
METEOROLOGIE MARINE

MACIF CENTRE DE VOILE

Support pédagogique des stages « météo »



PREAMBULE



Fort de son expérience de plus de 20 ans en école de voile, Macif Centre de Voile ne cesse d'apporter et d'améliorer son savoir-faire au niveau technique, pédagogique et sécuritaire dans la réalisation et la mise en place de ses stages de voile.

Ce manuel conçu par les formateurs de Macif Centre de Voile est destiné à apporter les connaissances fondamentales de météorologie marine. En complément du stage météo, le chef de bord va être en mesure de récupérer l'ensemble des données météo, de les interpréter et d'adapter sa navigation en fonction.

La navigation à la voile étant un art, il est possible que le formateur adopte une approche différente à celle présentée ici. C'est pourquoi ce livret a été conçu comme un outil pédagogique que vous allez pouvoir personnaliser en fonction de votre perception et du stage réalisé grâce aux pages « notes personnelles ».

Table des matières

PRÉAMBULE	1
PREAMBULE	2
SOMMAIRE.....	3
I – SOURCES ET BULLETIN METEOROLOGIQUE	4
1- LE BULLETIN METEO :	4
2- LES SOURCES :	5
II – LA CIRCULATION ATMOSPHERIQUE.....	7
1- LA CELLULE DE CONVECTION	7
2- Les variations saisonnières	8
III – LA CARTE DE PRESSION	10
1- COMPRENDRE LA CARTE	10
2- DETERMINER LA FORCE ET DIRECTION DU VENT	11
IV – LA DÉPRESSION.....	14
1- COUPE D'UNE DÉPRESSION : LES 3 PHASES	14
2- LA FORMATION D'UNE DEPRESSION.....	17
V – LE SYSTEME ANTICYCLONIQUE	19
1- L'ANTICYCLONE.....	19
2- DORSALE ANTICYCLONIQUE.....	19
VI – MÉTÉOROLOGIE LOCALE	21
1- LES EFFETS DE COTE	21
2- LES brises THERMIQUES	24
3- LES EFFETS SOUS LES NUAGES : LES GRAINS.....	25

1- LE BULLETIN METEO :

Les informations diffusées dans les bulletins météorologiques marines sont toujours structurées ainsi :

1 – INFORMATIONS GÉNÉRALES : date et origine des informations, zone de navigation concernée.

2 – BMS : BMS pour Bulletin Météorologique Spécial correspondant à un avis de tempête. Le bulletin précise s'il y a un BMS de prévu, un BMS en cours ou pas de BMS en cours ni prévu.

3- SITUATION GÉNÉRALE : Le bulletin météo vous décrit par quel système météorologique (anticyclone / dépression) votre zone de navigation va être influencée.

4- PRÉVISION POUR LA JOURNÉE :

– Vent, force et direction :

La force du vent est exprimée par l'échelle Beaufort allant de Force 0 à Force 12.



La navigation à la voile est considérée comme facile avec un vent de Force 0 à 2, Sportive de 3 à 5 Beaufort et technique à partir de 6 Beaufort. Les avis de tempêtes ou BMS sont à partir de 7 Beaufort.

La direction est déterminée par les points cardinaux. La direction donnée est toujours la direction d'où vient le vent.

– État de la mer

L'état de la mer correspond aux vagues créées par le vent local. L'état de la mer est donné par son terme descriptif, dans le tableau ci-dessous.

– Houle :

Contrairement aux vagues de ci-dessus, la houle correspond aux vagues créées par le vent du large. La houle est exprimée en mètres.

– Temps :

Descriptif du ciel, des nuages et des possibles pluies ou précipitations.

– Visibilité :

Exprimée en distance (mille nautique), une bonne visibilité vous permettra de voir un voilier à plus de 5 milles, (environ 10 kilomètres). Une mauvaise visibilité ne dépassera pas 50 mètres.

5 – PRÉVISION POUR LA NUIT ET LES PROCHAINES 24H

Nous retrouvons les mêmes informations : Vent / Mer / Houle / Temps / Visibilités

6- TENDANCE ULTÉRIEURE

Tendance au niveau du vent et du temps pour les jours à venir.

7- OBSERVATION

Relevé du vent, du temps, de la visibilité, et de l'état de la mer aux différents postes d'observation.

FORCE Beaufort	VITESSE		APPELLATION	POINTS DE REPÈRE SUR MER	EFFETS À TERRE	Degrés	Termes descriptifs français (anglais)	Hauteur des vagues
	Nœuds	Km/h						
0	1	1	Calme	Mer d'huile, miroir	La fumée monte droit	0	calme (<i>calm - glassy</i>)	0
1	1-3	1-5	Très légère brise	Mer ridée	La fumée indique la direction du vent	1	ridée (<i>calm - rippled</i>)	0 à 0,1 m
2	4-6	6-11	Légère brise	Vaguelettes	On sent le vent au visage	2	belle (<i>smooth</i>)	0,1 à 0,5 m
3	7-10	12-19	Petite brise	Petits moutons	Les drapeaux flottent	3	peu agitée (<i>slight</i>)	0,5 à 1,25 m
4	11-16	20-28	Jolie brise	Nombreux moutons	Le sable s'envole	4	agitée (<i>moderate</i>)	1,25 à 2,5 m
5	17-21	29-38	Bonne brise	Vagues embruns	Les branches des pins s'agitent	5	forte (<i>rough</i>)	2,5 à 4 m
6	22-27	39-49	Vent frais	Lames, crêtes d'écume étendues	Les fils électriques sifflent	6	très forte (<i>very rough</i>)	4 à 6 m
7	28-33	50-61	Grand frais	Lames déferlantes	On peine à marcher contre le vent	7	grosse (<i>high</i>)	6 à 9 m
8	34-40	62-74	Coup de vent	Les crêtes de vagues partent en tourbillons d'écume	On ne marche plus contre le vent	8	très grosse (<i>very high</i>)	9 à 14 m
9	41-47	75-88	Fort coup de vent			9	énorme (<i>phenomenal</i>)	≥ 14 m
10	48-55	89-102	Tempête					
11	56-63	103-117	Violente tempête	Les embruns obscurcissent la vue, on ne voit plus rien	Les enfants de moins de 12 ans volent			
12	< 64	< 118	Ouragan					

2- LES SOURCES :

– AFFICHAGE EN CAPITAINERIE :

En général sont affichés à proximité de l'entrée : un bulletin météorologique détaillé de la zone de navigation illustré avec une carte de pression (anticyclone – dépression).

– DIFFUSION PAR VHF :

Après annonce sur le canal 16, diffusion sur le canal 79 ou 80, 3 fois par jour. Pour certains bassins de navigation, diffusion de la météo en continue sur le canal 63.

– SITE INTERNET SPÉCIALISÉ OU APPLICATIONS :

Avec le wifi du port ou le wifi des cafés bordant les marinas, vous pouvez récupérer votre météo marine sur :

Météo France : <http://marine.meteofrance.com/>

Météo Consult : <http://marine.meteoconsult.fr>

– MÉDIAS LOCAUX :

Radio et journaux locaux vous proposent une météo marine pour leur zone de diffusion.

3- MODELES, FICHIERS GRIBS ET SITES INTERNETS

Il est impératif de faire la différence entre les modèles de prévisions, les fichiers GRIBS et les différents sites internet qui proposent des prévisions météorologiques :

LES MODELES

Les modèles sont les processus de calculs permettant de réaliser la prévision météorologique. Chaque modèle est déterminé par un nom (GFS), une source (NOAA) une zone de couverture (monde) des prévisions de données météorologiques (vent, pression, précipitation, ...) une maillage (10 km²) une durée de prévision (16 jours) et un pas (une prévision toutes les 6 heures).

