# Cours de météorologie marine

Documents supports de mon cours météo. L'ordre des documents dans cet article n'est pas celui du déroulement pédagogique du cours.

Météo - 1 - Atmosphère

Météo - 2 - Circulation générale

Météo - 3.1 - Les dépressions des régions tempérées

Météo - 3.2 - Nuages

Météo - 3.3 - Anatomie d'une dépression

Météo - 4.1 - Météo locale - Effets de site

<u>Météo – 4.2 – Météo locale – Effets thermiques</u>

Météo – 4.3 – Météo Locale – Les grains

<u>Météo – 5.1 – Documents météorologiques</u>

Météo - 5.2 - Cartes Isobariques

Météo - 5.3 - BulletinMeteo

Météo - 99 - Bibliographie et Webographie

Roger Frébault roger@frebault.fr http://roger.frebault.fr 

 L'atmosphère
 Niveau : Tous
 Thème : Météorologie

 Objet : Découvrir les différentes couches de l'atmosphère et leur propriétés
 Durée : 45 mn

 Matériel :
 Matériel :

# STRUCTURE ET COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE

→ Épaisseur : 800 km → Composition :

- → 78% d'azote
- → 21% d'oxygène
- → 0,9% d'argon
- → 0,3% de gaz carbonique
- → 0,03% néon, hélium, krypton, hydrogène, xénon, méthane, protoxyde d'azote, ozone, radon

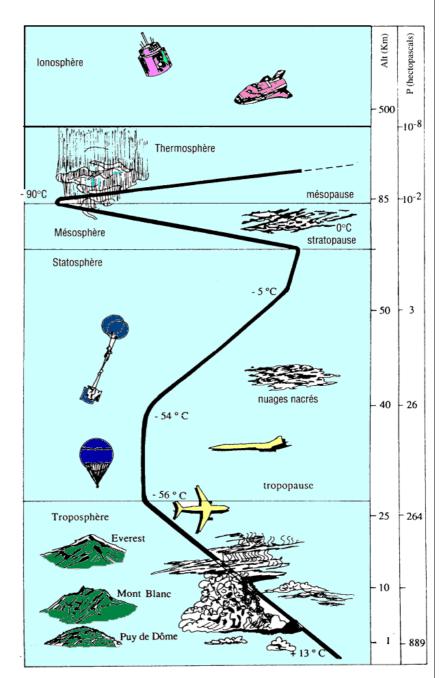
Cette composition est constante jusqu'à 85 km d'altitude.

### On trouve également :

- → vapeur d'eau en quantités et densités très variables suivant la latitude, l'altitude et la situation météorologique sous forme de glace, neige, nuages, pluie, brouillard, etc.
- particules organiques et inorganiques

Si nous nous basons sur la **température**, nous observons au moins six couches différentes :

- → La troposphère, entre 0 et 6-18 km d'altitude en fonction de la latitude où la température décroît avec l'altitude
- → La stratosphère, entre 6-18 et 50 km d'altitude où la température augmente avec l'altitude
- → La mésosphère, entre 50 et 85 km d'altitude où la température décroît avec l'altitude
- → La thermosphère, entre 85 et environ 800 km d"altitude où la température augmente avec l'altitude
- → L'exosphère, à partir de 800 km d'altitude où l'atmosphère s'évade dans l'espace



La **troposphère** contient la totalité de la vapeur d'eau de l'atmosphère. L'épaisseur est comprise entre **6 et 18km**. Elle est plus épaisse à l'équateur en raison de la rotation de la terre. Aux latitudes moyennes la tropopause subit des **variations d'altitude très importantes**, oscillant entre 7 et 13 km en fonction de la situation atmosphérique générale (des mouvements des systèmes synoptiques de hautes et basses pressions), des saisons et des types de masse d'air.

Source: Page 1/6



Le volcan Redoubt en éruption en Alaska le 21 avril 1990. Le dégagement de poussières et de gaz s'étend jusqu'à la tropopause mais, faute d'énergie suffisante, le nuage s'étale horizontalement et ne s'étend pas dans la stratosphère car cette région accuse une importante inversion de température, très peu d'humidité et pas de mouvements convectifs. La masse d'air est donc stratifiée et présente un caractère de stabilité quasi absolu. C'est cette stabilité verticale qui bloque tout déclenchement ou évolution de mouvements ascendants dans stratosphère.

### PROPRIETES DE LA TROPOSPHERE

### Pression

Par définition, la pression en un point est donnée par le **poids de la colonne d'air** qui le surmonte. Lorsqu'on s'élève, la hauteur de cette colonne diminue, tout comme son poids, et la pression diminue en conséquence.

Elle se mesure à l'aide d'un baromètre.

Elle est exprimée en **Hecto pascals** (ex millibars) :

- 1 pascal = 1 newton / mètre carré
- 1 Hpa = 100 pascals

### Les champs de pression

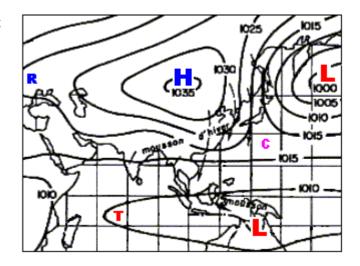
Sur les cartes météorologiques un champ de pressions est matérialisé par les **lignes d'isobares** représentant les lignes d'égale pression.

La distance entre deux isobares donne une représentation statique du **gradient de pression**.

Plus les isobares sont serrés plus le gradient de pression sera élevé et plus les **vents** souffleront forts dans cette région.

Le tracé des isobares montre, en tout temps et en toute région, un certain nombre de configurations types :

La dépression ou zone de basses pressions (Low, symbole L ou D. P° < 1013 Hpa): parfois dénommée cyclone, il s'agit d'une région où la pression décroît à mesure qu'on se rapproche du centre. Les isobares se présentent sous forme plus ou moins circulaire. Une</li>



telle région peut avoir un diamètre variant de quelques centaines de mètres à plusieurs centaines de kilomètres.

• Le **creux** ou thalweg (Trough) : il s'agit du prolongement, dans une direction déterminée, d'une zone de basses pressions; les isobares s'y présentent sous forme de V à angle plus ou moins aigu.

Source: Page 2/6

L'anticyclone ou zone de hautes pressions (High, symbole H ou A. P° > 1013 Hpa): il s'agit d'une région où la pression augmente à mesure qu'on se rapproche du centre. Les isobares se présentent sous forme plus ou moins circulaire, la pression la plus élevée se trouvant au centre. Les dimensions des anticyclone sont du même ordre de grandeur que celles des dépressions.

- La crête ou dorsale anticyclonique (Ridge) : il s'agit de la proéminence d'une zone de hautes pressions s'étendant à l'intérieur d'une zone de pression moins élevée. cette proéminence n'est jamais assez aiguë pour former un V.
- Le **col** ou marais barométrique : il s'agit d'une région de transition située entre deux anticyclones et deux dépressions. En raison de la direction variée des vents, il s'agit souvent d'une région de vents calmes.

# **Température**

La température se mesure avec un thermomètre et est exprimée en degrés Celsius ou Fahrenheit ou Kelvin

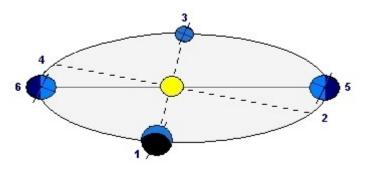
### Formules de conversions

°F en °C:  $C = (F - 32) \times 5/9$ °C en °F:  $F = 9/5 \times C + 32$ K en °C: C = K - 273,15°C en K: K = C + 273,15

L'atmosphère terrestre est un **système thermodynamique** minutieusement ajusté et qui s'autogère depuis quelques milliards d'années. L'énergie qui produit et entretient les phénomènes atmosphériques est issue du **Soleil**.

Le Soleil constitue notre **unique source** d'énergie. L'énergie rayonnée par les autres corps célestes est négligeable. Le transfert de chaleur de l'intérieur de la Terre vers la surface est pratiquement nul.

### L'orbite de la Terre



Plusieurs paramètres d'ordre astronomique et climatique affectent la température régnant sur Terre.

Du point de vue météorologique deux mouvements de la Terre sont importants : sa rotation autour de son axe et sa révolution autour du Soleil.

1 – Equinoxe de printemps	21 mars	Le soleil passe à la verticale de l'équateur
2 - Solstice d'été	21 juin	Le soleil passe à la verticale du tropique du cancer
3 – Equinoxe d'automne	23 septembre	Le soleil passe à la verticale de l'équateur
4 - Solstice d'hiver	22 décembre	Le soleil passe à la verticale du tropique du capricorne
5 - Aphélie	1 juillet	Le point le plus éloigné du soleil (152 millions de km)
6 – Périhélie	1 janvier	Le point le plus rapproché du soleil (147 millions de km)

C'est sous les Tropiques du Cancer et du Capricorne (à 23°26 de latitude Nord et Sud) que le Soleil peut être observé au zénith et ceci un seul jour par an, le jour du solstice d'été, le 21 ou 22 juin dans l'hémisphère Nord ou le jour du solstice d'hiver, le 21 ou 22 décembre dans l'hémisphère Sud. Lorsqu'il se trouve au zénith à 23°26' de latitude dans une hémisphère, dans l'autre hémisphère, la partie éloignée de plus de 90°, soit au-delà de 66°33' de latitude est plongée dans l'obscurité, c'est la nuit polaire qui dure six mois aux pôles. Les latitudes de 66°33 N et S sont respectivement dénommées "Cercle Arctique" et "Cercle Antarctique".

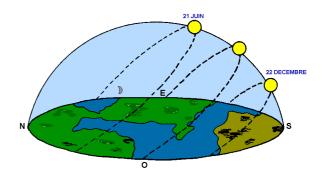
Source: Page 3/6

### Le rayonnement

L'énergie calorifique du soleil peut se transmettre de différentes manières :

- Par conduction : le transfert de chaleur est assuré par l'agitation des molécules et s'effectue de proche en proche. Cependant la conductibilité de l'air est très faible et nous savons qu'en électricité il agit comme isolant.
- Par convection : le transfert de chaleur s'établit par des mouvements de masse du milieu dans lequel ce transfert s'effectue. Ainsi au contact d'une source de chaleur, l'air s'élève.
- Par rayonnement : le transfert de chaleur s'effectue par les ondes électromagnétiques.

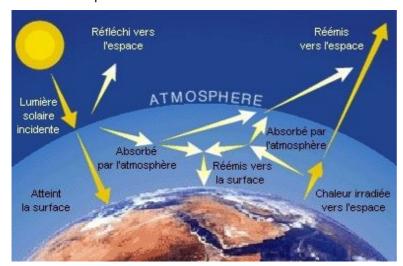
# Variation saisonnière de la durée des jours et des nuits



Aux équinoxes la durée du jour est égale à la durée de la nuit (12 heures) quelle que soit la latitude. Il en est de même à l'équateur quelle que soit l'époque de l'année.

La quantité totale d'énergie reçue en un jour et en un lieu déterminé dépend à la fois de l'intensité du rayonnement (fonction de la distance au Soleil et de l'inclinaison des rayons) et de la durée d'insolation.

### Le bilan thermique de la Terre



Les autres processus physiques.

Puisque la température moyenne à la surface de la Terre est pratiquement constante, la quantité d'énergie perdue doit équilibrer la quantité d'énergie reçue du Soleil.

Toutefois, l'énergie reçue est, en moyenne, égale à l'énergie émise pendant une année entière, considérant la Terre comme un tout.

Le problème du bilan calorifique de la Terre et de l'atmosphère peut-être divisé en trois parties :

- Rayonnement solaire, réflexion et absorption dans l'atmosphère terrestre et à la surface de la Terre
- Rayonnement de la Terre et de l'atmosphère et leur interaction

### La température en un lieu

Plusieurs facteurs influencent la température qui règne en un lieu :

- la latitude,
- la nature du sol,
- l'altitude,
- les vents dominants,
- la couverture nuageuse
- ainsi que la couverture de la surface du sol.

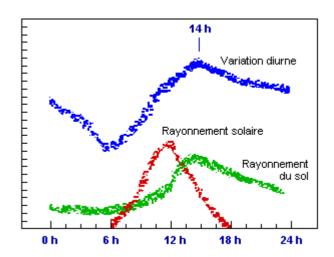
Source: Page 4/6

L'influence de la nature du sol et spécialement la différence entre la terre et l'eau est très importante. En effet, le sol présente une faible conductivité et seule la couche superficielle est réchauffée tandis que dans le cas de l'eau, la couche réchauffée est beaucoup plus épaisse du fait de sa conductibilité plus importante, des mouvements verticaux et horizontaux des courants chauds et froids, de sa plus grande capacité calorifique et de sa transparence. En conséquence, les océans constituent un réservoir calorifique et réduisent fortement l'amplitude des variations de température.

La température subit également une variation annuelle qui suit la variation du rayonnement incident et fonction de la position géographique par rapport aux océans et aux continents.

D'une manière nettement plus sensible nous observons également une variation diurne de la température de l'air résultant du rayonnement solaire et du rayonnement du sol. Le rayonnement solaire est maximum à midi locale mais étant donné que le rayonnement du sol culmine vers 14h locale, la température moyenne de l'air présente son maximum environ 2 heures après la culmination du Soleil.

La température minimale s'observe au moment où l'énergie solaire devient inférieure à l'énergie terrestre. Ce phénomène s'observe environ 1 heure après le lever du Soleil.



### Humidité

Une grande partie des phénomènes météorologiques est reliée à la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, dont la formation des nuages et tout ce qui s'y rattache.

### Vapeur d'eau et saturation

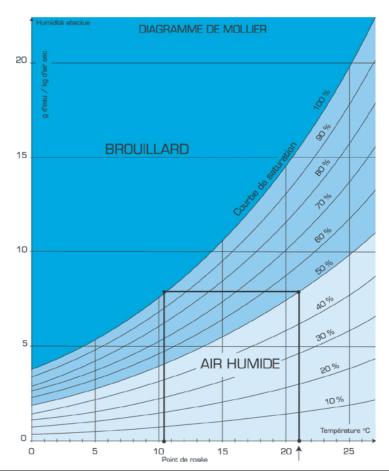
La vapeur d'eau est le seul gaz de l'atmosphère qui change d'état sous l'influence de légères modifications dans son environnement.

Sa transformation en gouttelettes ou en cristaux de glace amène la création de nuages; s'ensuivent d'autres réactions qui la font pluie, grêle, neige ou, près du sol, brouillard ou brume.

La quantité d'eau que peut contenir l'air sous forme de vapeur ( **humidité absolue** ) est variable en fonction de la température et de la pression.

# Plus l'air est chaud plus il peut contenir d'eau Plus la pression est élevée plus l'air peut contenir d'eau

On parle d'humidité relative, qui est la quantité d'eau contenue dans l'air rapportée à la quantité maximale qu'il pourrait contenir pour une température et une pression donnée. Ainsi une humidité relative de 100% correspond à de l'air totalement saturé en eau. Une humidité relative de 50% signifie que l'air pourrait contenir deux fois plus d'eau.



Source: Page 5/6

Au delà de 100% il y a changement de phase de la vapeur d'eau. Elle se condense, il y a formation de nuages, de pluie, de neige, de grêle etc...

L'air qui monte se détend et se refroidi, donc il se sature. Jusqu'à atteindre le **point de rosée** : il y a alors formation des nuages

L'air chaud saturé qui passe sur une surface froide (terre ou mer) se refroidi et il y a formation de **brouillard**.



### **CONCLUSION**

Ce qu'il faut surtout retenir des propriétés de l'air, c'est que l'atmosphère est composé de masses d'air ayant différentes propriétés en terme de :

- Pression
- Température
- Humidité

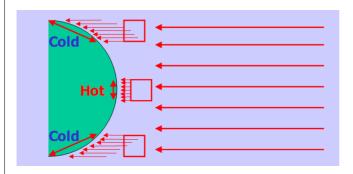
Les masses d'air sont donc hétérogènes et ont de la difficulté à se mélanger. Au point de rencontre de ces masses d'air (le front) se créent des zones de conflits appelées perturbations atmosphériques. L'enroulement des fronts sur eux même constituent les dépressions.

