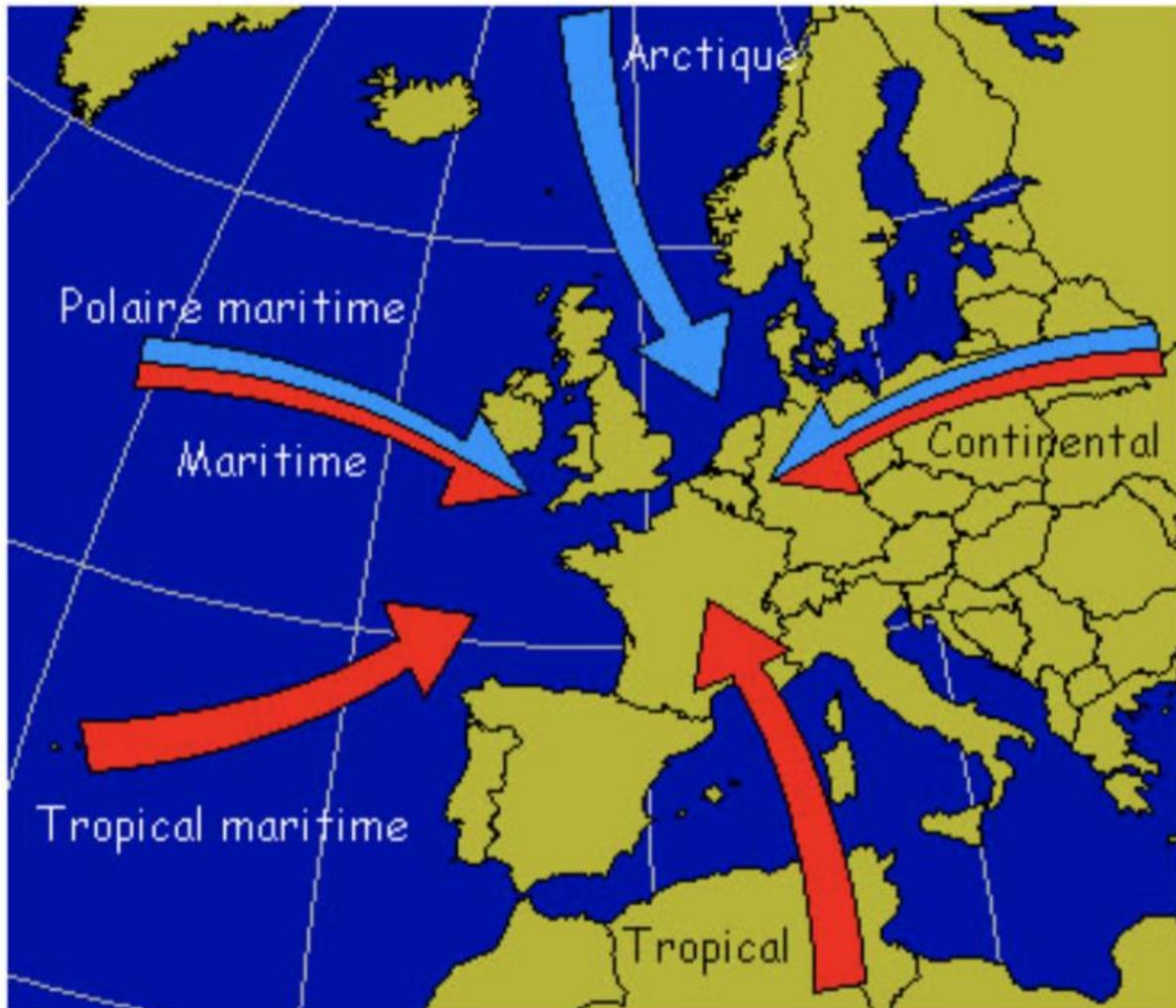
Voici les principales masses d'air que l'on retrouve en Europe de l'Ouest et qui façonnent la météorologie que nous avons.

Définition d'une masse d'air stable et instable

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.

Les masses d'air de l'hémisphère Nord



Les masses d'air

- Arctique
 - Humidité : Faible
 - Température : Très faible
- Continentale
 - Humidité : Très faible
 - Température : Variable
- Tropicale
 - Humidité : Forte
 - Température : Très forte
- Tropicale maritime
 - Humidité : Très Forte
 - Température : Forte
- Polaire maritime
 - Humidité : Variable
 - Température : Très faible
- Maritime
 - Humidité : Forte
 - Température : Forte

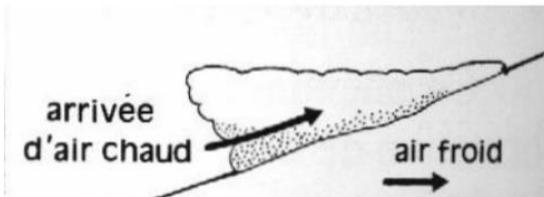
Les nuages

Un nuage est composé de gouttelettes d'eau ou de glace. L'air y est totalement saturé.

Types de refroidissement

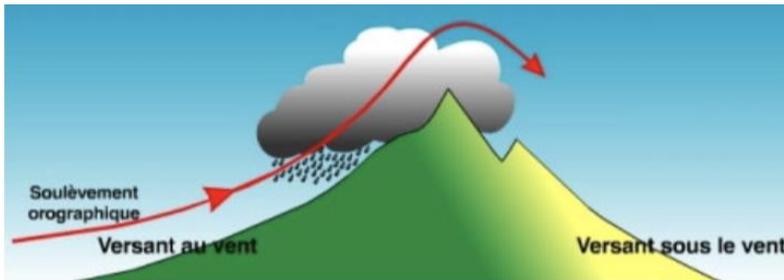
Pour saturer de l'air (à pression quasi- constante), il faut le refroidir. Il existe 4 types de refroidissement :

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.

Refroidissement frontal

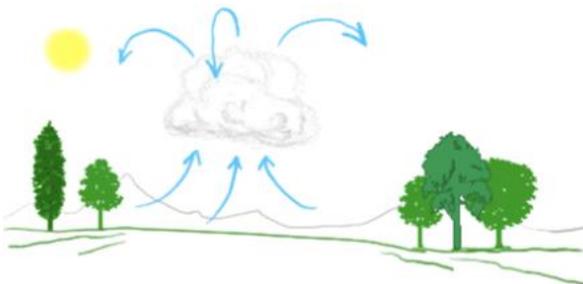


Soulèvement orographique

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

Soulèvement orographique

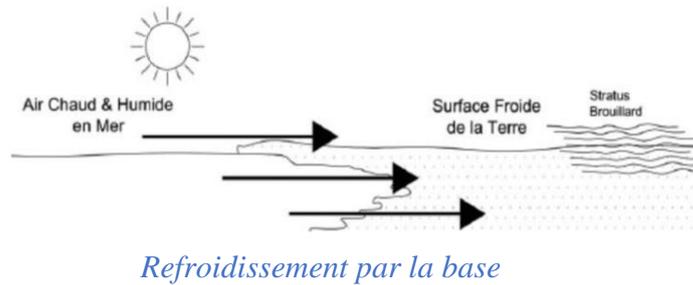
Convection



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 Convectif

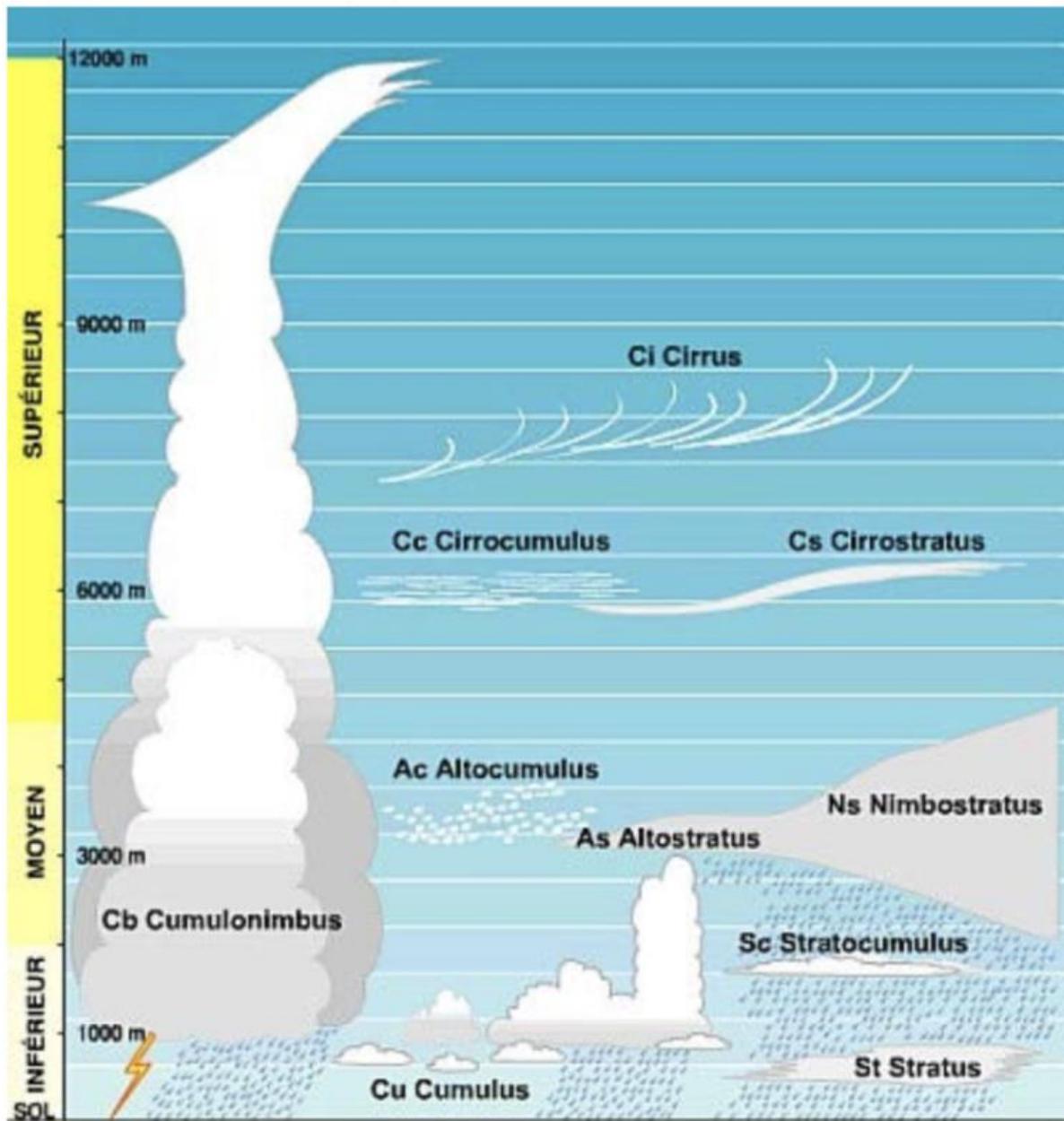
Refroidissement par la base



De l'air chaud et humide arrive sur une surface plus froide.

Classification des différents nuages

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



Les différents types de nuages

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

La nébulosité est exprimée en octas : la voûte céleste en entier compte pour 8 octas. Par exemple, si la moitié du ciel est occupée par des nuages, il y a 4 octas de nuages.

Frontologie

Le front

C'est une région de la troposphère constituant une zone de transition dynamique et thermique entre deux masses d'air différentes par leurs caractéristiques (Source : Météo-France).

Un front est une surface de discontinuité (zone de transition) où s'affrontent deux masses d'air aux propriétés différentes. On distingue différents types de fronts :

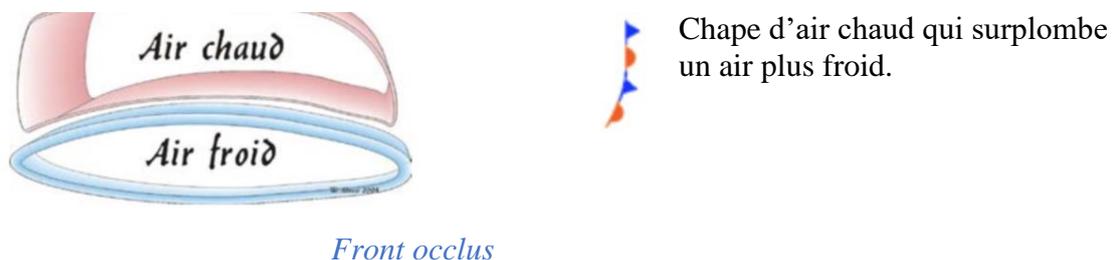
- Front froid



- Front chaud



- Front occlus

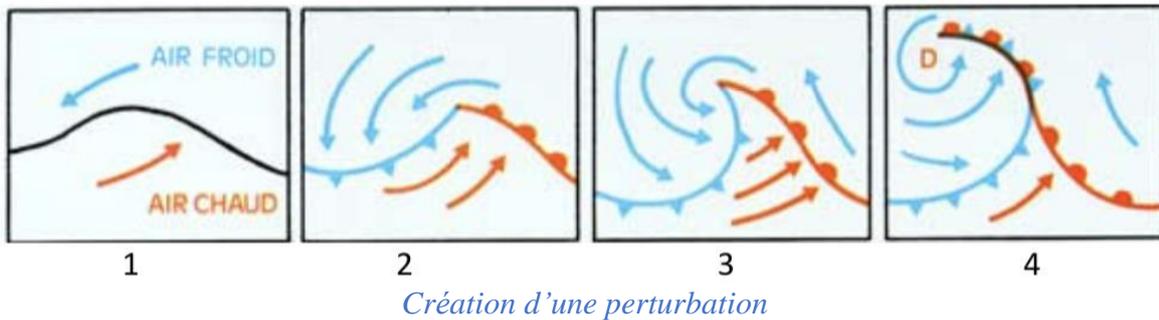


- Front stationnaire

Les fronts stationnaires se forment quand deux masses d'air ayant des caractéristiques différentes se rencontrent mais n'ont pas de circulation l'une vers l'autre.

[Pour aller plus loin](#)

Création d'une perturbation

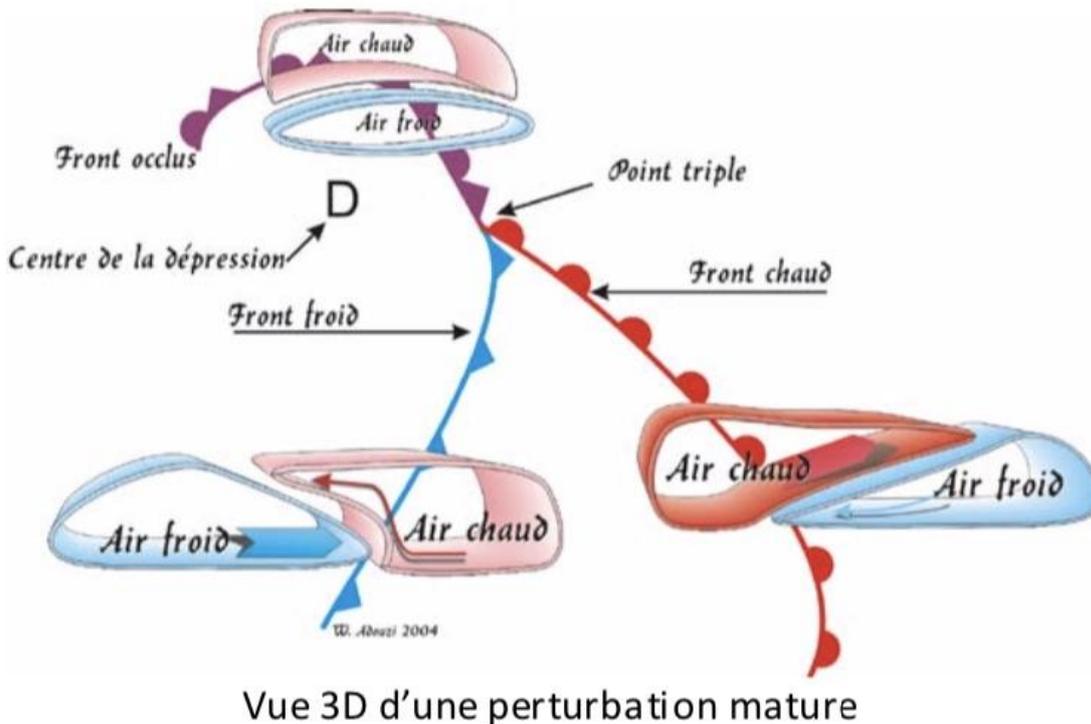


Étape 1 et 2 : l'air chaud venant du sud et l'air froid venant du nord se rencontrent. Les masses d'air ne se mélangent pas, le système commence à s'enrouler : c'est la naissance des fronts chaud et froid.

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

Étape 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.

Perturbation vue du haut



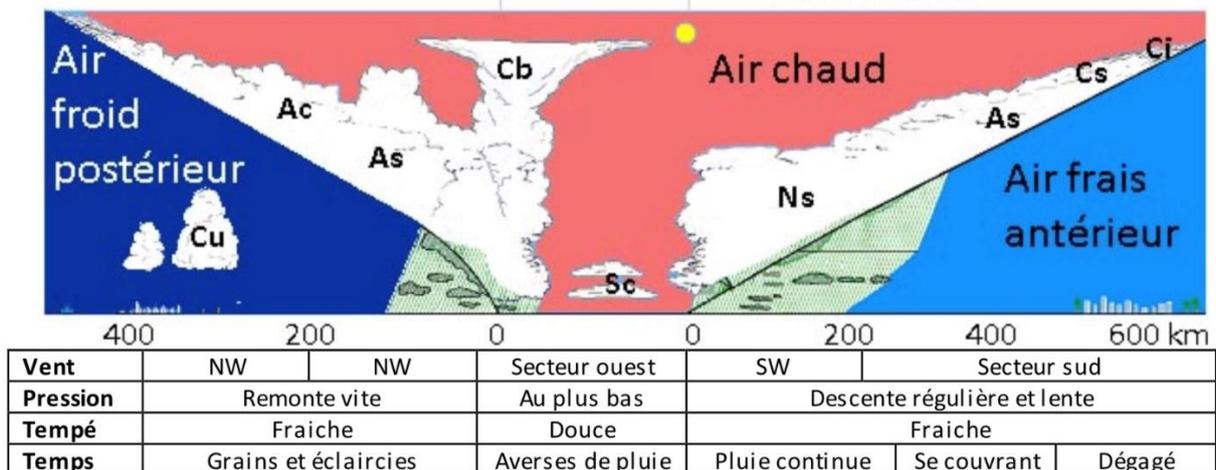
Vue 3D d'une perturbation mature

Perturbation vue du haut

Temps associé à une perturbation

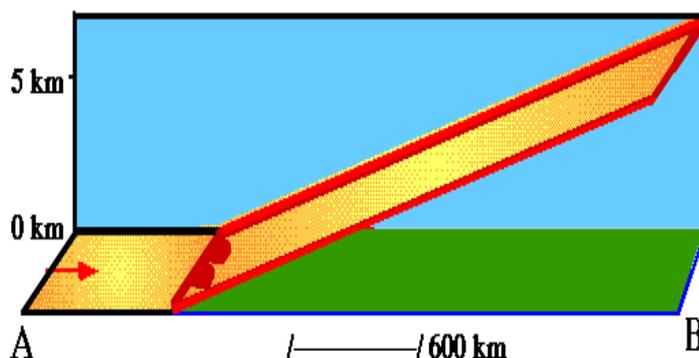
Passage d'une perturbation « type » sur les côtes Bretonnes

Schéma du passage d'une perturbation



Passage des fronts

Pour un observateur placé sur la droite du schéma, le plafond nuageux va s'affaisser et devenir de plus en plus sombre s'accompagnant de forte pluie. Puis dans un second temps se dégager et laisser place à un ciel peuplé de stratocumulus ou de stratus ainsi que quelques averses. Ce répit sera de courte durée et cédera sa place à des vents forts ainsi que de violentes averses au passage du cumulonimbus. Des orages sont possibles. La situation s'améliorera alors pour céder sa place au ciel de traîne avec quelques grains et éclaircies.



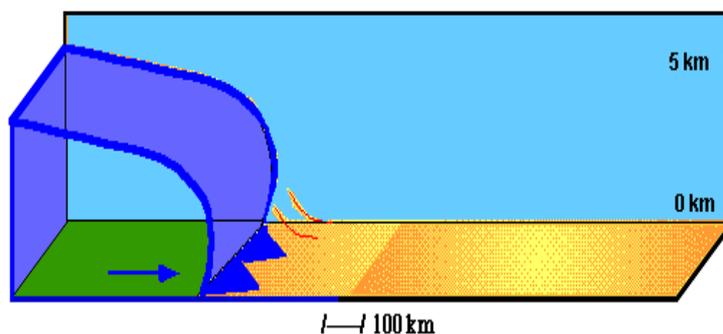
L'air chaud se déplace vers un air plus froid. Le front chaud est donc un front de remontée car l'air se dépose à la surface de la masse froide. Il s'étale sur une longue distance et il est parfois difficile de noter avec précision le moment de son passage. L'impression générale est que le plafond nuageux descend et que le ciel devient de plus en plus sombre. (Nuage de type

Nimbostratus Ns)

Passage d'un front chaud animé

Le passage entre les deux masses d'air s'effectue sur une longue distance et il est parfois difficile de noter avec précision le moment de son passage. Une fois le front chaud passé, on entre dans le secteur chaud, la zone d'air doux entre les fronts chauds et froids dans une dépression frontale.

L'air froid se déplace vers un air plus chaud. Le front froid est donc un front de descente car il fait se soulever l'air au contact de la masse froide. Il est de courte distance et il est facile de noter avec précision le moment de son passage. Il est propice à donner de fortes rafales de vent. L'air chaud crée un nuage d'élévation. (Nuage de type Cumulonimbus **Cb**)



Passage d'un front froid animé

Vue de haut

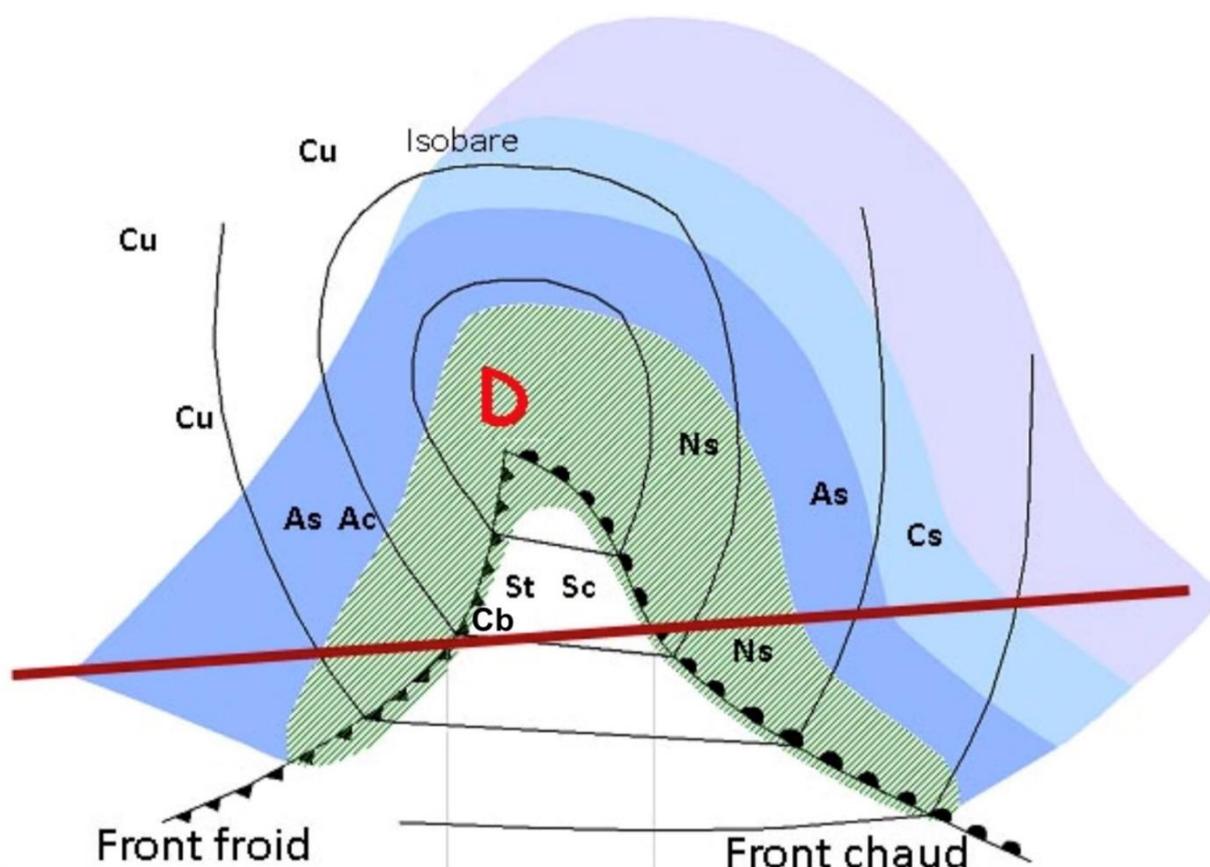
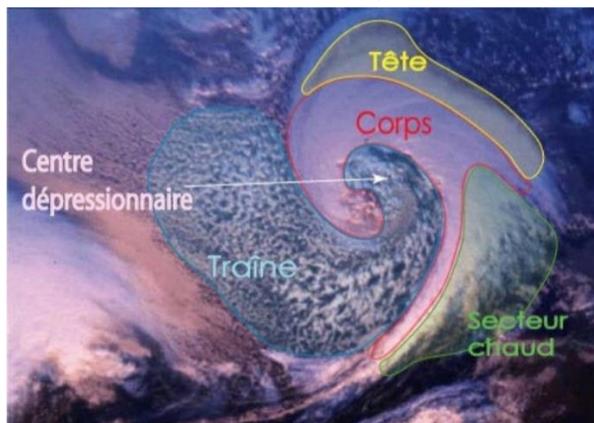


Schéma dépression vue de haut

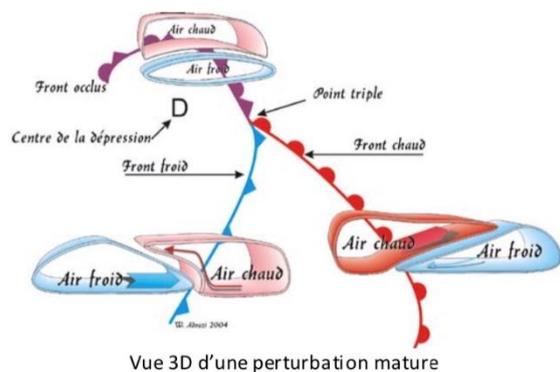
Les nuages associés à la dépression sont dans l'ordre:

1. Les Cirrus (**CI**) et Cirrostratus (**CS**)
2. Altostratus (**As**)
3. Nimbostratus (**Ns**)
4. Stratocumulus (**Sc**) et Stratus (**St**)
5. Cumulonimbus (**Cb**)
6. Altocumulus (**Ac**) et Altostratus (**As**)
7. Cumulus (**Cu**)

Vue satellite d'une dépression



Front froid



Vue 3D d'une perturbation mature

Perturbation vue du haut

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.