Les principaux modèles météorologiques :

GFS :

Source : NOAA Couverture mondiale – Prévision à 16j, pas de 3h – Maillage 25km

WRF :

Source : NOAA Couverture côtière – Prévision à 72h, pas de 3h – Maillage 10km

ECMWF :

Source : Centre Européen – Couverture mondiale – Prévision de 4j à 10J

UKMO :

Source : Royaume Uni – Couverture hémisphère nord – Prévision à 144h, maillage 1,25°

Les modèles de Météo France

ARPEGE : Couverture mondiale, maille 15km², jusqu'à 3j. Après : ECMWF

ALADIN : Couverture régionale, maille 10km², jusqu'a 2j ½

AROME : Couverture régionale, maille 2,5km² complète les prévisions d'Aladin pour les micro phénomènes

LES FICHIERS GRIBS

Les fichiers GRIBS sont un format de données météorologiques qui va être lu par un logiciel de navigation (MAXSEA, Adrena,) ou par un logiciel de lecteur de GRIB (Zy GRIB, Weather 4D,). Chaque modèle de prévision météorologique propose ses prévisions en format GRIB.

Les logiciels de fichiers GRIBS (reception et lecture de fichier GRIB) :

- UGRIB
- SQUID
- ZGRIB
- NAVIMAIL2.0
- WEATHER 4D

LES SITES INTERNETS

Sur internet, ils existent des portails météorologiques qui permettent d'accéder à l'ensemble des modèles :

Wetterzentrale : Allemand – tous modèles – toutes zones -

Weatheronline : Anglais - tous modèles - toutes zones -

Passageweather : Anglais – GFS/ WRF/ COPAM – toutes zones -

Boston radio fax : Anglais – GFS – Atlantique nord, et caraïbes (site officielle de la NOAA)

Coteweb :Français – Tous modèles – toutes zones

Meteo-marine.com : Français – Tous modèles – toutes zones

Meteociel : Français – tous modèles – très riches en sources et explications

Infoclimat : Français – Tous modèles – toutes données

METEORAMA : Evolution heure par heure des images satellites sur l'Europe depuis 48h

RECEPTION DES GRIBS PAR IRIDIUM

RECEPTION DES GRIBS PAR SAILDOCS :

Avec SKYFILES (logiciel mail pour envoi/réception par IRIDIUM), il faut envoyer une requête (un mail type) à : query@saildocs.com :

Exemple de la requête mail :

(pas d'objet)

send gfs:34N,39N,8W,16W|0.5|0,6,12,18,24,36,48,60,72|PRESS,WIND

Détails du mail et de la prévision :

Taille : environ 9k/

Surface : 350M/350M,

9 Cartes

Temps de connexion = 1min

Après 2/3 Min, réception du mail avec le fichier GRIB en pièce jointe :

Grib extracted from file gfs130115-00z.grb dated 2013/01/15 04:44:30 request code:
gfs:34N,39N,8W,16W|0.5|0,6,12,18,24,36,48,60,72|PRESS,WINDNotes & WARNINGS:This grib file is
extracted from

RECEPTION DES CARTES DE PRESSION PAR MAILASAIL :

Envoi à : weather@mailasail.com, le code est à mettre en objet du mail.

PYAA11.SMALL.TIF

Atlantic - Surface Analysis Part 1 (15N-65N, 10E-45W) (Latest)

PYAA12.SMALL.TIF

Atlantic - Surface Analysis Part 2 (15N-65N, 40W-95W) (Latest)

PYEA11.SMALL.TIF

Atlantic - Tropical Surface Analysis (E Half) 5S-50N, 0W-70W (Radiofax)

QDTM85.SMALL.TIF

Atlantic - 48HR Surface Chart VT00Z Forecast 10E-95W Northern Hemisphere

PWAM99.SMALL.TIF

Atlantic - 96HR Surface Chart VT00Z Forecast 10E-95W Northern Hemisphere

PPAE50.SMALL.TIF

Atlantic - 24Hr Surface VT00Z (28N-52N, 45W-85W)

PPAA50.SMALL.TIF

Atlantic - Upper Air VT00Z 500mb Analysis (15N-65N, 10E-95W)

PJAI10.SMALL.TIF

Atlantic - 48HR Wind & Wave Forecast 10E-95W Northern Hemisphere

PJAM98.SMALL.TIF

Atlantic - 96HR Wind & Wave Forecast 10E-95W Northern Hemisphere

ngp10.prp.012.atlantic.png

Atlantic - FNMOC Previous 12 Hour Precipitation Rate and Sea Level Pressure (12 hour prediction)

PWEE11.SMALL.TIF

Caribbean - 24HR Wind/Wave Forecast, 0N-31N, 35W-100W (Latest)

PWEI11.SMALL.TIF

Caribbean - 48HR Wind/Wave Forecast, 0N-31N, 35W-100W (Latest)

PJEK11.SMALL.TIF

Caribbean - 72HR Wind/Wave Forecast, 0N-31N, 35W-100W (Latest)

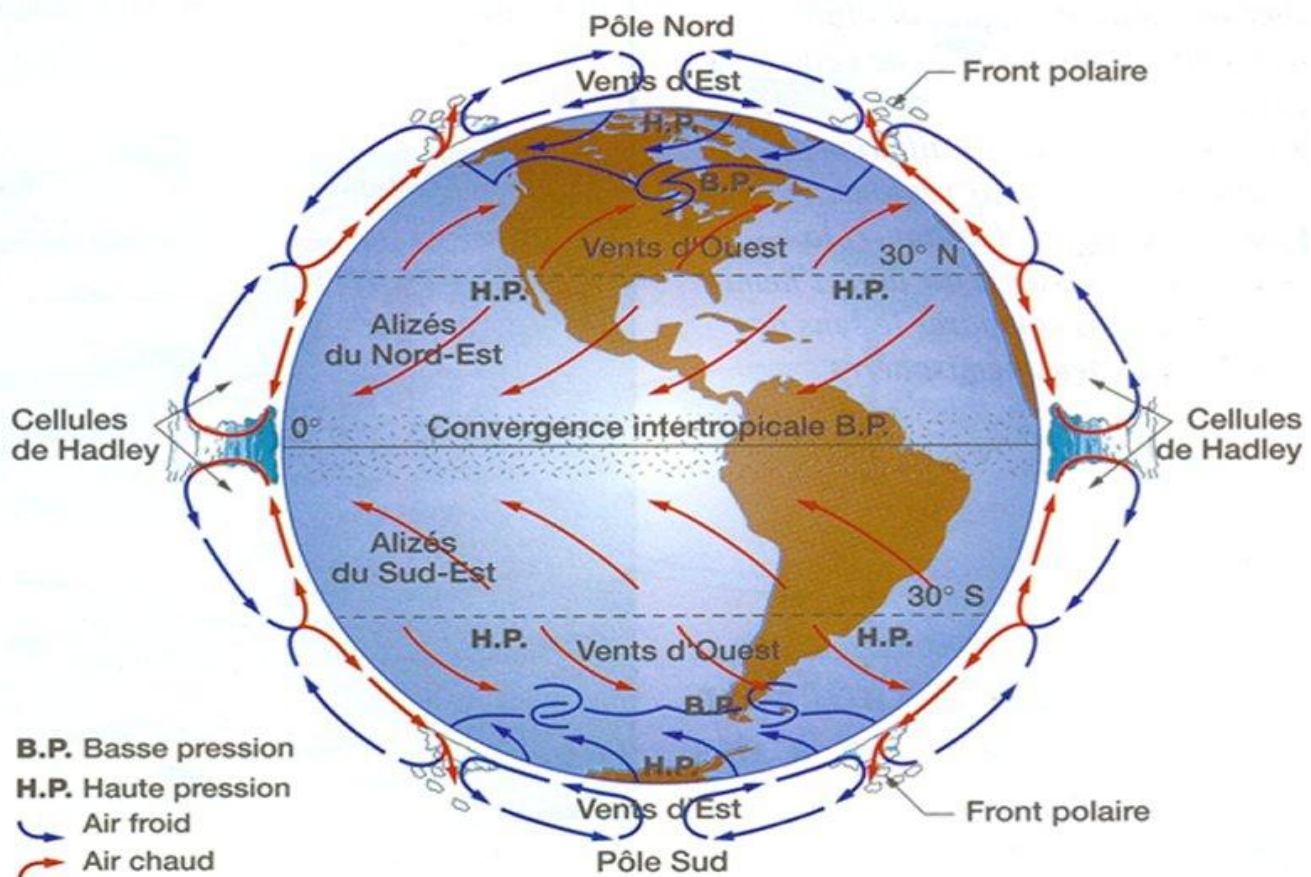
II – LA CIRCULATION ATMOSPHERIQUE

1- LA CELLULE DE CONVECTION

Le soleil est le moteur principal des mouvements atmosphériques. Le rayonnement solaire réchauffe la surface de la Terre, qui réchauffe à son tour l'air ambiant.