Source: Page 6/6

Circulation générale	Niveau: tous	Thème : Météorologie
Objet : La circulation générale de l'air dans l'atmosphère		Durée: 20 mn
		Matériel :

# L'INFLUENCE DU SOLEIL

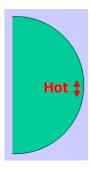
Les rayons du soleil frappent la terre parallèlement entre eux.

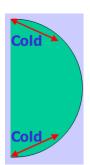


Il en résulte un réchauffement par unité de surface plus important à l'équateur qu'aux pôles.

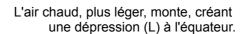
Les surfaces chaudes réchauffent l'air par conduction et radiation

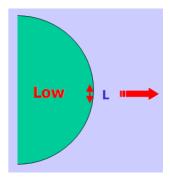
La surface de la terre réchauffe l'air, l'air s'expanse, devient moins dense et plus léger que l'air plus froid.

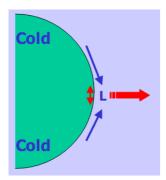




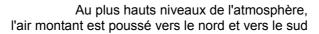
Les terres et les océans froids refroidissent également l'air par conduction Les surfaces froides refroidissent l'air. L'air se contracte, devient plus dense et plus lourd que l'air plus chaud

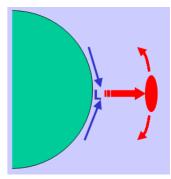






L'air chaud monte, l'air froid plus lourd est aspiré vers la dépression pour le remplacer.





Source: Page 1/7

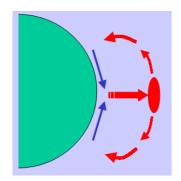
# Circulation générale

Niveau:

tous

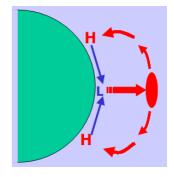
Thème:

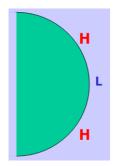
Météorologie



L'air chaud en se refroidissant retombe vers la terre. Il se crée une cellule de Hadley

L'air froid qui chute augments la pression en surface. Une zone de haute pression (H) est créée. En français on appelle cela un Anticyclone



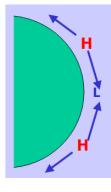


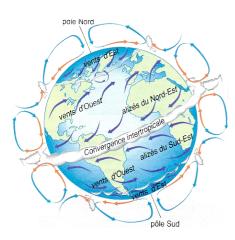
Un anticyclone est une zone de pression atmosphérique supérieure à 1013 Hecto Pascal (Hpa).

1 pascal =  $1 N / m^2$ 

1 Hpa = 100 pascals

L'air en surface est poussée en dehors de l'anticyclone (H) dans les deux directions nord et sud





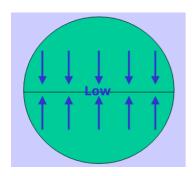
De proche en proche il se crée trois cellules par hémisphère, de l'équateur au pôle nord :

- Pôle
- Cellules polaires
- Ligne de front polaire
- Cellules de Ferrel
- Cellules de Hadley
- Équateur / Zone de convergence intertropicale

On remarque de d'une façon générale l'air se déplace des hautes pressions (anticyclones H) vers les basses pressions (dépressions L).

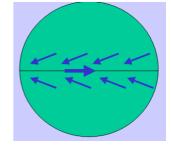
Source: Page 2/7

# LA ROTATION DE LA TERRE ET LA FORCE DE CORIOLIS



L'air qui se déplace vers l'équateur pourrait être représenté comme dans le schéma ci contre.

La terre tournant d'ouest en est, dévie le vent ainsi créé. Cette déviation est provoquée par une force appelée **force de Coriolis** 





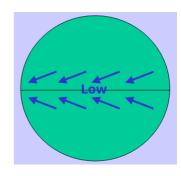
La force de Coriolis du mathématicien français Gaspard-Gustave Coriolis (1792 – 1843) est une force « fictive » inertielle qui ne s'observe que dans un référentiel tournant (ex : la Terre) par un observateur dans ce référentiel.

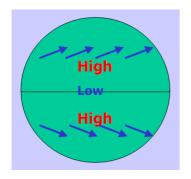
Un observateur dans l'espace ne pourrait pas observer cette force.

La force de Coriolis tend à faire dévier les particules en déplacement vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud.

Ainsi nous obtenons les alizés de nord-est et de sud-est de part et d'autre de l'équateur.

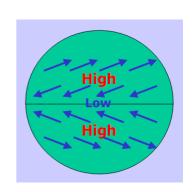
Les vents sont nommés à partir de la direction dont ils soufflent et non de celle vers où ils soufflent.



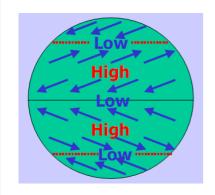


De façon similaire les vents sortants des hautes pressions son déviés vers l'est.

Synthèse de ce qui a été présenté. Les vents NE, SE, SW et NW sont en place

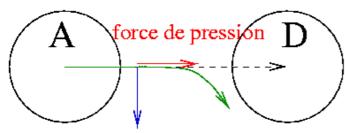


Source: Page 3/7



Du coté polaire des vents d'ouest ( 60° de latitude ). il y a une ligne de basse pressions : le front polaire. Ensuite il y a des vents d'Est.

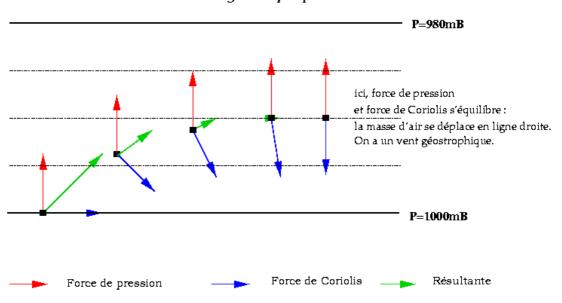
# **COMPLÉMENT SUR LA FORCE DE CORIOLIS:**



force de Coriolis

En pointillés, la trajectoire sans force de Coriolis. La vraie trajectoire est en vert.

### Formation d'un vent géostrophique



Source: Page 4/7

### LOI DE BUYS BALLOT

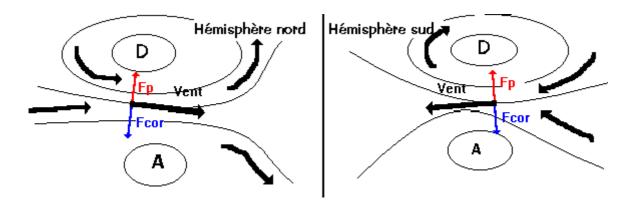
Buys Ballot, Christoph Hendrik Diederik (1817-1890), scientifique néerlandais, l'un des fondateurs de la météorologie moderne. Il est à l'origine d'un système international d'observation du temps.

Né à Kloetinge, il fait ses études à l'université d'Utrecht. Il fonde en 1854 l'Institut royal néerlandais de météorologie, dont il deviendra directeur. Il donne son nom à une règle suivant laquelle la direction des vents autour d'une dépression est différente selon que le centre de celle-ci se situe dans l'hémisphère Nord ou dans l'hémisphère Sud.



### Cette règle indique :

- premièrement, que dans l'hémisphère Nord la direction du vent compte tenu de son sens laisse les basses pressions sur sa gauche et les hautes pressions sur sa droite (la disposition inverse valant pour l'hémisphère Sud),
- deuxièmement, que la vitesse du vent est d'autant plus élevée que les lignes isobares sont plus resserrées.



Source: Page 5/7

### L'INFLUENCE DES CONTINENTS

La variation annuelle de la température est plus faible sur les océans que sur les continents, parce que la perte ou le gain par rayonnement y est plus faible; augmentant avec la latitude, elle est beaucoup plus marquée aux pôles qu'à l'équateur.

L'été, les continents se réchauffent beaucoup plus rapidement que les océans. Par conséquent, dès qu'une dépression thermique se forme sur le continent, elle fait accroître les pressions au-dessus de l'océan. L'inverse se produit en hiver.

En raison de l'importance de la masse thermique que représente l'eau des océans, exception faite des régions polaires, l'écart de température entre eux et les continents est beaucoup plus grand en hiver qu'en été.

Sur le continent, la dépression a tendance à se déplacer vers le Sud, où le réchauffement est plus intense,

alors que l'anticyclone subit le phénomène inverse.

Précipitations sur les continents

moins de 50 an 160 mm

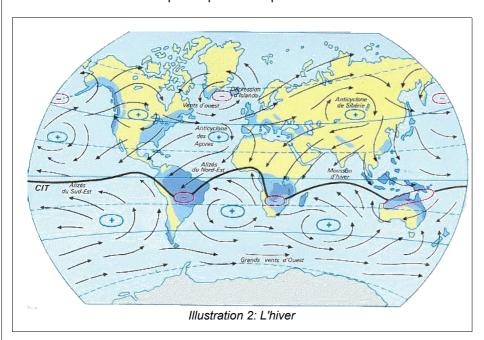
de 50 a 160 mm

Centre de hasse préssion (anticyclome)

plus de 150 mm

Illustration 1: L'été

L'eau et la terre absorbent la chaleur du soleil le jour et la restituent la nuit. Mais la comparaison s'arrête là. L'eau peut absorber beaucoup plus de chaleur et beaucoup plus profondément que la terre. Par contre la terre absorbe et restitue cette chaleur bien plus rapidement que l'eau.



C'est la raison pour laquelle il fait plus chaud à terre qu'en mer pendant la journée et c'est l'inverse la nuit.

Cette différence d'inertie thermique génère une plus grande stabilité de l'atmosphère au dessus des océans qu'au dessus des terres.

Il y a un certain nombre d'anticyclones dont la position est quasiment stable tout au long de l'année.

Les graphiques montrent la position de ces anticyclones en été et en hiver.

Source: Page 6/7

tous

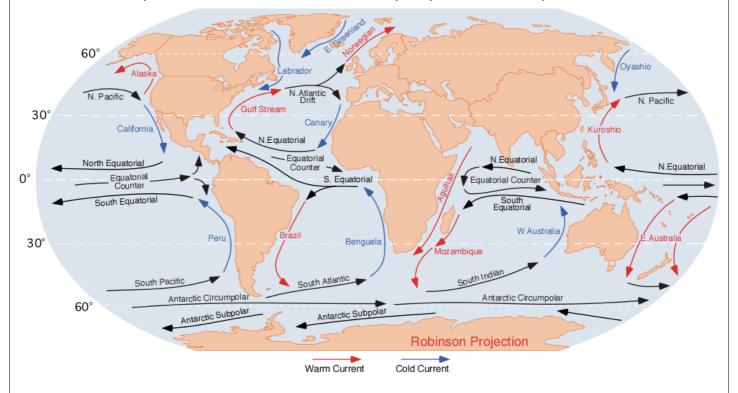
Thème:

Météorologie

# LES COURANTS OCEANIQUES

De manière similaire aux mouvements de l'atmosphère, l'eau des océans est animée de courants. Ces courants transportent une grande quantité de chaleur et participent à la dynamique climatique de la planète.

Les courants océaniques suivent en surface les courants atmosphériques comme décrit plus haut.



Source: Page 7/7

Dépression des zones tempérées	Niveau: Tous	Thème : Météorologie	
Objet : Description du cycle de vie d'une dépression		Durée: mn	
		Matériel :	

On parle aussi de perturbation. C'est un ensemble de phénomènes tels changements de température, de vents, de précipitations etc...

Une dépression est une machine thermique permettant l'élimination de l'énergie potentielle de masses d'air de températures différentes.

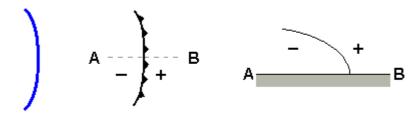
# Notion de front

Lorsque des masse d'air de températures différentes se rencontrent, la couche limite reste peu épaisse (quelques centaines de mètres à un kilomètre). Cette couche limite est appelé **front**.

Selon que l'air à l'arrière (dans le sens du déplacement) du front est froid ou chaud on parle de front froid ou de front chaud.

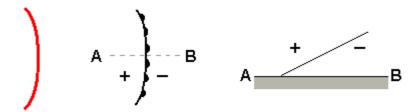
### Front froid

On représente les fronts froids par des lignes bleues ou des lignes avec des triangles. La surface frontale est arrondie. La pente est de 1/100.



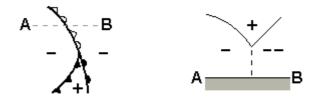
### Front chaud

On représente les fronts chauds par des lignes rouges ou des lignes munies de demi-cercles. La surface frontale est plus rectiligne, la pente est de 1/300.



### Front occlus

Lorsque la surface frontale se sépare du sol et monte en altitude on parle de **front occlus**. L'air chaud est repoussé en altitude.



Source: Page 1/4

### Dépression des zones tempérées

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

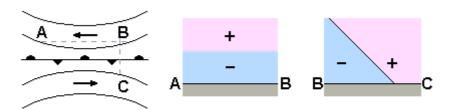
# La formation des dépressions : La cyclogénèse

Les dépressions des régions tempérées se forment le plus souvent dans les zones de rencontrent des masses d'air polaires froides et des masses d'air tropicales chaudes. Les rencontres des masses d'air hétérogènes sont favorisées par les courants marins.

Deux conditions sont nécessaires à la naissance d'une dépression :

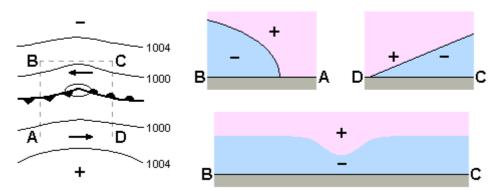
- des masses d'air en contact de températures différentes
- les conditions locales doivent être telles que ces masses d'air restent en contact.

Dans l'atlantique nord, les courants du Gulf Stream et du Labrador se rencontrent aux environs de Terre Neuve. Ces courants sont accompagnés de masses d'air de température différentes. L'arrivée de ces courants sur ce même lieu pousse les masses d'air à rester en contact.



L'air froid a tendance naturellement à passer sous l'air chaud (coupe BC).

Au départ stationnaire le front va évoluer. Le front et les isobares vont se courber en une ondulation initiale.



Les éléments qui font apparaître l'ondulation et en quel point du front elle apparaît sont encore mal connus. Les découvertes récentes tendent à donner ici une importance majeure aux Jets Stream, ces courants d'altitude à la limite de la troposphère et soufflant d'ouest en est à plusieurs centaines de nœuds de vitesse.

Au centre de l'ondulation, la dépression apparaît et va se creuser. A partir de ce moment la dépression et sa perturbation associée vont aller jusqu'au bout de leur évolution jusqu'à disparaître.

En atlantique nord la dépression qui naît sur Terre Neuve, va se déplacer vers l'est en se creusant, l'énergie va se dissiper en frottement (avec le sol / l'eau), énergie cinétique (vent et déplacement vers l'est) et précipitations. La dépression disparaît généralement en arrivant sur l'Europe de l'ouest.

Le ciel peut à ce stade présenter des cirrus peu visibles.

# Jeunesse de la dépressionnaire

Les fronts se mettent en place. Ils restent encore très ouverts. Le centre dépressionnaire commence à se déplacer vers l'est dans la direction et à 0,8 fois la vitesse du vent (géostrophique) dans le secteur chaud.

Source: Page 2/4

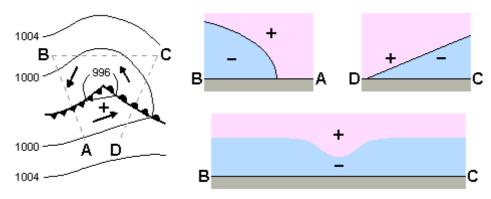
# Dépression des zones tempérées

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

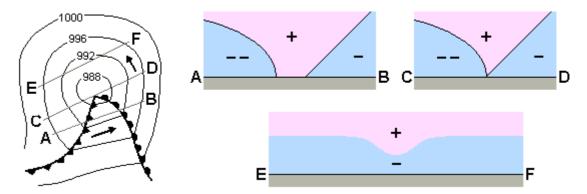


Les cartes 500Hpa donnent une idée plus précises de la direction de déplacement des dépressions.

### Maturité

La perturbation prend son aspect caractéristique.