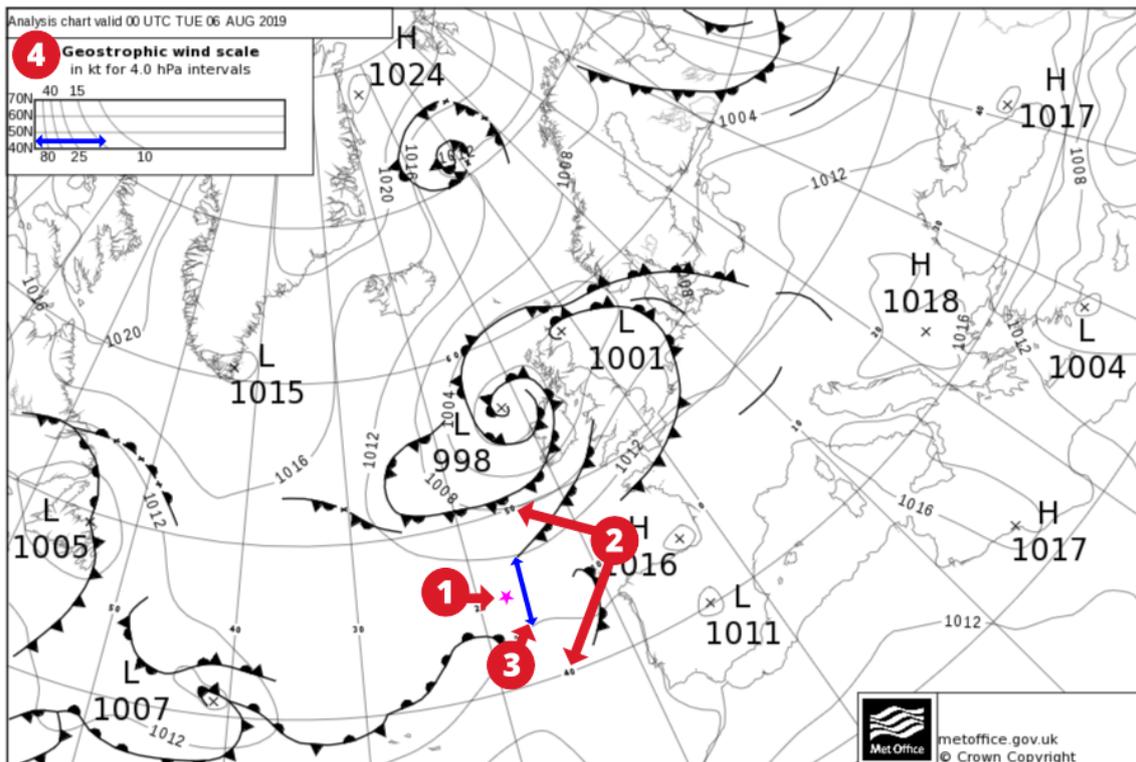
La traîne enfin, trouve sa place en arrière du front froid. Assez souvent, le centre dépressionnaire peut s'isoler sur les photographies satellites, par une présence moins importante de masses nuageuses.

La carte isobarique

Présentation

La carte isobarique représente la situation barométrique actuelle ou prévue avec la position des fronts. Il existe plusieurs types de cartes : la carte de surface (qui représente la pression au niveau de la mer) et les 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.

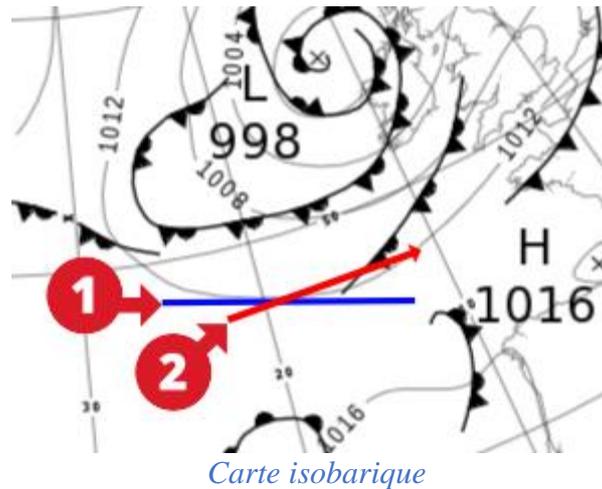
Déterminer la vitesse du vent



Carte-isobarique

1. Commençons par récupérer une carte météo avec les pressions. Par exemple sur [metoffice](http://metoffice.gov.uk).
2. Choisir une zone pour laquelle vous souhaitez estimer le vent. Je vous propose de partir au large de l'Espagne au niveau de l'étoile violette en 1 sur le schéma.
3. Relever le degré de latitude de la zone concernée. Il est indiqué sur les parallèles. Regardez en 2 sur le schéma, nous sommes entre le 40°N et le 50°N. Disons au 45°N.
4. Mesurer (avec un compas par exemple) l'écart entre 2 isobares de votre zone, vous obtenez le gradient de pression. C'est la flèche bleue en 3 sur le schéma.
5. Reporter cet écart dans l'abaque (en haut à gauche, en 4 sur le schéma) au niveau du bon degré de latitude (45°N).
6. Lire sur la droite de l'écart, la valeur du vent en suivant la courbe. Les données sont en kt = noeud. Nous sommes donc environ à 14 noeuds de vent.

Déterminer la direction du vent



1. On commence par tracer la tangente au niveau d'un isobare. Regardez en 1 sur le schéma la droite bleue.
2. Ensuite on trace la direction du vent : à 20° de la tangente du côté des basses pressions (donc vers le côté de l'isobare à 1008 hPa). Regardez la droite rouge en 2 sur le schéma.

Météorologie locale

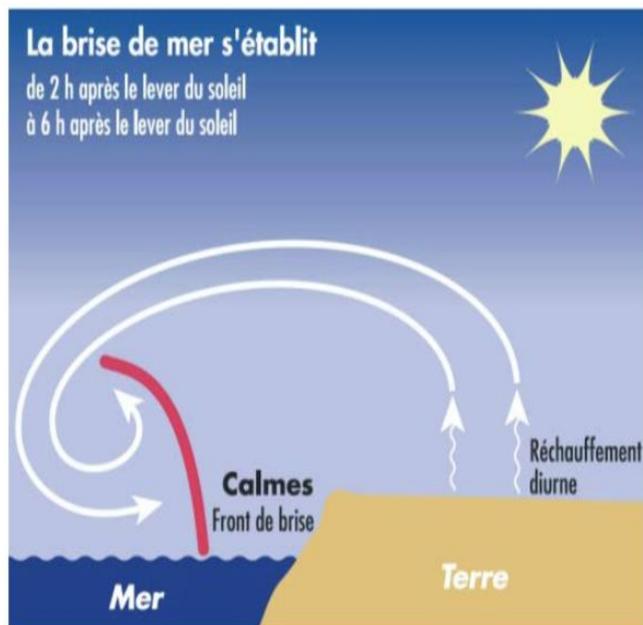
La brise thermique côtière

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.

Certaines brises thermiques peuvent souffler jusqu'à force 6.

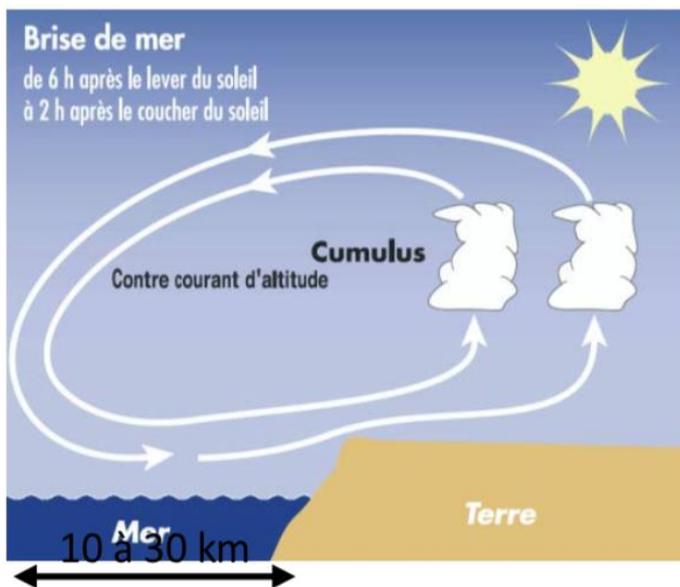
Brise thermique diurne



Brise cotière

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. Il s'agit d'une **cellule de convection**

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 côte (si cette dernière est quasi rectiligne).



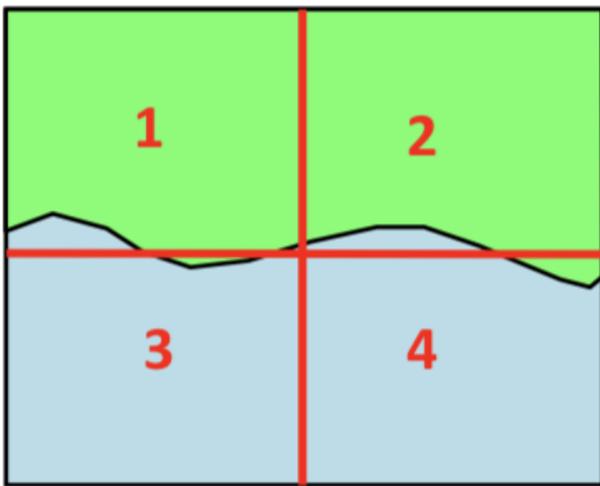
Brise marine

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 due à la force de Coriolis.

Critères d'établissement d'une brise thermique diurne

On peut utiliser un système de points pour prédire si la brise thermique a des chances de se lever :

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

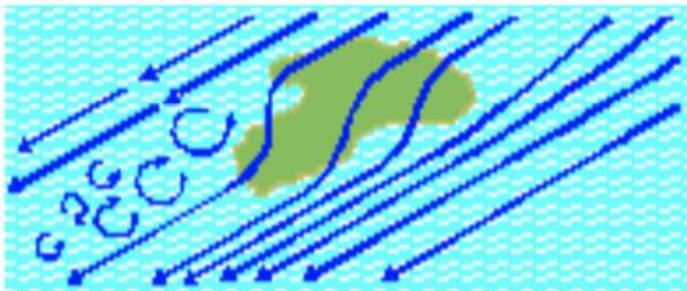


Quadrant brise thermique

Les effets de sites

Un effet de site est dû à la géographie locale. Il en existe un grand nombre, 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

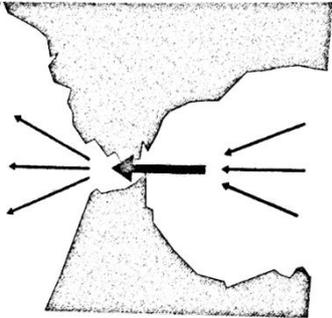


Si le vent vient toucher une pointe sous une direction latérale, il a tendance à diverger de façon radiale. Pour une île, le côté sous le vent est déventé et les côtés extérieurs sont plus ventés (coté bâbord plus venté)

- Si la température de l'air **n'est pas supérieure d'environ 4°** à celle de l'eau, la brise thermique **n'est pas possible**.
- Si la vitesse du vent synoptique **est supérieure à 16 kts**, la brise thermique **n'est pas possible**.

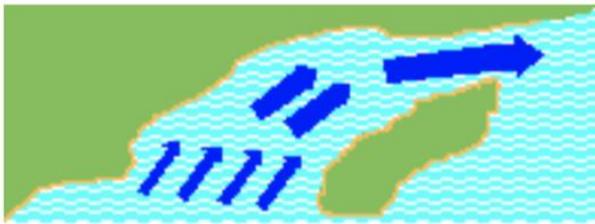
1. Direction du vent synoptique :
 Quadrant 1: + 2 points
 Quadrant 2: + 1 points
 Quadrant 3: - 0 points
 Quadrant 4: - 1 points
2. Température de l'air :
 Frais: + 1 points
 Tiède: + 0 points
 Chaude: - 1 points
3. Ensoleillement :
 Bon: + 1 points
 Moyen: + 0 points
 Mauvais: - 1 points
4. Marée haute dans l'après-midi :
 Oui: + 0 points
 Non: - 1 points
5. Stabilité de la masse d'air :
 Instable: + 2 points
 Stable: - 1 points

Effet de canalisation



Il se crée un effet Venturi par canalisation. L'accélération commence avant le détroit et continue quelques milles après.

Relief et cours d'eau

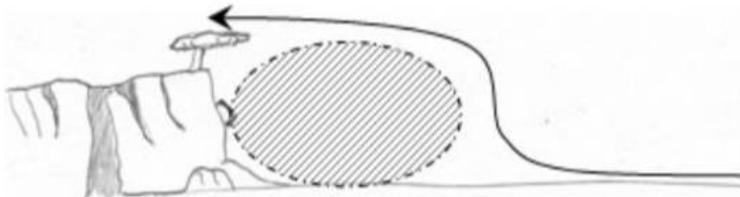


Le vent a tendance à suivre globalement la géographie locale. Ainsi sa direction et sa force se trouveront modifiées (effet Venturi).

- Côtes basses

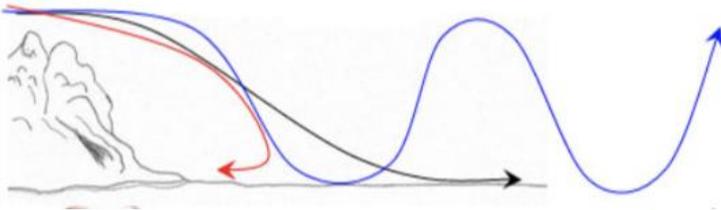
Les frottements étant plus importants sur terre que sur mer, le vent au-dessus des terres est plus faible. La force de Coriolis est donc moins importante. Le vent sur mer sera donc orienté plus « à droite » que le vent sur terre.

- Côte moyennement élevée



Création d'un « coussin » (vent faible et désordonné).

- Côtes élevées



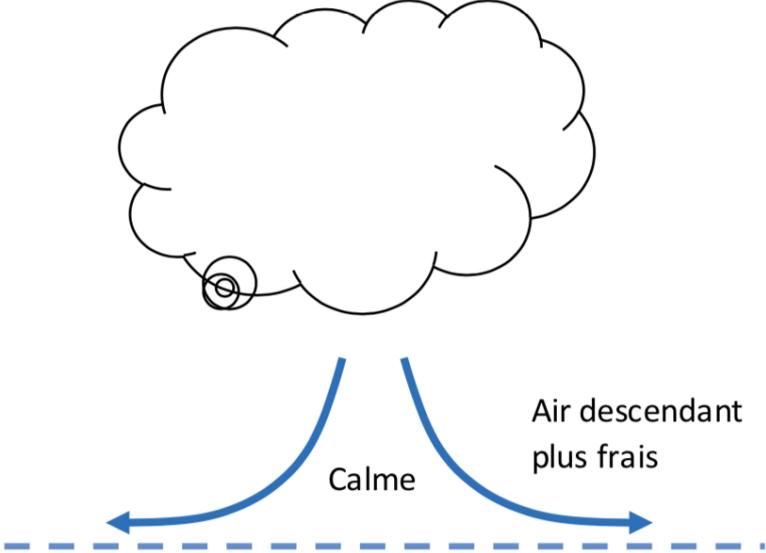
Côtes avec relief important, type Côte d'Azur, Corse, Pays Basque): onde de dévent avec possibilité de retour.

Le grain

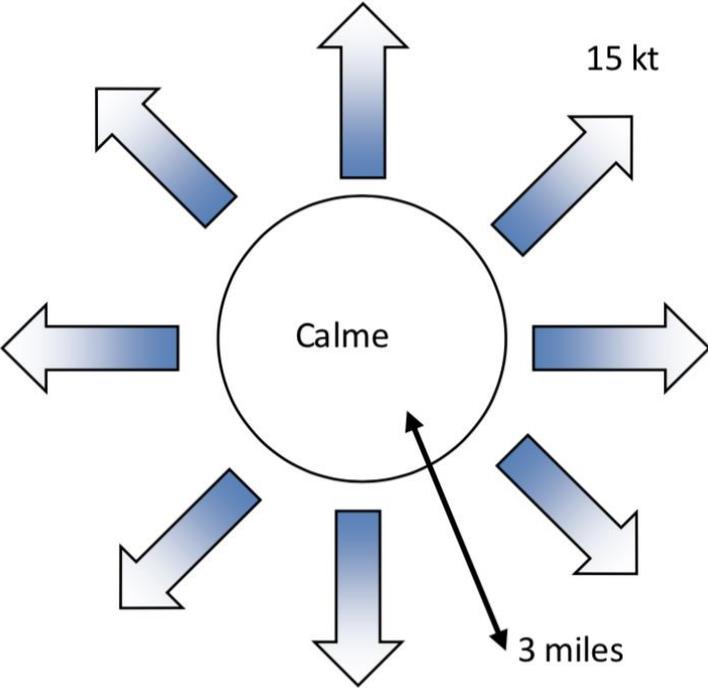
Le grain est une variation brusque de la vitesse et/ou de la direction du vent. Il est accompagné le plus souvent d'un nuage fortement convectif de type cumulus congestus (Cc) ou cumulonimbus (Cb). En voile légère, il est fortement déconseillé de naviguer sous un Cb. De fortes rafales de directions variables 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.

Grain précipitant

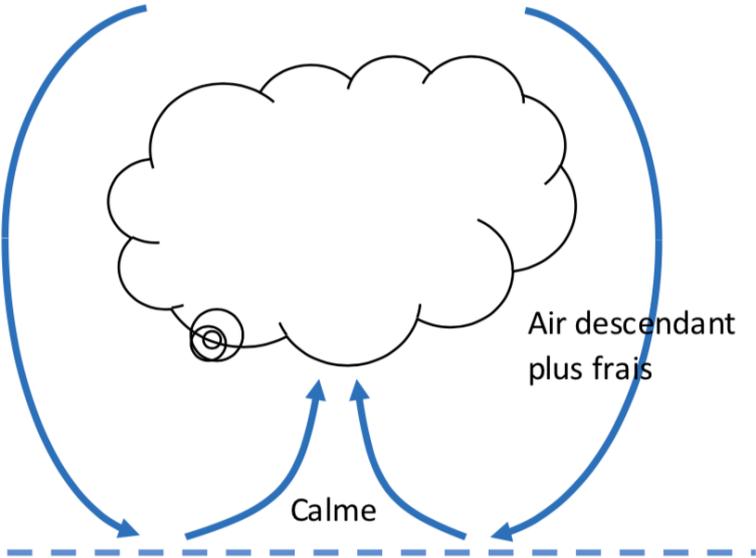


Grain précipitant

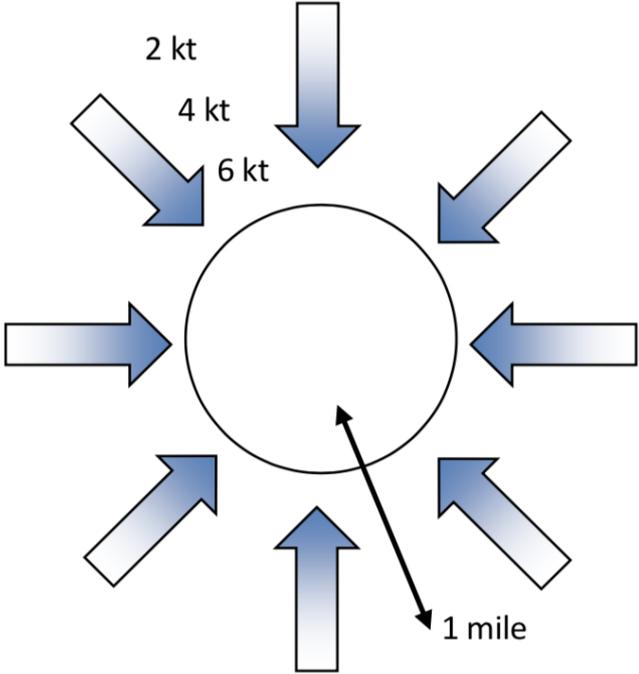


Les vents du grain précipitant

Grain non précipitant



Grain non précipitant



Les vents du grain non précipitant

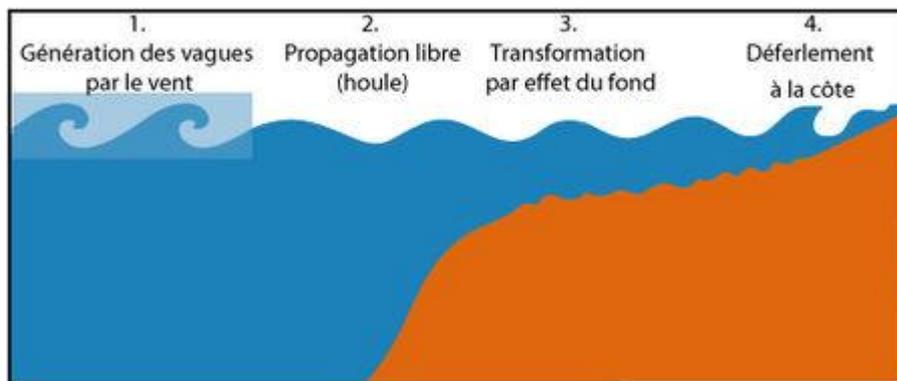
Les vagues et la houle

Définitions

- 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

Formation

Naissance de la houle et des vagues



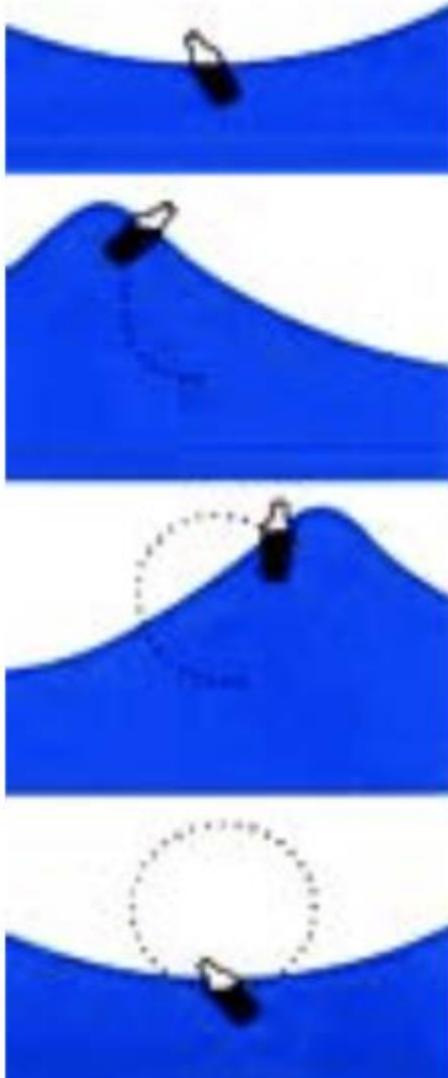
la houle

1. Création des vagues sur la totalité des mers du globe
2. Après affaiblissement du vent ou diffusion des vagues en dehors de la zone ventée, elles se propagent librement, ce qui est alors appelé

Modification des vagues aux abords des côtes par la présence du fond ; Dès que la profondeur maritime est inférieure à environ deux fois la hauteur des vagues, elles déferlent sur la plage ou les hauts-fonds.

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 $H_{1/3}$.

Energie de la vague



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).

Déplacement d'onde

Attention quand le vent et les vagues sont opposés au courant. Cela lève un clapot qui va vite devenir dangereux. Lors d'un calcul de marée, tenir compte des vagues/houle.

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. MétéoFrance diffuse ainsi des bulletins sur une base régulière (cf. Guide MétéoFranceMarine).

Il existe 4 types de bulletins selon le type d'activité: bulletin rivage, côte, large et grand large. Le bulletin côte 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 sur une région d'environ 1500km de large.
- Prévision (pour la journée ou nuit selon l'heure d'émission) :
 - Vent: direction/force/tendance éventuelle
 - Mer
 - Houle
 - Temps
 - Visibilité
- Prévision pour le lendemain
- Tendances ultérieures
- 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.

Modèles météo

Les modèles météorologiques sont des outils qui permettent de prédire l'évolution du temps dans le futur.

Ils sont basés sur des calculs mathématiques complexes qui prennent en compte les conditions actuelles et les prévisions de vent et de vagues.

Ils sont utilisés par les navigateurs pour prévoir les conditions de navigation et les régatiers pour prévoir les conditions de course.