Du réchauffement, des mouvements ascendants vont se créer (notamment au niveau de l'équateur), mais au fur et à mesure que l'air monte, il se refroidit, (1° C tous les 100 m). L'air va alors redescendre vers le sol de part et d'autre de la colonne ascendante.

Cette circulation constitue une **cellule de convection**.

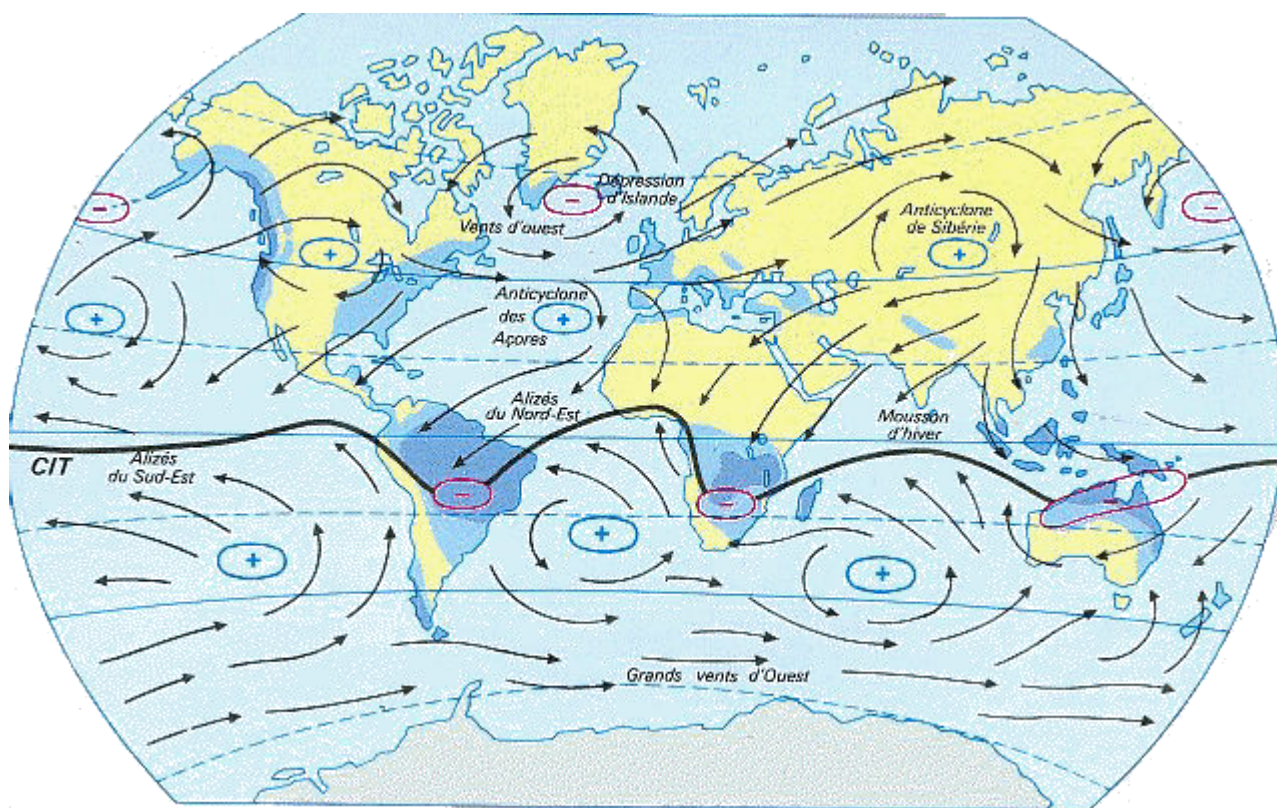


Il existe six cellules de convection : deux cellules équatoriales dans le sens direct dites **cellules de Hadley**, deux cellules à circulation inverse **cellules de Ferrel** et deux **cellules polaires** à circulation directe.

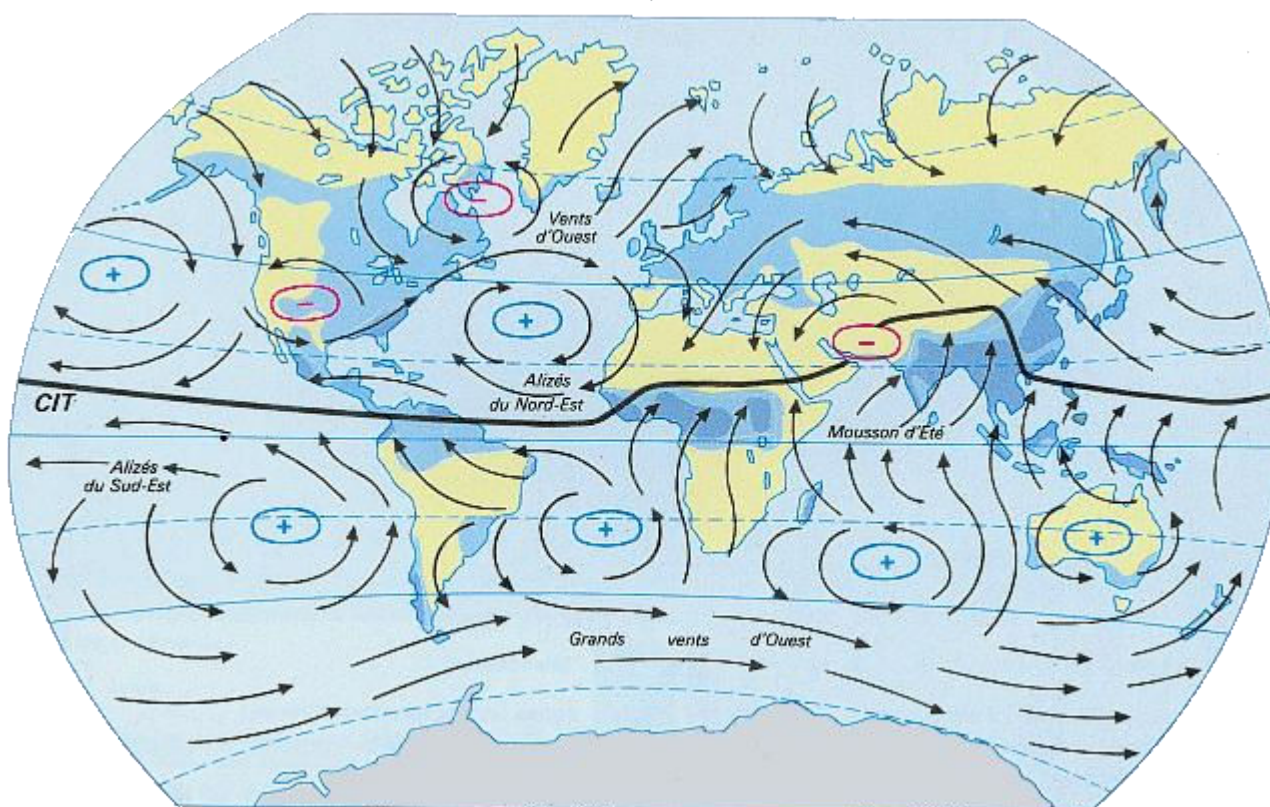
Ainsi il y a une répartition des vents en six systèmes : les alizés du Nord-Est et du Sud-Est, les vents de secteur Ouest des latitudes moyennes et les vents de secteur Est des régions polaires. Ces systèmes sont séparés par la zone inter tropicale convergente et par les deux zones de convergence extra tropicales

2- LES VARIATIONS SAISONNIÈRES

Dû à l'inclinaison de la terre, sa rotation sur elle-même et sa rotation autour du soleil, la circulation atmosphérique subit des variations saisonnières suivant la position de la terre par rapport au soleil.