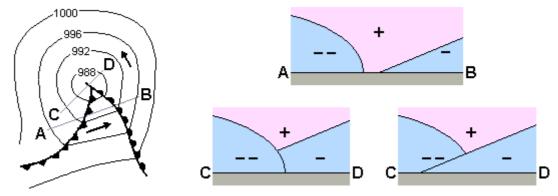
L'air rentrant dans la dépression, pour la combler, monte et ressort par le haut. Ce mouvement ascensionnel provoque un refroidissement, la vapeur d'eau se condense et il y a formation de nuages.



La vitesse de déplacement d'une dépression est de 15 à 40 nœuds. Le front froid se déplace à la vitesse de la dépression. Le front chaud se déplace à 0,8 fois la vitesse du vent (géostrophique) dans le secteur chaud.

Les isobares présentent une courbure brutale au niveau des fronts. Le centre est sans vent. La pression continue à baisser tant que l'air peut circuler dans la dépression et en sortir par le haut.

Le front froid va commencer à rattraper le front chaud.



Le front occlus commence à se former avec l'apparition du point triple. Progressivement le point triple va s'éloigner du centre dépressionnaire c'est le signe du vieillissement.

Source: Page 3/4

### Dépression des zones tempérées

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

# Vieillissement de la dépression, occlusion

Le front froid rattrape le front chaud. L'air chaud est repoussé en altitude, l'air ne sort plus de la dépression.

Le point triple est franchement séparé du centre dépressionnaire qui commence à se combler et à s'élargir. Les précipitations sont importantes au niveau de l'occlusion.

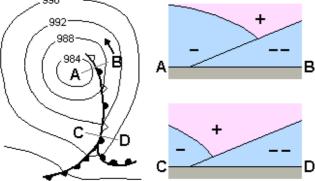
Le centre dépressionnaire ralenti, voire s'arrête. Les centres dépressionnaires de surface et d'altitude sont superposés. La bascule de vent au niveau du front est plus faible. La dépression se vide sur place par de fortes précipitations. Fronts chauds et froids continuent de tourner autour du centre et s'enroulant.

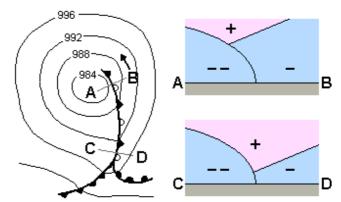
Tant que la courbure des isobares reste importante, le vent reste fort, surtout dans le sud-ouest de la perturbation.

Selon que l'air froid à l'avant du front occlus est plus froid ou plus chaud que l'air froid à l'arrière du front occlus, on parle de front occlus à caractère de front chaud ou à caractère de front froid.

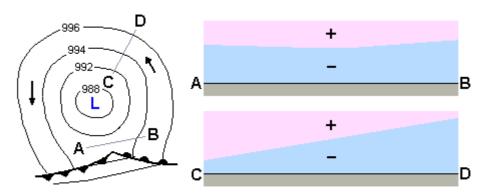
Front occlus à caractère de front chaud

Front occlus à caractère de front froid





# **Disparition**



- Le centre s'élargit encore
- La dépression se vide sur place sous forme de fortes précipitations
- Le vent peut encore rester fort sur la périphérie
- Les fronts peuvent avoir la tête en bas
- Attention, les fronts occlus rétrogrades sont souvent de lieu de naissance des dépressions secondaires violentes.

Source Page 4/4

Les nuages	Niveau: Tous	Thème : Météorologie
Objet : Connaître les différents nuages		Durée: mn
		Matériel :

### Formation et mécanisme

### Définition et formation

Un nuage est formé d'un ensemble de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace en suspension dans l'air. L'aspect du nuage dépend de la lumière qu'il reçoit et des particules qui le constituent. Un nuage se forme par condensation de la vapeur d'eau lorsque l'air humide se refroidit. Le refroidissement est provoqué soit par contact avec une surface plus froide, soit - le plus souvent - selon le processus : **Soulèvement > Détente** (Baisse de pression) **> Refroidissement** 

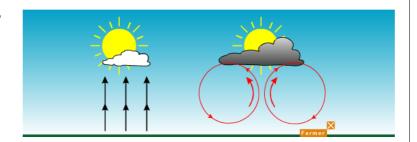
### Les mécanismes de refroidissement

### Convection

Le réchauffement du sol se communique à l'air qui, dilaté donc plus léger, se met à monter et se refroidit par détente.

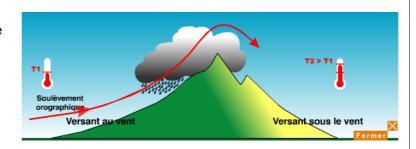
Les nuages de convection apparaissent d'autant plus facilement qu'il y a de l'air froid en altitude (masse d'air instable).

Les bases de tels nuages sont horizontales, leurs sommets évoluent en fonction de la température. Ils sont fréquents l'été sur terre, l'hiver sur mer.



### Soulèvement orographique

Le relief oblige la masse d'air à s'élever sur sa face au vent. La masse d'air s'élevant, sa température s'abaisse et peut atteindre le seuil de saturation. Un nuage se forme alors sur le versant au vent et se dissipe sur le versant sous le vent.



### Soulèvement frontal

Dans une perturbation en mouvement, l'air chaud est soulevé à l'avant par la masse d'air froid antérieur (front chaud).

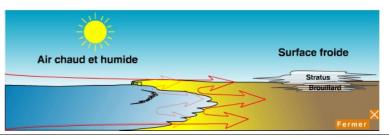
L'air froid postérieur rejette l'air chaud en altitude (front froid).

Le long des fronts se forment les nuages.

# FRONT FROID FRONT CHAUD air chaud air froid postérieur air froid antérieur

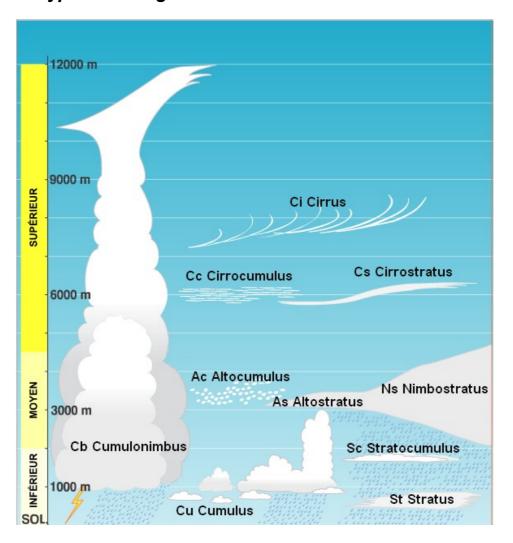
### Refroidissement par la base

Ce mécanisme conduit à la formation de nuages bas ou brouillard. Il est fréquent l'hiver à l'approche d'un masse d'air doux et humide venant de l'Atlantique. On l'observe l'été en mer lorsque de l'air relativement doux arrive sur des eaux froides.



Source: www.meteo.fr Page 1/16

# Les différents types de nuages



Les nuages sont classés selon leur forme :

- Cirriformes
- Statiformes
- Cumuliformes

Ou l'altitude, on ajoute les préfixes

- Cirro
- Alto ou Nimbo
- pas de préfixe

Source: www.meteo.fr Page 2 / 16

# **Nuages cumuliformes**

Nous avons tenté de regrouper ici une série de photos de nuages à caractère convectif.

Ces nuages, **souvent considérés comme les plus beaux** de par leur aspect bourgeonnant et leur fort développement vertical, ont des tailles caractéristiques pouvant aller de la dizaine de mètres à la dizaine de kilomètres. Tantôt dévastateurs, tantôt nuages de beau temps, ils peuvent prendre une infinité de formes différentes et laisser libre cours à notre imagination...

**Ne nous y trompons pas** : chez les plus gros (Cumulus congestus, Cumulonimbus), **les courants verticaux peuvent atteindre la centaine de km/h**, produisant de fortes ascendances et subsidences, parfois dévastatrices. C'est grâce à cette formidable énergie mise en jeu qu'apparaissent grêle, tornades, micro-bursts, ...

# Altocumulus floccus (Ac flo)

Nice (Alpes-Maritimes), vers le Nord, 29 décembre 1996 à 12h15

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)



Ces petits flocons arrondis et dispersés sont typiques de l'espèce floccus. Les trainées en-dessous de chaque nuage sont des chutes de particules de glace qui s'évaporent avant d'atteindre le sol. Bien que ce ne soit pas une obligation, les Ac flo apparaissent souvent en atmosphère instable, propice au développement de nuages bourgeonnants. Ce n'était pas le cas lorsque cette photo a été prise mais il n'est pas rare d'observer sur la Cote d'Azur des nuages un peu "exotiques"....

# Cirrocumulus stratiformis undulatus (Cc str un)

Sainte-Anne d'Auray (Bretagne), un soir de juillet 1997

Auteur : Laurent Caralp (© Météo-France)

Ce soir-là, les Cc étaient particulièrement bien développés, occupant presque tout le ciel. Les rouleaux très marqués et orientés quasiment tous dans la même direction justifient la variété undulatus On peut distinguer des ombres sur ces Cirrocumulus, particulièrement au premier plan, à gauche. Elles sont dues au fait que le cliché a été pris au soleil couchant, car théoriquement on ne distingue pas d'ombre sous un Cc...



Source: www.meteo.fr Page 3/16

# Cumulus humilis (Cu hum)

Toulouse (Haute-Garonne), vers le Nord-Est, 5 juin 1997 à 15h55

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)

Le Cumulus est le nuage de beau temps dans l'esprit de beaucoup de personnes car il suit généralement un passage pluvieux, donnant le ciel de traine cher aux présentateurs de la télévision. Plus large que développé verticalement, le Cu hum ne donne pas de précipitations.

Des Cirrus voilent un coin du ciel dans le haut de la photo...



# Zone de Cumulus fractus et humilis (Cu hum)

Quelque part entre Paris et <u>Toulouse</u>, 6 juin 1997

Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)

Les Cumulus fractus sont les nuages déchiquetés et les humilis sont ceux de taille un peu supérieure. On voit ici que ces Cumulus sont relativement localisés (conditions atmosphériques favorables). Ici, on peut les assimiler à des Cumulus de beau temps; on distingue d'ailleurs leur ombre sur les champs. La base de ces nuages doit avoisiner les 1500 mètres.



# Cumulus fractus (Cu fr)

Cirque de Mafate (La Réunion), février 1996, dans la matinée

Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)

Dans un site tellement merveilleux, comment ne pas trouver un ou deux nuages à photographier? Ces petits Cumulus (de l'espèce "fractus") sont comme "accrochés" à la falaise. Ils sont dus certainement à la présence de la vallée... Certains matins, le cirque de Mafate se prète à un jeu savant de cache-cache avec les nuages (d'abord des stratus matinaux de vallée, puis des cumulus fractus plus ou moins denses) : pendant des dizaines de minutes, une mer de nuages est devant le spectateur... puis tout à coup, lever de rideau!... et le cirque de Mafate se dévoile pudiquement, majestueusement éclairé par le soleil... Quel spectacle!



Source: www.meteo.fr Page 4 / 16

# Cumulus congestus (Cu con)

Barbotan les Thermes (Gers), vers le Nord, 22 juin 1997 à 13h50

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)

Cet impressionnant nuage bourgeonnant est un Cumulus congestus car il est plus développé verticalement que large : la base est à 500 mètres alors que le sommet peut atteindre 5000 à 6000 mètres.

Le Cumulus congestus est un nuage dangereux porteur d'averses. Lorsqu'il est à un tel stade de développement en milieu de journée, il dégénère souvent en Cumulonimbus, le fameux nuage d'orages (ce fut le cas ce jour-là).



Quelque part entre Paris et Toulouse, 23 juillet 1997 en soirée

Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)

Cumulus congestus qui se démarque bien des autres nuages par sa taille imposante qui augmente rapidement. Son sommet doit sûrement atteindre ici les 6000 mètres. Ce nuage, une fois arrivé à maturité, peut provoquer des orages.

# Cumulonimbus calvus (Cb cal)

Olympie (Grèce), juillet 1994 en soirée

Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)

Presque capillatus Cet aspect encore très bourgeonnant nous donne à penser qu'il s'agit très probablement d'un Cumulonimbus calvus. Cependant, il commence à s'étaler sous forme d'enclume au niveau de son sommet (vers 10-12 km d'altitude) : on aperçoit des signes précurseurs (nuages cirriformes) à son extrémité gauche.

De tels nuages sont à l'origine des violents orages méditerranéens qui frappent la Grèce.







Source: www.meteo.fr Page 5 / 16

# Cumulonimbus capillatus incus (Cb cap)

Toulouse (Haute-Garonne), vers l'Est, 4 juillet 1997 à 21h05

Auteur : François Gautier (© Météo-France)

Ce nuage est l'un des plus beaux mais aussi le plus dangereux : il donne souvent de violents orages, parfois accompagnés de grêle et très rarement (du moins en France) de tornades. Son extension verticale atteint 10 à 11 km sous nos latitudes, et 15 à 16 km au niveau de l'équateur. En son sein règnent des courants ascendants et descendants si forts que les pilotes d'avions ont l'interdiction formelle de les traverser (ce qui serait une tentative suicidaire...).



La puissance développée par un tel nuage est difficile à imaginer. A titre d'exemple, la catastrophe de Nîmes en 1988 a été causée par un seul Cumulonimbus qui a stationné sur la ville pendant quelques heures.

La différence entre les espèces calvus et capillatus (spécifiques aux Cb) se situe dans le sommet : s'il paraît chevelu, c'est un capillatus, sinon il est calvus (chauve en latin). Pour les capillatus, si le sommet ressemble à une enclume, le nuage est qualifié d' incus.

# Cumulonimbus capillatus incus mamma (Cb cap)

Aéroport d'Orly (région parisienne),

4 janvier 1998, 17h

Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)



Le sommet de ce Cb cap éclairé par l'astre couchant peut atteindre les 8000 ou 9000 mètres. On distingue sur son flanc des protubérances (mamma) semblables à des mammelles. C'est le nuage d'orage par excellence.

Source: www.meteo.fr Page 6 / 16

# **Nuages stratiformes**

Mal-aimés, car **généralement associés au temps bas et maussade**, les nuages stratiformes sont aussi assez peu photogéniques car uniformes... quoique !

Il suffit de trouver le bon moment et le bon endroit...

# Altocumulus stratiformis (Ac str)

Toulouse (Haute-Garonne), 22 octobre 1997 à 8h

Auteur: Francois Gautier (© Météo-France)



Cette impression de ciel en feu est aussi esthétique que brève : en 3 minutes, le ciel est passé du noir au bleu avec cette couche de nuage d'un blanc éclatant. Il faut être à l'affut pour réussir une telle photo ! Par contre, pas de matériel spécial de type filtre ou temps de pose long...

Les Altocumulus sont des nuages de moyenne altitude (vers 3000 mètres)

# Stratocumulus mamma (Sc mamma)

Toulouse (Haute-Garonne),

25 janvier 1998 Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)

Ce nuage bas possède des protubérances pendantes à sa surface inférieure et ayant l'aspect de mamelles : ceci est du à la présence d'une grande quantité d'eau dans le nuage.



Source: www.meteo.fr Page 7 / 16

# Stratocumulus stratiformis perlucidus translucidus (Sc str pe tr)

Toulouse (Haute-Garonne), vers le Sud-Ouest, 30 novembre 1996 à 15h55

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)

Banc de Stratocumulus précédant l'arrivée d'une perturbation, comme le témoigne la base plus sombre des nuages vers l'Ouest.



# Stratus (St)

Saint-Antonin Noble Val (Tarn-et-Garonne), 15 octobre 1997 dans la matinée Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)

La vallée de l'Aveyron est recouverte par un Stratus peu épais (puisqu'un pic dépasse du nuage).

Le Stratus est le type même du nuage mal aimé : responsable du temps d'hiver gris et bas, voire faiblement pluvieux, il est en plus peu photogénique, sauf lorsqu'il est vu de dessus comme ici...



Source: www.meteo.fr Page 8 / 16

# **Nuages cirriformes**

Les nuages cirriformes sont avant tout des nuages d'altitude.