Les informations à rechercher

L'origine

Les modèles météorologiques sont réalisés par des services météorologiques nationaux ou internationaux. On peut en induire une fiabilité accrue en fonction de la proximité, mais il faut toujours vérifier les prévisions avec d'autres sources. Par exemple on peut présumer qu'un modèle Français sera plus fiable pour la France que pour l'Allemagne.

Mais ce n'est pas une règle absolue, on veillera à croiser les modèles et à maintenir une grande prudence en cas d'incohérence.

Composantes prévisionnelles

- La zone de prévision
- La durée de prévision
- La précision de la prévision
- Vent
- Vagues
- Température de l'air
- Température de l'eau
- Humidité
- pression atmosphérique

Certains modèles offrent un panel de composantes additionnelles, comme la visibilité, la pluie, la neige, etc.

La maille

La maille est la distance entre deux points d'un modèle.

Plus la maille est petite, plus le modèle est précis.

Les modèles météorologiques sont généralement calculés sur des mailles d'un à plusieurs dizaines de kilomètres.

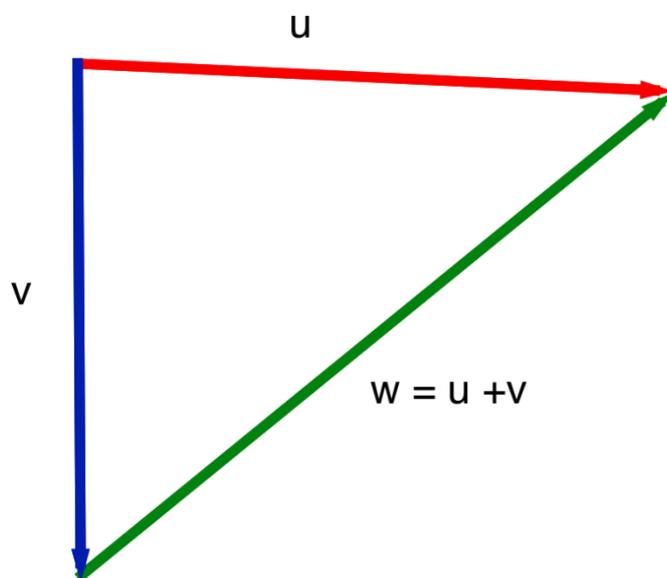
☁ Les vents

Le vent *météorologique* n'est pas le vent que l'on a lorsque notre bateau 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.

Le vecteur



- 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.

Définitions

Nature du vent

Vent réel

Vent ressenti lorsqu'on est totalement immobile : sans courant. C'est le vent météorologique de surface.

Il est noté **vr**.

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 **vc**.

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 **vs**.

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 **vv**.

Vent apparent

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 **va**.

Comportement du vent

- Vent qui adonne

Changement de sens du vent **favorable** au voilier

- Vent qui refuse

Changement de sens du vent **défavorable** au voilier

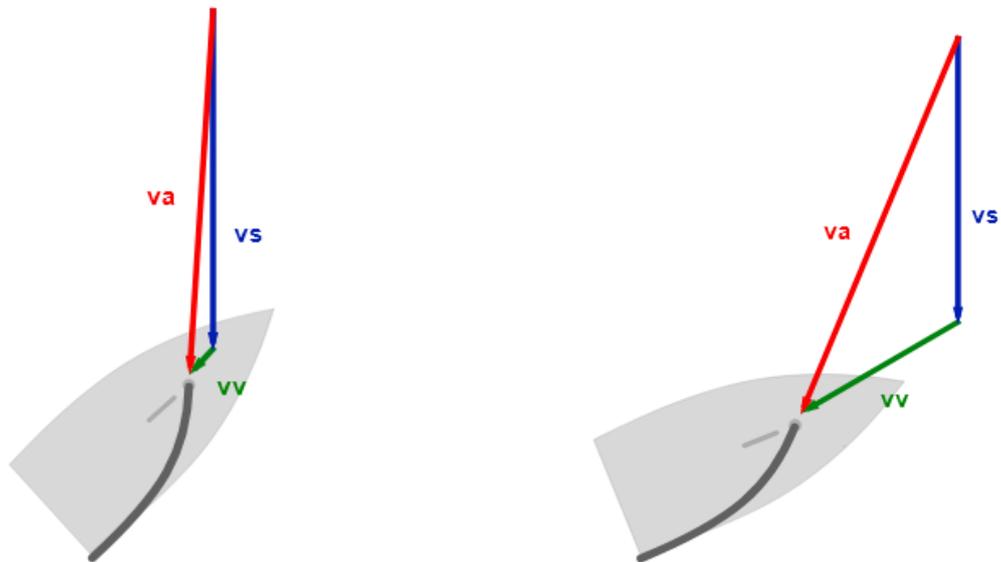
Changement de vitesse à vent réel fixé

Réglage des voiles en cas de changement de vitesse

On considère un vent courant et un vent réel stables. Que se passe-t-il lorsqu'un bateau accélère et lorsqu'il ralentit ?

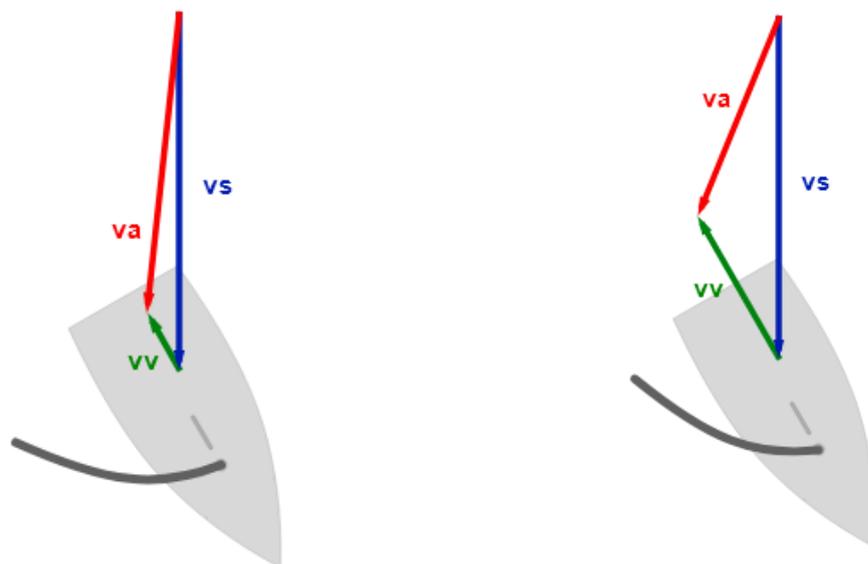
- Accélération : **vent vitesse (vv)** qui **augmente**
- Ralentissement : **vent vitesse (vv)** qui **diminue**

Allure de près

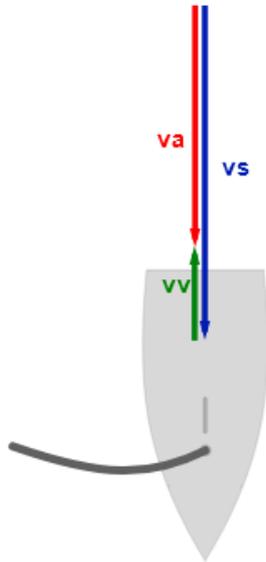


Au près, si on accélère, le vent apparent augmente et refuse. Pour garder le bon réglage : il faut border ou abattre

Allure portante



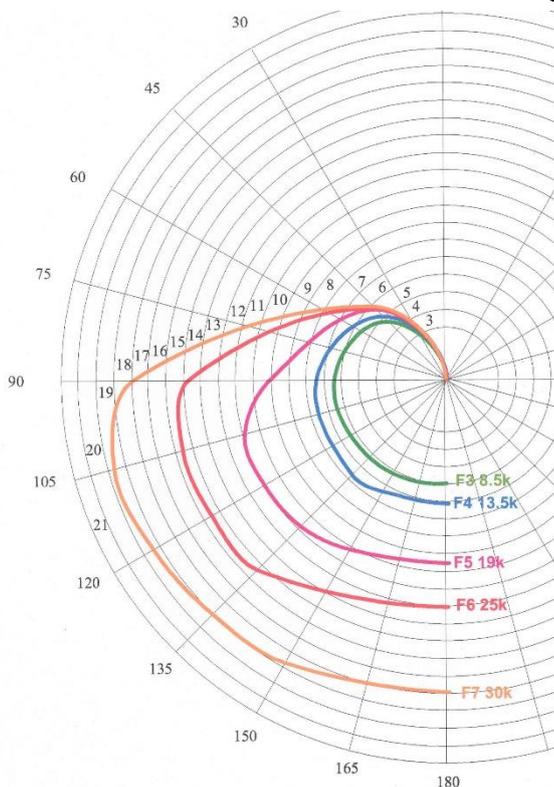
Au portant, si on accélère, le vent apparent augmente et refuse. Plus le bateau est rapide, on peut avoir un vent apparent très lofé au portant.



Plus on avance au vite au vent arrière, plus le vent apparent est faible.

La polaire de vitesse

Afin d'illustrer cela, voici la polaire de vitesse d'un Laser solo. Cette courbe est construite en relevant la vitesse du bateau selon l'angle par rapport au vent réel. Il s'agit des valeurs de vitesse maximum théorique, et les atteindre dépendra du niveau du stagiaire.



Polaire de vitesse Laser solo standard

La vitesse maximale est obtenue pour 105°-110° pour 30 kts de vent. Dans l'ensemble, l'allure la plus rapide est le bon plein.

Le bateau ne remonte pas mieux qu'à 30° du vent et au vent arrière sa vitesse est d'environ 60% du vent réel.

Polaire de vitesse Laser solo standard

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 forçit (en restant stable en direction) fait adonner le vent apparent. L'objectif du bateau est de faire la route la plus directe.

Au près

Force qui augmente:

- On **choque** un peu – On **maintient** le cap – **reborde**.
- Si le vent réel est trop fort, le **vent apparent (va) adonner** sans qu'on puisse tenir le bateau et on doit alors **lofer ou choquer**.

Variable en direction:

- 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.

Au travers

- Pour diminuer l'allongement de la route, on préfère **suivre les changements** de vent (adonnante ou refusante) aux écoutes.

Au portant

Force qui augmente:

- On **garde** le réglage et on **abat**.

Variable en direction:

- 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.

⚖ Mécanique

L'objectif de ce chapitre est de comprendre les mécanismes principaux qui permettent à un bateau de naviguer à la voile.

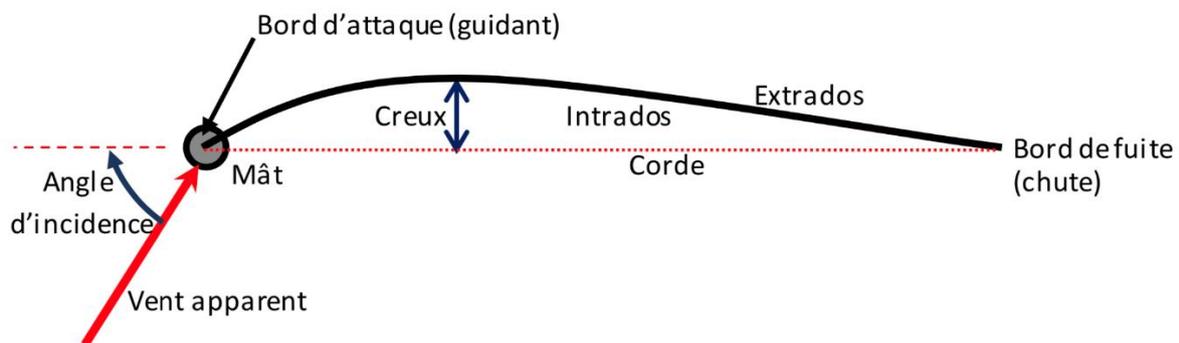
La mécanique du voilier est en réalité une science complexe demandant des connaissances mathématiques importantes. Des « raccourcis » importants seront faits afin d'aller à l'essentiel.

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

Définitions

Une voile est « découpée » en plusieurs zones qui ont des noms bien précis. Une voile est une surface en 3 dimensions.

On appelle profil, une coupe de la voile le long du mât.



Profil d'une voile

Le profil de la voile évolue en fonction de la hauteur mais aussi en fonction des réglages.

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 bateau de sport sont le plus efficaces lorsque l'écoulement est laminaire. Il est mis en évidence par les penons et les faveurs.



Penon



Faveur

L'écoulement reste laminaire jusqu'à une quarantaine de degrés d'incidence, soit une allure de large / grand large (dépendamment de la vitesse du bateau).

Au vent arrière, l'écoulement est turbulent. L'état de l'écoulement dépend de plusieurs facteurs: viscosité du fluide (ν), vitesse de l'écoulement, masse volumique (ρ) du fluide. Afin de comprendre comment se forme les forces qui font avancer notre bateau, intéressons-nous aux différentes pressions le long des écoulements.

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

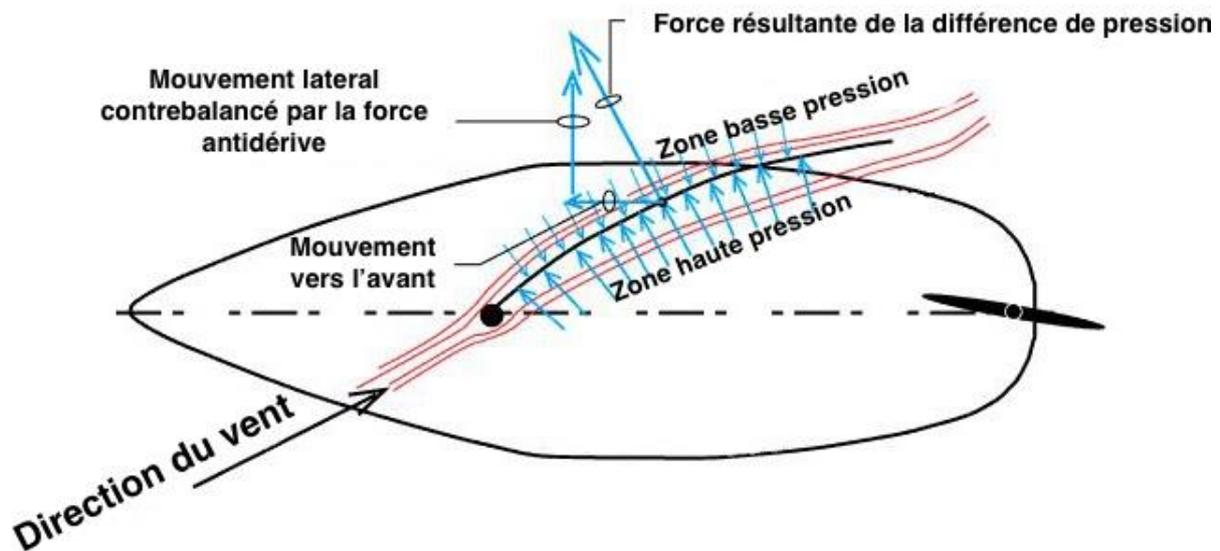
- Sa pression statique (P_s): pour le cas de l'air, c'est la pression météorologique.
- Sa pression dynamique (P_d): qui dépend de sa vitesse au carré

$$P_d = \frac{1}{2} \rho V^2$$

Bernoulli énonce qu'au sein d'un écoulement incompressible, la pression totale reste constante sur une ligne de courant : $\frac{V^2}{2} + \frac{P_s}{\rho} = \text{cste}$

Écoulement laminaire générant un déplacement

Ce qui nous intéresse est de comprendre comment une voile, immergée dans un écoulement (la vitesse du bateau), peut faire avancer ce dernier.



Portance de la voile

La surface de la voile (courbe) dévie l'écoulement. A partir d'une certaine distance, l'écoulement n'est plus perturbé.

Du côté 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 côté extrados alors qu'il est ralenti du côté 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).

Décrochage du profil

En situation normale, l'écoulement de l'air est « attaché » sur les deux faces, intrados et extrados, de l'aile. Les filets d'air collent au profil de la voile, ce qui favorise la portance.

À une certaine valeur de l'angle d'incidence, de l'ordre de 15 à 20°, selon les caractéristiques de l'aile — profil, allongement, etc. — et le nombre de Reynolds, il se produit un décollement de l'écoulement aérodynamique à l'extrados de l'aile entraînant une chute de portance plus ou moins brusque : c'est à ce moment que la voile décroche.



Profil normal



Profil décroché

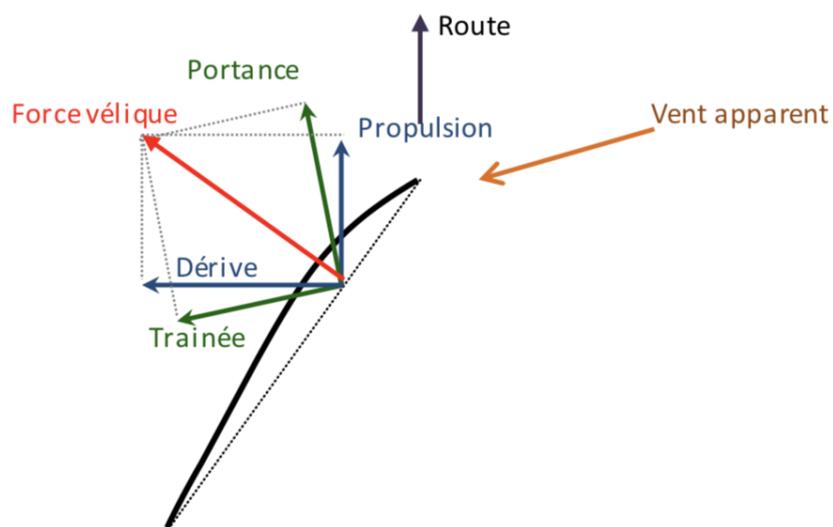
Une voile correctement bordée génère une portance permettant le déplacement. Une voile bordée en excès génère un écoulement turbulent, la portance est alors inférieure à la trainée, le bateau n'avance plus.

Les forces

Force aérodynamique / force vélique

Composante de la force vélique

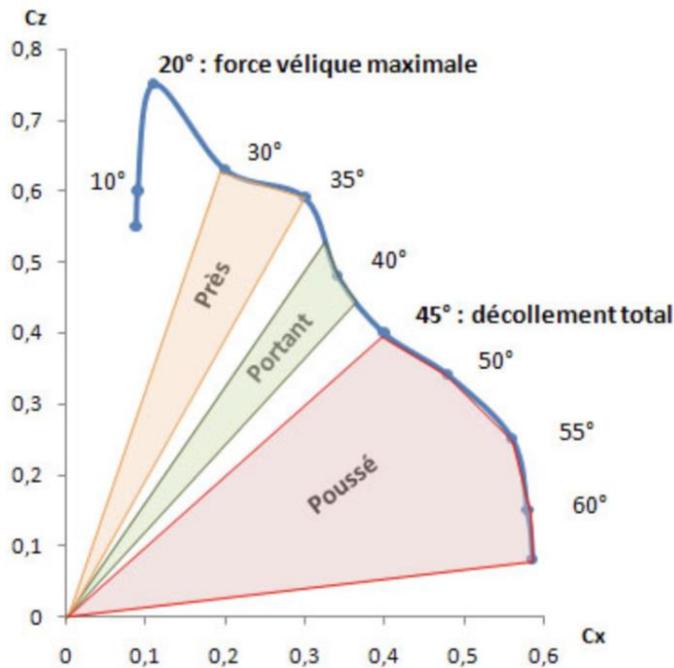
La force aérodynamique ou force vélique est la somme d'une infinité de « petites forces » élémentaires.



Force aéro

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°).

Rendement de la voile



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

Polaires véliques

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 obtenu pour la finesse maximale qui est la maximisation du rapport C_z/C_x . Attention, rendement max ne veut pas dire vitesse maximale.

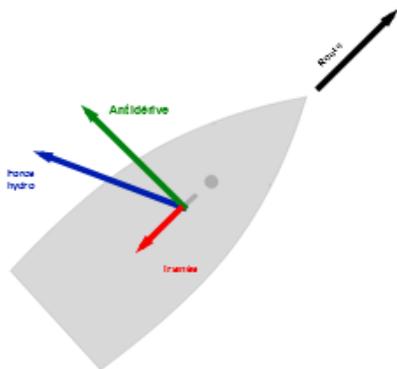
De plus, cette courbe n'est qu'aérodynamique et ne montre pas le besoin de puissance pour vaincre la traînée de la coque dans l'eau.

Son intérêt est de nous montrer la plage d'utilisation du vent apparent:

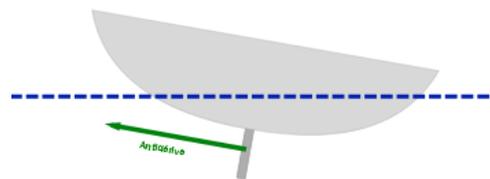
- au-dessus de 45° d'incidence, nous sommes en régime tourbillonnaire.
- A 20°, commence à apparaître un décollement (du côté bord de fuite) qui ne fera qu'augmenter (vers le bord d'attaque).

Force hydrodynamique

L'eau est un fluide donc tout ce que nous avons énoncé auparavant reste valable. Il ya 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.



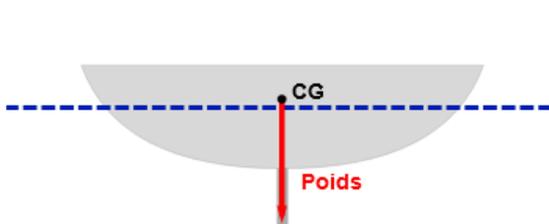
Force hydro vue de dessus



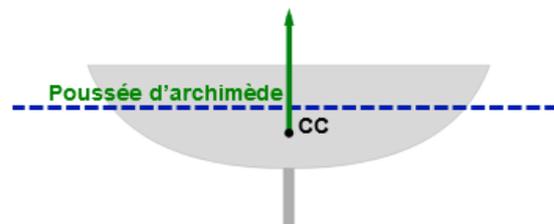
Force hydro vue de derrière

Poids et poussée d'Archimède

Le poids est la masse du bateau et de ses équipiers soumis à la gravité terrestre.



Action de la gravité

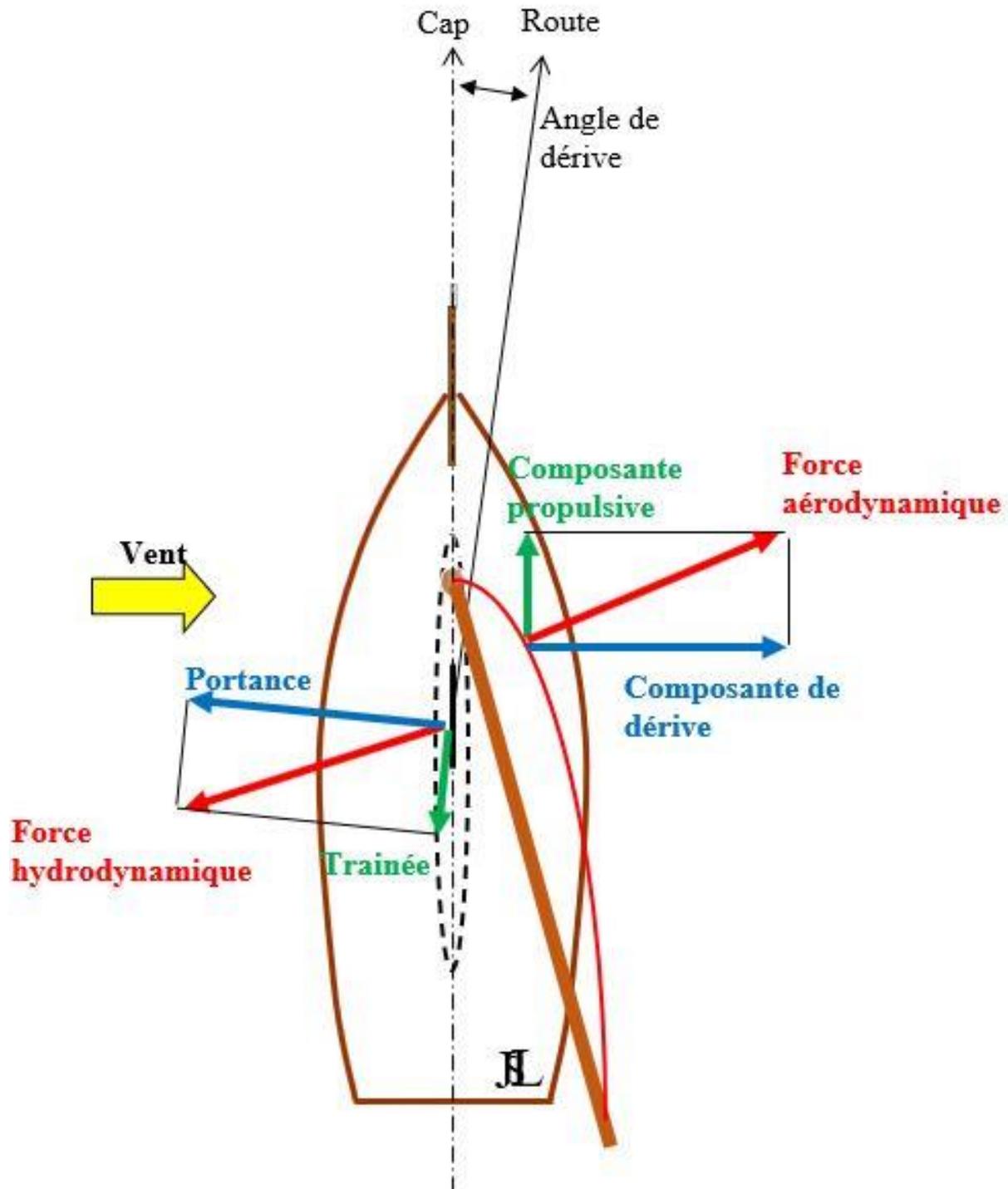


Poussée d'archimède

- Le poids est vertical et s'applique au centre de gravité (CGCG) du système: bateau + équipage.