Circulation atmosphérique générale – Janvier

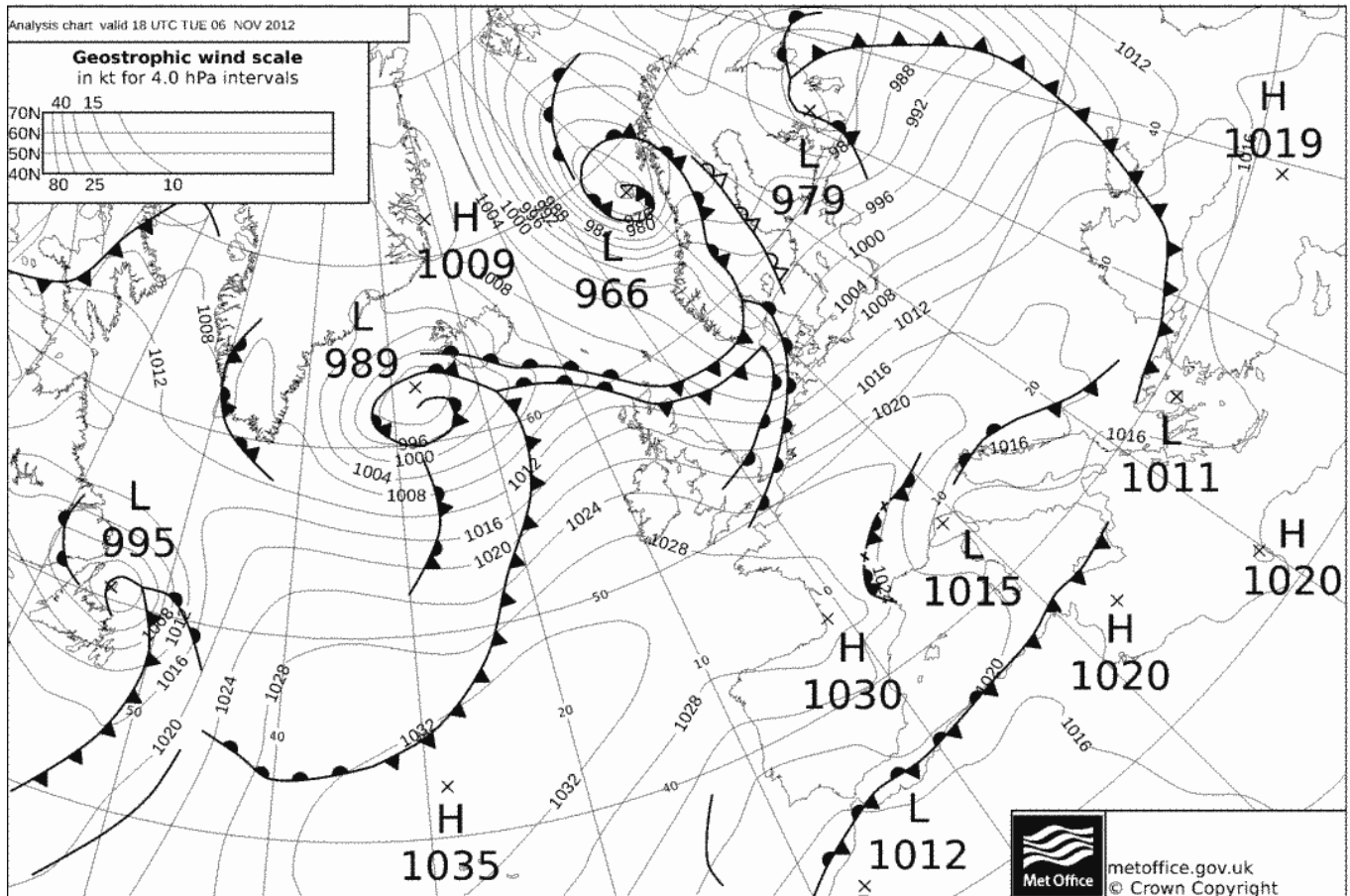


Circulation atmosphérique générale Juillet

III – LA CARTE DE PRESSION

La carte de pression permet de mettre en évidence les phénomènes météorologiques auxquels la zone de navigation est influencée (anticyclone, dépression,...). Elle permet de comprendre dans quel type de temps la croisière va se dérouler et comment les conditions risquent d'évoluer.

1- COMPRENDRE LA CARTE



LES ISOBARES

Ce sont les courbes sur la carte qui rejoignent tous les points ayant la même pression atmosphérique.

Pour chaque courbe la valeur en hectopascal (Hpa) est exprimée. 1013 Hpa détermine la limite entre un système dépressionnaire et un système anticyclonique.

FORCE ET DIRECTION DU VENT

Le vent est dû à la différence de pression atmosphérique. Les molécules d'air se déplacent d'une colonne de haute pression vers une colonne de basse pression. Ainsi pour déterminer la direction du vent :

Le vent va des hautes vers les basses pressions (effet des vases communicants).

Due à la force de Coriolis (rotation de la terre), le vent est dévié vers la droite de 40 degrés.

La force du vent est proportionnelle à l'écartement des isobares, plus les isobares sont serrés, plus le vent est fort.

LES CENTRES D'ACTION

H : Anticyclone, zone de haute pression. (Supérieur à 1013 Hp)

L : Dépression, zone de basse pression. (Inférieure à 1013 Hp)

LES FRONTS

Les fronts représentent les limites des masses d'air et ils sont associés à une dépression.

Il existe 3 types de front principaux :

Le front chaud : C'est une masse d'air chaude qui pousse une masse d'air froide. Le front chaud est à l'avant de la dépression.

Le front froid : C'est une masse d'air froide qui pousse une masse d'air chaude. Le front froid est à l'arrière de la dépression.

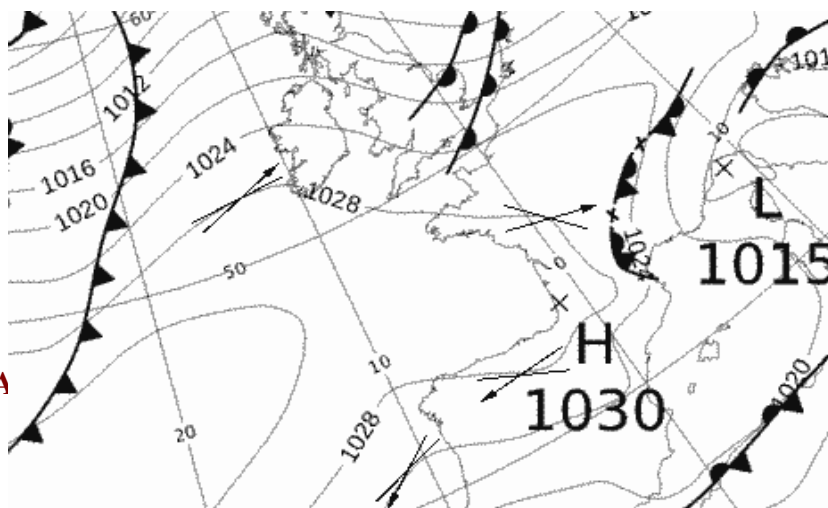
Le front occlus : C'est un front froid qui a rattrapé un front chaud. La masse d'air chaude est en altitude, la masse d'air froide est en surface. Le front occlus se situe à proximité du centre de la dépression.

2- DETERMINER LA FORCE ET DIRECTION DU VENT

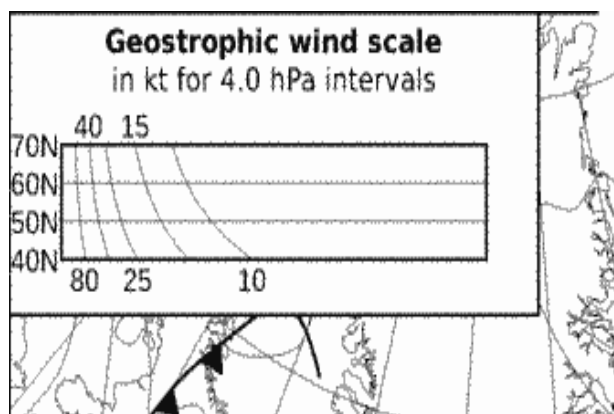
Pour déterminer la force et la direction du vent, il faut s'intéresser au positionnement des isobares. Le gradient de pression correspond à l'écartement entre deux isobares. La règle de **BUYS BALLOT** permet de déterminer la direction du vent :

REGLE DE BUYS-BALLOT

LE VENT SUIV LA TANGENTE DES ISOBARES ET RENTRE DE 20° VERS LES BASSES PRESSIONS AU DESSUS DE LA MER ET DE 40° AU DESSUS DE LA TERRE



Pour déterminer la vitesse, il faut se servir de l'abaque de la carte en haut à gauche : Au point voulu, mesurer le gradient de pression (l'écartement entre deux isobares) et le reporter sur l'abaque en fonction du niveau de la latitude.