Ils se présentent sous la forme de filaments, fins cheveux ou voile ténu. Leur blancheur est le reflet de leur composition (cristaux de glace essentiellement).

# Cirrus fibratus (Ci fib)

Toulouse (Haute-Garonne),

10 mai 1997

Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)



Cirrus fibratus composé de cristaux de glace (altitude supérieure à 7000 mètres). On peut le comparer à des cheveux, d'où le terme "fibratus".

# Cirrus floccus (Ci flo)

Toulouse (Haute-Garonne), vers le Nord-Est, 31 octobre 1997 à 15h30

Auteur : François Gautier (© Météo-France)

Des nuages de cette forme sont assez rares : généralement, les Ci flo se présentent comme de petits flocons arrondis et espacés. Ici, il n'y a qu'un seul flocon d'une taille nettement supérieure à la moyenne.

Les traînées en-dessous sont des précipitations de cristaux de glace qui s'évaporent avant d'atteindre le sol. Elles sont appelées virga.

Le Ci flo est un nuage d'instabilité qui apparaît en période orageuse.



Source: www.meteo.fr Page 9 / 16

# Cirrus fibratus (Ci fib)

Toulouse (Haute-Garonne), au zénith, 21 mars 1997 à 18h30

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)

**Exemple typique de l'espèce fibratus**. Les Ci fib sont souvent les premiers nuages annonciateurs de l'arrivée d'une perturbation puvieuse. Ce sont les nuages les plus élevés (de 8000 à 12000 mètres).



# Cirrus spissatus (Ci spi)

Nice (Alpes-Maritimes), vers l'Ouest, 19 août 1997 à 14h05

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)



Le Ci spi est le nuage d'aspect fibreux au milieu de la photo; le nuage en forme de chou-fleur dans le bas de la photo est le sommet d'un Cumulus congestus.
Les Cirrus spissatus apparaissent souvent en période orageuse, surtout l'été. Ce sont des nuages denses généralement situés entre 6000 et 8000 mètres d'altitude.

Source: www.meteo.fr Page 10 / 16

# Cirrocumulus lenticularis undulatus (Cc len un)

Toulouse (Haute-Garonne), au zénith, 15 septembre 1997 à 8h35

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)



Ces nuages élevés (vers 8000 mètres) ont la forme en amande ou en lentille caractéristique de l'espèce lenticularis. Ceux-ci sont appelés undulatus car ils donnent l'impression de présenter des ondulations. La proximité du soleil sur la droite de la photo explique que cette zone est plus brillante.

Source: www.meteo.fr Page 11 / 16

# **Nuages orographiques**

La montagne est un site merveilleux pour les amateurs de nuages, entre autres parce qu'ils y évoluent très rapidement et aussi parce qu'on y trouve des espèces spécifiques.

# Altocumulus lenticularis (Ac len) (nuage d'onde)

Barèges (Hautes-Pyrénées), le 24 février 1998 vers 10h30

Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)



Ces altocumulus sont des nuages caractéristiques de montagne. Ils sont générés par le soulèvement orographique et évoluent très rapidement.

Leur aspect en forme de "soucoupe volante" ou d'assiettes empilées (certains amateurs y verront même la forme d'un cigare...) leur imposent cette espèce "Lenticularis".

# Altocumulus lenticularis (Ac len) (nuage d'onde)

Barèges (Hautes-Pyrénées), le 24 février 1998 vers 11h30

Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)

L'appellation "Lenticularis" porte ici à discussion. En effet, ces nuages sont tellement déchiquetés par l'effet du vent violent qui souffle en altitude qu'ils perdent leur caractère lisse et soudé. Cette situation a été extrèmement changeante, avec une rapidité assez déconcertante. Une photo prise quelques secondes plus tard est totalement différente (on ne voit plus que les 2 blocs lenticulaires).



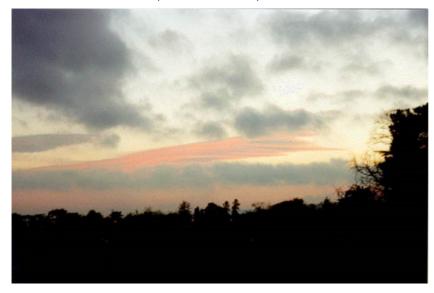
Source: www.meteo.fr Page 12 / 16

# Altocumulus lenticuaire à travers des Stratus fractus (St fra & Ac len)

Toulouse (Haute-Garonne), vers l'Est,

16 janvier 1997 à 8h10

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)



En rouge, un Altocumulus lenticulaire typique, avec une forme en lentille optique. En noir, le brouillard termine de se dissiper sous forme de Stratus fractus très bas

C'est le soleil levant qui est responsable de la coloration de l'Altocumulus.

### Phénomènes visuels

Il n'est pas facile en France de photographier des tornades ou des dust-devil... **Les Australiens et les Américains sont des spécialistes car ils habitent dans un laboratoire naturel.** Cependant, les phénomènes ne manquent pas... halo, arc-en-ciel, foudre, irisations... Notre album est loin d'être complet!

Nous avons également regroupé ici quelques photographies "artistiques" qui ne sont pas vraiment la trace d'un phénomène atmosphérique particulier, mais juste une belle prise de vue.

# Couronne solaire engendrée par des Altocumulus

Killarney (Irlande),11 août 1997

Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)



On distingue une série de 3 anneaux colorés centrés sur le soleil et de rayon relativement faible. L'anneau intérieur est violet, l'anneau extérieur est rouge. La couronne est due à la diffraction de la lumière par de très petites particules.

Source: www.meteo.fr Page 13 / 16

# Cirrostratus nebulosus (Cs neb)

Toulouse (Haute-Garonne), 15 janvier 1998, 10h Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)

Cirrostratus nebulosus qui présente en effet un voile nébuleux. La présence d'un halo de 22° (cercle de rayon angulaire égal à 22°) permet de le reconnaître. Il n'est pas facile de photographier un tel phénomène car le soleil éblouit, d'où la nécessité de le cacher.

Cet halo solaire est un anneau lumineux blanc qui présente une frange rouge sur son bord intérieur. La partie du ciel située à l'intérieur de l'anneau est nettement plus sombre que le reste du ciel.



# Soleil levant à travers des Altocumulus floccus (Ac flo)

Toulouse (Haute-Garonne), vers l'Est, 23 septembre 1997 à 8h

Auteur : Francois Gautier (© Météo-France)



Subtil jeu de cache-cache entre les nuages et les rayons du soleil pour une photo qui ne nécessite ni temps de pose long, ni filtre particulier. Autrement dit, un simple appareil jetable peut faire l'affaire!

Si le soleil avait été sous l'horizon, ces rayons auraient été appelés crépusculaires.

Source: www.meteo.fr Page 14 / 16

### Arc-en-ciel

Houilles (Yvelines), août 1997, en soirée Auteur : Frédéric Jourdain (© Météo-France)

Cet arc-en-ciel est apparu après une averse avec un soleil en phase descendante. On observe ici l'arc-en-ciel principal avec les couleurs les plus vives. Le ciel est plus lumineux à l'intérieur de l'arc et on remarque également des arcs surnuméraires sur la gauche de l'arc principal (dus à des interférences). Enfin, l'arc-en-ciel secondaire (à droite de l'arc principal) est beaucoup moins lumineux. A noter cette fois-ci que le rouge est à l'intérieur et non à l'extérieur comme sur l'arc principal.



# Enclume de Cumulonimbus capillatus (Cb cap)

Nice (Alpes-Maritimes), vers l'Est, 29 juillet 1997 à 21h



Le soleil couchant donne à cette partie supérieure de ce Cb cap, nommée enclume en raison de sa forme caractéristique, cette coloration spectaculaire. De petites protubérances, appelées mamma, sont visibles dans le coin inférieur droit.

Lorsque les mamma se cantonnent à l'enclume, pas de problème majeur; mais si elles apparaissent sous la base du Cumulonimbus, il faut alors s'attendre à un violent orage...

Source: www.meteo.fr Page 15 / 16

# Coup de foudre

Soyaux (Charente), août 1969 Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)

On jurerait que la foudre est bel et bien tombée... sur la maison d'en face. En réalité, elle est tombée un peu plus loin, dans le bois...

Coup de foudre, ou coup de bol? Cette photographie a en effet été prise sans temps de pose, "au feeling".

Cela se voit, d'ailleurs, car le canal de foudre a déjà perdu de son intensité (le temps de réaction!), ainsi que ses éventuelles branches annexes.



# Coup de foudre

Toulouse (Haute-Garonne), 6 juillet 1998, 23h20, vers le Nord-Ouest Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)

Ce coup de foudre a été pris "au vol", avec un temps de pose minimal (de l'ordre de 1 ou 2 secondes), lors d'un orage particulièrement violent sur l'agglomération toulousaine. La largeur du canal de foudre permet de conclure quant à la violence de l'impact.
On distingue le foyer des élèves, matérialisé par la petite lumière verte sur la gauche (non, ce n'est pas X-files!).



# Coup de foudre

Toulouse (Haute-Garonne), 3 septembre 1998 vers 21h15 Auteur : Frédéric Pluviaud (© Météo-France)

L'orage a grondé ce soir-là dès 21h sur la région toulousaine. En ce début de mois de septembre, le soleil n'était pas encore complètement couché... C'est pour cette raison qu'il a été assez difficile de capturer un coup de foudre ce soir-là! Cette prise de vue a été effectuée à l'aide de la pose B (environ 20 secondes). Une couche de nuages plus épais et plus près cachent une partie du coup de foudre.

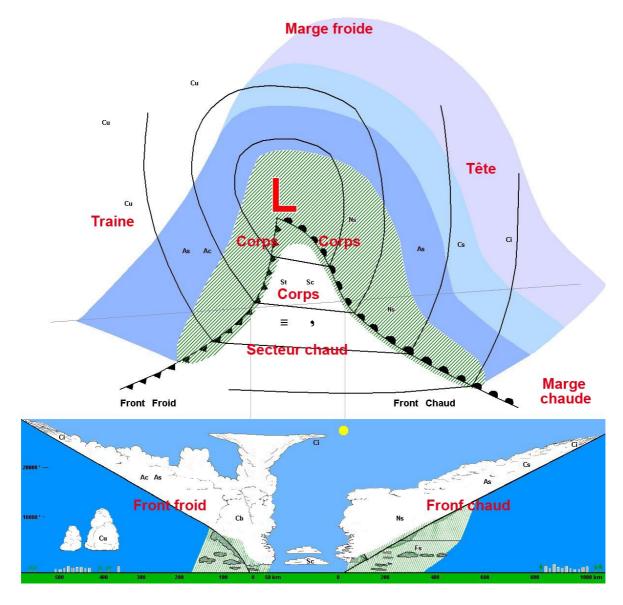


Source: www.meteo.fr Page 16 / 16

Anatomie d'une dépression	Niveau :	Tous	Thème :	Météorologie
Objet : Description des différentes parties d'une dépression atlantique		Durée :	30 mn	
	Matériel :			

Les nuages ne se promènent pas au hasard dans le ciel. Leur répartition constitue un véritable système nuageux.

Un observateur situé dans l'axe du déplacement de la perturbation voit passer successivement la tête, le corps, le secteur chaud et la traîne de ce système. Un observateur situé un peu plus au nord n'en verra que la marge froide ; situé un peu plus au sud, il subira la marge chaude et, parfois, la zone de liaison qui relie cette perturbation à la perturbation suivante. En connaissant les différents aspects que peut prendre le ciel , il est donc possible de voir venir une perturbation et de se situer par rapport à elle.



La taille moyenne d'une perturbation est généralement comprise entre 1000 et 2000 kilomètres. Il est facile de suivre son passage à partir de la direction du vent. Au niveau de la tête le vent souffle du sud-ouest, virant à l'ouest lors du passage du corps, puis au nord-ouest dans la traîne.

Voyons, du point de vue des nuages, la structure d'une perturbation-type.

Source: Page 1/5

### Anatomie d'une dépression

Niveau:

Tous

Thème: Météorologie

# LA TÊTE

A l'avant de la perturbation, on découvre un ciel peuplé de cirrus, qui sont bientôt suivis d'un voile de cirrostratus ou d'altostratus peu épais. La pression baisse lentement, tandis que le vent s'oriente au secteur sud en fraîchissant.

La tête du système correspond à l'arrivée d'air chaud et humide en altitude. Elle débute loin en avant (plus de 500 km) de la partie centrale de la perturbation. L'air chaud s'élevant lentement au-dessus de l'air froid se détend ; à 6 000 m d'altitude, la vapeur d'eau qu'il contient se transforme en cristaux de glace. C'est pourquoi les premiers nuages à apparaître sont des cirrus, genre uncinus (en forme de virgules), ou fibratus (fibreux). Ces « émissaires », arrivant en général de l'ouest ou du sud-ouest, annoncent l'approche de la perturbation. Le ciel reste clair et des cumulus de beau temps peuvent encore s'y promener, mais ils s'aplatissent car la convection s'essouffle. La lumière est souvent belle et les lointains sont nets. Des halos apparaissent autour du soleil ou de la lune (altostratus).



Cirrus fibratus

La présence de cirrus et de cirrostratus n'est cependant pas le signe certain que l'on est dans la tête d'une perturbation, car on les voit aussi dans la marge froide, où le temps s'améliore vite.

Si, ensuite, les cirrostratus, des altostratus translucidus, légèrement bleutés, montrent le bout de leur nez, c'est que le corps de la perturbation approche. En été, les cirrus sont moins bien organisés et rarement suivis de cirrostratus. Ils peuvent même être absents, les seuls nuages de tête étant alors des altocumulus en dalles.



Cirrus uncinus





Source Page 2/5

### Anatomie d'une dépression

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

### LE CORPS

Une couche d'altostratus ou de nimbostratus continue envahit le ciel lorsque le corps arrive. Elle se double de nuages bas déchiquetés donnant des pluies continues. La pression baisse et atteint son minimum au passage du front chaud. Le vent passe du sud au sudouest, puis à l'ouest, la masse d'air chaud pénètre alors dans la partie basse de la troposphère. À l'altostratus translucidus succèdent des altostratus de plus en plus épais, il commence à pleuvoir, bien que la visibilité reste assez bonne, jusqu'au moment où apparaissent les «diablotins» (fractostratus), ces petits nuages sombres qui filent sous la voûte grise des nuages supérieurs.

L'énorme Nimbostratus qui leur succède va engendrer des heures de pluie continue. La visibilité devient médiocre au passage du front chaud, puis le thermomètre remonte tandis que le baromètre est au plus bas. Le vent vire nettement pour venir au sud-ouest ou à l'ouest, avec des bourrasques. Durant le passage du secteur chaud, la pluie peut être remplacée par de la bruine, puis le plafond s'élève, sous forme de stratocumulus. Si l'on se trouve au sud de la perturbation, dans la zone qui la relie à la perturbation suivante, la visibilité est mauvaise en hiver; en été, cette zone de liaison est moins nuageuse.



Fractostratus (diablotins)

Comme l'air froid postérieur repousse violemment le reste de la masse d'air chaud en altitude, celle-ci devient instable et engendre des cumulus congestus ou des cumulonimbus formant une ligne de grains, au passage de laquelle on enregistre bourrasques ou orages. À l'arrivée du front froid, le vent redescend au sud-ouest avant de repasser au nord-ouest. Enfin, le soleil revient, mais il fait plus frais.



Nimbostratus envahissant : pourquoi sortir sous le nebulosus ?



Stratocumulus

Source Page 3/5

### Anatomie d'une dépression

Niveau: Tous

Thème:

Météorologie

## **LA TRAÎNE**

Cette partie arrière du système nuageux est caractérisée par un **ciel clair mais variable**, avec alternance d'éclaircies et de passages nuageux, donnant des **averses, des grains ou des orages**. I.e baromètre remonte rapidement, avec un vent du nord-ouest. L'air froid fait chuter le thermomètre, alors que le baromètre remonte.

Le ciel de traîne est parsemé de nuages bourgeonnants, générateurs de grains ou d'averses. La **visibilité est très bonne** dans les éclaircies, par un beau ciel bleu, mais le vent reste fort. Le ciel peut prendre parfois une teinte vert pâle qui caractérise l'air polaire. L'été, les traînes sont marquées moins nettement, elles présentent surtout des cumulus et des cumulus congestus, parfois accompagnés d'altostratus et de bancs de stratocumulus. Cette traîne peut atteindre un millier de kilomètres de large, son passage s'étalant sur plus de 24 heures. Souvent on voit apparaître aussitôt les premiers cirrus de la perturbation suivante.