- La poussée d'Archimède s'applique au centre de carène (CCCC): centre de gravité des parties immergées.

Schéma force aérodynamique et hydrodynamique



Les équilibres

Les équilibres statiques

Le centre de gravité

Le bateau possède un centre de gravité noté

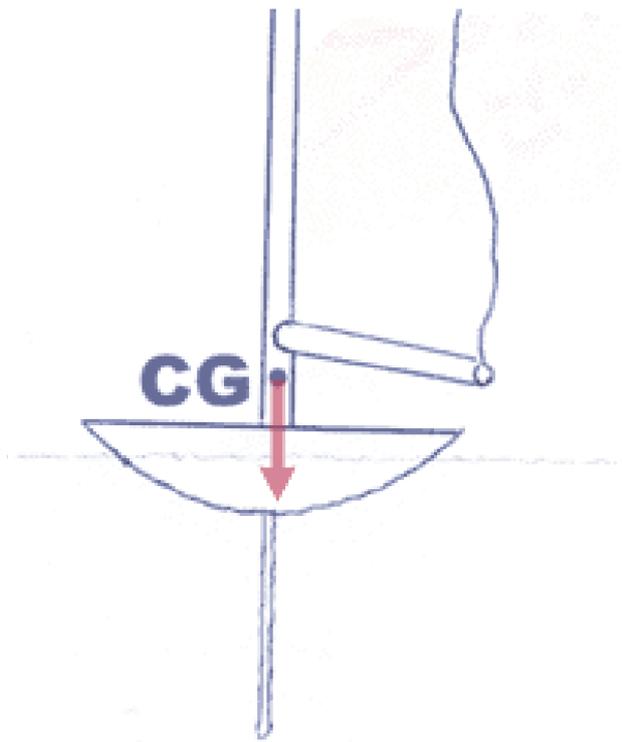
CGCG, comme tout objet entrant dans le champ d'attraction d'une planète, point d'application de la force de Newton: La pesanteur.

Cette force s'exerce verticalement de haut en bas.

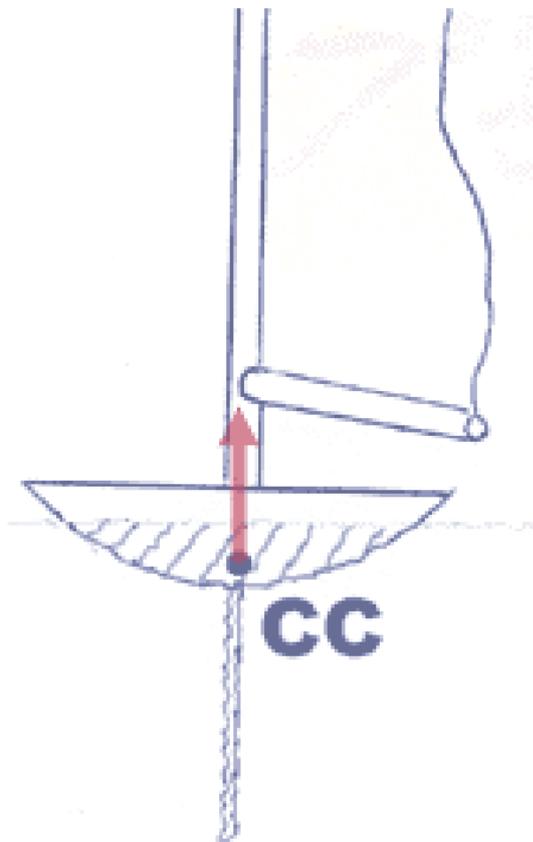
En prenant le bateau isolément (sans son équipage), son centre de gravité est invariable quelle que soit la position du bateau.

Par contre, une fois son équipage à bord, ce centre de gravité peut être modifié en fonction de la position du (des) navigateur(s).

Il peut aussi varier en fonction de l'eau qui est entrée dans le bateau durant la navigation.



Le centre de carène



Centre de carène

Le centre de carène (CC) d'un bateau est le centre de gravité de sa partie immergée.

Au centre de carène s'applique la poussée d'Archimède.

Elle s'exerce verticalement de bas en haut.

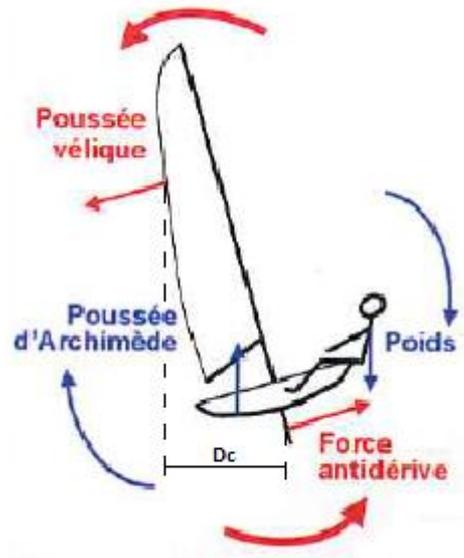
Le centre de carène varie selon l'inclinaison du voilier sur l'eau, sa gîte, son assiette longitudinale ou son enfoncement dans celle-ci.

Couple chavirage et redressement

Le couple de chavirage C_c est provoqué par la pression du fluide vent (Poussée vélique PV) sur le plan de voilure et par la pression des fluides eaux (force antidérive F_{aD}) sur le plan dérive.

Lorsque l'angle de gîte du bateau augmente, à cause d'une rafale par exemple, la distance de chavirage D_c entre la force aérodynamique FA et la force hydrodynamique F_{ad} (ou FH) augmente.

Le couple de chavirage C_c est plus grand que le couple de redressement C_r , le bateau est déséquilibré, il gîte.



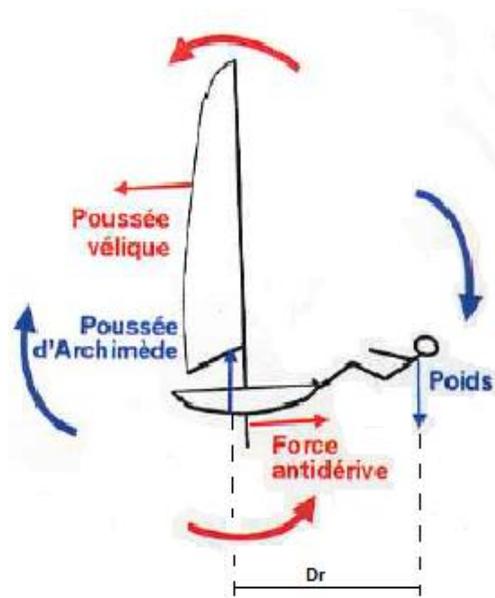
Le couple de redressement C_r est provoqué par l'équipage P (trapèze-harnais, rappel) et par la poussée d'Archimède sur le bateau ou la planche.

Si le bateau gîte légèrement et que l'équipage sort violemment au rappel ou que le vent diminue brusquement, la distance de redressement D_r entre le poids P de l'équipage et la poussée d'Archimède augmente.

Le couple de redressement C_r est plus grand que le couple de chavirage C_c , le bateau est déséquilibré, il contre-gîte.

Quand le couple de chavirage C_c est égal au couple de redressement C_r , le bateau est équilibré.

Le bateau conserve un angle de gîte à peu près constant sauf si un élément extérieur vient le perturber (rafales, déplacement violent de l'équipage...).

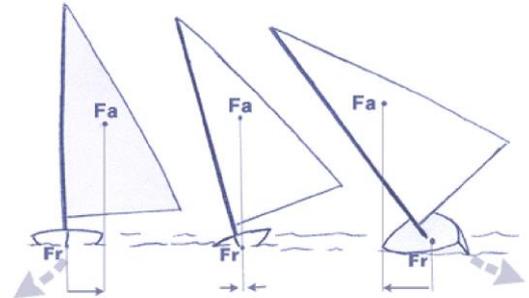


Equilibre dynamique

Equilibre au vent arrière

L'équilibre latéral au vent arrière est souvent délicat.

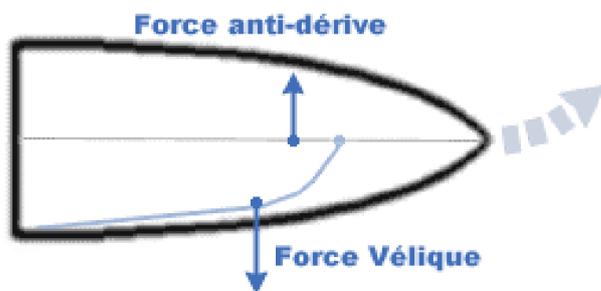
En cause, le couple de forces créé par la force aérodynamique (F_a) et la résistance de la coque (F_r).



Pour supprimer ce couple, sur les bateaux à coque ronde, on préférera une légère contre-gîte de sorte que le point d'application de la force aérodynamique et celui de la résistance de carène s'alignent et équilibrent le bateau.

Equilibre sous les autres allures

Bateau à plat

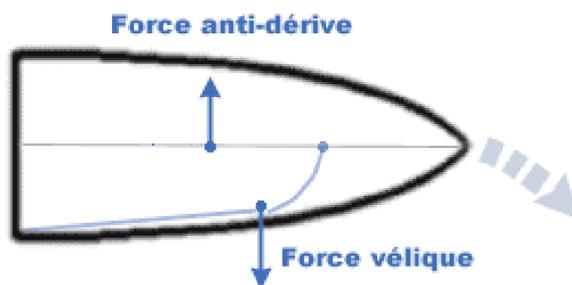


Supposons que la pesanteur, la poussée d'Archimède, les forces aéro et hydrodynamique ainsi que la résistance de carène s'exercent dans le même plan vertical.

Nous supposons donc qu'il n'y a pas de problème d'assiette latérale.

Si le point d'application de la poussée vélique se trouve en arrière de la force anti-dérive, le voilier lofe car il est ardent.

Inversement, il abat si la force vélique s'exerce sur l'avant (le bateau est mou) C'est ce principe qu'utilisent entre autre les planchistes pour contrôler leur direction.

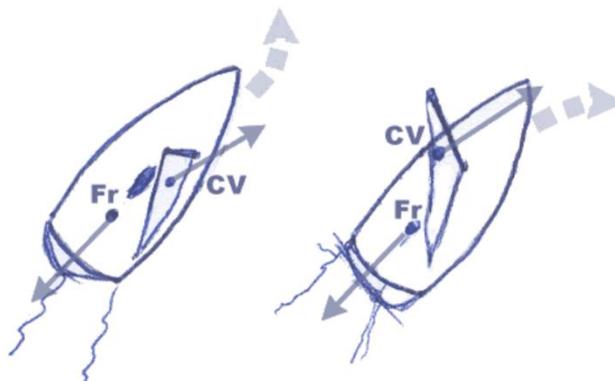


Le recul ou l'avancée du centre vélique est possible en bateau grâce à :

- L'avancée ou le recul du mât
- Le réglage de la quête du mât
- La modification de l'assiette longitudinale du bateau (avancée ou recul de l'équipage)
- Le réglage du creux de la voile

Bateau gîté

Avec la gîte, dans l'équilibre latéral du bateau, le couple de lof entre la force vélique et la résistance de la coque augmente (remarque: La force anti-dérive accentue aussi la gîte). Si mon bateau lofe, cette auloffée réduit l'incidence du vent sur les voiles (la force vélique) et mon bateau se remettra alors à plat de lui-même.



En revanche, la contre-gîte offre un couple qui fait abattre le bateau. D'où l'importance de naviguer bateau plat pour éviter les corrections de cap avec la barre, ce qui freine énormément le voilier.

Si par petit temps, mieux vaut un peu de gîte, c'est pour aider les voiles à se placer correctement.

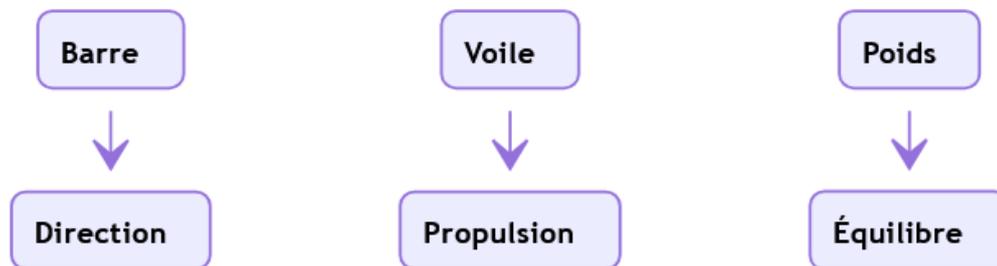
Tableau récapitulatif

Rendre son bateau ardent	Moyens	Rendre son bateau mou
Reculer le mât	Mât	Avancer le mât
Incliner le mât vers l'arrière	Quête	Incliner le mât vers l'avant
Augmenter la surface	Grand-Voile	Diminuer la surface

Reculer le creux	Grand-Voile	Avancer le creux
Diminuer le creux	Grand-Voile	Augmenter le creux
Diminuer la surface	Foc	Augmenter la surface
Augmenter le creux	Foc	Diminuer le creux
Abaisser la dérive	Dérive	Relever la dérive
Avancer le poids	Assiette longitudinale	Reculer les poids
Donner de la gîte	Assiette latérale	Donner de la contre-gîte

Liaisons directes et indirectes

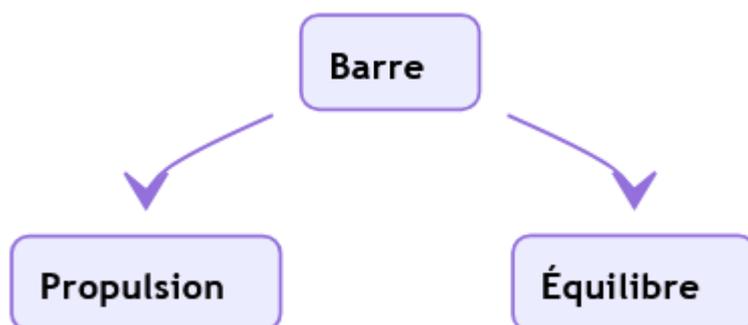
Liaisons directes



- La barre joue sur la direction:
 - Si je mets ma barre vers la gauche ou la droite, je lofe ou j'abats.
- Les voiles jouent sur la propulsion:
 - Si je mets beaucoup de surface de voiles, j'ai beaucoup de puissance, j'avance plus vite.
- Le poids de l'équipage joue sur l'équilibre:
 - Si je me mets le poids d'un côté le bateau gîte plus ou moins.

Liaisons indirectes

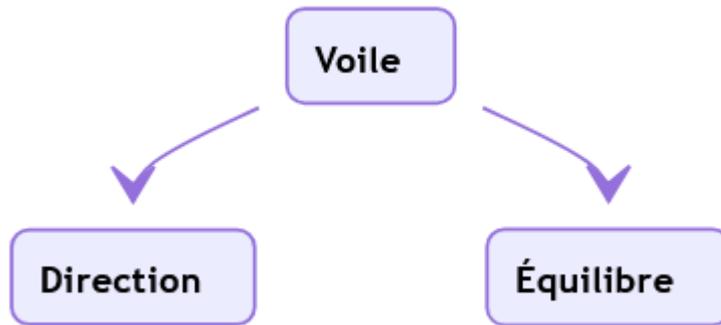
La barre



- La barre joue sur la propulsion:
 - Si avec ma barre, je me mets face au vent : j'arrête le bateau.

- Au contraire si j'oriente le bateau pour que les voiles soient gonflées : je fais avancer le bateau.
- Utiliser la barre génère une trainée dans l'eau qui freine le bateau.
- La barre joue aussi sur l'équilibre:
 - Si avec ma barre, je me mets au près : le bateau gîte.
 - Au contraire si je me mets face au vent ou vent arrière : le bateau est à plat.

La voile

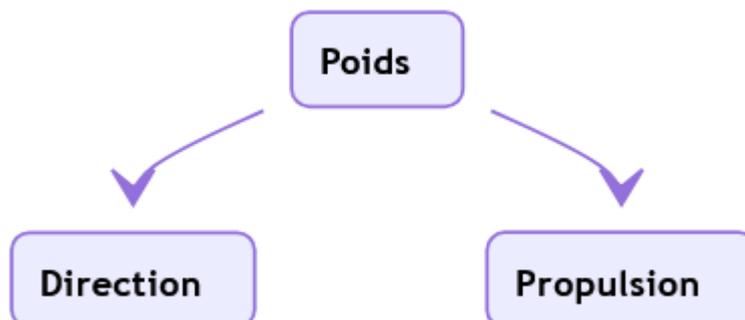


- La voile joue sur la direction:
 - Pour abattre, je choque
 - Pour lofer, je borde
- La voile joue aussi sur l'équilibre:
 - Si je borde, le bateau gîte
 - Si je choque le bateau se remet à plat

Si plusieurs voiles sont présentes, il est possible de jouer avec l'équilibre des deux autour du mat: la voile d'avant va permettre d'abattre et la grand-voile va permettre de lofer.

Pour remettre ce bateau à plat, on peut soit choquer la voile soit augmenter le rappel.

Le poids



- Le poids joue sur la direction:
 - Pour abattre, il faut mettre le poids au vent et à l'arrière.
 - Pour lofer, il faut mettre le poids sous le vent et à l'avant.
- Le poids joue aussi sur la propulsion:

- Puisque le poids a une action sur la direction, il en a une sur la propulsion.
- En fonction du placement, le poids permet une meilleure remontée au près, ou une meilleure descente au vent

Le virement bascule et l'empannage sont la première application du poids comme liaisons indirectes, en faisant giter le bateau, on force sa direction en limitant la traînée du safran

✂ 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.

On peut décomposer selon deux types de réglages:

- Les dynamiques: qui dépendent souvent des conditions et de l'allure
- La position de l'équipage: qui dépend également des conditions et de l'allure

Il n'y a pas de réglages universels.

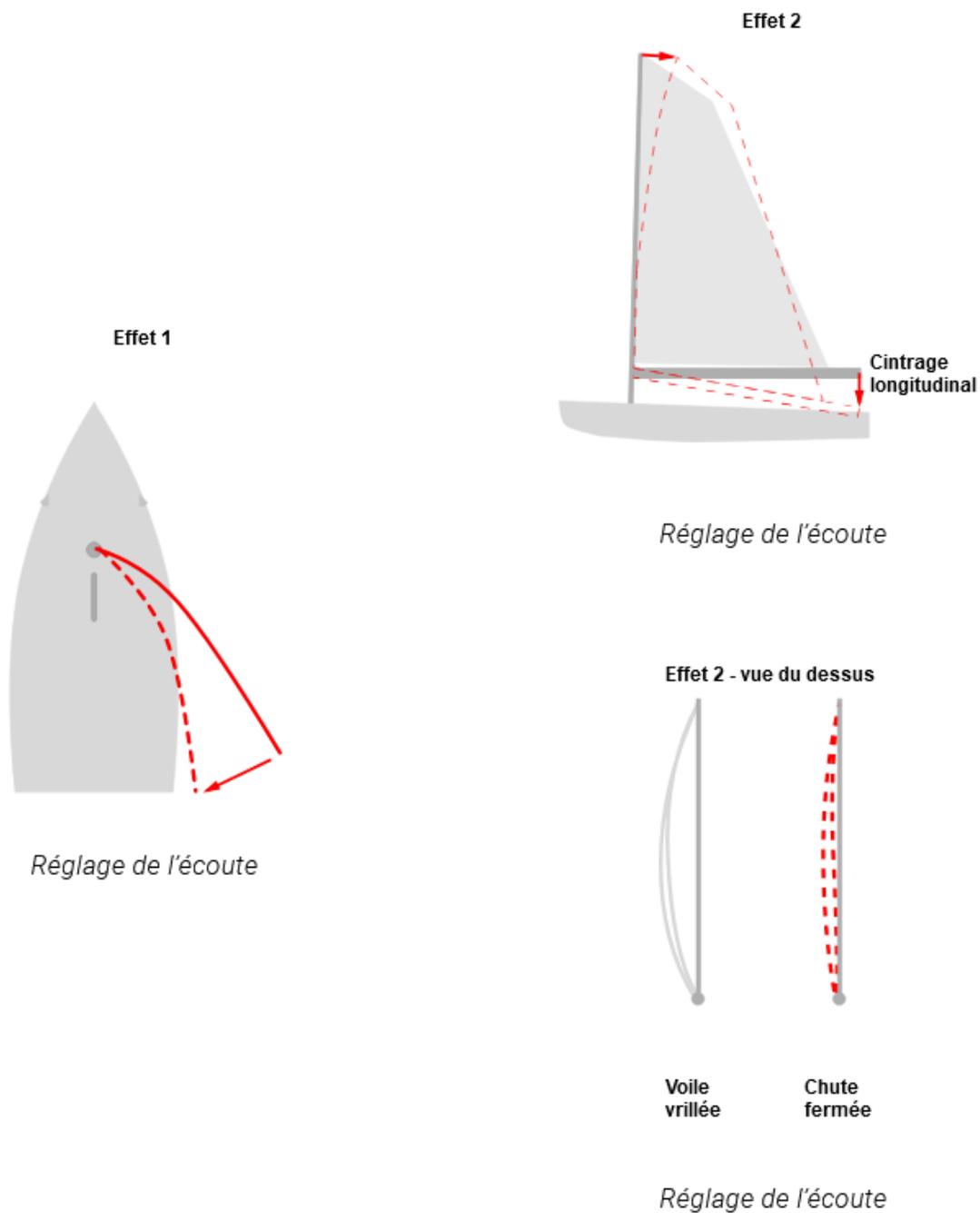
Les réglages dynamiques

L'écoute

Relâchons tous les réglages sauf celui de la patte d'oie qui restera bien tendu et celui de la bordure qui sera moyennement pris, et plaçons la bôme perpendiculaire au bateau.

La prise de l'écoute a deux effets bien distincts:

- Elle ferme l'angle voile-bateau, en déplaçant la bôme dans un plan horizontal (effet 1).
- Lorsque la bôme est pratiquement dans l'angle du tableau arrière et que nous continuons à border, l'écoute exerce une tension verticale amenant la poulie de bôme au contact de celle de la patte d'oie. Cette tension se répercute sur la chute de la voile, entre le point d'écoute et la tête provoquant ainsi le cintre du mât. (Effet 2)



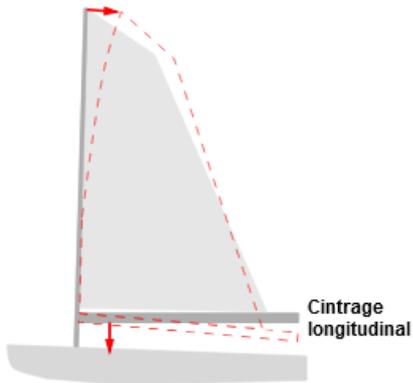
Ce cintre du mât résorbe le rond de guindant et aplatit la voile. La tension exercée entre la tête et le point d'écoute de la voile "ferme la chute", c'est à dire s'oppose à son vrillage.

Le hale-bas

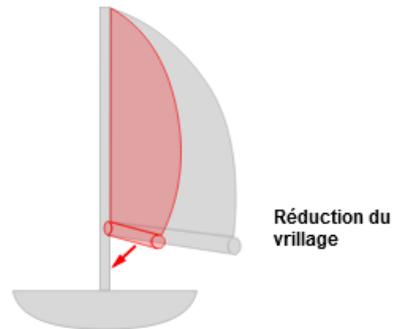
Son action est proche de l'effet 2 de l'écoute. En rapprochant ses 2 insertions (le 1/4 avant de la bôme et la partie du mât proche de l'étambrai), il exerce :

- Une tension verticale qui fait "fermer la chute" et cintrer le mât ainsi que la bôme. Ceci provoque l'aplatissement de la voile et la réduction de son vrillage.
- Une compression de la bôme sur le mât, qui peut faciliter le cintre du mât dans sa partie basse.

- Il permet de conserver un profil donné de la voile lorsqu'on fait varier l'angle voile-bateau par action sur l'écoute, il s'agit là d'une condition essentielle à la régulation efficace de la surpuissance.

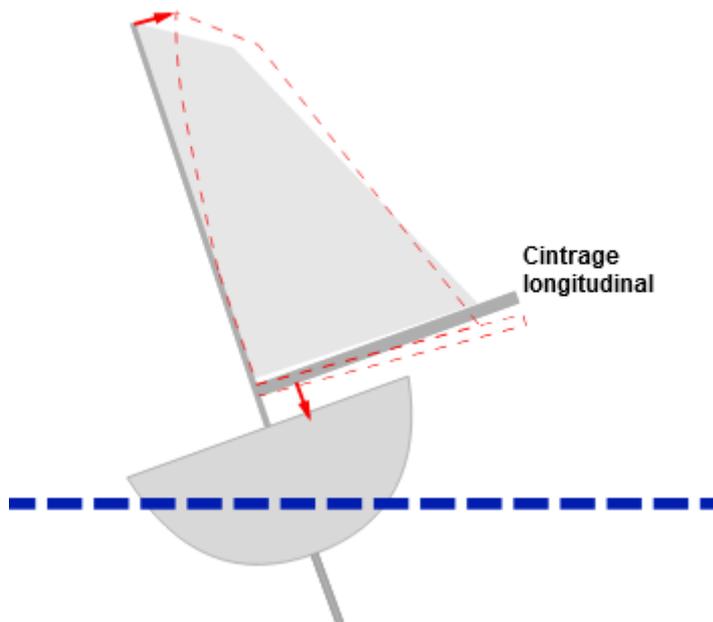


L'action du halebas



L'action du halebas vue_arriere

Au portant le halebas joue un rôle spécifique puisqu'il permet de retenir la bôme vers le bas lors de la contre-gîte, il conserve ainsi de la puissance, et génère de la stabilité en évitant l'effet "Accordéon".