Attention, il est nécessaire de prendre en compte trois corrections :

L'EFFET DE FROTTEMENT :

Dû au frottement de l'air sur la terre, **La vitesse du vent correspond au 2/3 du vent géostrophique**

LA FORCE CENTRIFUGE :

Selon le sens de rotation du vent et le degré de courbure des isobares, la vitesse du vent se trouve modifiée :

- **FORTE COURBURE CYCLONIQUE : - 10nd**
- **FAIBLE COURBURE CYCLONIQUE : - 5nd**
- **FORTE COURBURE ANTICYCLONIQUE : + 5nd**
- **FAIBLE COURBURE ANTICYCLONIQUE : +10nd**

STABILITE & INSTABILITE DE L'AIR :

- AIR STABLE : - 5nd (air plus chaud que la mer)
- AIR INSTABLE : 5nd (air plus froid que la mer) à - 10nd en cas de forte différence de température entre l'air et la mer.

Exemple :

Vent géostrophique mesuré : 35nd

Effet de frottement (70 %) : 22nd de vent surface

Courbure anticyclonique faible (+5nd) : 27nd de vent surface

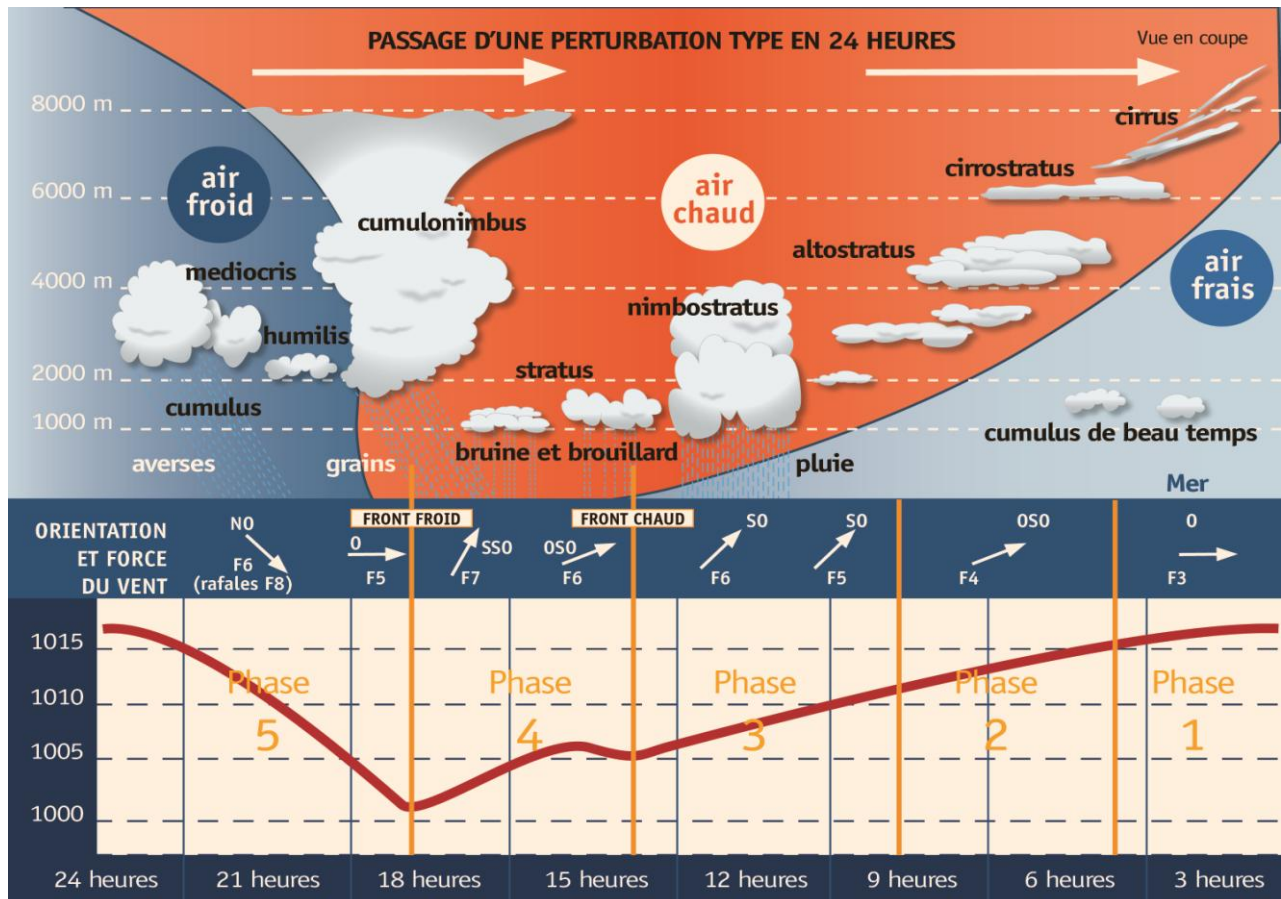
Air instable (+5nd) : 32nd de vent

Notes Personnelles :

IV – LA DÉPRESSION

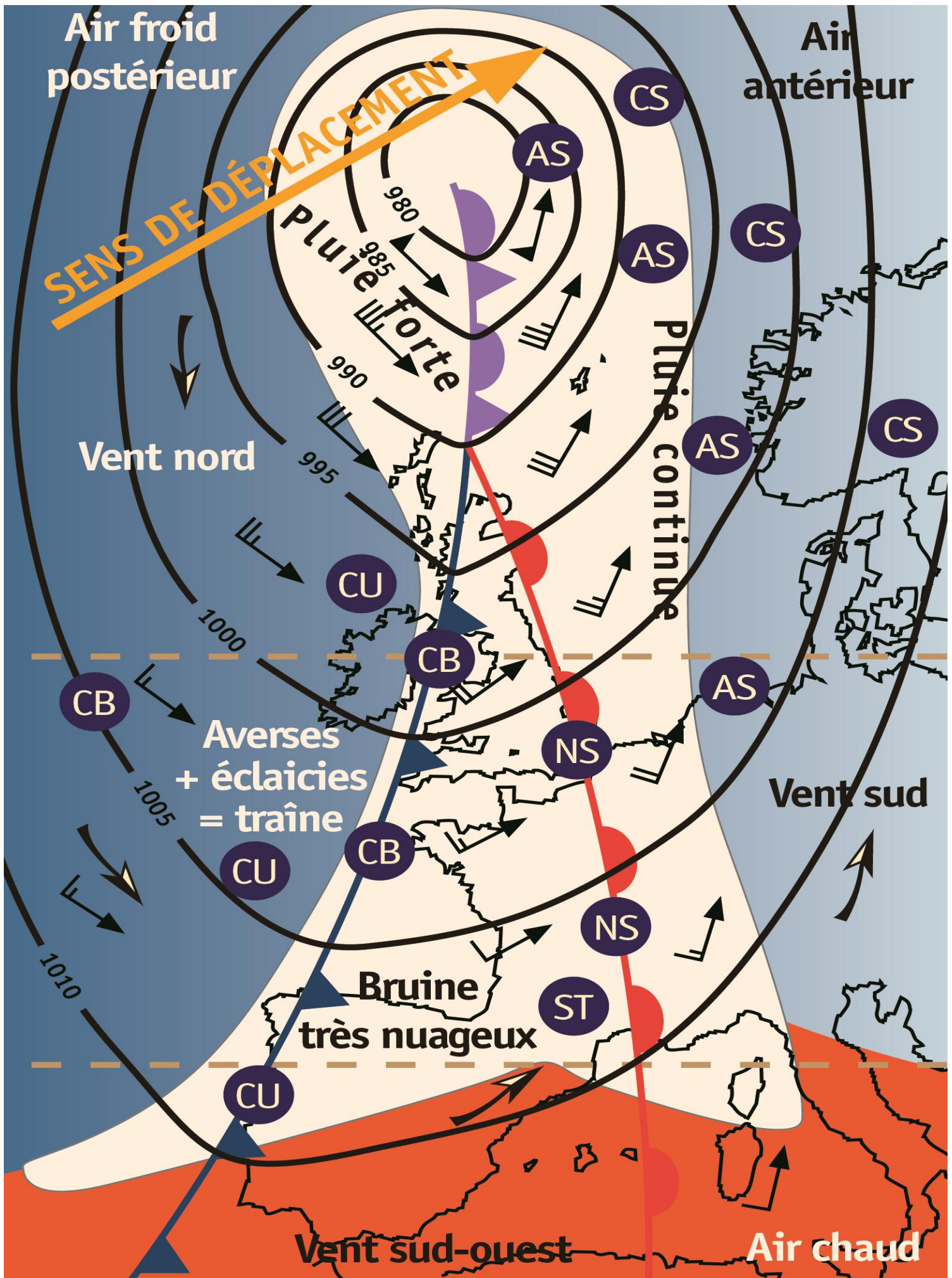
Le mauvais temps est souvent associé au passage d'une dépression : Vent fort (les isobares sont très resserrées autour du centre de la dépression), ciel chargé de nuages, pluie et bruine en première partie puis grains et orages avec de violentes rafales en second temps.