Mais si le vent repasse au nord, c'est qu'il n'y a pas d'autre perturbation à venir dans l'immédiat.



Cumulus Congestus

Cumulonimbus

### **LES MARGES**

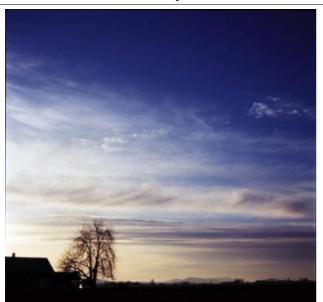
La marge froide survole les observateurs situés un peu au nord de la perturbation.

Les systèmes perturbés passent trop au nord pour que l'on observe, sous nos latitudes, des ciels de marge froide. Cela peut néanmoins se produire en hiver, mais il ne faut pas le confondre avec un ciel de tête. Le ciel de marge froide présente un voile de cirrostratus succédant parfois à des cirrus. La pression baisse et le vent s'oriente au sudest. Mais ce voile, au lieu de s'épaissir, se désagrège peu à peu, laissant place à un ciel de traîne peu actif. La pression remonte et le vent, au lieu de descendre vers le sud, passe à l'est pour atteindre finalement le nord.

La marge chaude est plus fréquemment observée, car il suffit de se trouver au sud de la perturbation. On voit alors des cirrus et des cirrocumulus. La présence fréquente de l'altocumulus lenticularis, de cirrocumulus et surtout l'aspect changeant du ciel indiquent que l'on se trouve dans une marge chaude, où les variations de la pression et du vent sont très lentes. Le ciel ne se couvre jamais complètement, et le ciel d'intervalle réapparaît ensuite.

Source: Page 4/5

## Anatomie d'une dépression



Ciel de marge froide

Niveau: Tous



Météorologie

Thème :

Altocumulus lenticulatis

Source: Page 5/5

 Météo locale : Effets de site
 Niveau : Tous
 Thème : Météorologie

 Objet : Modifications du flux général due à la présence de la côte et des reliefs éventuels
 Durée : mn

 Matériel :
 Matériel :

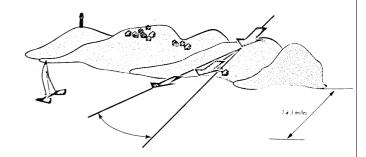
Source de ce document : Des dessins et des textes dans ce document sont issus du livre de Jean-Yves Bernot : Météo et Stratégie

### Les phénomènes physiques à l'œuvre

#### La différence de frottement entre la terre et la mer

Au dessus de la surface le flux est dévié vers les basses pressions. 20° sur mer et 40° sur terre. Sur les côtes basses ce phénomène est prépondérant.

Ex: Côte Charentaise

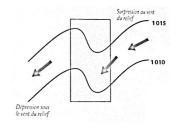


#### Canalisation par les reliefs (falaises, vallées, pointes)

Ce phénomène est prépondérant sur les côtes moyennement élevées. Le flux est guidé par le relief.

### Modification du champ de pression

Au voisinage des côtes élevées on trouve un accroissement de la pression au vent du relief et une diminution sous le vent de celui-ci. Ex : La Corse



### Amplitude des effets de site

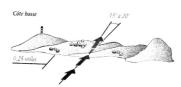
L'amplitude des phénomènes dépend de la stabilité de la masse d'air et de la vitesse du vent.

- Plus l'air est instable moins les effets de site sont importants. L'instabilité homogénéise les vitesses au sein du flux, les différences ont tendance à vite se régulariser et ne s'étendent pas très loin au large.
- Plus l'air est stable plus les différences de vitesses de flux peuvent perdurer et plus les effets s'étendent géographiquement.
- Plus le vent est fort plus les turbulences internes du flux sont importantes ce qui réduit les effets de site.
- Par vent faible, les turbulences internes du flux sont réduites et les effets de site sont de grande ampleur.

### Vent venant du large sur une côte rectiligne

Vent quasi perpendiculaire à la côte

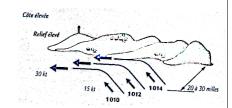
Côte basse : pas d'effet sur l'eau,





• Côte moyenne : : coussin au vent de la côte de 5 à 12 fois la hauteur du relief en fonction de la stabilité de l'air

 Côte élevée : Surpression au vent du relief, accélération et rotation du vent à gauche



### Météo locale : Effets de site

Niveau: To

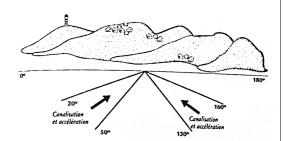
Tous

Thème:

Météorologie

#### Vent attaquant une côte obliquement en venant du large

- Pas de coussin au vent
- Renforcement du vent par canalisation le long du relief pour une côte moyenne à élevée

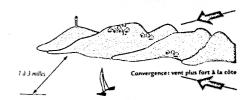


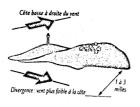
## Vent quasi parallèle à la côte

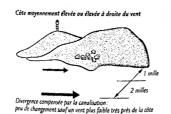
Maxi 20° de la côte

# Côte à droite du vent (dans le sens du vent) : vent soufflant parallèlement à la côte

Le frottement à la côte provoque une rotation de 20° à gauche et donc une une convergence des flux à la côte avec un renforcement du vent sur une bande de 1 à 3 milles







Côte moyenne : il y a un dévent

sur 10 à 15 fois la hauteur de la côte

## Côte à gauche du vent (dans le sens du vent): vent soufflant parallèlement à la côte

Pour les mêmes raisons, il y a divergence du flux à la côte.

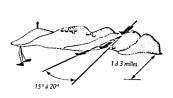
- Côte basse : Il y a moins de vent à la côte
- Côte moyenne à élevée : Il y a moins de vent à la côte et une accélération par canalisation entre 1 et 3 milles de la côte

### Sous le vent d'une côte : les dévents

Vent sortant quasiment perpendiculairement à la côte

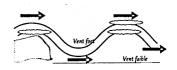
Côte moyennement élevée vent un pev

 Côte basse : seulement une rotation de 20% à droite par diminution du frottement



- Côte élevée : En fonction des conditions il peut y
- Côte élevée : En fonction des conditions il peut y avoir un dévent jusqu'à 30 fois la hauteur du relief.
   Il peut exister un contre courant à la côte. Le flux peut prendre une forme de vague ou d'onde avec des succession de vents forts et faibles en



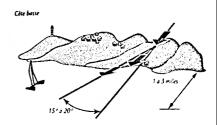


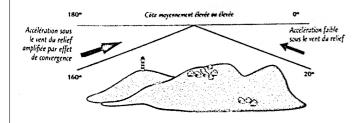
s'éloignant de la côte. Des nuages lenticulaires caractéristiques peuvent se former. Mistral / Tramontane

#### Vent de terre quittant une côte obliquement

Il peut apparaître une accélération sous le vent de la côte avec un effet d'aile comme sous le vent d'une voile

• Côte basse : rotation de 20° à droite par diminution du frottement



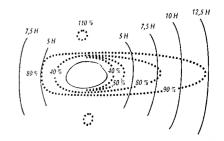


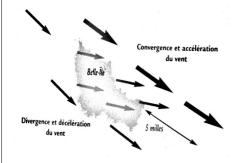
 Côte moyenne ou élevée : Accélération surtout si côte à droite du vent (effet de convergence déjà vu). Sur les côtes élevées la modification du champ de pression peut être sensible.

### Influence des obstacles et des reliefs isolés

### Reliefs peu élevés de petite taille

Le vent passe par dessus facilement. Coussin au vent jusqu'à 5 hauteurs, dévent sous le vent jusqu'à 12 hauteurs. Il y a une légère accélération à droite et à gauche de l'obstacle.



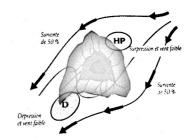


### Reliefs peu élevés de grande taille

Ex : Belle Île. Les phénomènes de convergence et de divergence s'appliquent de sorte que le vent est plus soutenu à gauche de l'île qu'à droite.

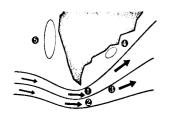
# Obstacles élevés de grande taille : les îles

Le vent au mal à passer par dessus. Les coussins, dévents et surventes sont amplifiés par modification du champ de pression.



### Les côtes complexes

Les pointes et les caps présentant un relief notable



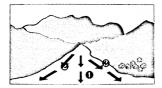
Flux perpendiculaire à la pointe : effet de pointe

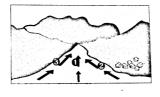
Le vent est courbé au vent de la pointe, accéléré sur cette pointe et part en éventail sous le vent de la pointe.

#### Flux parallèle à la pointe

- Vers la pointe : Il y a canalisation avec effet de coin, il peut y avoir une accélération par effet d'aile
- De la pointe : Le vent est plus fort à gauche de la pointe par effet de convergence.



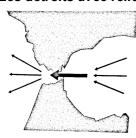




#### Les vallées et les fleuves côtiers

Les phénomènes de convergence et de divergence s'appliquent. Le vent est cependant plus fort au centre car il y a moins de frottements. Selon que la berge soit à droite ou à gauche du vent il y a renforcement ou affaiblissement du vent.

#### Les détroits avec reliefs modérés ou élevés



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

Ex : Gibraltar, Pas de Calais, bouches de Bonifaccio, passage entre des Îles.

### Les effets de site à l'échelle régionale

Courbure à l'échelle régionale, côte élevée ou moyennement élevée

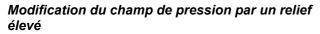
Courbure anticyclonique (A)

- Accélération du flux
- · Suit le relief (coriolis)

#### Courbure cyclonique (B)

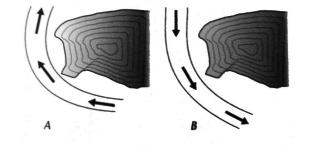
- · Ralentissement du flux
- S'écarte du relief (Coriolis)
- Dépression sous le vent du relief => Vent très faible au centre et plus fort à l'extérieur de la dépression

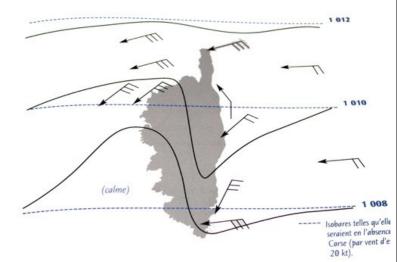




Déjà vu pour les côtes rectilignes, ce phénomène prend une aspect particulier au niveau d'îles élevées comme la Corse ou la Nouvelle Zélande.

Il y a une surpression au vent du relief et une dépression sous le vent (thalweg orographique). La transition entre surpression et dépression est brutale.

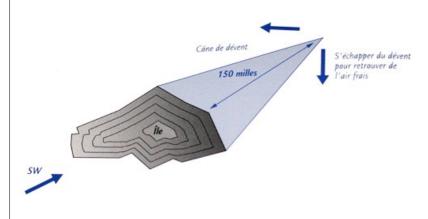




#### Dévent d'un groupe d'îles élevées

Les groupes d'îles comme les Baléares, les Açores, les Canaries etc... Provoquent des perturbations importantes du flux. Ces perturbations peuvent s'étendre jusqu'à 150 miles nautiques du relief de l'île.

Autre exemple : ici





lles sandwich (Atlantique sud)

### Météo locale : Effets de site

Niveau:

Tous

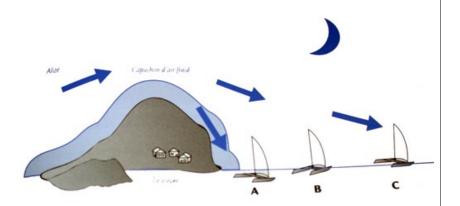
Thème:

Météorologie

## Variation diurne du dévent des îles élevées

Le refroidissement nocturne construit, au dessus des îles des Antilles, un capuchon nocturne qui isole l'île de l'alizé rejeté en altitude. Le réchauffement diurne détruit ce capuchon et l'alizé se fait de nouveau sentir.

Au début du jour on peut avoir 15°C en surface et 25°C en altitude. La situation est donc très stable, ce qui isole l'île.

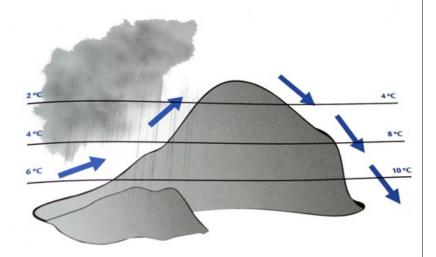


#### Canalisation entre un front froid et un relief modéré ou élevé

Exemple : Un froid froid aborde le cap Finistère par l'ouest. Le vent dans le secteur chaud se trouve canalisé entre le front et le relief de la côte ce qui accélère de flux (> 10kn de variation par rapport au vent déduit des isobares).

#### L'effet de fœhn

C'est un effet à l'échelle régionale que s'installe lorsque le flux aborde une barrière montagneuse. Le soulèvement orographique provoque un refroidissement de la masse d'air, condensation et précipitations au vent du relief. Lorsque la masse d'air redescend de l'autre côté, plus sec, il se réchauffe plus vite. Ce qui peut provoquer 30°C en décembre au pied des Pyrénées.



Météo locale : Effets thermiques	Niveau:	Tous	Thème :	Météorologie
Objet : Le phénomène des brises thermiques			Durée :	mn
			Matériel :	

La brise de mer est un phénomène courant par beau temps calme. Elle s'installe en fin de matinée, se renforce l'après-midi et s'évanouit en soirée.

Après une période de calme, la brise de terre apparaît en fin de soirée pour s'éteindre en début de matinée.

### Mécanisme des brises thermiques

Les brises thermiques sont dues à la différence de vitesse de réchauffement ou de refroidissement entre la terre et l'eau.

L'inertie thermique de l'eau est beaucoup plus grande que celle de la terre. En conséquence, la terre se refroidi et se réchauffe beaucoup plus vite que la mer.

Le jour par temps clair, la terre sera rapidement beaucoup plus chaude que la mer. De nuit, également par temps clair, la terre devient beaucoup plus froide que l'eau.

Les couches basses de l'atmosphère subissent ces différences de température, et il se crée des cellules de convection le long du littoral. L'air allant de la zone la plus froide vers celle la plus chaude près du sol et dans le sens opposé en altitude (200-300m).

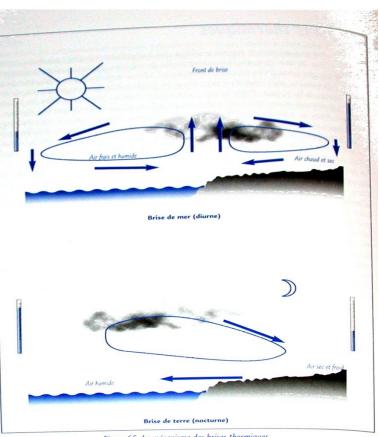


Figure 65. Le mécanisme des brises thermiques.

### Caractéristiques des brises thermiques

Les brises diurnes ont en général des caractéristiques plus prononcées que les brises nocturnes.

	Brise de mer le jour	Brise de terre la nuit
Vitesse	10 à 20 nœuds	6 à 12 nœuds
Extension horizontale	10 à 15 miles	5 à 10 miles
S'établit d'abord	Au large	A terre
Progression	Vers la côte	Vers le large
Cellule convective	Double : l'une en mer, l'autre sur terre	Simple : à cheval sur la terre et la mer
Formations nuageuses	Des cumulus se forment à la côte	De la brume peut se former en mer.

Les brises s'établissent donc d'abord du coté le plus froid et souffle vers le coté le plus chaud. Les brises tournent à droite en phase d'établissement (force de Coriolis) pour finir quasiment parallèles à la côte.