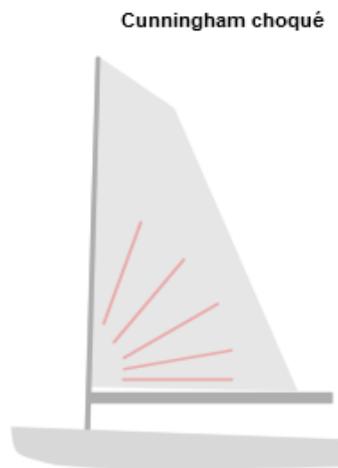


L'action du halebas au portant

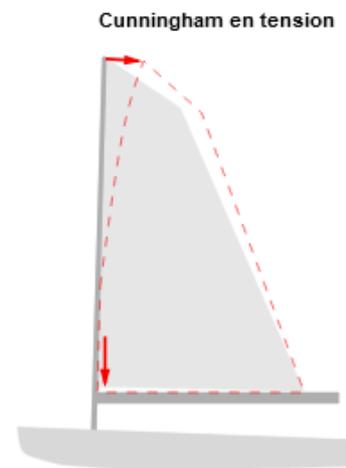
Le cunningham

Il exerce une tension verticale sur le guindant de la voile.

Son premier intérêt est donc de pouvoir corriger tension du guindant plus faible par rapport à la chute. Un bon repère est la présence caractéristique de plis en patte d'oie dans la voile. Afin de remédier à ces plis imperformants, il convient de reprendre le cunningham jusqu'à les effacer.



Pas d'action sur le cunningham



Action sur le cunningham

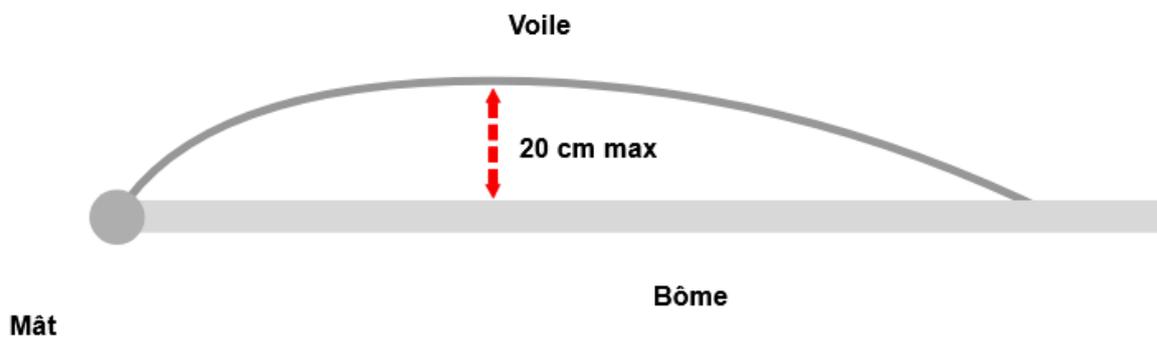
Mais là n'est pas le seul intérêt du cunningham. Ses fonctions essentielles sont :

- Cintrer le mât en complément du hale-bas ou de l'écoute:
 - Lorsque le mât est cintré, la tension verticale due au réglage du cunningham est légèrement déportée vers l'arrière du mât.
 - Cette tension, par "effet d'arc", amplifie donc le cintré du mât et soulage sensiblement celle due au hale-bas et/ou à l'écoute
- Avancer le creux de la voile:
 - Lorsque le vent forçit, le creux a tendance à se déplacer vers l'arrière, le cunningham permet, en ramenant du tissu vers l'avant, de recentrer le creux.
- Détendre la chute par une surtension du guindant:
 - Cela permet à la partie supérieure de la voile de "s'effacer" dans la risée, diminuant ainsi la force aérodynamique. Ce vrillage constitue dans une certaine mesure une autorégulation des surventes par le grément.

La bordure

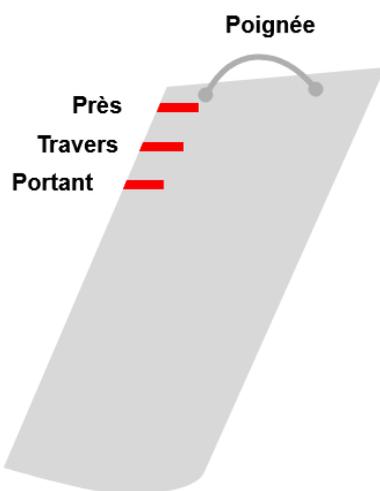
Le réglage de bordure permet de doser le creux général que l'on donne à la voile et donc la puissance de celle-ci. Il existe toutefois une limite au-delà de laquelle détendre la bordure cesse d'augmenter la puissance et transforme la voile en "sac", perturbant ainsi les écoulements de l'air autour du profil.

Cette limite peut s'objectiver en mesurant la distance maximale séparant la bôme de la voile sur une perpendiculaire aux deux. De nombreux laseristes considèrent qu'elle est atteinte lorsque le pouce et l'auriculaire, écartés au maximum, joignent ces deux points (soit environ 20 cm).



Réglage de la bordure

La dérive



Réglage de la dérive

Le laser présente une carène relativement plate et des appendices de faibles surfaces. Son plan antidérive est donc peu important en rapport avec sa longueur.

- Il est utile de placer un adhésif pour mémoriser la hauteur de la dérive.
- Il est très utile de placer sur la dérive une poignée permettant de la relever facilement d'une main.

Les deux défauts les plus couramment observés chez les stagiaires:

- Relever trop de dérive aux allures portantes, lors de l'empannage, la bôme vient en butée sur la partie supérieure et, s'il y a du vent c'est le désalage.
- Ne pas enfoncer la dérive à fond! Il faut utiliser toute la surface antidérive possible, ne vous privez pas de 2 centimètres salutaires.

Position de l'équipage

La position de l'équipage est fondamentalement importante pour la performance du bateau. Il est donc important de bien la régler.

Allure	Equilibre longitudinal	Equilibre latéral
Près	Vers l'avant	A plat
Près (petit temps)	Vers l'avant	Légèrement gité
Travers	Centré	A plat
Portant	vers l'arrière	Contre gité
Portant (petit temps)	vers l'arrière	A plat



La cape

Pour s'arrêter à la cape en laser il faut:

- Positionner le bateau entre le travers et le près
- Choquer la voile à fond
- Choquer le halebas
- Reprendre la bordure à fond

La marche arrière

La marche arrière en laser est relativement simple, il suffit de pousser la bôme à contre et de barrer en sens inverse. Attention, la barre a tendance à partir à fond d'un côté ou de l'autre, il faut être doux pour éviter de pivoter vers le travers du vent.

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, halebas choqué.
- Écoute claire
- Bouchon(s) serré(s)
- Equipiers/Barreur: correctement habillé, **gilet de sauvetage serré**.
- Trajectoires de départs : réfléchies (souvent un bord est plus profitable qu'un autre)

Une fois ces actions vérifiées:

1. 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.
2. Tenir le bateau par l'avant en évitant que le bateau touche encore le fond, ou l'attacher.
3. Remonter la mise à l'eau.
4. Départ:
 - Selon l'orientation du vent, faire un départ en marche arrière. S'éloigner suffisamment avant d'arrêter la marche arrière.
 - Si le départ ne se fait pas en marche arrière, éviter à tout prix de partir au portant.

Le barreur maîtrise la trajectoire et s'occupe de l'anti-abordage. Il faut donc regarder devant ! Ne pas accélérer trop vite (dessaler trop proche de la plage peut rendre la situation délicate).

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.

IL convient de **relever le safran** (à l'horizontal pour conserver la direction) et de **relever la dérive au maximum** (halebaut choqué, pour ne pas que la bôme bloque si virement de bord). Dès que possible il faudra la retirer **complètement**.

Cas de vent de mer

- Arrivée au portant:
 - Défaire le noeuds de huit en bout de bôme.
 - Laisser la voile se mettre en panne
- Arrivée en marche arrière:
 - Se rapprocher le plus possible et loffer bout-au-vent
 - 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.

Cas de vent de terre

Arriver au bon plein. Attention, le vent va souvent devenir quasiment nul proche de la plage.

Vent parallèle à la plage

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

Si les vagues sont grosses

En cas de shore-break important (supérieur à 70cm env.), arriver dans la direction des vagues, choquer en grand et retirer la dérive (s'assurer qu'elle est bien accrochée). Jetez-vous à l'eau et laissez-vous dériver sur les mètres restants. L'enjeu de la manoeuvre est de doser le timing, ni trop tard, ni trop tard.

Virement et Empannage

Temps de lecture: 3 minutes environ

Le virement et l'empannage sont les manoeuvres élémentaires du bateau. On différencie les manoeuvres classiques et les manoeuvres bascules. La bascule consiste en l'exagération de ce qui se fait naturellement par vent fort. Il vous suffit de reproduire ce mouvement.

Virement

Le virement est une manoeuvre stratégique en bateau, il peut vous faire perdre ou gagner des places. Souvent lors d'une bascule de vent, la bonne exécution d'un virement peut vous donner un avantage sur vos concurrents.

Il existe le virement classique et le virement bascule, ce dernier est réservé au vent plus léger. La technique du virement doit être ajustée en fonction du vent, un bon entraînement sur cette manoeuvre est toujours payante.

1. Naviguer au près
2. Choisir votre moment pour virer de bord
3. Repousser la barre
4. Soulever votre jambe au-dessus de la sangle de rappel
5. Pousser la barre
6. Passer sous la bôme et choquer l'écoute
7. Changer de mains

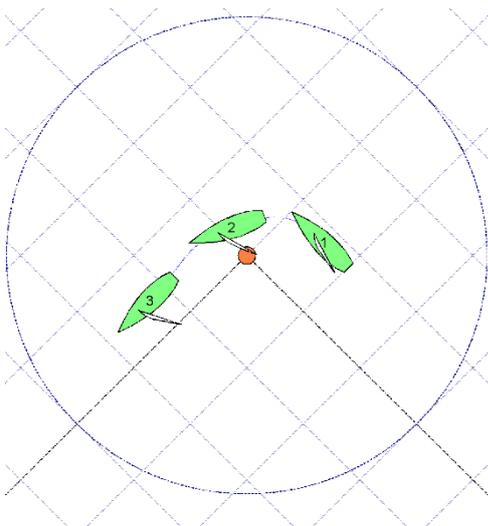
Empannage

L'empannage est une manoeuvre souvent redoutée par le débutant, il nécessite de l'engagement et ne pardonne pas l'erreur. Souvent, une contre-gîte trop appuyée ou un roulis rythmique trop marqué se solde par un plongeon. Une bonne coordination dans cette manoeuvre permet d'en tirer avantage.

1. Regarder derrière soi
2. Surborder un peu l'écoute afin de la maintenir en tension
3. Abattre et guetter le point de passage de la voile
4. Donner un coup de rein à la contre-gîte afin de faire passer la voile et tirer sur l'écoute pour éviter qu'elle ne se coince dans le tableau arrière (chasse d'eau)
5. Se replacer rapidement de l'autre côté et remettre le bateau à plat.
6. Changer de mains

L'abattée à la bouée

Chronologie

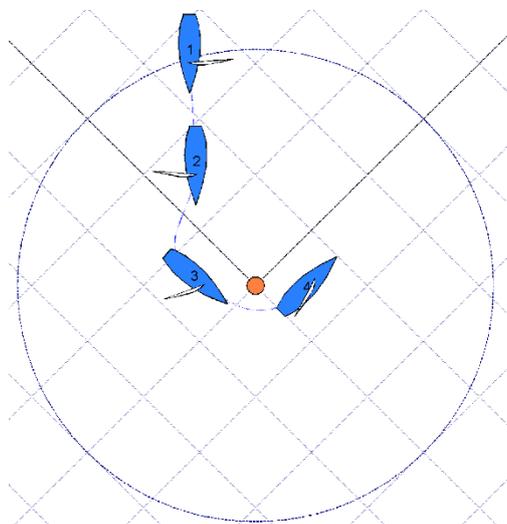


1. Préparation:
 - Mettre l'écoute claire
 - Choquer le hale bas
2. Abattée:
 - Abattre et choquer en grand
3. Fin de l'abattée:
 - Relever la dérive
 - Amorcer la contre-gîte
 - Choquer de la bordure
 - Choquer du cuningham
 - Reprendre du hale bas

Penser à serrer la bouée à la manière d'un pilote de Formule 1 : avec une entrée de virage trop serrée, on perd de la vitesse.

L'oloffée à la bouée

Chronologie



1. Descente :
 - Empanner pour arriver sous la bonne amure
2. Préparation :
 - Remettre la dérive
 - Reprendre de la bordure
 - Reprendre du cuningham
3. Oloffée :
 - Border l'écoute Loffer
4. Fin de l'oloffée
 - Reprendre du hale bas

Penser à serrer la bouée à la manière d'un pilote de Formule 1 : avec une entrée de virage trop serrée, on perd de la vitesse.

Homme à la mer

Généralités

Récupérer un HLM n'a rien d'anodin quelles que soient les circonstances.

La masse d'un laser avec son équipage avoisine les 150 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 vous aurez à coeur de le récupérer conscient.

Le HLM est une manoeuvre à adapter selon les conditions, il faudra s'adapter, vous serez seul juge. Dans tous les cas, pensez avant d'agir. S'être mal préparé et devoir refaire un tour prend plus de temps que de temporiser quelques secondes afin d'être sûr. Répétez souvent cette manoeuvre, il en va de sa bonne exécution.

Dès que vous vous rendez compte qu'il y a un HLM : vous ne le quittez pas des yeux et ralentissez.

Manoeuvre : la ralingue

Il faut arriver sur l'HLM au bon plein. C'est la seule allure qui garantit à la fois :

- Une marge de manœuvre en cas d'adonnante / refusante (on a le près et le travers)
- Une possibilité de naviguer à vitesse faible tout en restant manœuvrant
- Une possibilité de s'arrêter rapidement

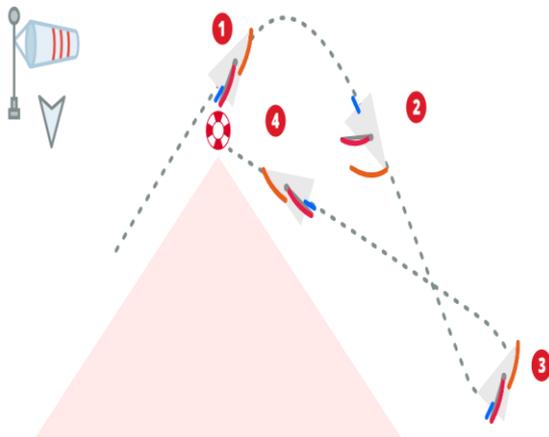
On récupère l'HLM au vent:

- On le voit mieux
- On ne dérivera pas sur lui

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 loffez ou abattez sur lui : le rayon de virage n'est pas nul.

Durant toute la manoeuvre, on évite d'empanner pour prévenir tout suraccident.



1. On vire ou on abat autour du HLM afin de redescendre au large
2. On s'éloigne du HLM en le laissant sur notre côté, on en profite pour le rassurer et constater s'il est conscient.
3. On vire pour s'établir bon plein, on évite d'empanner. Si on est descendu suffisamment bas, on peut loffer ou abattez pour ajuster la trajectoire.
4. On se rapproche pour arriver au bon plein, cible au vent à portée de bras, vitesse nulle. Il faut anticiper la dérive et agir vite.

- Si l'HLM est conscient, préparez un 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 de ses habits mouillés : s'aider de son gilet qui doit permettre de le saisir par les bretelles.
- Une fois à bord : faites un bilan « santé » : froid, peur, ... Ne pas hésiter à rentrer ou faire une pause.

Les marées

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 ou Flot:** marée montante.
- **Pleine mer:** marée haute.
- **Jusant ou reflux:** marée descendante.
- **Étale:** moment où le niveau de la mer est stable. Étale de pleine mer, de basse mer.
- **Coefficient (de marée):** grandeur qui indique l'importance relative d'une marée. S'exprime en centièmes
- **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.
- **Amplitude ou 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.
- **SHOM:** Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Organisme officiel ayant autorité en France pour l'édition des cartes marines et annuaire de marées.

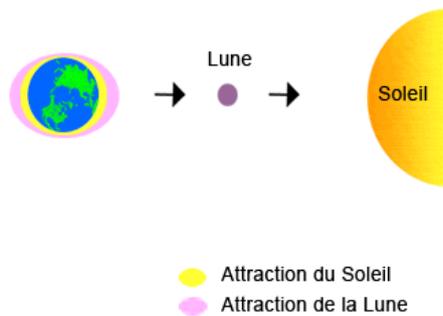
Coefficients de référence

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.

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.



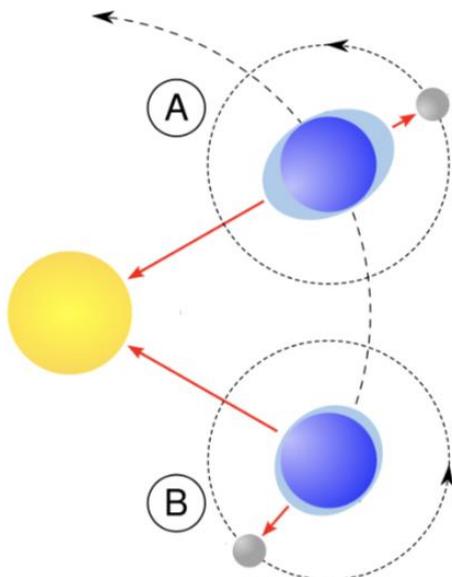
La force gravitationnelle dépend de la masse et de l'éloignement des astres entre eux. La lune, bien moins massive que le soleil joue un rôle deux fois plus important car beaucoup plus proche.

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

Le rythme des marées n'est pas de 24h 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.

Phénomènes singuliers



Selon la position relative du soleil et de la lune par rapport à la Terre, leurs effets s'ajoutent ou se retranchent.

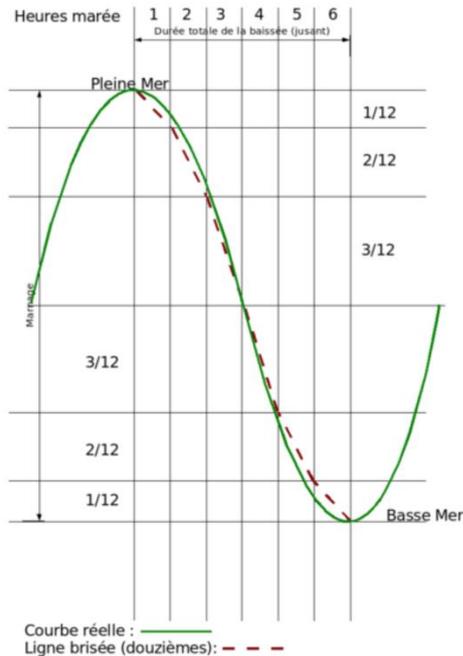
La situation A est la **syzygie** alors que la situation B est la **quadrature**.

La syzygie est la position des astres telle que leurs actions **s'additionnent**, c'est à dire un alignement Terre-Lune-Soleil. Cela correspond à la **période de vives eaux**.

La quadrature est la position des astres telle que leurs actions **s'annulent**, c'est à dire un ensemble Terre-Lune-Soleil à angle droit. Cela correspond à la **période de morte-eau**.

Influence de la syzygie et de la quadrature

Calcul de la hauteur d'eau



L'intérêt pour le marin est de savoir si on a assez d'eau pour naviguer. Même avec un faible tirant d'eau, il est bon de savoir où l'on peut passer ou pas. Cela peut permettre de faire du rase cailloux ou bien encore de gérer une passe sensible.

Il faut impérativement rester critique face aux calculs et les vérifier empiriquement. Une erreur fréquente est l'inversion entre marée montante et descendante.

Pour savoir si l'on peut passer à un endroit, il faut calculer la hauteur d'eau. Pour ce faire, il faut :

- Une carte (Carte du SHOM par exemple)
- Un calendrier des marées pour l'endroit où l'on navigue. (Almanach du marin Breton par exemple)

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.

Soyez vigilant aux points suivants:

- Sur les calendriers des marées, l'heure correspond rarement à l'heure locale.
- 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.

La méthode des douzièmes

Courbe sinusoïdale de la marée

Le cycle des marées en France est de 2 marées par jour, il peut être représenté par une sinusoïdale.

Afin de le représenter plus facilement, on linéarise le sinus en déformant l'axe temporel. En effet, en changeant l'échelle du graphique, la courbe est désormais une droite. C'est la méthode des douzièmes.

Avant de commencer à calculer, il faut trouver deux éléments:

- 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**

Comment calculer la méthode des douzièmes sur un papier gradué

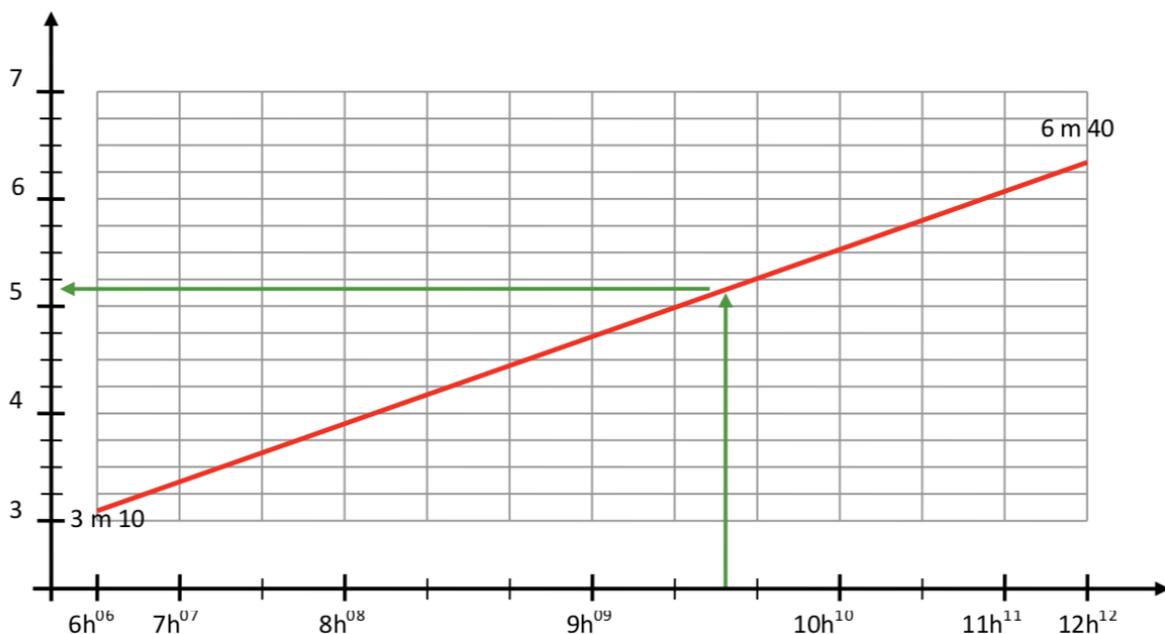
On va faire un graphique avec en abscisse le temps en deuxième et en ordonnée la hauteur d'eau.

Exemple de calcul sur papier gradué

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

Soit:

- Heure marée: $(12h12 - 6h06) / 6 = \mathbf{1h01}$
- Amplitude: $6,40m - 3,10m = \mathbf{3,30m}$



Calcul de la marée grâce à un papier gradué et à la méthode des douzièmes

- 6h06: **3,10m**
- 7h07: **3,38m**
- 8h08: **3,93m**
- 9h09: **4,75m**
- 10h10: **5,58m**
- 11h11: **6,13m**
- 12h12: **6,40m**

On constate que la précision des résultats dépend de la précision des mailles du quadrillage, cette méthode est à privilégier quand on souhaite aller vite et que la précision du calcul n'est pas essentielle.

Comment calculer la méthode des douzièmes avec des rapports de proportionnalités

Exemple de calcul avec des rapports de proportionnalités

- Heure de basse mer: **10h38**
- Heure de pleine mer: **17h09**
- Hauteur d'eau à PM: **5,55m**
- Hauteur d'eau à BM: **2,50m**

Soit:

- Heure marée: $17H09 - 10H38 = (17 \times 60 + 9) - (10 \times 60 + 38) = 391 \text{ min} / 6 = \mathbf{65,17 \text{ min}}$
- Amplitude: $5,55 \text{ m} - 2,50 \text{ m} = 3,05 \text{ m}$
- Douzième = $\text{Amplitude} / 12 = 3,05 \text{ m} / 12 = \mathbf{0,254m}$

Pour trouver la hauteur d'eau à 12h12

1. Calculons le nombre d'heures marée entre 10H38 et 12H12
 - Dans cet intervalle de temps, il s'écoule 94 min.
2. On divise ce temps par la durée d'1 heure marée (ici 65,17 min) :
 - $94 / 65,17 = \mathbf{1,442 \text{ heures marée}}$.
 - Il y a donc **1,442 heures marée** qui s'écoulent entre 10H38 et 12H12.
3. On prend 1 heure marée + 0,442 heure marée:
 - Soit 1 douzième + 2 douzième x 0,442: **1,885 douzièmes**

Donc:

- La mer est descendue de 1,885m douzièmes
- En multipliant par la valeur du douzième : $1,885 \times 0,254 \text{ m} = \mathbf{0,48m}$
 - La mer est descendue de **0,48m**
- En retranchant de la hauteur de la PM :
 - $5,55 \text{ m} - 0,48 \text{ m} = \mathbf{5,07m}$

Résultat de la règle des douzièmes : À 12H12, la hauteur de la marée est de **5,07m**

Pour trouver l'heure à laquelle la hauteur d'eau sera de 3,00m

1. Pour passer de 3,00 m à 2,50 m, la mer doit descendre de **0,50m**.
2. Calculons le nombre de douzièmes dans 0,50 m.
 - $0,50 \text{ m} / 0,254 \text{ m} = \mathbf{1,967 \text{ douzièmes}}$
3. On prend 1 Heure marée + $0,967 / 2$ douzième: **1,484 Heure marée**

Donc:

- il s'écoule **1,484 Heure marée** dans notre intervalle de temps.
- En multipliant le nombre d'heures marée trouvé par la valeur de l'heure marée (65,167 min.):
 - $1,484 \text{ Hm} \times 65,167 \text{ min.} = \mathbf{97 \text{ min}} = \mathbf{01H37}$
- En retranchant 01H37 de l'heure de la Basse Mer
 - $17H09 - 01H37 = \mathbf{15H32}$

Résultat de la règle des douzièmes : La hauteur marée atteint 3,00 m à **15H32**

Si cette méthode est plus précise, elle est plus complexe à mettre en place, il faudra être pragmatique et choisir une route moins engagée en fonction de la confiance que l'on porte dans ses calculs.