1- COUPE D'UNE DÉPRESSION : LES 3 PHASES



Lire les phases de droite à gauche

Variation du baromètre



LA TÊTE :

C'est l'avant de la dépression, à l'avant du front chaud. Le ciel se couvre progressivement par des nuages d'altitude de type cirrus (cheveux fins effilés) puis de cirrostratus (nuages de glace d'altitude formant un halo lumineux autour du soleil). Ces nuages se situent entre 6000 et 8000 mètres d'altitude.

Au fil des heures, le plafond nuageux baisse, s'épaissit et les altostratus apparaissent (voile gris en altitude laissant apparaître le soleil vers 4000 mètres d'altitude).

Au fur et à mesure que le baromètre baisse, le vent se lève, fraîchit et s'oriente au secteur S puis SW. Plus les isobares seront serrés, plus le vent sera fort.

LE CORPS (OU MARGE CHAUDE) :

Dans le secteur chaud de la dépression, (entre le front chaud et le front froid), les stratus (voile nuageux épais et bas, moins de 2000 mètres d'altitude) et les nimbostratus (bande nuageuse noire épaisse et basse en altitude) amènent de la pluie et de la bruine.

La baisse du baromètre ralentie, le vent est soutenu de secteur SW à W. Plus les isobares seront serrés, plus le vent sera fort.

LE CIEL DE TRAÎNE :

Sur l'arrière de la dépression, à l'arrière du front froid le ciel est chargé de cumulus et cumulonimbus, (nuages bourgeonnant) alternant averses et éclaircies.

Le baromètre remonte franchement, le vent bascule au NW, il devient très irrégulier en force et en direction dû aux effets des grains.

Cirrus



Cirrostratus



Stratus



Cumulonimbus



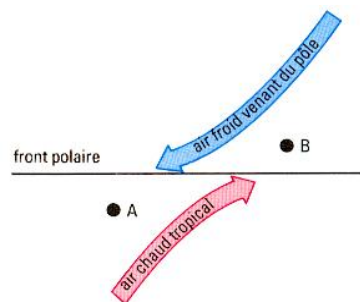
Cumulus



2- LA FORMATION D'UNE DEPRESSION

1ERE PHASE : LA CYCLOGENESE

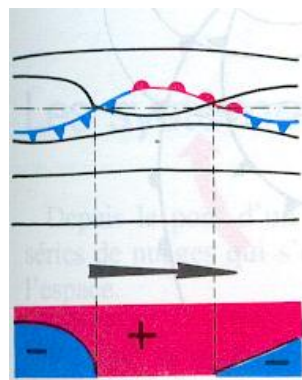
Au départ, il y a rencontre entre 2 masses d'air hétérogène (une masse d'air froide et une masse d'air chaude). Les masses d'air entrent et restent en contact. Le front est qualifié de stationnaire.



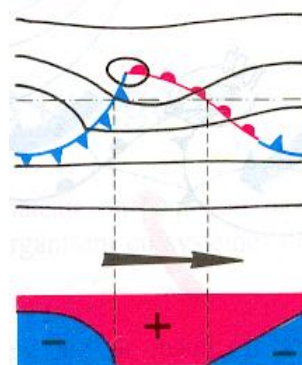
Ensuite, la différence de puissance des masses d'air donne une ondulation au front. Le front froid et le front chaud se forment.

2E PHASE : CREUSEMENT DE LA DEPRESSION

Le moteur : L'air froid postérieur pousse l'air chaud au sommet de la dépression qui s'évacue en altitude aspiré par le jet-stream. La pression diminue au sommet de la dépression.



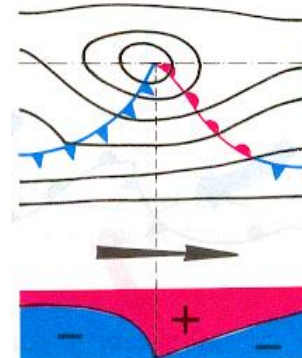
Au début : Les fronts sont très ouverts, la pression diminue rapidement. La dépression est en phase de creusement, La pression continue à baisser au centre tant que le front froid n'a pas rattrapé le front chaud.



La dépression fait route au Nord Est à une vitesse moyenne de 20nd

3E PHASE MATUREITE DE LA DEPRESSION

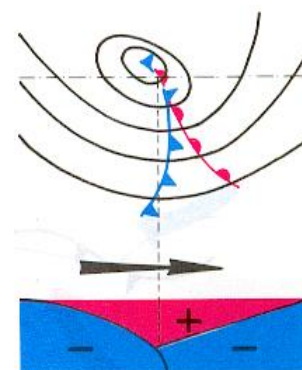
Les fronts sont très fermés (resserrés). Le front froid a rattrapé le front chaud, l'occlusion est en train de se former.



La pression au centre arrête de baisser et les fronts se détachent du centre. Le déplacement de la dépression ralentit (10 Km/h) et continue d'avancer au NE

4E PHASE : COMPLEMENT DE LA DEPRESSION

L'occlusion est dite « tête en bas », elle s'enroule autour du centre de la dépression. Le centre remonte doucement en pression et s'élargit



La dépression reste sur place mais les fronts continuent de s'enrouler autour du centre qui devient de plus en plus vaste.

Notes Personnelles :