Source : Météo et Stratégie. Jean-Yves Bernot

### Conditions d'établissement de la brise de mer

- Le vent synoptique ne doit pas être trop fort (< 18 nœuds) pour éviter trop de brassage
- Ensoleillement important et faible nébulosité (4° à 5° C de différence sont nécessaires au démarrage du phénomène)
- L'air instable après un front froid est plus favorable qu'un anticyclone qui empêche l'air de s'élever
- Synoptique de la côte favorable (quadrants 1 et 2), synoptique de la mer défavorable (quadrants 3 et 4)
- Côte en pente douce plutôt que falaises élevées

### Installation de la brise de mer

- Clarté au large : Le flux de subsidence amène de l'air frais et donc plus sec vers la côte. L'air s'éclaircit vers le large, ceci annonce la brise de mer.
- La brise s'établit au large, elle est précédée d'une zone de transition : le front de brise

### Évolution de la brise de mer

• La brise de mer une fois établie, tourne à droite d'une dizaine de degrés par heure jusqu'à s'orienter quasiment parallèlement à la côte.

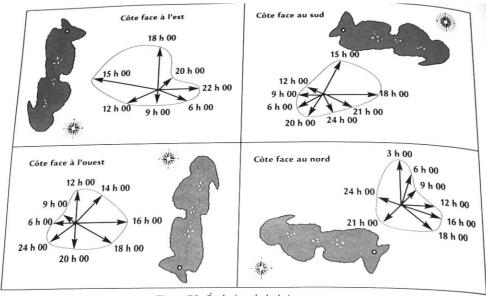


Figure 70. Évolution de la brise pure.

### Disparition de la brise de mer

Dès que les conditions nécessaires au maintient de la cellule convective disparaissent, la brise d'arrête.

- Par dissipation normale du delta de température
- Par changement des conditions synoptique
- L'apparition d'orages en soirée, dès que les cumulus donnent des précipitations, la brise s'arrête.

### Influence de la topographie locale sur les brises thermiques

#### Reliefs côtiers

Les côtes élevées et les falaises ne sont pas propices aux brises thermiques. La Corse et la Côte d'Azur ne produisent pas de bonnes brises thermiques.

Les côtes peu élevées, et mieux marécageuses facilitant l'instabilité sont plus propices aux brises côtières.

### Météo locale : Effets thermiques

Niveau: Tous

S

Thème: Météorologie

Ex: Languedoc-Roussillon, Bretagne Sud et sud de l'Angleterre.

Dans le cas d'un synoptique faible sur une côte irrégulière on va chercher la brise à la côte lorsque celle-ci est peu élevée et on va récupérer le synoptique plus au large lorsque la côte s'élève.

Pour les brises nocturne la stratégie est la même. Aux embouchures de fleuves la nuit l'air refroidi coule vers la mer et peut donner des vents assez forts.

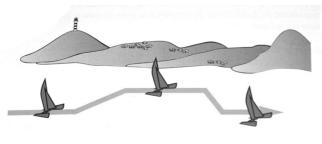


Figure 72. On va chercher les brises vers les plaines côtières et l'on s'éloigne des reliefs.

### Baie quasi fermée

A la côte la brise s'établit normalement. Dans la baie, elle s'installe du centre vers la périphérie de la baie. Ensuite en cours de journée elle prend la direction de la brise de mer établie.



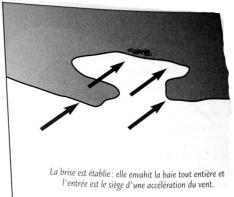


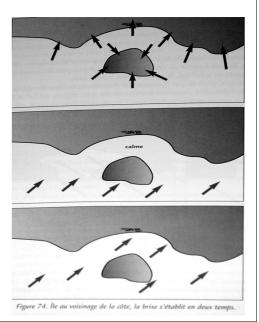
Figure 73. Dans une baie, la brise s'établit en deux temps.

#### Cas d'une île isolée

La brise peut s'installer sur des îles dans les mêmes conditions que pour une côte basse. La taille de l'île, influence la durée pendant laquelle souffle la brise. Il faut une île de 50 milles de diamètre pour que la brise souffle toute la journée.

#### Cas d'une île au voisinage d'une côte

La brise s'établit normalement à la côte et sur l'île de sorte qu'en l'île et la côte les deux phénomènes peuvent s'annuler. Ensuite la brise à la côte l'emporte.



Source : Météo et Stratégie. Jean-Yves Bernot

Météo locale : Effets thermiques Niveau : Tous Thème : Météorologie

### Conditions d'établissement de la brise nocturne

C'est le phénomène inverse de la prise de mer. Le critère important est la température de l'eau.

C'est l'air refroidi à terre qui coule sous l'air plus chaud au large. La brise nocturne est moins forte que la brise diurne.

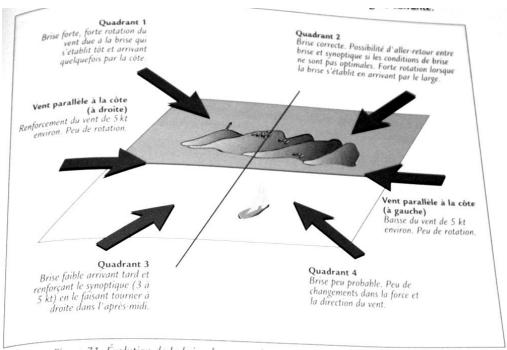


Figure 71. Évolution de la brise de mer en fonction de la direction du vent synoptique.

### Les vents catabatiques

La brise de terre elle est très influencée par les reliefs. Ainsi les embouchures de fleuves qui canalisent l'air qui coule de la terre provoque des surventes parfois importantes. Chez nous on a parfois 20 nœuds à la côte. En terre Adélie (Antartique) elle peut atteindre 150 nœuds.

### Une curiosité : le vent s'établirait-il avec la marée montante ?

Lorsque la marée est basse vers midi, l'eau froide remonte l'après midi augmente la différence de température avec la terre et facilite l'apparition de la brise thermique.

Source : Météo et Stratégie. Jean-Yves Bernot

Les grains	Niveau :	Tous	Thème :	Météorologie
Objet : La formation des grains et la stratégie à adopter à leur a	Durée :	30 mn		
	Matériel :			

#### Les dessins de ces pages sont issus du livre de Jean Yves Bernot : Météo et Stratégie

Les nuages élevés nous parlent du temps qu'il fera dans quelques jours, les nuages bas (< 1500m) nous indique le temps que nous aurons dans quelques heures.

### Qu'est ce qu'un grain?

Les grains sont des phénomènes locaux de précipitations et de vents liés à des formations nuageuses : les cumulus.

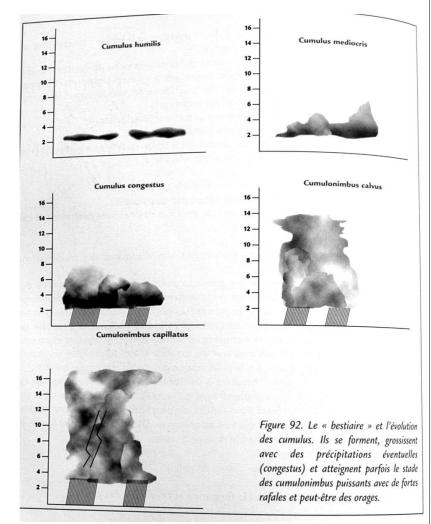
Les cumulus sont reconnaissables par leur aspect bourgeonnant aux limites nettes.

Les cumulus se forment généralement :

- · dans les fronts froids,
- dans l'aire instable des traînes dépressionnaires
- dans les zones orageuses
- · au voisinage des reliefs
- dans les zones d'alizés
- dans les zones de convergences (ex : le pot au noir)

L'activité due aux cumulus est très diverse en fonction de la taille de ceux ci du cumulus humilis de taille et d'expansion verticale réduite au cumulonimbus avec sont sommet en enclume pouvant atteindre plus de 10 000 mètres de hauteur.

Les cumulus traduisent toujours une instabilité locale de l'air. En s'élevant la condensation provoque la formation de micro gouttelettes d'eau. Dans les cumulus les plus petits, ces gouttelettes sont très fines et leur poids ne suffit pas à compenser la force de l'air ascendant. A partir d'une certaine taille de cumulus (cumuls congestus) la taille des gouttes est telle que cela peut provoquer des précipitations (pluies, neige ou grêle).



Plus les nuages ont une expansion verticale importante, plus les mouvements convectifs internes sont puissants et plus les rafales au sol peuvent être violentes.

Source: Page 1/6

## Évolution d'un grain

### Développement

Pendant la phase de développement, l'air monte au sein du nuage et il grossi en formant une cheminée. C'est un stade d'expansion verticale. Ce stade peut mener jusqu'à l'apparition de la fameuse enclume qui chapeaute les cumulonimbus. Cette enclume est formée de glace et prend cette forme car les vents violents d'altitude déforment le sommet du nuage dans le sens du flux.

A ce stade l'alimentation de la pompe ascensionnelle provoque un flux d'air vers la base du nuage.

#### Maturité

A ce stade les précipitations apparaissent. Les mouvements de subsidence conséquents provoque des rafales au sol. Les mouvements descendants « tuent » les mouvements ascendants.

#### Dissipation

Lorsqu'il ne reste plus que des mouvements descendant, les rafales au sol diminuent en intensité et les précipitations s'affaiblissent. Le nuage se vide de son énergie avant le prochain cycle.

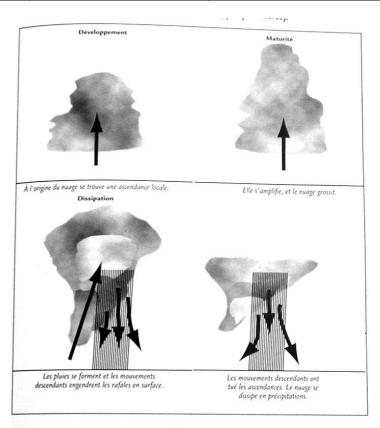


Figure 93. Évolution des grains.

### Les grains orageux

La taille d'un grain « normal » est d'un mille environ, celle d'un grain orageux est de l'ordre de la dizaine de milles. Ils sont réservés aux cumulonimbus. Il se forment en général :

- · Aux abords de fronts froids
- En soirée par temps chaud et humide

Il existe un front de rafales marqué en avant du cumulonimbus qui sépare le vent alimentant les mouvements ascendants au sein du nuage et celui dans l'autre sens dû aux précipitations

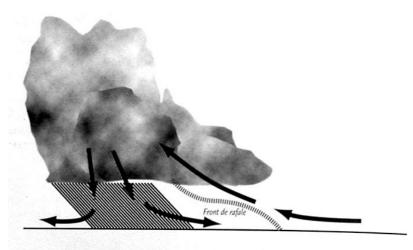


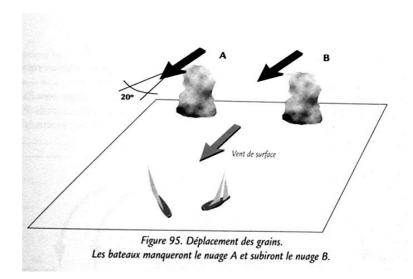
Figure 94. Grains orageux avec front de rafales.

Source: Page 2/6

Niveau: Thème: Les grains Tous Météorologie

### Déplacement des grains

Les grains se déplacement avec la masse d'air qui les contient. Le vent de surface étant plus à gauche que le vent d'altitude (frottements et Coriolis). En conséquence lorsque l'on regarde face au vent, les grains situés face à nous ou à notre gauche passeront sur notre gauche, ceux situés à environ 20° sur notre droite passeront sur nous, ceux situés à plus de 20° sur notre droite passeront sur notre droite.



### Stratégie à adopter au passage des grains

Comme expliqué précédemment, il y a deux types de grains. Les cumuls précipitants et les cumulus non précipitants.

### Cumulus non précipitants

Les cumuls de très petite taille ou très élevés (> 1500m) n'ont aucune influence sur le vent de surface.

#### Synoptique négligeable, cumulus non précipitants

Un flux convergeant se met en place vers le centre du nuage. Il existe une zone de calme juste dessous le cumulus.

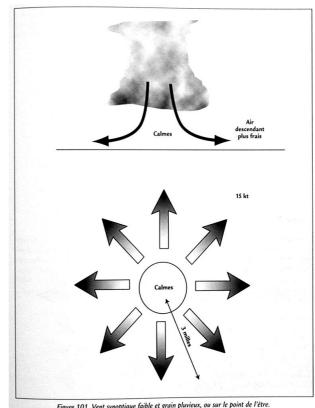


Figure 101. Vent synoptique faible et grain pluvieux, ou sur le point de l'être.

Source Page 3/6

## Synoptique non négligeable, cumulus non précipitants

Le champ de vent provoqué par le cumulus se combine avec le vent synoptique. Du fait des frottements au sol le système est décalé en arrière du nuage.

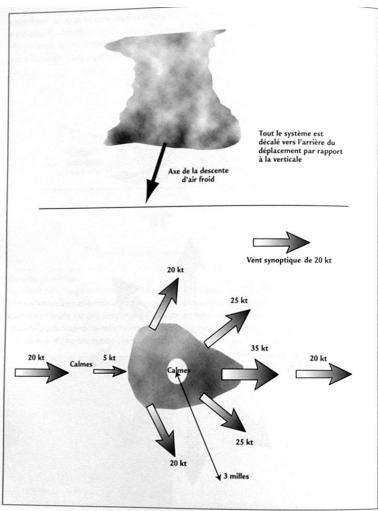


Figure 102. Grains pluvieux avec un vent synoptique non négligeable.

#### Stratégie

Lorsque l'on arrive au près vers le grains il ne faut aller chercher l'axe de déplacement de celui ci sans le dépasser, ni arriver dans la zone de vent plus faible à l'avant du grain, puis on aura une bascule adonnante et un renforcement au passage du grain enfin derrière le grain le vent sera le plus fort.

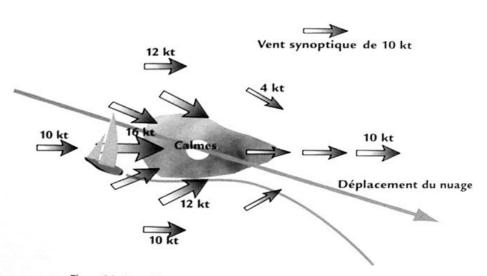


Figure 99. Stratégie au voisinage d'un nuage non pluvieux.

Source: Page 4/6

### Grains pluvieux

L'aspect d'un grain pluvieux est radicalement différent. Sa base est beaucoup plus sombre et on voit très souvent les précipitations. Le champ de vent est à l'opposé et bien souvent beaucoup plus fort.

#### Synoptique négligeable, cumulus précipitants

L'air froid s'étale en étoile autour du centre sans vent sous le nuage.

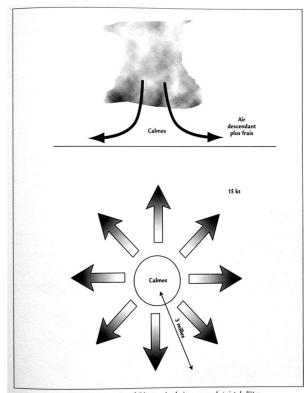


Figure 101. Vent synoptique faible et grain pluvieux, ou sur le point de l'être.

### Synoptique non négligeable, cumulus précipitants

Là aussi et pour les mêmes raisons, le centre du phénomène est décalé vers l'arrière du nuage précipitant. Le vent du au grain se combine avec le synoptique. Le vent est donc plus fort à l'avant du grain et plus faible à l'arrière. Le vent refusera lorsque le grain sera par le travers.

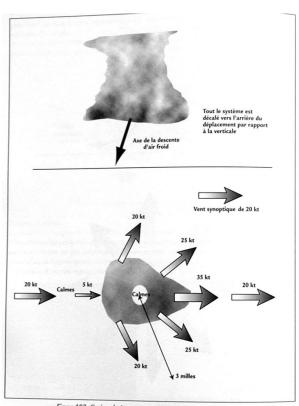


Figure 102. Grains pluvieux avec un vent synoptique non négligeable.

Source: Page 5/6

#### Stratégie

Il faut surtout éviter de passer dans le vent faible à l'arrière du grain (tout dépend bien sûr de ce que l'on cherche, aller vite ou économiser l'équipage). Passer à l'avant du grain donne une navigation musclée mais très efficace. Passer à l'arrière sera plus tranquille et moins efficace.