Avant de prendre la mer

Une fois que l'on aura obtenu la hauteur d'eau à une heure donnée, il faudra ajouter:

- Un pied de pilote (En voile légère, 50 cm sont judicieux)
- La hauteur significative des vagues divisé par deux (moyenne des hauteurs mesurées entre crête et creux du tiers des plus fortes vagues)

La pression atmosphérique modifie la hauteur de la mer:

- Rajouter 10cm pour 10hPa en condition anticyclonique
- Enlever 10cm pour 10hPa en condition anti dépressionnaire

Un vent de mer fort et constant peut entraîner une hausse du niveau de la mer jusqu'à un mètre

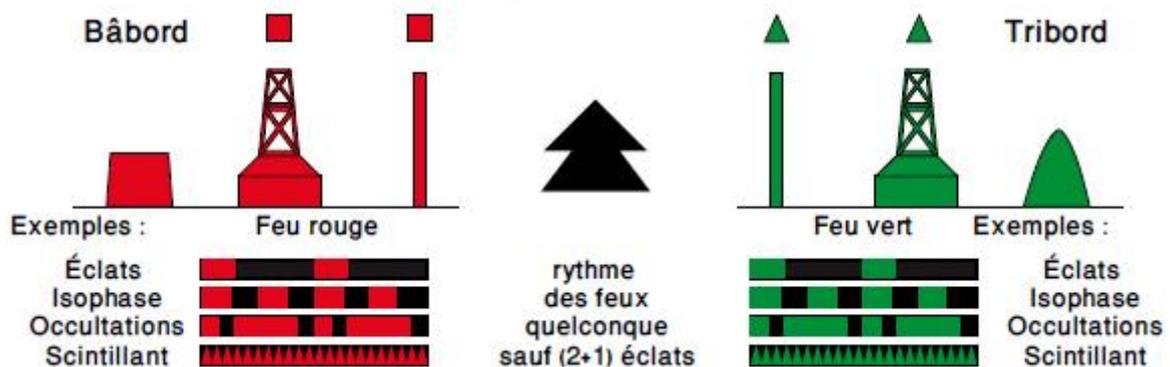
Balisage et carte

Marques latérales

Les marques latérales servent à baliser les chenaux réservés aux voiliers et aux bateaux. Leur sens est toujours données pour un véhicule venant du large vers le port.

Chenal classique

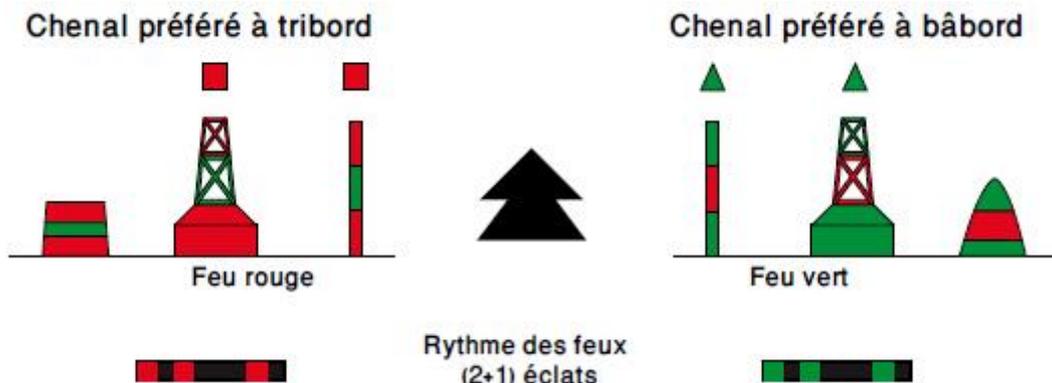
- Toute marque verte, de formes coniques, doit être laissée à tribord en entrant au port.
- Toute marque rouge, de forme cylindrique, doit être laissée à bâbord en entrant au port.



Marques latérales de chenal classique

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

Chenal préféré



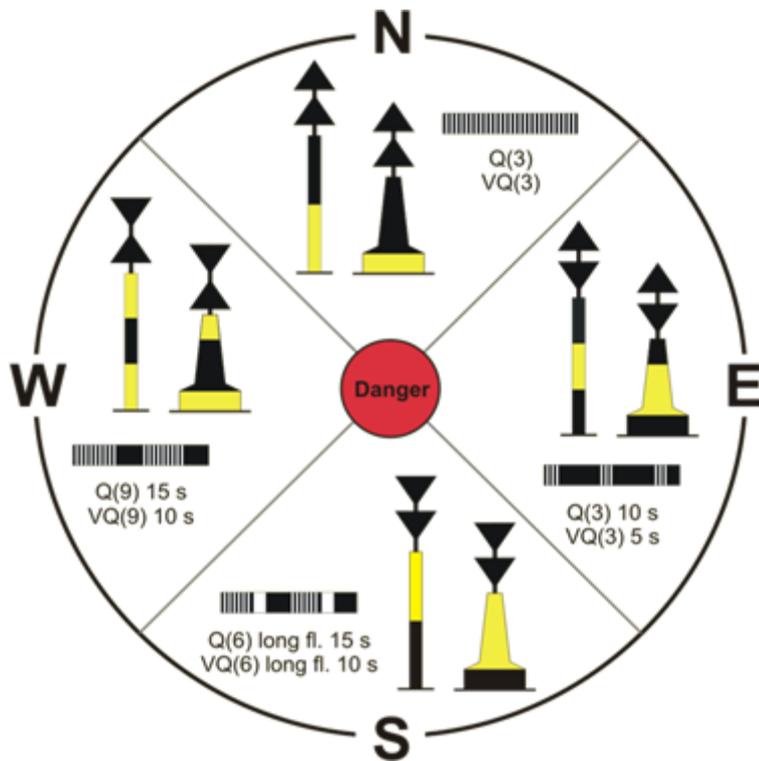
Marques latérales avec chenal préféré

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

Cardinales

Les cardinales servent à baliser un danger. IL faut observer la carte pour déterminer la nature exacte de celui-ci et le parer efficacement.

Une balise cardinale indique la zone saine par rapport aux dangers **Exemple:** Une balise cardinale sud est placée au sud du danger, on doit donc passer au sud de celle-ci pour le parer.



Balises cardinales

Le marquage de couleur correspond aux pointes de la cardinales:

- Nord: bande noire en haut
- Sud: Bande noire en bas
- Est: Bandes noires en haut et en bas
- Ouest: Bande noire au centre



Moyens mnémotechnique pour les cardinales Ouest et Est

On peut dessiner le contour du voyant de la balise cardinale pour déterminer son type. **W** indique une Ouest, **E** indique une Est.

Attention à marée basse avec les balises tourelles ou perches: **il est possible que la laisse de mer amène à penser à une bande noire.**

Autres marques

Danger isolé

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



Balise de danger isolé

Eaux saine

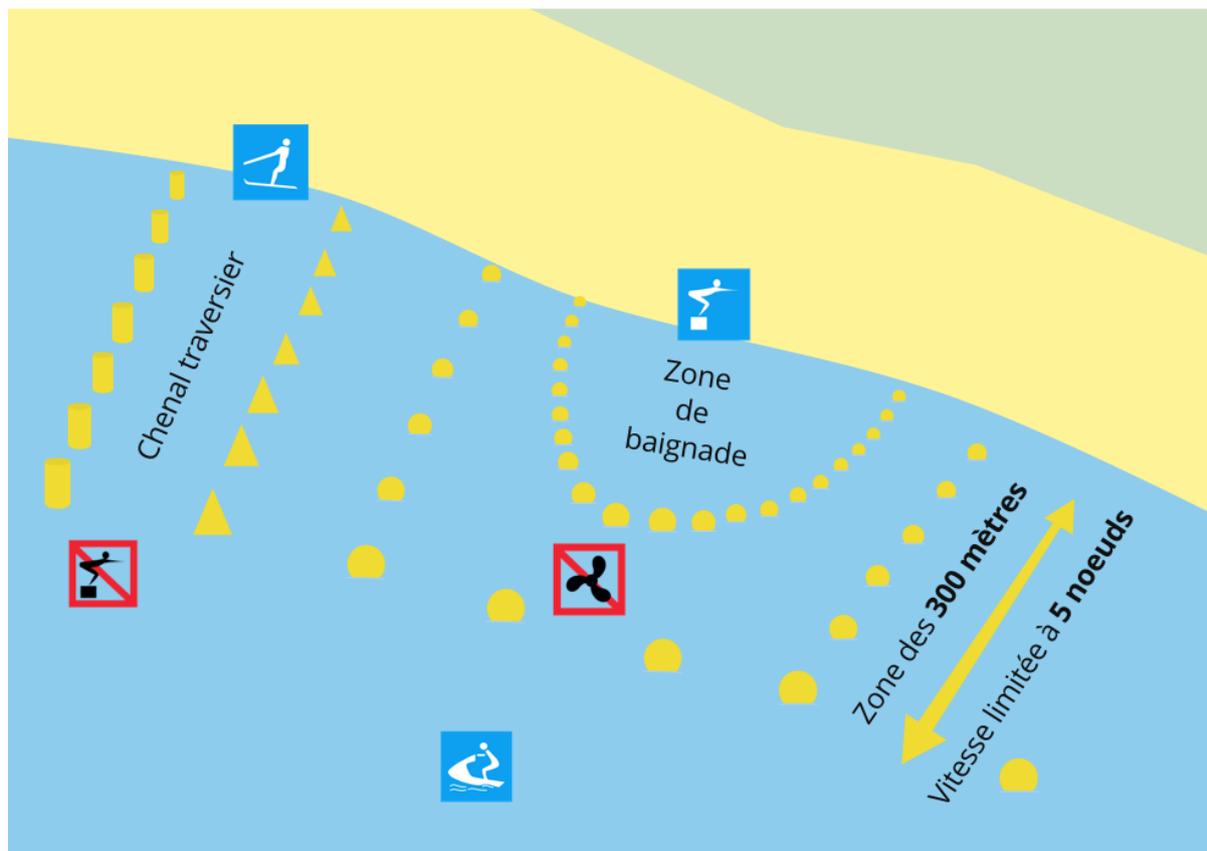
Cette marque signale qu'il n'y a pas de danger autour d'elle. On en voit à l'entrée de chenaux ou en mer comme repère d'un dispositif de séparation de trafic.



Balise de d'eaux saine

Marque à proximité des plages

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, ...



Marque à proximité des plages

Danger nouveau grave

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.

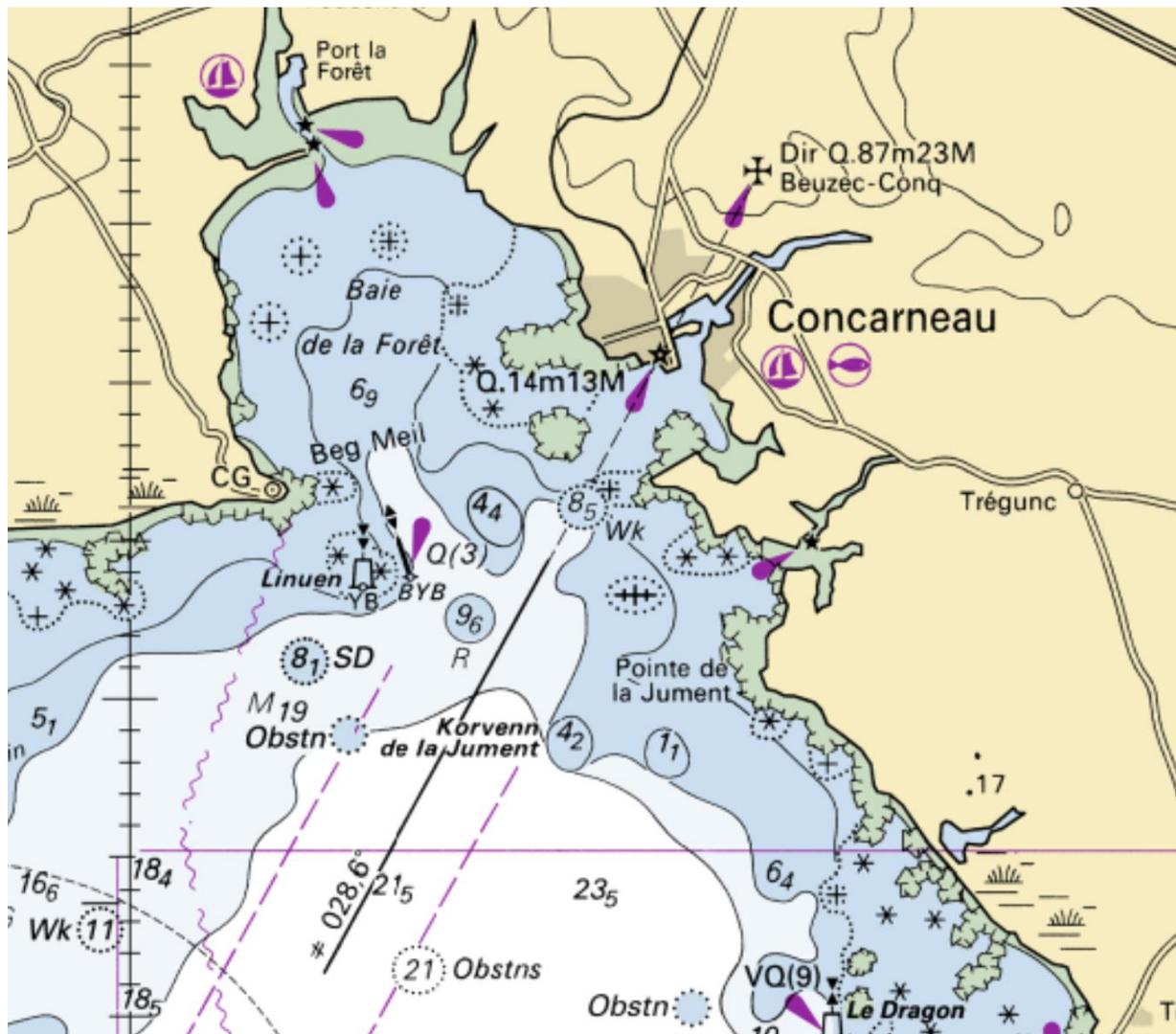
La carte marine

Avant de commencer

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.

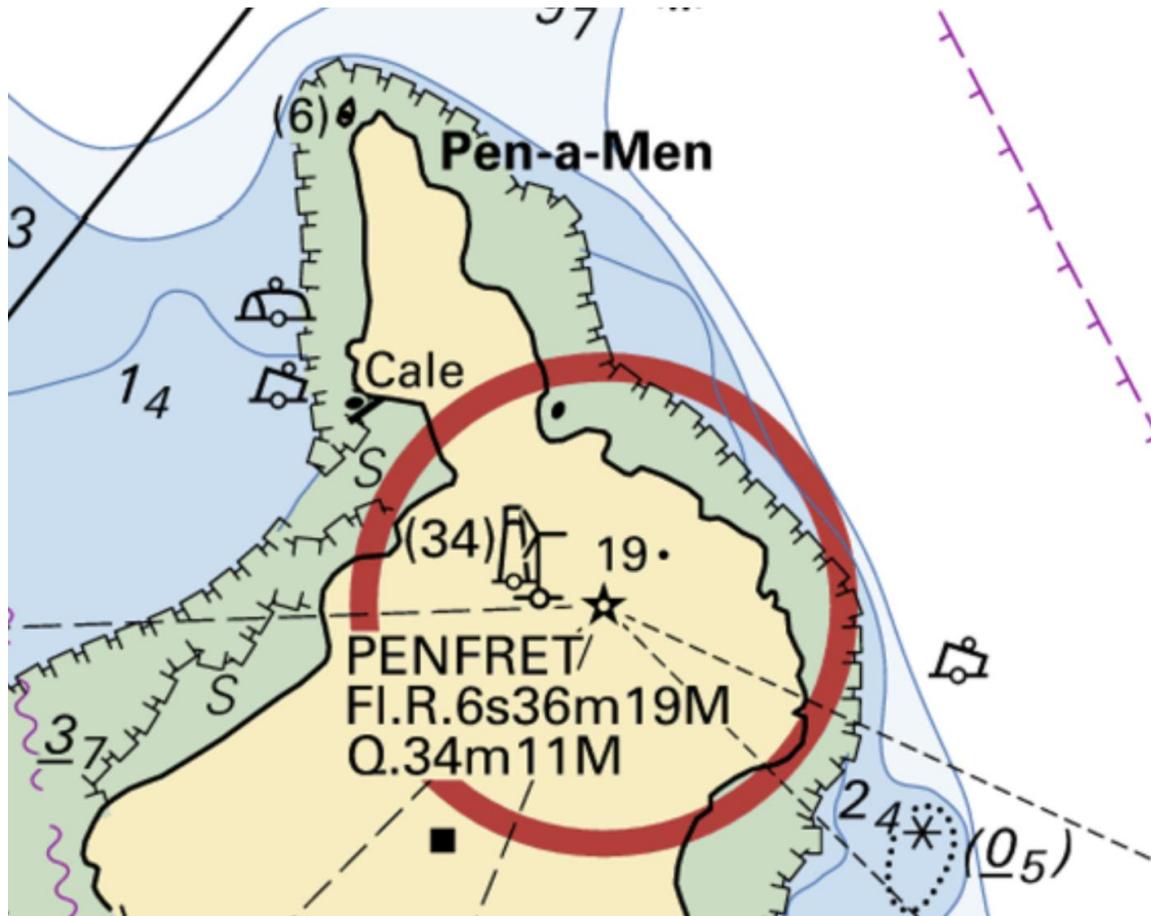
- Ocre / jaune : terres jamais recouvertes par la mer. Niveau de référence : niveau 0 des altitudes terrestres
- Vert de gris : zone d'estran. Niveau de référence : zéro hydrographique. Les valeurs entières sont soulignées.
- Bleu puis blanc : les profondeurs sont indiquées en mètre et dixièmes jusqu'à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



Carte marine aux abords de Concarneau

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, ...).



Amers aux abords de Penfret

En voile légère on ne navigue généralement que de jour.

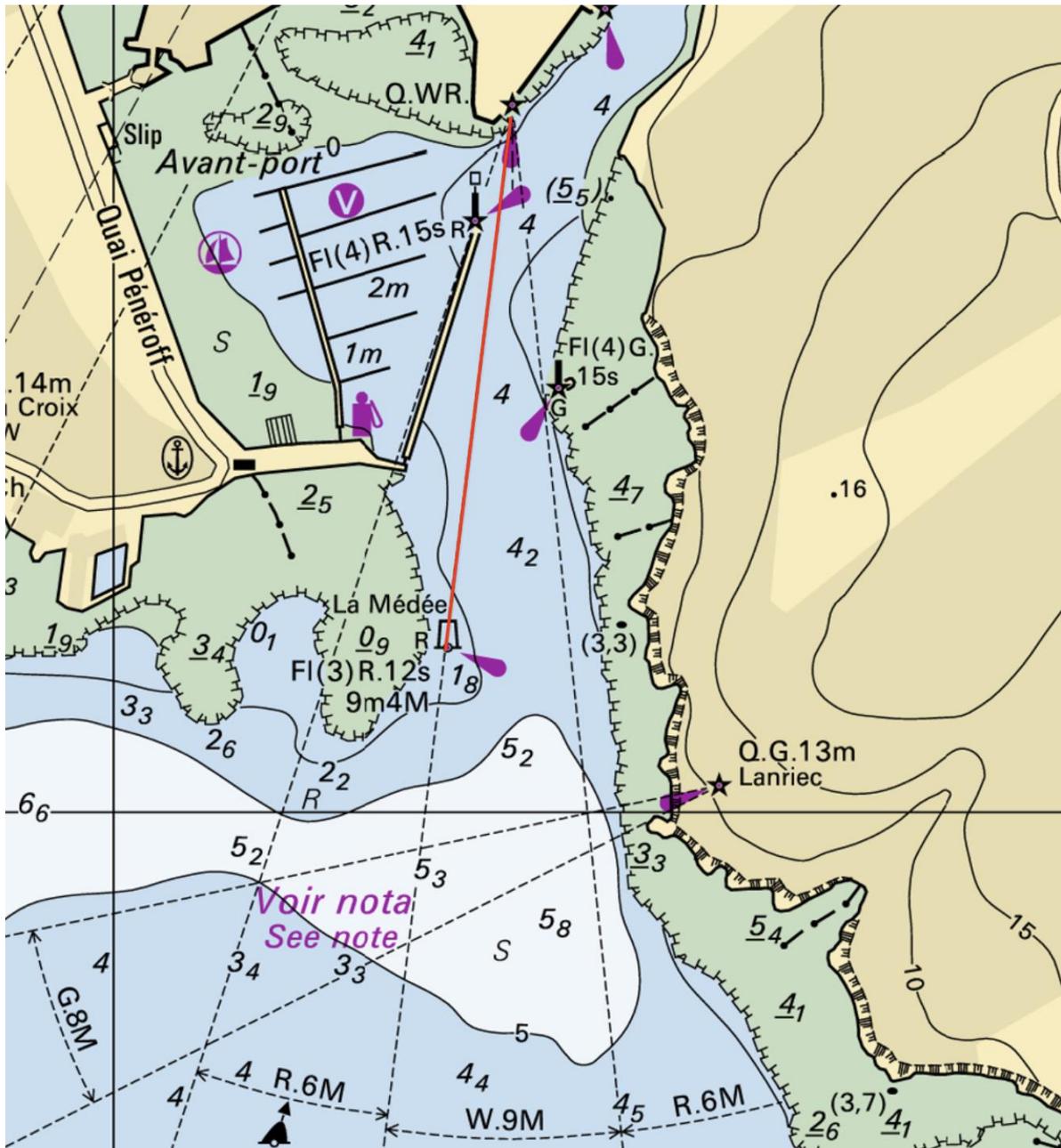
Utilisation de la carte en voile légère

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

Il est cependant aisé d'utiliser les alignements: ils vont 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.



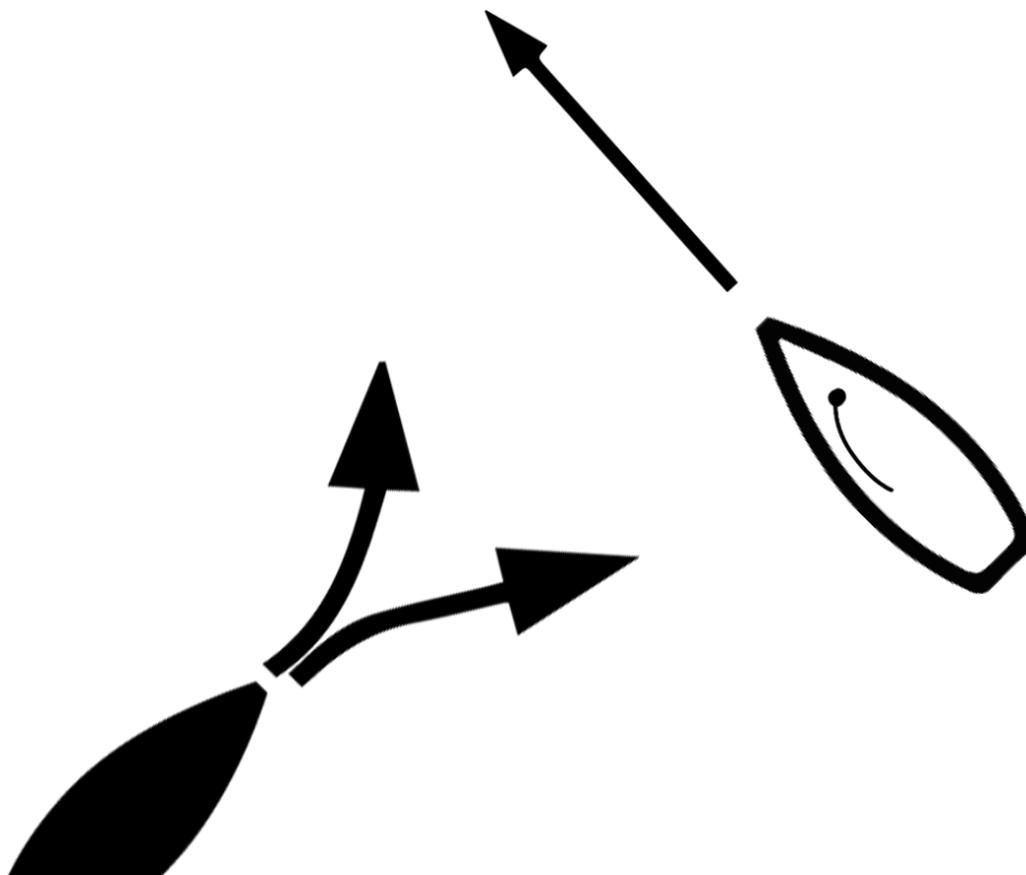
Alignement à l'entrée du port de Concarneau

Soyez critiques avec vos alignements: ils peuvent être difficile à tenir (alignement en arrière, vent refusant), ou bien invisible depuis le ras de l'eau.