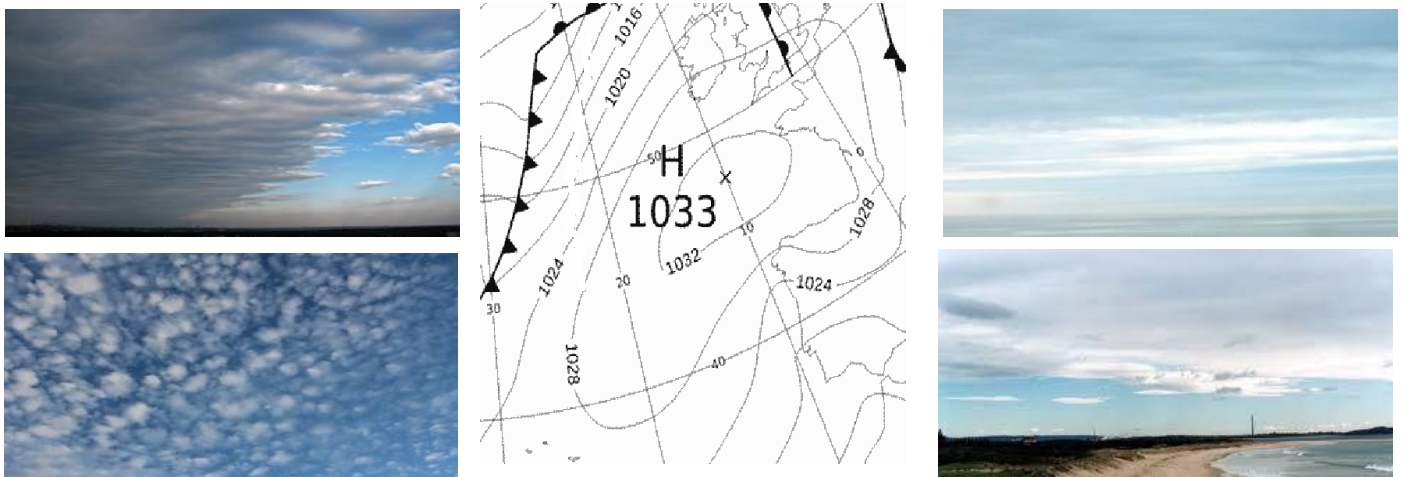
V – LE SYSTEME ANTICYCLONIQUE

1- L'ANTICYCLONE

Dans l'anticyclone, le vent est généralement faible, et le ciel dégagé. En bordure d'Anticyclone, le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère nord. Selon l'écartement entre les isobares, le vent peut être plus ou moins fort.

Un anticyclone se déplace très lentement, en général vers l'Est à une vitesse de 5 nd.

DECOUPE D'UN ANTICYCLONE



<p><u>BORDURE OUEST :</u> Vent de secteur Sud Nuage stratiforme</p>	<p><u>LE CENTRE :</u> Mouvements descendants : pas de nuages Ciel dégagé en été Possible brume (stratus bas) l'hiver Vent tres faible</p>	<p><u>BORDURE EST :</u> Vent de secteur Nord Nuages cumuliformes : Stratocumulus Altocumulus</p>
--	--	---

2- DORSALE ANTICYCLONIQUE

C'est une poussée de l'anticyclone dans des basses pressions. L'anticyclone s'étend entre deux dépressions et a une forme ovale.

Dans le centre de la dorsale, le vent est nul. En bordure de la dorsale, le vent tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, les isobares sont resserrés et le vent est alors soutenu.

VI – MÉTÉOROLOGIE LOCALE

La topographie de la zone de navigation a une influence sur la météo. Dus au relief, aux différences thermiques et aux nuages, localement le vent va se trouver modifié en force et en direction.

1- LES EFFETS DE COTE

Pour comprendre comment le relief influence localement le vent, il faut regarder comment le vent vient sur le relief (direction) et quelle est la hauteur du relief (relief plat, moyennement élevé c'est-à-dire inférieur à 50 m ou élevé soit supérieur à 50 m)

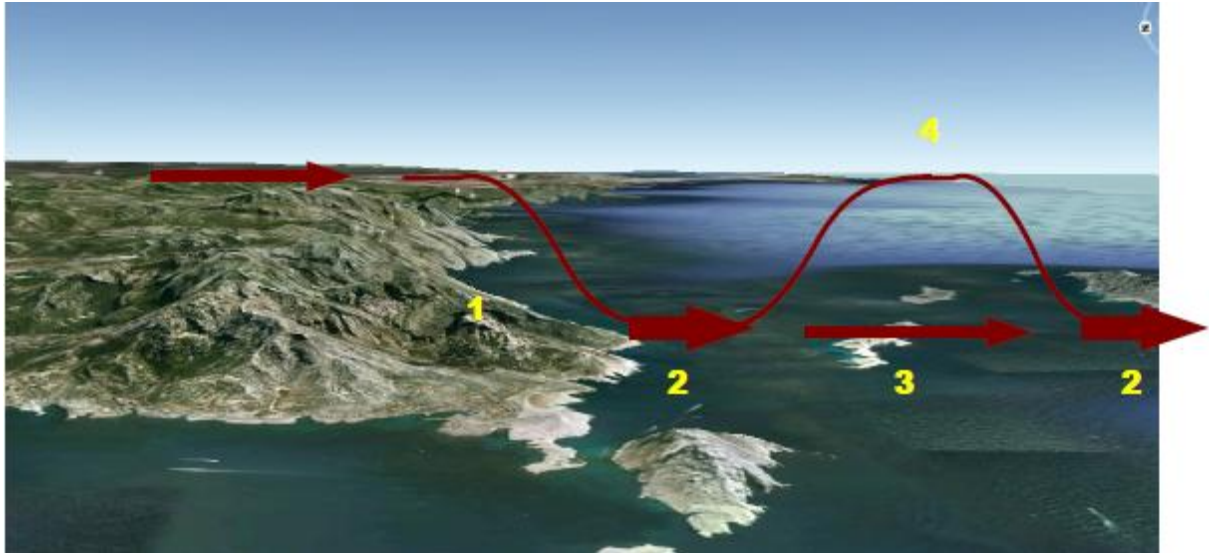
VENT PERPENDICULAIRE À LA CÔTE

Côte au vent

Lorsque la côte est au vent du plan d'eau, la zone abritée va s'étendre jusqu'à 20 fois la hauteur du relief (zone 1). On peut noter juste derrière une accélération du vent (zone 2) avant de retrouver le vent moyen (zone 3)



Si le relief est très élevé, il y a création d'une onde au niveau du vent. Les zones de vent fort (zone 2) alternent avec des zones de vent faible (zone 3). Des nuages lenticulaires vont apparaître au dessus des zones de vent faible (zone 4).



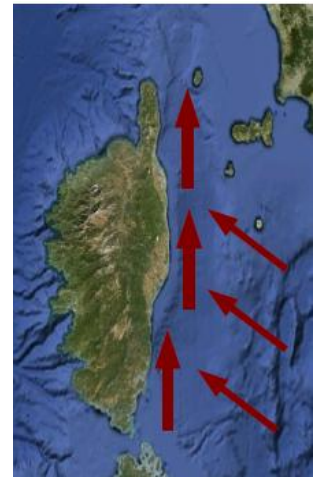
Côte sous le vent

Venant du large, lorsque le vent est perpendiculaire à la côte, une zone de turbulence (zone 1), c'est-à-dire un vent très irrégulier se produit au vent de la côte jusqu'à 10 fois la hauteur du relief.

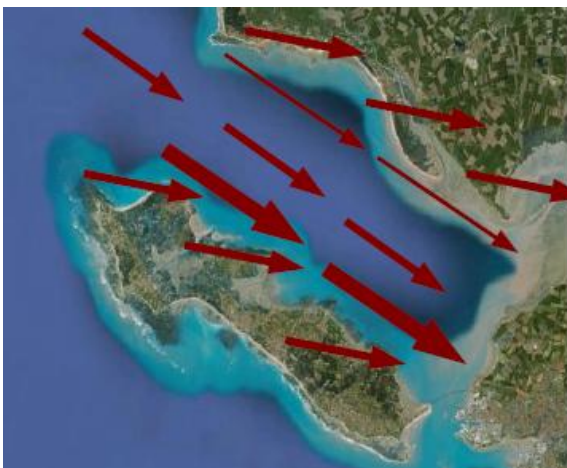


VENT OBLIQUE À LA CÔTE

Lorsque le vent vient obliquement à la côte, il y a un effet de canalisation le long du rivage avec un renforcement du vent de 3 à 5 nœuds. A noter que cet effet n'apparaît que pour une côte élevée.



VENT PARALLÈLE À LA CÔTE



A proximité du rivage, le vent longe la côte et du frottement avec la terre, il est freiné et il prend de la gauche (il subit moins la force de Coriolis).

Ainsi, sur la côte située à gauche du vent, le vent est plus fort par effet de convergence et sur la côte située à droite, il est moins fort par effet de divergence.

EFFET DE POINTE

Lorsque le vent arrive perpendiculaire à une pointe, il y a un effet de canalisation avant, un effet d'accélération au niveau de la pointe suivi d'un effet éventail après.

L'accélération du vent va se faire sentir jusqu'à 20 fois la hauteur du relief.



Pour un détroit, un goulet ou une bouche,

les mêmes effets se produisent :

canalisation avant – accélération pendant – éventail après : c'est l'effet Venturi.