Passer devant : Pointer directement sur le grain jusqu'à la refusante puis virer de bord pour passer devant le grain. De l'autre coté le vent va adonner et à nous la victoire.

Passer derrière : Pointer sur le grain, abattre dans la refusante, loffer dans l'adonnante à l'arrière dans le vent

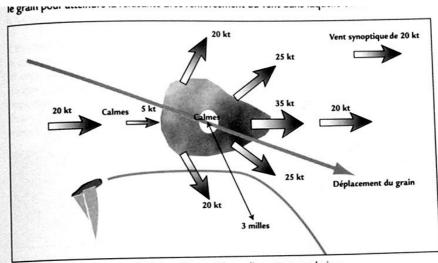


Figure 103. Stratégie au voisinage d'un nuage non pluvieux.

plus mou. Vous pouvez préparer l'apéro pas besoin de réveiller le chef.

### Grains orageux

De par son étalement au sol il n'est pas question d'éviter le grain. Au niveau du front de rafale le vent peut tourner d'un coup à 180° ce qui nécessite une préparation, faire le dos rond et espérer ne rien casser.

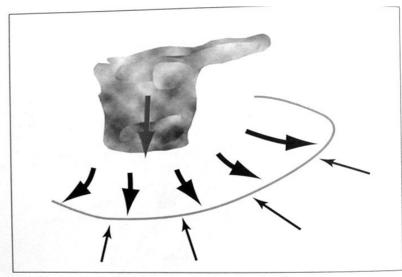


Figure 105. Grains orageux avec front de rafales.

Source: Page 6/6

Documents météorologiques	Niveau :	Tous	Thème :	Météorologie
Objet : Les documents météorologiques, leur utilité et le usages	Durée :	mn		
			Matériel :	

### **Notion fondamentales**

Les prévisions météorologiques se font aujourd'hui en utilisant :

- Des données statistiques accumulées depuis plus d'un siècle
- De théories toujours en évolution
- · De programmes informatiques appelés « Modèles »
- Des ordinateurs les plus puissants du monde

Les prévisions issues des modèles informatiques ne sont bien sûr pas toutes identiques, ce serait trop simple et la météorologie ne serait pas un sujet brulant de conversation. Certains modèles sont plus axés vers les grandes étendues comme un continent ou un océan. D'autres ont une maille plus fine mais se limitent à des traitements de données locales.

Les documents disponibles traduisent différents aspects de la météorologie :

- Les observations brutes issues directement des capteurs automatiques installés tout autour de la planète : cartes d'observations ou pointées
- · Les commentaires de météorologues avertis sur la situation observée, notamment le dessin des fronts : cartes d'analyse
- · Les cartes de prévision brutes à 6, 12, 24 heures etc... issues directement du ou des modèles : cartes de prévision brutes
- Les cartes de prévision comportant les corrections apportées par des prévisionnistes connaissant bien le fonctionnement des modèles et capables d'en pondérer les résultats en les comparant notamment : cartes de prévision

### Les différents documents accessibles

- Bulletin météorologique côte
  - Très accessible
  - Format standardisé
  - Fréquence bi-journalière
  - · Facile d'accès, c'est un minimum pour partir en mer.
- Cartes de pression en surface
  - Cartes d'analyse
  - Cartes de prévision
  - Déduire le vent d'une carte isobarique
- · Cartes d'observations
- Cartes d'altitude
  - · Cartes 500 Hpa
- Champs de vent
  - Fichiers Grib
- · Photos satellites
- Documents océanographiques
  - Etat de la mer
  - Température
- Cartes de température

#### Les sources

L'information météorologique est disponible sur Internet soit gratuitement, soit par abonnement. Deux organismes de référence mondiale diffusent l'information gratuitement :

· L'université de Karsruhe diffuse des cartes en allemand. Elle considère que la mise à disposition de

Source: Page 1/6

### Documents météorologiques

l'information fait partie de ses tâches culturelles.

 La marine américaine qui considère que cette information a déjà été payée par l'argent public qui la finance.

Niveau ·

Tous

Thème ·

Météorologie

En France, les organismes publiques comme le Shom ou Météo France font payer des taxes supplémentaires pour réserver à quelques uns le privilège de profiter d'informations que nous finançons tous par ailleurs. Le ridicule de cette politique est que le business engendré par la diffusion gratuite d'informations aux USA est bien plus important que chez nous. Il y a là bas bien plus d'officines de météorologie privées qu'ici. On peut rêver.

- Radio VHF
  - Structure du bulletin des Cross
- · Radio BLU
  - RFI, France Inter, BBC
  - Email
  - Fax météo fac-similé :

Le matériel nécessaire pour récupérer un fac-similé

- Décodeur avec BLU intégrée
- Décodeur avec récepteur BLU séparé
- Micro ordinateur relié à un récepteur BLU par un modem spécialisé
- Micro ordinateur relié à un récepteur BLU par un cable audio (jack 3,5) et un logiciel spécialisé (météofax)

En outre un certificat de radio amateur est théoriquement nécessaire pour pouvoir utiliser une BLU émettrice

- Internet
  - · Inconvénient : cela change souvent
  - Avantage : Pléthore de documents divers
  - Sites web spécialisés au 28/3/2009
    - Naval Oceanography Portal : <a href="http://www.usno.navy.mil/FNMOC">http://www.usno.navy.mil/FNMOC</a>
       Beaucoup, beaucoup de cartes de toute nature
    - Wetterzentrale : <a href="http://www.wetterzentrale.de/">http://www.wetterzentrale.de/</a>/topkarten/ani/gfs/ est très pratique.
    - Météo-marine.com : <a href="http://www.meteo-marine.com/">http://www.meteo-marine.com/</a> un index pratique de liens vers des cartes diverses dont les pilotes charts
  - Récupérer des cartes par ftpmail:
- Fax Télécopie
  - Un numéro de télécopie puis un code d'identification puis un code pour le document que l'on veut recevoir
  - Tous ces services sont payants et chers
  - Navifax (Météo France)
  - Seafax (Météo Consult)
  - Matériel: Un fax avec fonction « polling » + Standart InMarSat si on est en mer
- Téléphone
  - Serveurs météo

Référence biblio : Prévisions Météo de Jean-Yves Bernot de Voiles et Voiliers et FFV.

Source: Page 2/6

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

### Description des documents météorologiques

### Le bulletin VHF

· Voir document de topo spécifique

### Les cartes isobariques de surface (voir le topo spécifique)

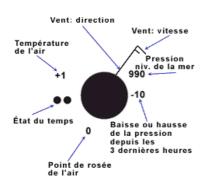
- · Afficher une carte
- Rappel sur les symboles des fronts

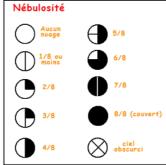


- · Dessiner les vents
  - Les vents rentrent dans les dépressions
  - Les vents sortent des anticyclones
  - L'angle est de 40° par rapport aux isobares sur terre
  - L'angle est de 20° par rapport aux isobares sur mer
  - Les effets de sites peuvent faire varier ces angles.
- Affiner éventuellement avec les cartes locales
- · Déterminer la vitesse du vent :
  - Utilisation de l'abaque de vent géostrophique sur la carte
  - Utilisation d'abaques standards

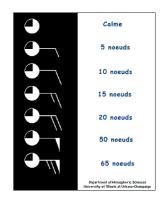
#### Les cartes d'observation

Les différents symboles









#### Les cartes d'altitude

Elles permettent d'observer ce qui se passe en altitude. Composition des masses d'air, pressions. Les vents forts indiquent de forts contrastes thermiques.

Elles représentent le relief d'une surface isobarique. Les lignes sont des isohypses, tous les points d'un même isohypse ont la même altitude.

Les cartes 850 Hpa ont une altitude moyenne de 1500 m, les cartes 500 Hpa de 5500 m.

Sur ces cartes les vents sont parallèles aux isohypses car il n'y a plus d'influence des frottements au sol et seule la

Source: Page 3/6

### Documents météorologiques

force de Coriolis équilibre le gradient de pression.

Le vent est d'autant plus fort que les isohypses sont serrés. Cependant il n'existe pas de règle simple pour déduire la vitesse du vent sur cette carte.

Niveau:

Tous

Thème :

Météorologie

### Cartes 500 Hpa : Évolution des phénomènes

Les dépressions de surface qui sont décalées par rapport aux dépressions d'altitude sont en phase de déplacement et de creusement.

Les hautes pressions d'altitude sont décalés par rapport aux hautes pressions de surface vers les hautes températures moyennes (chez nous en général vers le sud-ouest).

### Cartes 500 Hpa: Déplacement des phénomènes

### Les isohypses ont une faible courbure

Les phénomènes au sol vont se déplacer rapidement dans le sens des isohypses éventuellement en se renforçant. La vitesse de déplacement est d'environ la moitié de la vitesse indiquée sur cette carte

### Les isohypses ont une courbure importante

Les phénomènes sont stationnaires ou en déplacement lent

#### Les isohypses forment des figures fermées

Les phénomènes de déplacent dans le sens du vent le plus fort de son voisinage. Exemple : Déplacement des dépressions occluses.

Lorsque la dépression d'altitude coïncide avec la dépression de surface. La dépression de surface se comble et meurt sur place.

### Cartes 850 Hpa : Estimation de la température

En été: ajouter 15°C à la température au niveau 850Hpa pour avoir la température maximum de l'après midi.

Au printemps et en automne : Ajouter 12,5 °C

En hiver: Ajouter 9 °C

### Champs de vent

Les champs de vents sont des cartes affichant directement le vent prévu. Mais elle ne donne pas les phénomènes qui en sont la cause. Pour cela une combinaison d'une carte de champs de vents et la carte isobarique de surface associé permet d'avoir une information plus complète. Surtout les fichiers vents sont souvent des sorties brutes de modèles et comportent des erreurs qu'avec l'habitude on pourra critiquer en ayant à côté la carte isobarique associé et la connaissance des phénomènes locaux.

On trouve les champs de vent sous deux formes

- Cartes des vents : De façon analogues aux isobares des cartes isobariques, les cartes de vents comportent des isotachs.
- Fichiers Grib : Ce sont fichiers numériques que l'ont peut lire avec des logiciels sur un ordinateurs. Les fichiers Grib peuvent contenir bien plus que les vents :

http://www.zygrib.org/index.php?page=home

### Photos satellites

Les photos satellites montrent les couvertures nuageuses de façon très nette. Elles permettent de confirmer les informations déduites des cartes isobariques.

C'est aussi le seul moyen de prévoir les caractéristiques de la bascule de vent au passage d'un front froid.

Front net : bascule franche et rapide

· Front flou: bascule plus laborieuse

Source: Page 4/6

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

### Documents océanographiques

#### État de la mer

L'état de la mer est caractérisé par la hauteur des vagues.

Plus le vent est fort plus les vagues sont hautes.

La hauteur des vagues croit jusqu'à un maximum en fonction de la force du vent. Une fois atteint ce maximum, on dit que la mer est levée.

L'état de la mer donne la « hauteur significative » des vagues. C'est la moyenne des hauteurs du tiers des plus hautes vagues.

L'abaque suivant peut aider à calculer l'état de la mer bien que la consultation de cartes spécifiques de prévision soit une méthode bien plus précise et sérieuse.

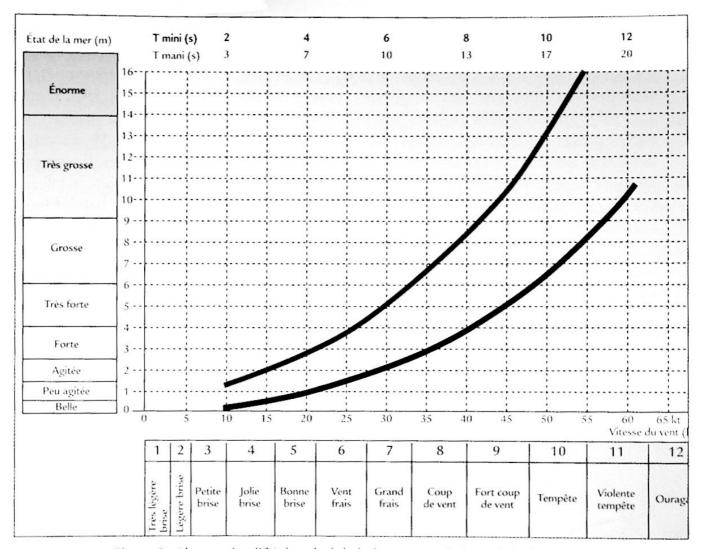


Figure 3. Abaque simplifié de calcul de la hauteur et de la période des vagues en fonction de la vitesse du vent (d'après la revue Met Mar).

Source: Page 5/6

### Documents météorologiques

## Pilot charts

http://www.meteo-marine.com/meteo marine/pilot charts.htm

Les **pilot charts** sont des **cartes** sur lesquelles ont été relevées vents, vagues et autres informations importantes pendant plus de 100 ans. Ces cartes fournissent des **statistiques mois par mois** sur la direction et la force du **vent**, la probabilité de rencontrer des **calmes** ou une **mer très formée**, les principaux **courants**...

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

Très utile pour préparer une grande traversée, il ne faut cependant pas oublier qu'il s'agit de statistiques! Les pilot charts ne peuvent donc pas remplacer le suivi des bulletins en cours!

#### Autres documents

Échelle Beaufort des vents, de la mer

http://fr.wikipedia.org/wiki/Petite\_brise

	ECHELLE DE BEAUFORT									
Force	Appellation	Vitesse	du vent	Etat de la mer	Effets a terre					
Force		noeud	Km/h							
0	Calme	1	1	Mer d'huile,miroir	La fumée monte droit					
1	Très lègère brise	1 à 3	1 à 5	Mer ridée	La fumée indique la direction du vent					
2	Lègère brise	4 à 6	6 à 11	Vaguelettes	On sent le vent au visage					
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Petits "moutons"	Les drapeaux flottent					
4	Jolie brise	11 à 16	20 à 28	Nombreux "moutons"	Le sable s'envole					
5	Bonne brise	17 à 21	29 à 38	Vagues, embruns	Les branches des pins s'agitent					
6	Vent frais	22 à 27	39 à 49	Lames, crêtes d'écume étendues	Les fils électriques sifflent					
7	Grand frais	28 à 33	50 à 61	Lames déferlantes	On peine à marcher contre le vent					
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Les crêtes de vagues						
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	partent en tourbillons d'écumes	On ne marche plus contre le vent					
10	Tempête	48 à 55	89 à 102							
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Les embruns obscurcissent la vue, on ne voit plus rien	Les enfants de moins de 12 ans volent !!					
12	Ouragan	64 et plus	118 et plus							

Cartes de température de l'air Carte de température de la mer

Etc..