🚩 La régates

Principales règles

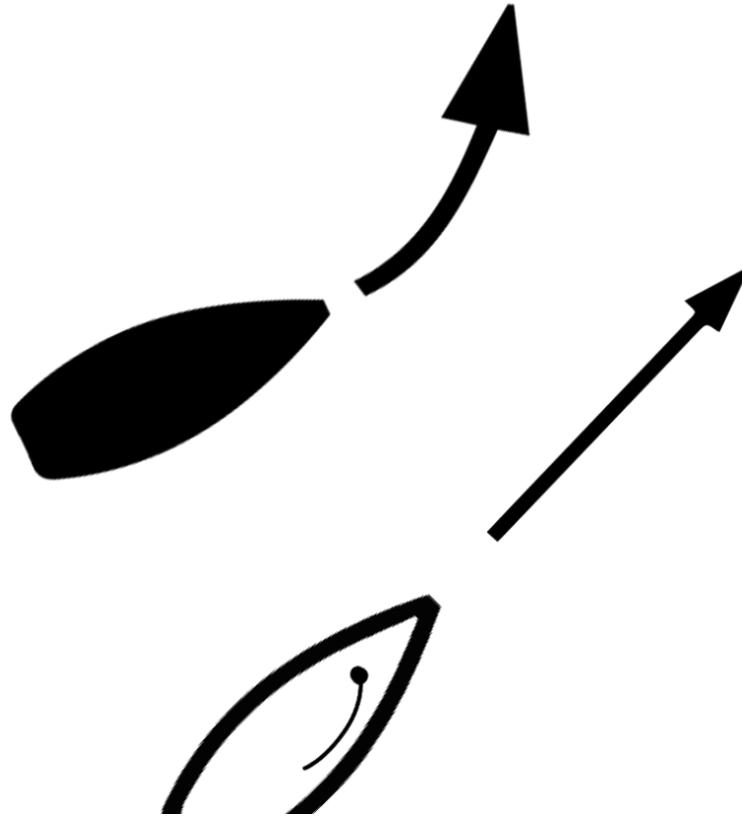
Règle 10 - Priorité tribord amure



Le voilier en noir ne doit pas forcer le blanc à manoeuvrer

Lorsque deux voiliers se croisent en faisant route en direction opposée, celui qui se trouve tribord amure (qui reçoit le vent de tribord) est prioritaire. Le voilier bâbord amure doit alors manoeuvrer pour ne pas gêner l'autre.

Règle 11 - Priorité sous le vent

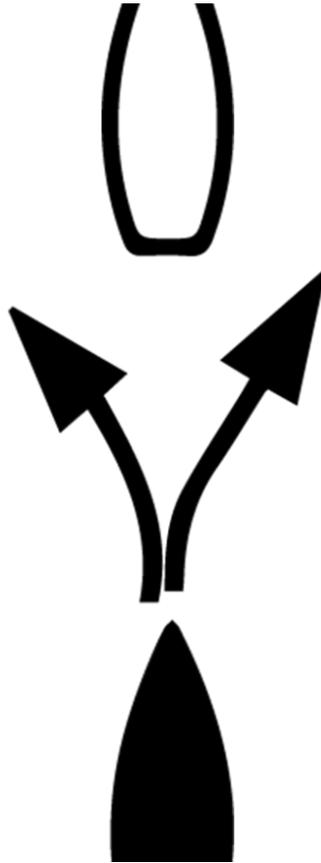


Le voilier au vent ne doit pas gêner le voilier sous le vent

Lorsque deux voiliers font route sous la même amure et que leurs trajectoires convergent, la priorité appartient au voilier sous le vent. Le voilier au vent ne doit pas gêner la trajectoire du voilier sous le vent ni le forcer à manoeuvrer.

En revanche, le voilier sous le vent ne peut gêner le voilier au vent **au-delà du vent debout**.

Règle 12 - Priorité au rattrapé

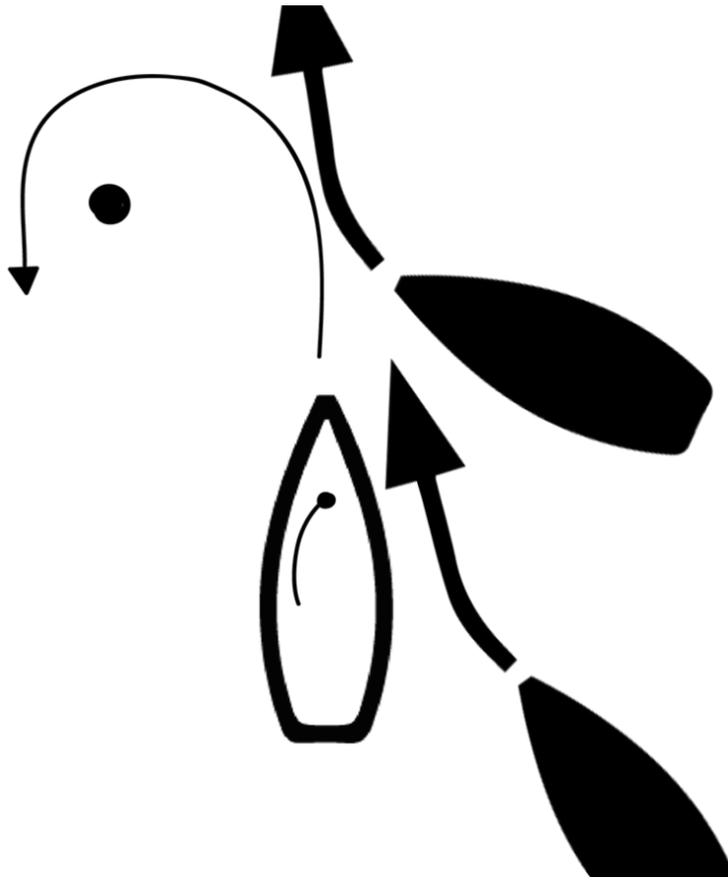


Le voilier rattrapant ne doit pas gêner le voilier devant

Lorsqu'un voilier en rattrape un autre, la priorité appartient au voilier rattrapé.

Le voilier rattrapant ne doit pas gêner le voilier devant lui.

Règle 18 - Priorité lors du passage de la bouée



Le voilier le plus à l'intérieur est prioritaire

Lors du passage d'une marque, le voilier prioritaire est celui se trouvant le plus à l'intérieur du virage. Les autres voiliers devront s'écarter s'ils gênent le voilier prioritaire.

Autres règles

Règle 14 - Éviter le contact

Les participants doivent éviter le contact si c'est raisonnablement possible, toutefois un voilier prioritaire :

- N'a pas besoin d'agir pour éviter le contact tant qu'il n'est pas clair que l'autre ne le fera pas.
- Doit être exonéré s'il enfreint cette règle et que le contact ne cause de dommage ou de blessure.

Règle 15 - Acquérir la priorité

Un voilier lorsqu'il acquiert la priorité doit laisser le temps et la place à l'autre de se maintenir à l'écart. Sauf s'il acquiert la priorité en raison d'une action de sa part.

Règle 42 - Règle de propulsion

Tout moyens de propulsion en dehors du vent et de l'eau sont interdits.

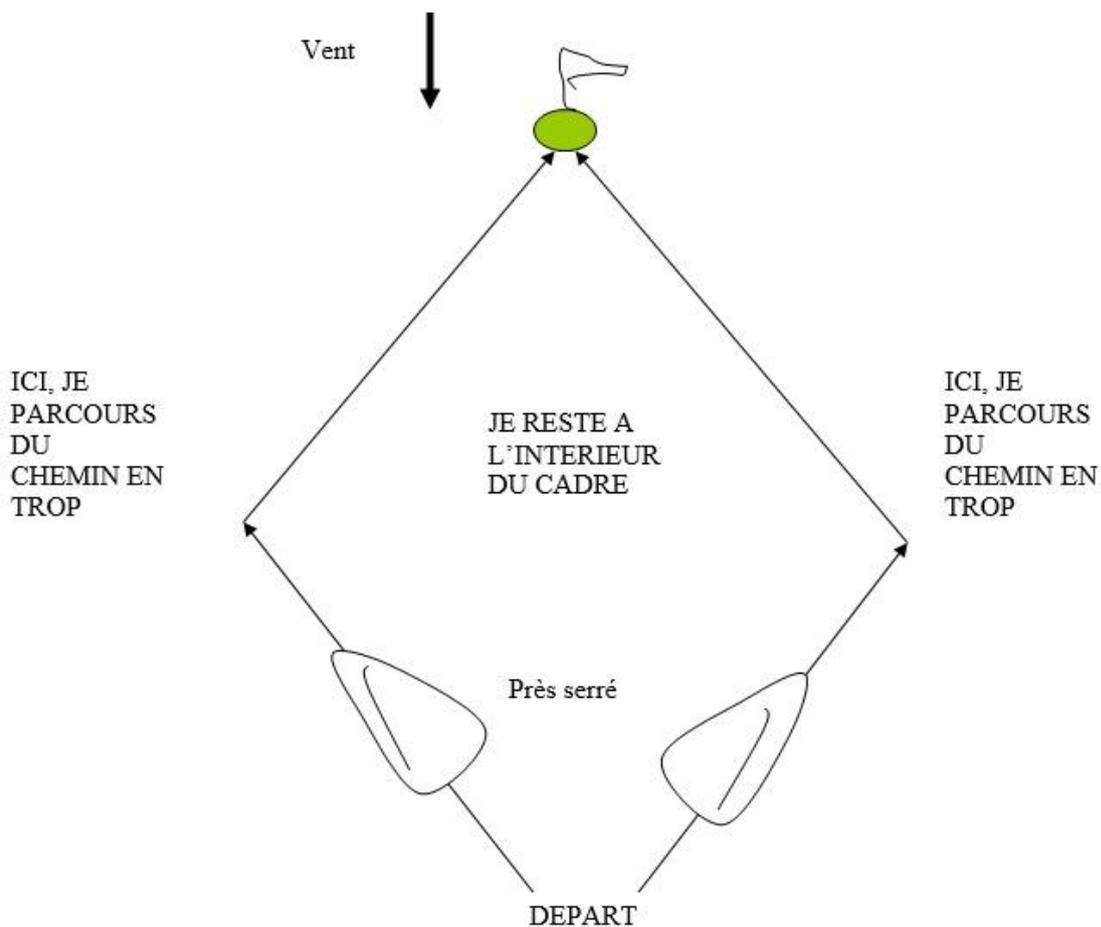
Notions de cadre

Temps de lecture: 1 minute environ

Le cadre

Lors d'une régates on peut imaginer un losange entre la bouée au vent et la bouée sous le vent: le cadre.

Ce cadre désigne la route limite à partir de laquelle nous faisons de la route en trop. A l'intérieur du cadre, toutes les routes ne se valent pas, en effet, lors des virements nous perdons un peu de temps et de vitesse.

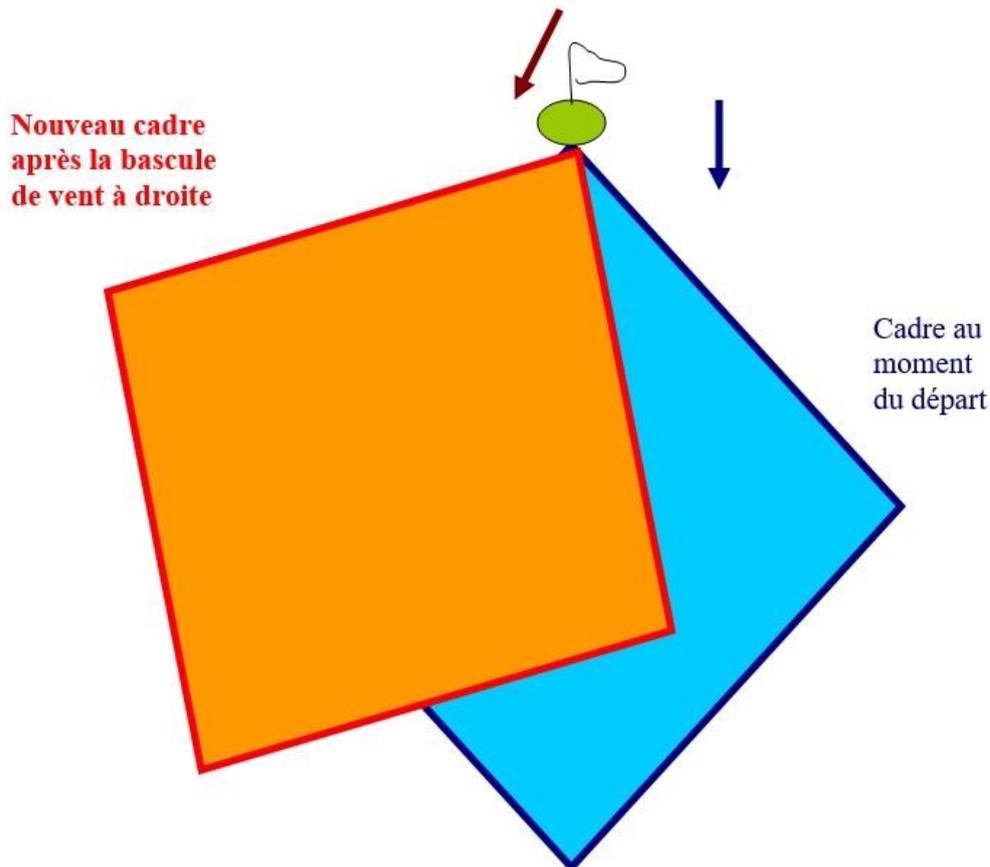


Le cadre désigne la route la plus directe pour le nombre de manoeuvre le plus réduit

Si vous désirez atteindre la bouée au vent avec un seul virement, la route parcourue sera le bord du cadre.

La bascule

Le vent est rarement stable et il arrive qu'il change un peu de sens au cours de la course: on dit qu'il bascule.



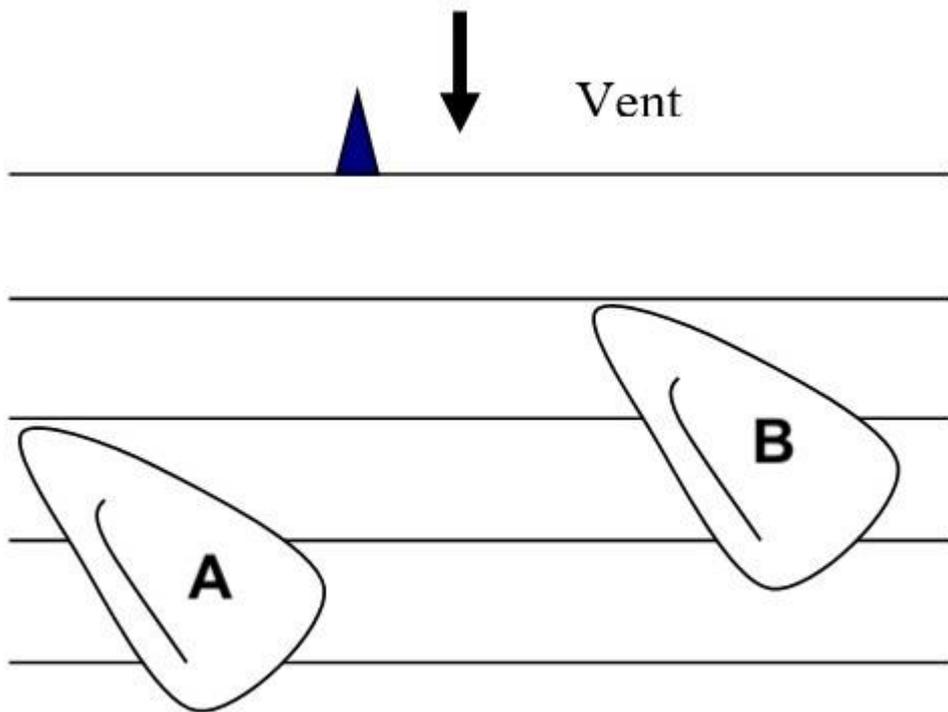
Lorsque le vent tourne, le cadre se déforme

Cette bascule modifie le cadre que nous avons vu précédemment. Cette situation peut nous amener à être hors-cadre, c'est à dire à parcourir plus de route ou à être mieux placé dans le nouveau cadre.

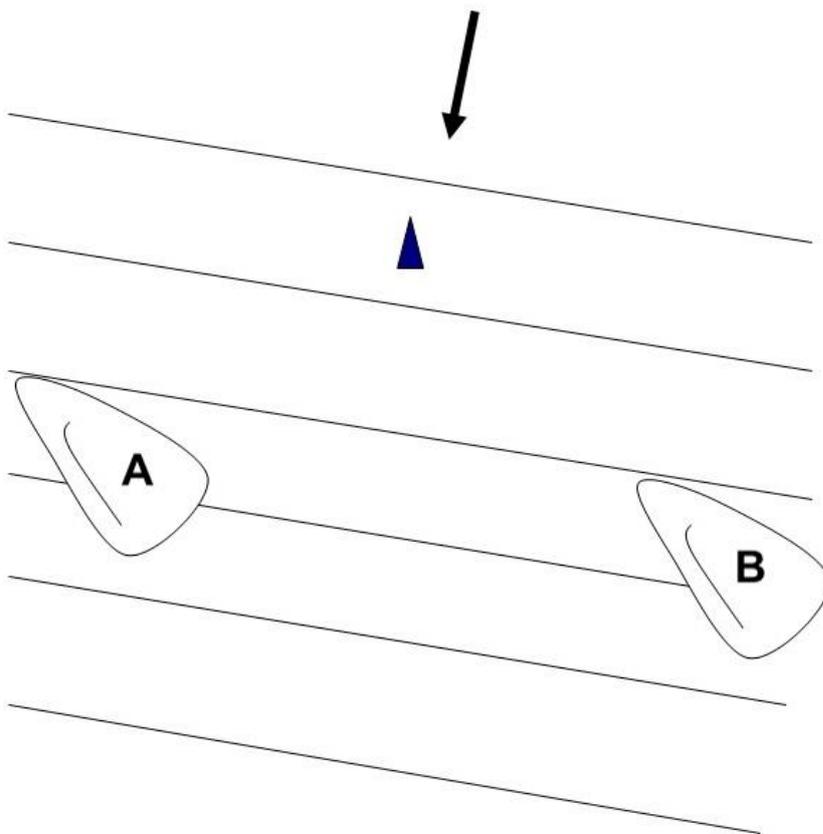
L'observation des bascules est l'un des éléments majeurs de la stratégie en régatte.

Classement

Ce cadre nous permet de définir le placement des coureurs par rapport à la bouée et donc de définir qui est mieux placé.



B est mieux placé sur le cadre



Les deux voiliers sont à égalité

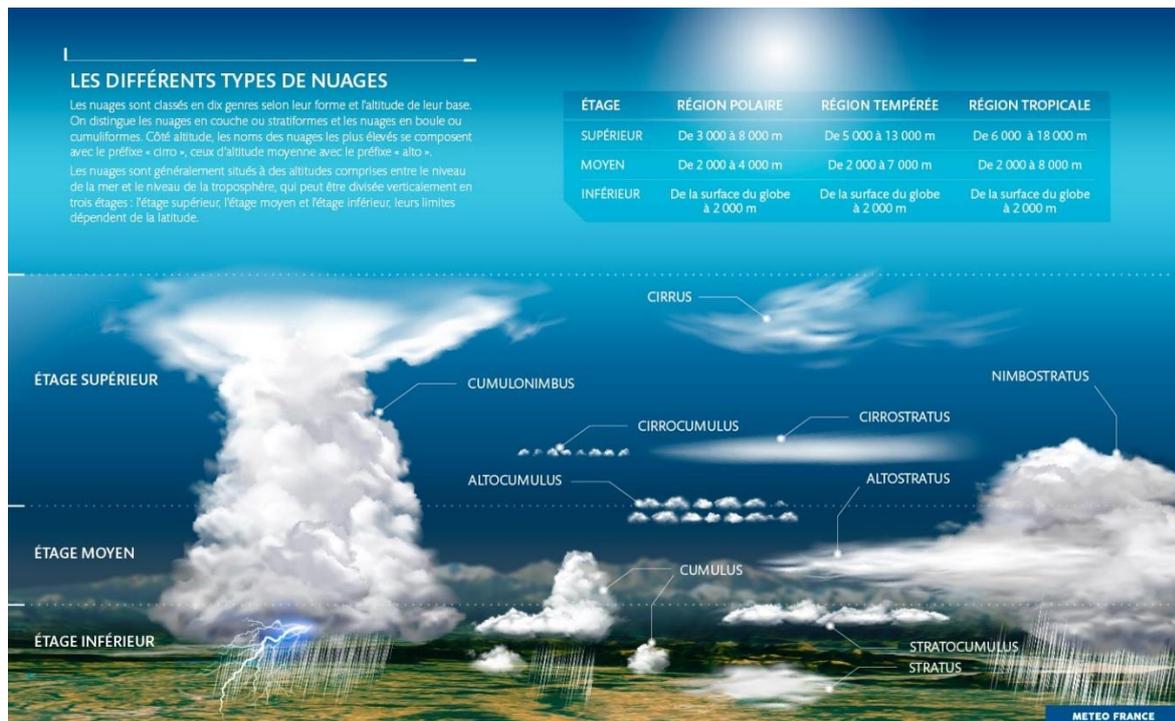
Annexe:

Reconnaître les nuages

On distingue les nuages en couche ou stratiformes et les nuages en boule ou cumuliforme.

Côté altitude, les noms des nuages les plus élevés se composent avec le préfixe « **cirro** », ceux d'altitude moyenne avec le préfixe « **alto** » :

- à l'étage inférieur (du sol à 2 km d'altitude), on rencontre le stratus (S) et le stratocumulus (Sc).
- à l'étage moyen (de 2 à 5 voire 7 km d'altitude), l'altocumulus (Ac) et l'altostratus (As).
- à l'étage supérieur (à plus de 5 km d'altitude), on retrouve le cirrus (Ci), le cirrocumulus (Cc) et le cirrostratus (Cs), composés de cristaux de glace.
- le nimbostratus (Ns), le cumulus (Cu) et le cumulonimbus (Cn) ont quant à eux un développement vertical important et occupent donc plusieurs "étages".



Les nuages sont classés en dix genre selon leur forme et l'altitude de leur base.

Les différents genres de nuages englobent eux-mêmes plusieurs sous-catégories qui précisent cette classification.