A noter : plus le relief est important, plus l'effet d'accélération sera fort.



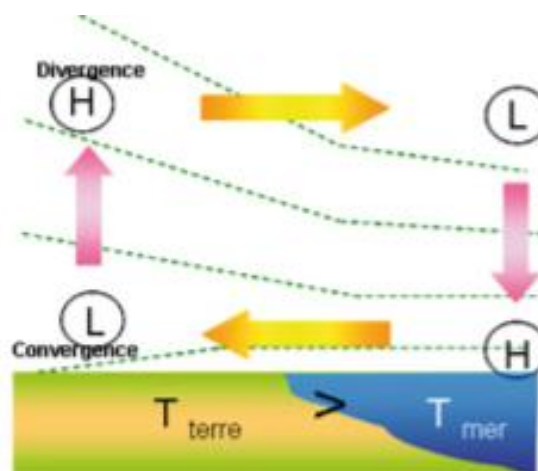
2- LES BRISES THERMIQUES

Dans des conditions particulières, lorsque les masses d'air au-dessus de la mer et au-dessus de la terre ont un contraste thermique important, une brise se crée.

LA BRISE THERMIQUE DIURNE

En journée, le sol reflète la chaleur du soleil, la masse d'air au sol se réchauffe et monte (création de cumulus au dessus de la terre) créant un appel d'air. La masse d'air froide au-dessus de la mer, plus lourde, vient naturellement s'installer au dessus du sol.

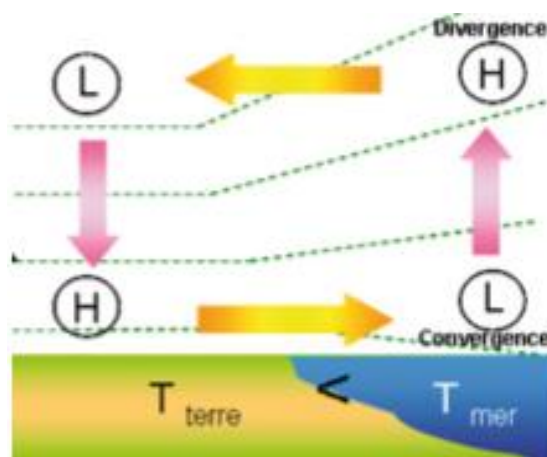
En altitude, un courant de retour s'établit. La masse d'air réchauffée se refroidit en altitude et redescend au niveau de la mer.



LA BRISE THERMIQUE NOCTURNE

La nuit, le phénomène inverse se produit. La température de l'océan ne baisse pas, la masse d'air au-dessus de la mer devient plus chaude que la masse d'air au-dessus de la terre.

La brise nocturne est en général plus faible que la brise diurne du fait que la différence de température est moins importante.



Conditions d'apparition de la brise thermique



Un vent synoptique faible (inférieur à 15 nœuds). Le vent synoptique est le vent issu des grands systèmes météorologiques (anticyclone ou dépression) influençant la zone.

Un fort ensoleillement avec une faible nébulosité.

Une différence de minimum 4° entre la masse d'air au-dessus de la terre et celle au-dessus de la mer.

La formation de cumulus au-dessus de la terre est un très bon indicateur de thermique pour l'après midi. Ils traduisent les mouvements ascendants de la masse d'air.

3- LES EFFETS SOUS LES NUAGES : LES GRAINS

Les grains sont des nuages cumuliformes de type cumulus ou cumulonimbus qui sont des nuages isolés. Ils se développent à partir de l'étage inférieur (1500 mètres) et peuvent amener rapidement en plus de la pluie des variations de vent importantes.

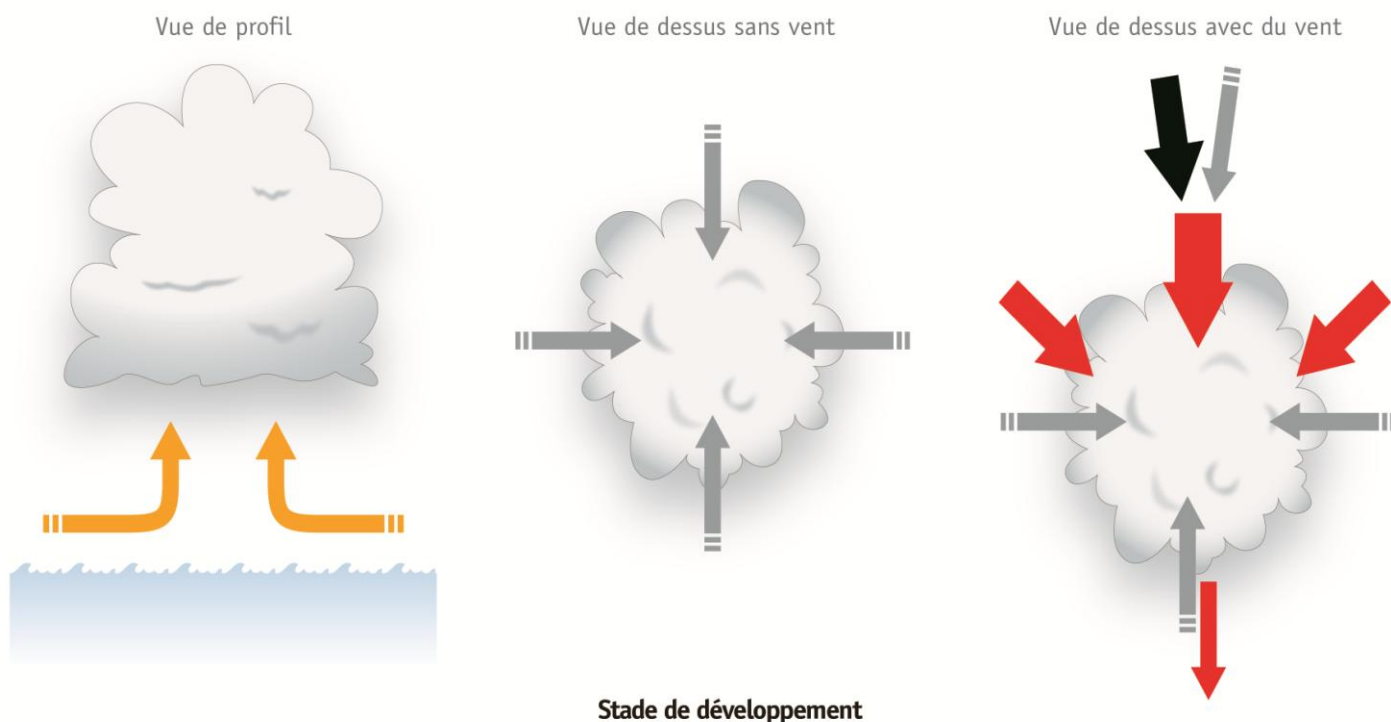
CUMULUS NON PLUVIEUX

Au départ, dans une masse d'air instable, une parcelle d'air humide se fait réchauffer par la base. En montant, elle se refroidit et se condense : le nuage se forme.

A ce stade de développement (figure 1), l'air sous le nuage monte, créant un appel d'air tout autour du nuage. **Le nuage donne l'impression d'aspirer le vent autour de lui (figure 2).**

Cette inspiration va venir influencer le vent synoptique : **L'air aspiré vient s'ajouter au vent (figure 3).**

Sur un cumulus en stade de développement (c'est à dire non pluvieux) **le vent sera plus fort à l'arrière du cumulus et moins fort à l'avant.** Sur les côtés du nuage, une bascule à droite va se produire à la droite du nuage et une bascule à gauche à la gauche du nuage.



CUMULUS PLUVIEUX

Lorsque le nuage a atteint son stade de maturité, le refroidissement en altitude amène un mouvement d'air descendant violent accompagné de pluie (figure 4).

Il donne l'impression de recracher de l'air par le centre et tout autour de lui (figure 5). L'air recraché par le cumulus va venir s'ajouter au vent synoptique (figure 6).

Sur un cumulus en stade de dissipation (c'est à dire pluvieux), **le vent sera plus fort à l'avant et moins fort à l'arrière**. Sur les côtés, une bascule à gauche se produit à la droite du nuage et à droite à la gauche du nuage.