Source: Page 6/6

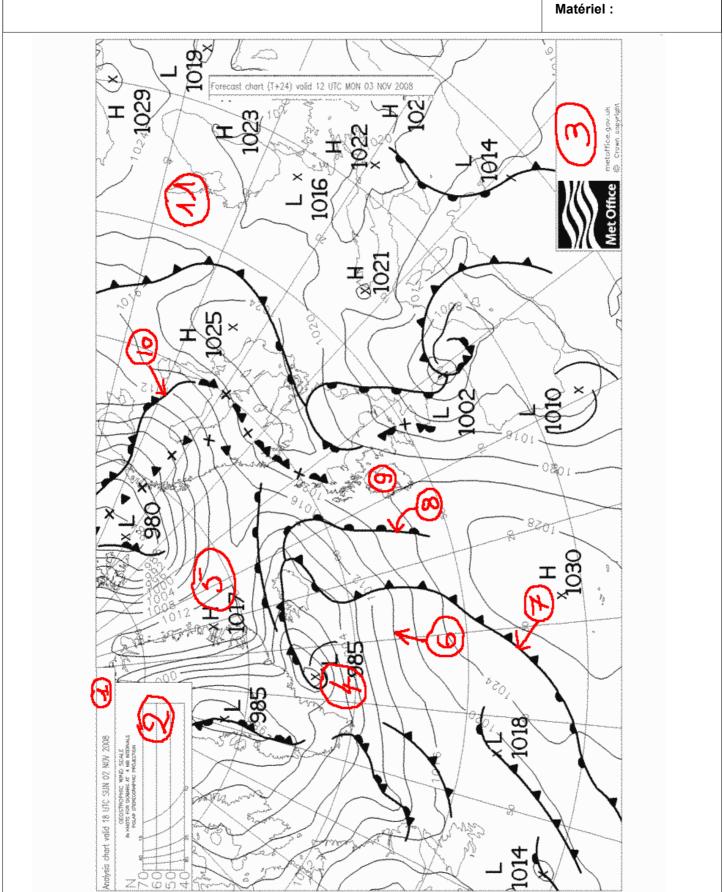
Cartes isobariques de surface

Niveau : Tous

Thème : Météorologie

Objet : Description et interprétation des éléments de la carte isobarique

Durée : mn



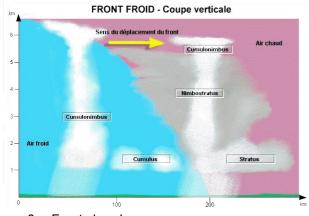
### Cartes isobariques de surface

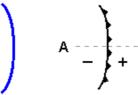
Niveau: Tous

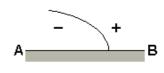
Thème:

Météorologie

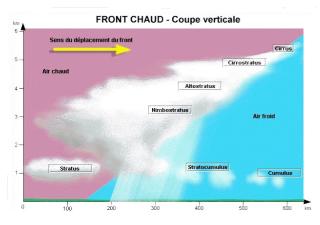
- 1. Type de carte « Analyse » ou « prévision », date et heure de validité
- 2. Échelle du vent géostrophique
- 3. Éditeur de la carte
- 4. Dépression
- 5. Anticyclone
- 6. Isobare
- 7. Front froid

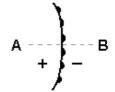


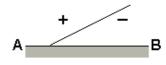




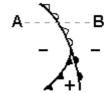
8. Front chaud

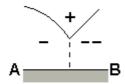






Trait de côte
 Front occlus





11. Marais barométrique

Dorsale Talweg

Dans l'hémisphère noir, le vent circule dans le sens des aiguilles d'une montre autour des anticyclones et dans le sens inverse autour des dépressions. C'est l'inverse dans l'hémisphère sud. Ceci est dû à la force de Coriolis provoquée par la rotation de la terre.

Source: Page 2/4

Niveau:

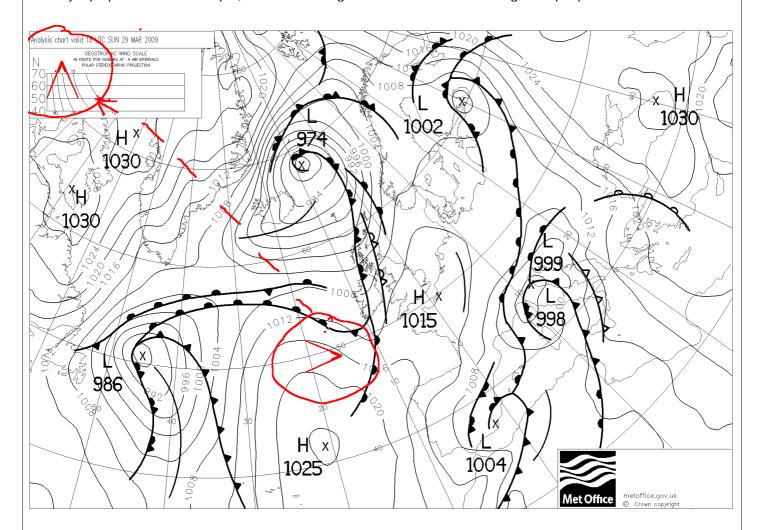
Tous

Thème :

Météorologie

### Déterminer la force du vent à partir des isobares

Le vent géostrophique déduit seulement de l'écartement des isobares ne tient pas compte des frottements au sol, le vent synoptique lui en tient compte, sa vitesse est égale aux 2/3 de celle du vent géostrophique.



La vitesse du vent géostrophique est inversement proportionnelle à l'écartement des isobares et à la latitude. Pour un même écartement d'isobares, le vent sera plus fort vers l'équateur que vers les pôles.

L'échelle de vents géostrophique de la carte isobarique permet en utilisant un compas à pointes sèches de déterminer sa vitesse.

#### Courbure importantes des isobares

- Dépression : ralentissement du vent (5kn)
- Anticyclone : Accélération du vent (5kn)

#### Correction de stabilité

- Si l'air est stable le vent est ralenti : (5kn)
- Si l'air est instable le vent est accéléré : (5kn), 10kn si la différence de température air-sol est importante, ex : vent d'est l'hiver sur le golfe de Gascogne, 15kn à la côte, 25kn au large

**Exemple**: Sur la carte ci-dessus la mesure de l'écartement des isobares est effectuée sur le 50ème parallèle de latitude nord. Le report direct de la mesure sur le diagramme de vents géostrophique donne un vent de 18 noeuds environ. Le vent synoptique déduit de l'écartement des isobares est donc de 12 noeuds (18 x 2 / 3). La courbure anticyclonique est forte soit 5 noeuds de plus. Nous somme dans le secteur chaud / marge chaude de deux perturbations successives qui s'enroulent autour de l'anticyclone des Acores l'air sera stable. Il faut enlever 5 noeuds. Les résultat est donce 12 + 5 - 5 = 12 noeuds de vents à cet endroit.

Source: Page 3/4

### Cartes isobariques de surface

Niveau: Tous

Thème:

Météorologie

### Si on a pas d'abaques de vent géostrophique sur la carte :

Distance	0,50°	0,75°	1,00°	1,25°	1,50°	1,75°	2,00°	2,25°	2,50°	3,00°	3,75°	4,75°	5,00°
Latitude													
70	45	40	35	28	23	20	17	15	14	12	9	8	7
60	50	45	37	30	25	21	19	17	15	12	10	8	7
50	55	50	42	34	28	24	21	19	17	14	11	9	8
45		55	46	37	31	26	23	20	18	15	12	10	9
40			55	40	34	29	25	22	20	17	13	11	10
35				45	38	32	28	25	23	19	15	13	11
30					43	37	32	29	26	22	17	14	13
20						54	47	42	38	32	25	21	19

Vitesse du vent en fonction de la latitude et de la distance en degré Isobares de 5 en 5 Hpa

Distance	0,40°	0,60°	0,80°	1,00°	1,20°	1,40°	1,60°	1,80°	2,00°	2,40°	3,00°	3,60°	4,00°
Latitude													
70	45	40	35	28	23	20	17	15	14	12	9	8	7
60	50	45	37	30	25	21	19	17	15	12	10	8	7
50	55	50	42	34	28	24	21	19	17	14	11	9	8
45		55	46	37	31	26	23	20	18	15	12	10	9
40			55	40	34	29	25	22	20	17	13	11	10
35				45	38	32	28	25	23	19	15	13	11
30					43	37	32	29	26	22	17	14	13
20						54	47	42	38	32	25	21	19

Vitesse du vent en fonction de la latitude et de la distance en degré Isobares de 4 en 4 Hpa

Page 4/4 Source :

Bulletin météorologique	Niveau :	1/2/3 voile	Thème :	Météorologie
Objet : Faire connaître la structure du bulletin météorologique. R	Durée :	20mn		
bulletin			Matériel : - VHF	

			- VIII
Structu	ıre	Horaires et fréquences	
1.	Zone du bulletin	Les bulletins sont diffusés par :	
	- de Penmarc'h à l'anse de l'Aiguillon		
	<ul> <li>de l'anse de l'Aiguillon à la frontière espagnole</li> </ul>	- France Inter	
2.	Heure d'établissement du bulletin	- Internet	
3.	Avis de tempête	- Les capitaineries	
4.	Situation générale	- La VHF	
5.	Prévision pour la journée (ou la nuit météo du soir)	- Etc	
	- Vent		
	- Mer	Voir le guide marine téléchargeat	ole gratuitement sur le site
	- Houle	www.meteo.fr	
	- Temps		
	- Visibilité	Sur la VHF les bulletins sont ann	
6.	Prévision pour la nuit (ou la journée météo du soir)	passent sur le canal 79 ou 80 en	fonction de l'émetteur.
	- Vent	l <u>-</u>	
	- Mer	Languedoc-Roussillon de la front	ière espagnole à Port-
	- Houle	Camargue	
	- Temps	Cross La Garde Néoulos/Port-Ve	ndres - Canal 79
_	- Visibilité	7 h 03, 12 h 33, 19 h 03	
7.	Tendance ultérieure	Agde - Canal 79	
	- Vent	7 h 15, 12 h 45, 19 h 15	
	- Mer		
8.	Observations		

Origine METEO-FRANCE Aix en Provence

Bulletin côtier pour la bande des 20 milles entre Cerbère et Port Camargue

le lundi 22 septembre 2008 à 18:30 légales.

-Vent moyen selon échelle Beaufort. Mer: hauteur significative.

-ATTENTION: en situation normale, les rafales peuvent être supérieures de 40% au vent moyen et les vagues maximales atteindre 2 fois la hauteur significative.

1 - Avis de tempête: néant

2 - Situation générale le lundi 22 septembre à 1200 UTC et évolution :

Dépression 1011 hPa sur la mer thyrrénienne, se comble sur place.

Dépression 1008 hPa sur les Baléares, se décale vers l'Est en se creusant.

3 - Prévision pour la nuit du lundi 22 septembre au mardi 23 septembre:

Vent : variable force 1 à 3 s'établissant Nord-Est force 3 à 4, localement force 5 au large et vers la Camargue.

Mer : peu agitée.

Houle : confondue avec la mer du vent.

Temps : nuageux. Visi : bonne.

4 - Prévision pour la journée du mardi 23 septembre :

Vent : Nord-Est force 4 à 5, mollissant force 3 l'après-midi.

Mer :peu agitée, temporairement agitée au large.

Houle: Est 0.5 m. Temps : peu nuageux. Visi : bonne.

5- Tendance pour la journée du mercredi 24 septembre

Vent variable force 1 à 3, de secteur Nord dominant. Mer belle.

6 - A 17h légales, on observait :

Sete:SSO/6 Noeuds, Mer:peu agitée, Pression:1012hPa, Visi:13nm Cap Bear:calme/0 Noeuds, Mer:belle, Pression:1012hPa, Visi:16nm Leucate:SSO/10 Noeuds, Mer:belle, Pression:1011hPa, Visi:10nm

#### En plus sur internet

7- Phénomènes importants du jeudi 25 septembre au vendredi 26 septembre: Néant.

jeudi 25 septembre Vent de secteur Nord à Nord-Est force 2 à 4.

vendredi 26 septembre à samedi 27 septembre

Vent de Nord-Est puis Est modéré.

dimanche 28 septembre à lundi 29 septembre

Vent de secteur Nord faible à modéré.

Indice de confiance :

Pour la période du vendredi 26 au samedi 27, l'indice de confiance est de 3 sur 5; Pour la période du dimanche 28 au lundi 29, l'indice de confiance est de 3 sur 5, 5 étant le niveau le plus élevé.

Bibliographie et Webographie	Niveau :	Tous	Thème :	Météorologie
Objet : Donner des sources de documents afin de compléter se	Durée :	mn		
cours.		Matériel :		

### **Bibliographie**

### Météo et Stratégie de Jean Yves Bernot

Une référence pour le marin, Jean-Yves Bernot est un marin, routeur sur les grandes courses océaniques. De nombreux thèmes sont largement expliqués et des situations réelles commentées. Il faut cependant avoir quelques notions fondamentales en météorologie avant de lire ce livre. La webographie suivante vous y aidera.

### Météo Locale, Croisière et Régate de Jean Yves Bernot

Traite plus en détail les phénomènes de météo locale abordés dans le précédent ouvrage. De nombreux exemples concrets sont expliqués à partir de situations réelles.

#### Prévisions Météo de Jean Yves Bernot

Cet ouvrage traite des documents météorologiques. Les adresses de sites web pour se procurer les documents sont bien souvent obsolètes mais toute la partie lecture et utilisation n'a pas vieilli d'un pouce. Excellent.

### Webographie

Météo France www.meteo.fr

Site pour enseignants http://www.meteo.education.fr/ www.educnet.education.fr

Circulation générale

http://gershwin.ens.fr/vdaniel/Enseignement/Cours-CircuAtm/Cours-Atm-PP97/Cours-Vince-PPT97-Low/sld001.htm

Site d'astronomie avec des grands chapitres météorologie <a href="http://www.astrosurf.com/luxorion/meteo-massesdair.htm">http://www.astrosurf.com/luxorion/meteo-massesdair.htm</a>

http://www.astrosurf.com/luxorion/menu-meteo.htm

Annuaire de ressources météorologiques http://www.meteo-marine.com/meteo\_marine/index.htm

Océanographie

http://www.ifremer.fr/lpo/gmaze/Publications/PA\_CO/

Site météo du royaume Uni

http://www.metoffice.gov.uk/corporate/library/factsheets.html

Fédération Française de Montage et d'Escalade <a href="http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/">http://www.ffme.fr/technique/meteorologie/</a>

Nuages

http://wolkenatlas.de

Cartes isobariques en temps réel sur la France <a href="http://www.meteociel.fr/accueil/isos.php">http://www.meteociel.fr/accueil/isos.php</a>

Cartes d'observations pointées http://meteocentre.com/toulouse/

Cartes isobariques BRACKNELL d'analyse et de prévision http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/meteo/winfos/ukmetof/index-e.html

Source: Page 1/2

### Bibliographie et Webographie

Cartes d'analyse 500 Hpa

ftp://tgftp.nws.noaa.gov/fax/PPAA10.TIF

American Navy, des cartes, des cartes toujours des cartes

https://www.fnmoc.navy.mil/public/?type=prod&area=ngp\_europeg&prod=prp

https://www.fnmoc.navy.mil/wxmap cgi/index.html

https://www.fnmoc.navy.mil/wxmap cqi/cqi-bin/wxmap DOD area.cqi?area=nqp europeq

#### Prédiction des vaques

https://www.fnmoc.navy.mil/ww3 cgi/index.html

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

http://www.noaa.gov/

http://weather.noaa.gov/fax/otherfax.shtml

Lecture de fichiers GRIB

http://www.zygrib.org/index.php?page=home

Etat de la mer

http://www.previmer.org/

http://www.mtohotline.free.fr/meteo\_hot\_line/analyse.htm

Photos satellite europe

http://www.nrlmry.navy.mil/archdat/mediterranean/model overlays/SeaLevPres/

plus généralement

http://www.nrlmry.navy.mil/archdat/mediterranean/model\_overlays/

Photos satellite composites atlantique nord

http://www.nrlmry.navy.mil/archdat/atlantic/model overlays/SeaLevPres/

plus généralement

http://www.nrlmry.navy.mil/archdat/atlantic/model overlays/

#### Images satellites

Météo locale

http://www.eumetsat.int/Home/Basic/Magnify\_Image/index.htm?imageUrl=http%3A%2F%2Foiswww.eumetsat.org%2FWEBOPS %2Fmedialib%2Fmedialib%2Fimages%2F2007\_12\_14\_1031\_ma\_avhrr\_rgb\_01-02-04.jpg&imageCaption=South%20Georgia %20and%20the%20South%20Sandwich%20Islands%20in%20the%20South%20Atlantic%20Ocean

Niveau:

Tous

Thème:

Météorologie

#### Photo dépression

http://www.eumetsat.int/Home/Basic/Magnify\_Image/index.htm?imageUrl=http%3A%2F%2Foiswww.eumetsat.org%2FWEBOPS %2Fmedialib%2Fmedialib%2Fimages%2F2007\_04\_11\_2024\_ma\_avhrr\_rgb\_01-02-04.jpg&imageCaption=Deep%20depression %20south%20of%20Alaska

#### Photo Front froid

 $\frac{\text{http://www.eumetsat.int/Home/Basic/Magnify\_Image/index.htm?imageUrl=http%3A%2F%2Foiswww.eumetsat.org%2FWEBOPS}{2Fmedialib%2Fmedialib%2Fimages%2F2006\_06\_01\_1500\_m8\_rgb\_12-12-09.jpg&imageCaption=Cold%20front%20over}{20Russia}$ 

Source: Page 2/2