Stratocumulus (Sc)



Les stratocumulus peuvent être noirs



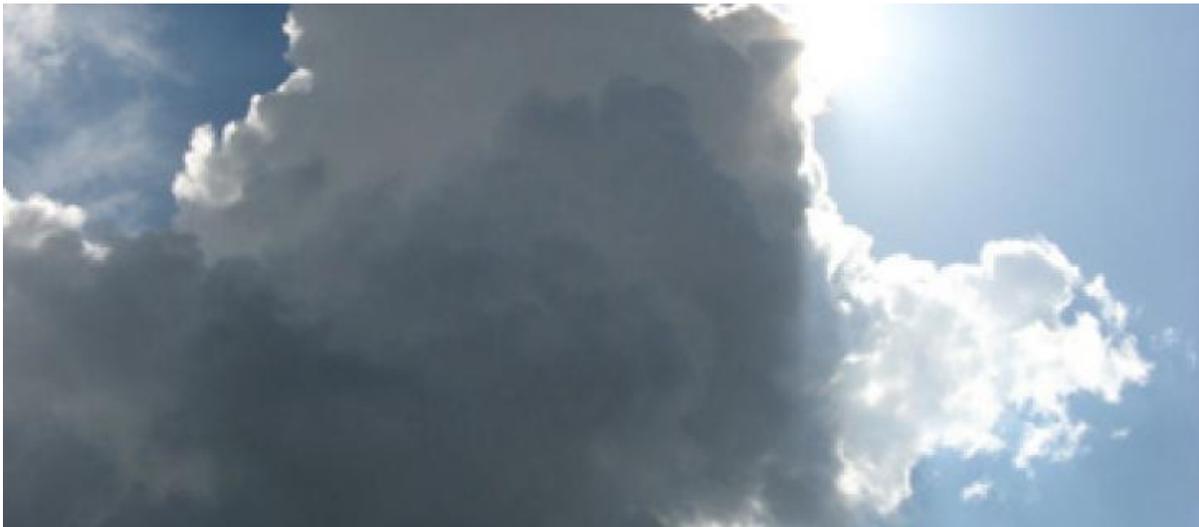
Les stratocumulus peuvent laisser apparaître un ciel bleu

Stratus (S)



Le stratus est un nuage bas qui peut masquer complètement le ciel

Cumulus (Cu)



Le Cumulus peut s'étendre de l'étage inférieur à moyen



Le Cumulus humilis est connu sous le temps de cumulus de beau temps



Les Cumulus mediocris peuvent se transformer en cumulus congestus



Le cumulus congestus est un nuage convectif qui se développe quand l'air est humide et instable, il peut donner un cumulonimbus

Cumulonimbus (Cn)



En fin d'évolution, la partie supérieure du cumulonimbus ressemble à une enclume



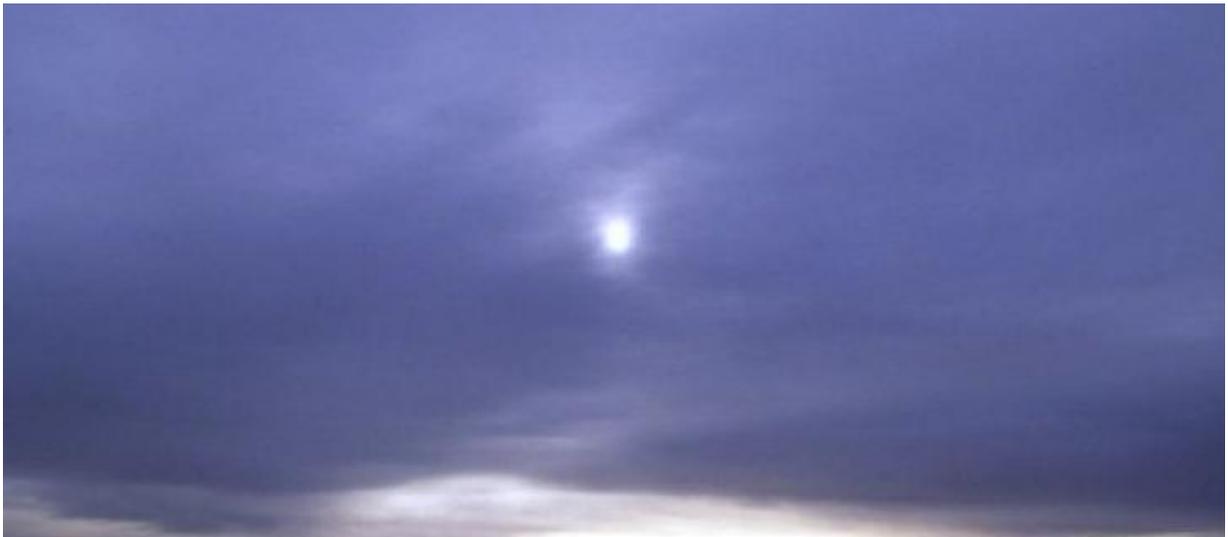
Le cumulonimbus peut donner des orages

Cirrocumulus (Cc)



Le cirrocumulus est en forme de fleur de coton

Altostratus (As)



L'altostratus forme une vaste couche grise légèrement striée, qui laisse diffuser la lumière solaire sans ombre apparente au sol, comme au travers d'un verre dépoli

Alto cumulus (Ac)



L'alto cumulus est constitué de couches ou nappes de nuages blancs ou gris, et peut indiquer l'approche d'un front et un changement de temps



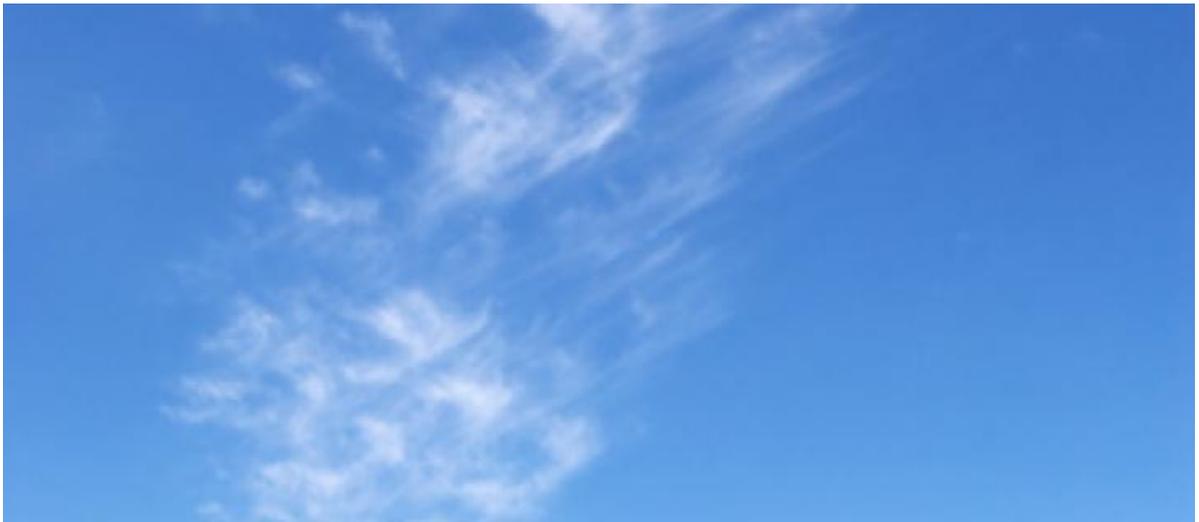
Les bancs d'alto cumulus classiques s'épaississent souvent pour devenir un nimbostratus

Nimbostratus (Ns)



Le nimbostratus est associé à des chutes continues de pluie, de neige ou de grêles

Cirrus (Ci)



Un cirrus a la forme d'un ensemble de filaments blancs et délicats ou de bancs et bandes étroites



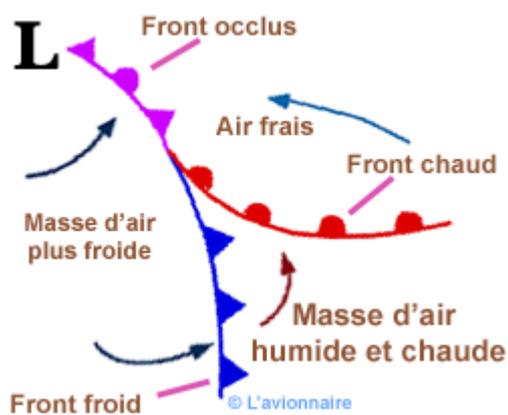
Les cirrus peuvent avoir des contours flous

les fronts

Définition

C'est une région de la troposphère constituant une zone de transition dynamique et thermique entre deux masses d'air différentes par leurs caractéristiques. Source : Météo-France Un front est une surface de discontinuité (zone de transition) où s'affrontent deux masses d'air aux propriétés différentes. On distingue différents types de fronts :

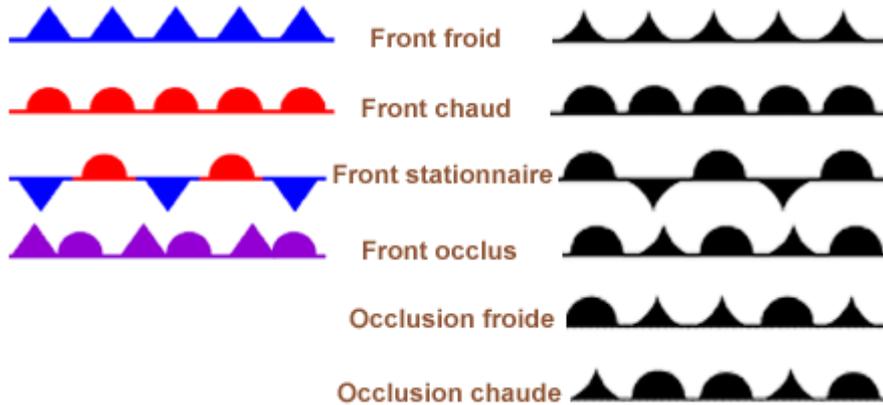
- Les fronts chauds,
- Les fronts froids,
- Les fronts occlus,
- Les fronts stationnaires.



Front schema

Représentation des fronts sur les cartes

Voici les symboles officiels utilisés pour représenter les fronts sur les cartes météo en couleur ou en noir et blanc.



Front symbole

Représentation des différents fronts sur le site AEROWEB de METEO-FRANCE

Fronts actifs.

- 1 front froid - 2 front chaud - 3 front occlus - 4 front quasi stationnaire



Perturbation fronts actifs

Fronts froids peu actifs



Perturbation front froid peu actif

Fronts chauds peu actifs



Perturbation front chaud peu actif

Fronts quasi stationnaires



Perturbation front quasi stationnaire

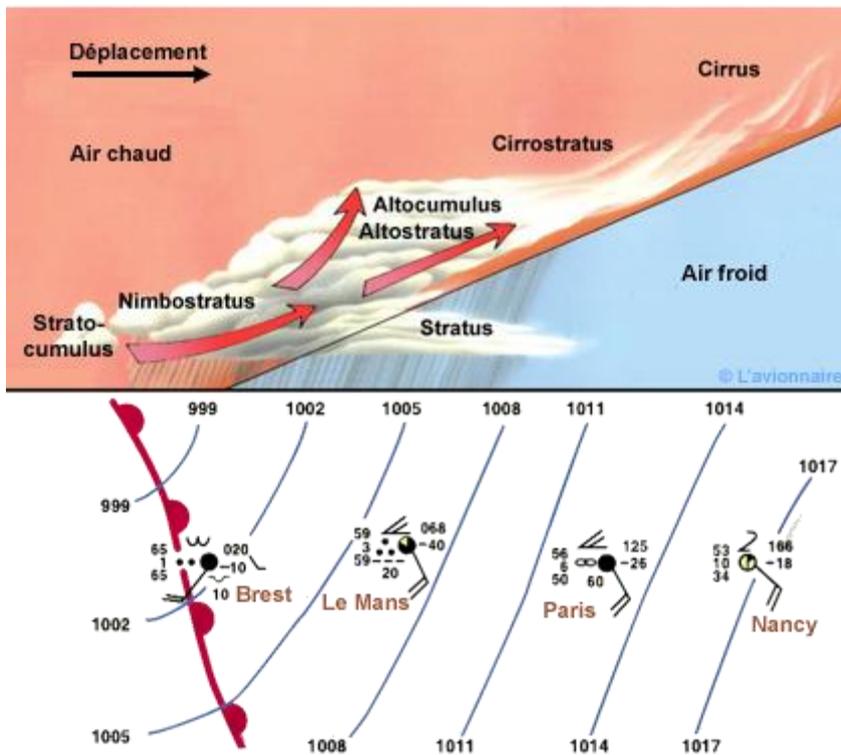
Front chaud

Un front chaud est une limite entre deux masses d'air, de façon telle que l'air chaud étant situé à l'arrière de la limite, remplace l'air froid. L'air chaud ayant une plus faible densité que l'air froid, est forcé de s'élever au-dessus de l'air froid. Contrairement au front froid, le passage entre les deux masses d'air s'effectue sur une longue distance et il est parfois difficile de noter avec précision le moment de son passage. L'approche d'un tel front est marquée par un envahissement de nuages élevés du type cirrus dont l'épaisseur augmente graduellement et se transforment en altostratus. Par la suite le nuage devient du type nimbostratus et donne des précipitations continues.

Front chaud stable

Principaux nuages :

- Cirrus
- Cirrostratus
- Altocumulus
- Altostratus
- Nimbostratus
- Stratocumulus
- Stratus

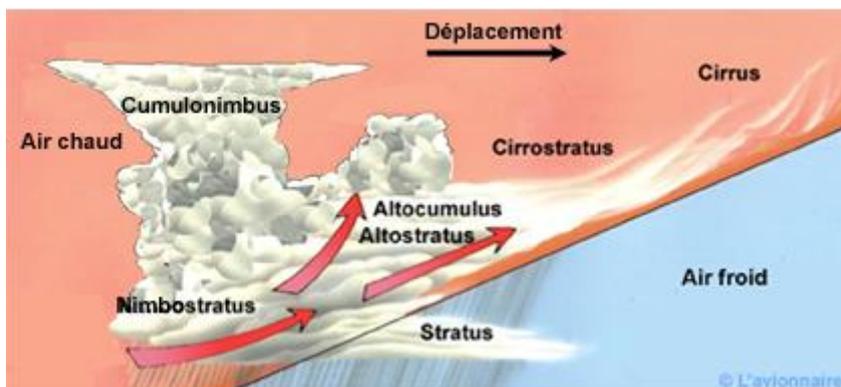


Front Chaud stable

Front chaud instable

Principaux nuages :

- Cirrus
- Cirrostratus
- Altocumulus
- Altostratus
- Cumulonimbus
- Nimbostratus
- Stratus



Front Chaud instable

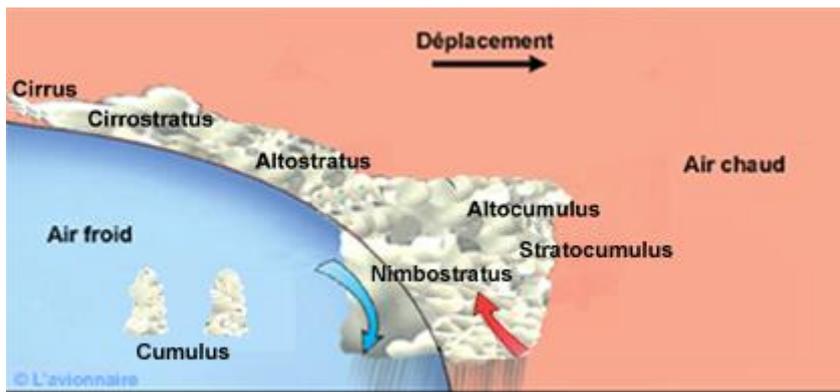
Front froid

Il existe plusieurs types de fronts froids. Un front froid est une limite entre deux masses d'air, l'air froid étant situé à l'arrière de la limite dans le sens du déplacement, s'engage sous une masse d'air chaud en la repoussant. Ce front marque sur la surface terrestre une zone de variation spatiale rapide, presque discontinue, de la direction du vent et du tracé des lignes isobares et isothermes. Cela s'accompagne de beaucoup de nuages, de précipitations (pluie, neige, averses, et cumulonimbus avec possibilité d'orage).

Front froid stable

Principaux nuages :

- Cirrus
- Cirrostratus
- Altostratus
- Altocumulus
- Nimbostratus
- Stratocumulus

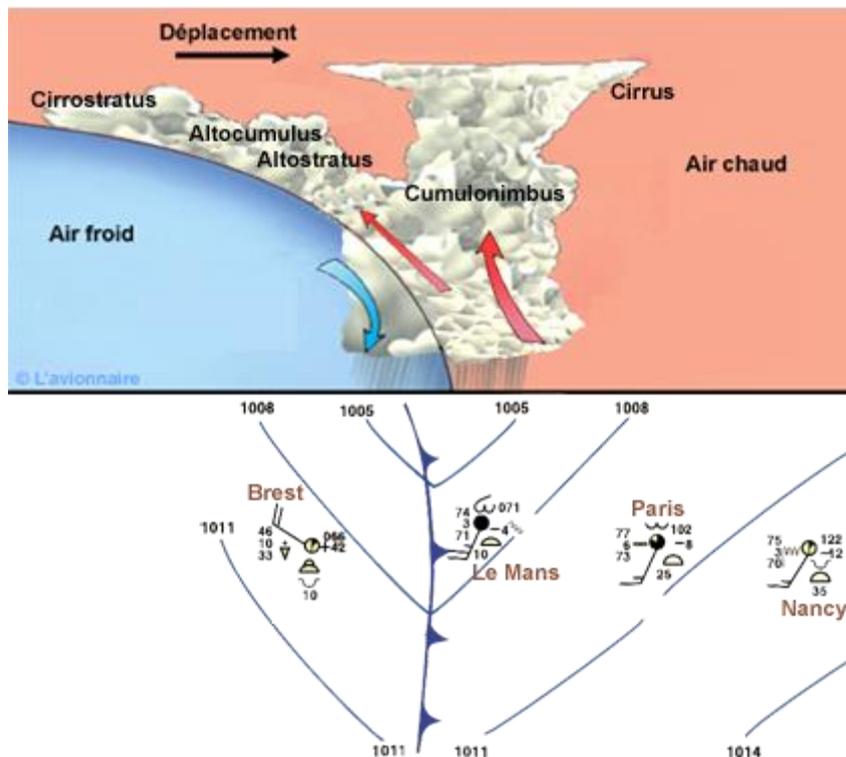


Front froid stable

Front froid instable

Principaux nuages :

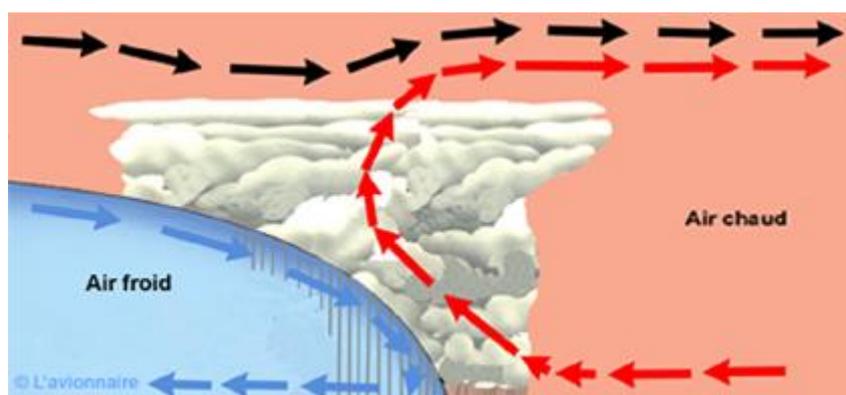
- Cirrus
- Cirrostratus
- Altocumulus
- Altostratus
- Cumulonimbus



Front froid instable

Front froid anabatique ou anafront

L'air froid va repousser très activement l'air chaud antérieur et le soulever sur une grande profondeur le long de la pente frontale qui est inclinée fortement. Les précipitations se produisent alors essentiellement en arrière de la trace au sol du front froid. Le courant jet d'altitude est sensiblement parallèle à la pente frontale et à une certaine distance à l'arrière de celui-ci en altitude et constitue la limite arrière du mouvement vertical.

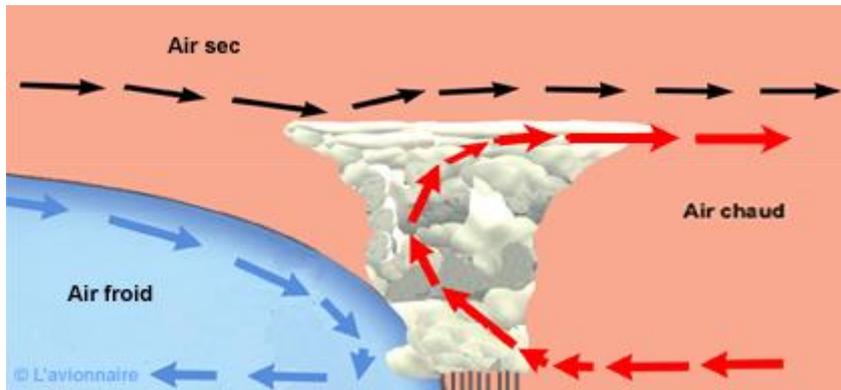


Front anafront

Front froid catabatique ou catafront

Au contraire, dans un catafront froid, une intrusion d'air sec en altitude vient couper les ascendances dans l'air chaud, ce qui provoque la dissolution des nuages à ces niveaux. Dans

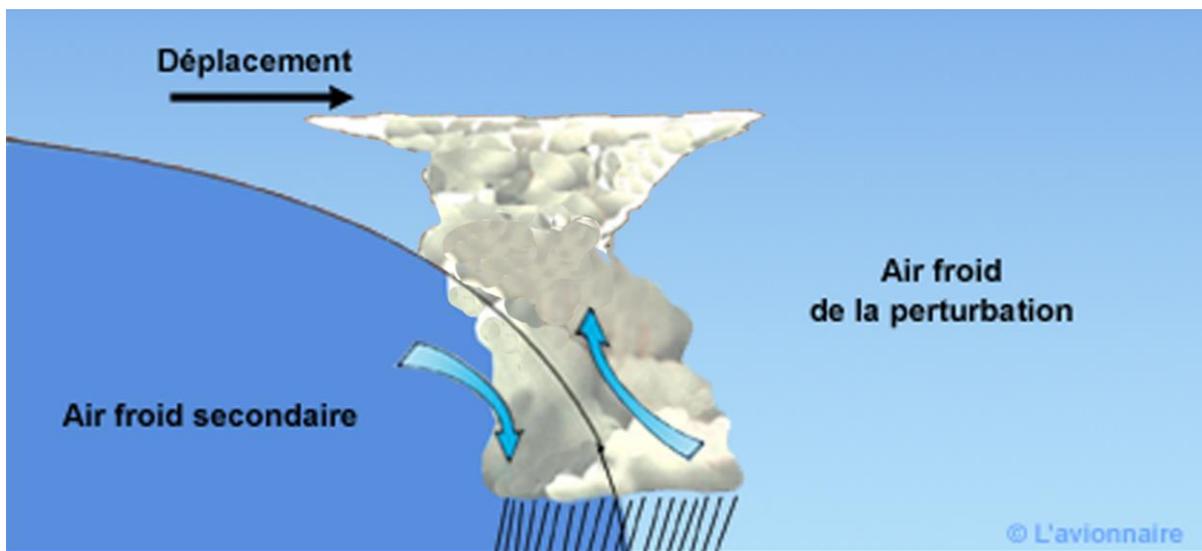
ce cas, l'essentiel des nuages et des précipitations apparaît à l'avant de la trace frontale au sol. Le courant jet d'altitude sera plutôt perpendiculaire à la pente frontale.



Front catafront

Front froid secondaire

Il arrive qu'un air très froid en provenance du pôle (goutte froide) soulève l'air froid postérieur de la perturbation et forme un second front froid. Ce soulèvement augmente l'instabilité et génère des averses parfois fortes mais aussi des cumulonimbus pouvant se transformer en ligne de grain.



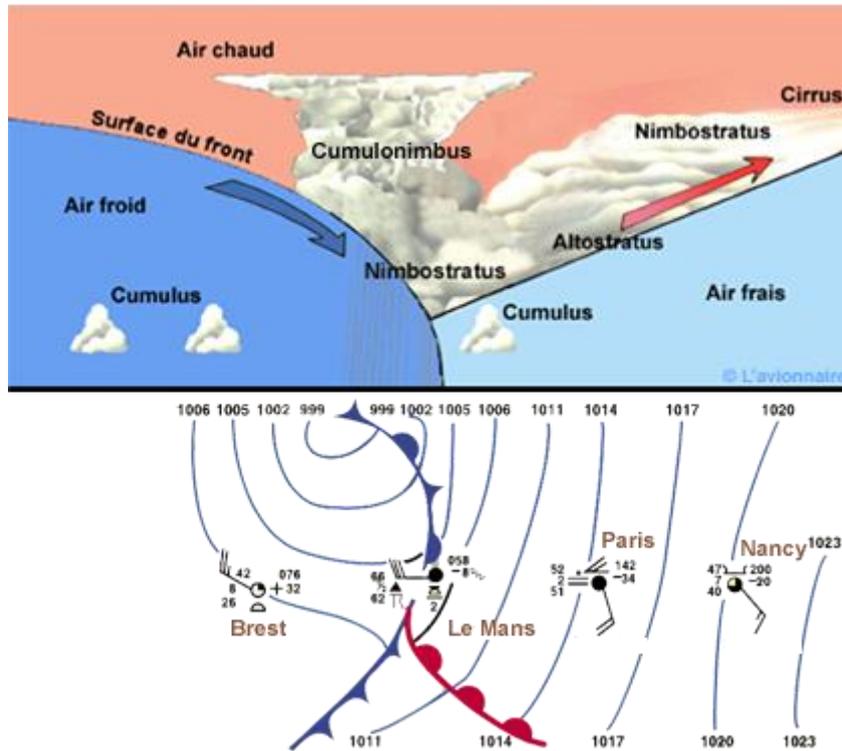
Front froid secondaire

Front occlus

Un front occlus ou occlusion est le moment où le front froid, plus rapide, a rejoint le front chaud dans la circulation d'une perturbation. Lorsque le front froid atteint le front chaud, l'air chaud devient de plus en plus pincé ou coincé entre les deux fronts. Il sera soulevé en altitude et le système devient occlus. Il peut y avoir deux types de fronts occlus :

Occlusion froide

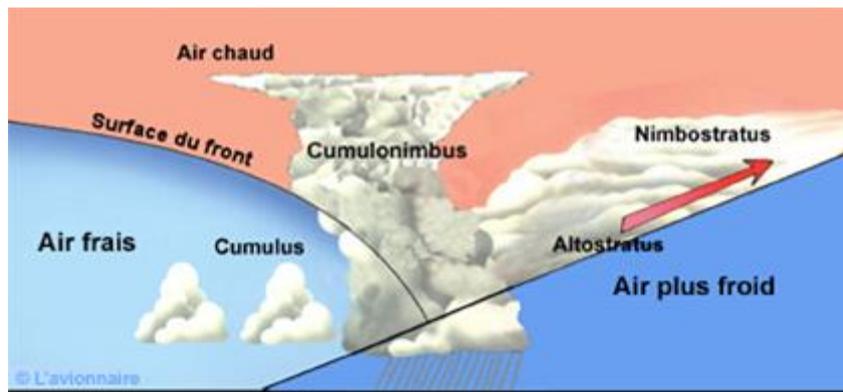
Lorsque la partie frontale de l'air froid est plus froide et plus dense que la masse d'air frais en avant du front chaud. Ainsi elle s'insinue non seulement sous la masse frontale chaude mais également sous la masse d'air frais en avant du front chaud, forçant ces deux éléments à se soulever, on a alors une occlusion à caractère de front froid. La base du creux d'air chaud en altitude est derrière l'occlusion en surface.



Front occlus froid

Occlusion chaude

Lorsque la situation est inverse, la partie frontale de l'air froid est moins froide que la masse d'air en avant du front chaud. Le front froid monte le long de la surface frontale chaude, et est rejeté en altitude par l'air plus froid antérieur. On a alors une occlusion à caractère de front chaud. La base précède le front de surface. Dans les pays qui utilisent les termes "front supérieur ou en altitude", plutôt que trowal, on précise que le front occlus est froid ou chaud.



Front occlus chaud

Front stationnaire

Les fronts stationnaires se forment quand deux masses d'air ayant des caractéristiques différentes se rencontrent mais n'ont pas de circulation l'une vers l'autre. Elles se trouvent à glisser l'une par rapport à l'autre sous la circulation atmosphérique en altitude. Ces fronts peuvent rester immobiles pendant plusieurs jours ; ensuite ils peuvent soit se désagréger (se transformant en lignes de cisaillement), soit se transformer en front chaud ou en front froid, en fonction d'un changement dans le flux en altitude. Dû au fait que les deux masses d'air qu'ils séparent glissent l'une par rapport à l'autre, il y a peu de mouvement vertical le long des fronts stationnaires. Ils sont donc généralement associés à du temps partiellement nuageux, ou nuageux, et des précipitations faibles.