

GÉNÉRALITÉS

Composition de l'air

Au niveau du sol :

± 78% d'azote

± 21% d'oxygène

± 0,9% d'argon

+ Traces de gaz rares : néon, krypton, xénon, etc...

+ 0,03% de gaz carbonique (respiration des êtres vivants, combustion de matériaux fossiles, etc...). Le gaz carbonique est responsable de l'effet de serre (blocage de la chaleur)

+ de 0,1 à 4% de vapeur d'eau (0,1% d'air sec, 4% d'air saturé). La vapeur d'eau est invisible. C'est un gaz. A ne pas confondre avec l'eau en suspension sous sa forme liquide, la buée par exemple.

+ des particules solides microscopiques :

- cristaux de sel ;

- grains de sable ;

- pollen, spores ;

- poussières industrielles, volcaniques, etc...

Un air déclaré "pur" contient environ 100 poussières au cm³. Un air normal (celui que nous respirons) en contient environ 100.000/cm³. Ces particules solides sont importantes. Elles servent de "noyaux" aux gouttes de pluie, de grêle, etc.. Elles sont aussi capables de se charger électriquement.

La pression.

C'est le poids de la colonne d'air présente au dessus d'un lieu.

Plus l'air est chaud, plus son poids est faible et plus la pression est faible (basses pressions)

Plus l'air est froid, plus son poids est important et plus la pression est forte (hautes pressions)

La pression en un lieu se mesure par la hauteur d'une colonne de mercure (baromètre de Torricelli). La pression moyenne, mesurée au niveau de la mer, correspond à 760 mm de mercure (± 1kg/cm² en moyenne). Les unités courantes : le millibar (mb) et l'hecto-Pascal (hPa) sont égales à 4/3 de mm de mercure, soit pour la pression moyenne : $760 \times \frac{4}{3} = 1013,5$ arrondi à 1015. L'unité légale est maintenant l'hecto-Pascal (hPa).

La pression décroît avec l'altitude (plus on monte, moins la colonne d'air "au dessus" est importante). La décroissance est d'environ de 0,1 hPa par mètre pour les 1000 premiers mètres d'altitude.

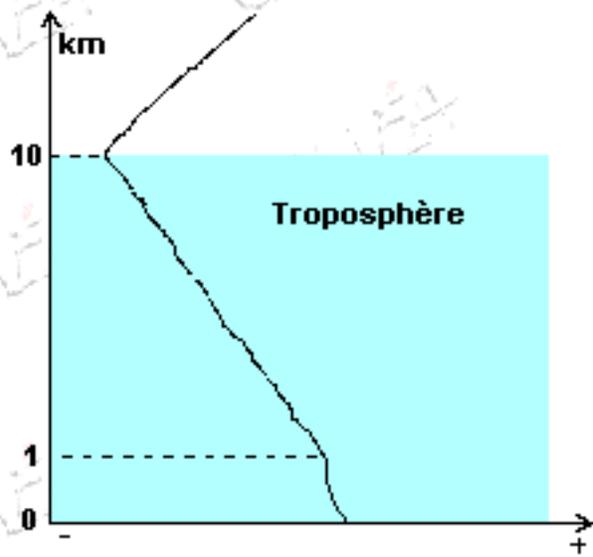
En un lieu, la pression varie de façon :

- régulière (± 1 à 2 hPa) au rythme de la journée.

- irrégulière, selon la température et la composition des masses d'air surmontant le lieu.

La température

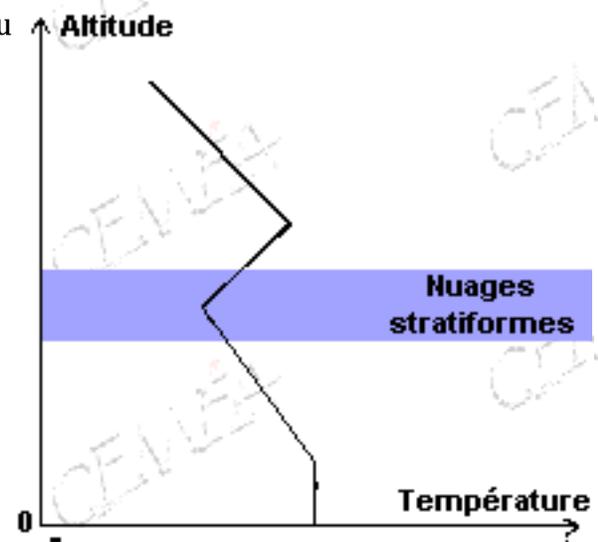
L'unité de mesure française est le degré centigrade (°c). C'est une unité non universelle. 0°c correspond à la température de solidification de l'eau douce et 100°c correspond à sa température de vaporisation.



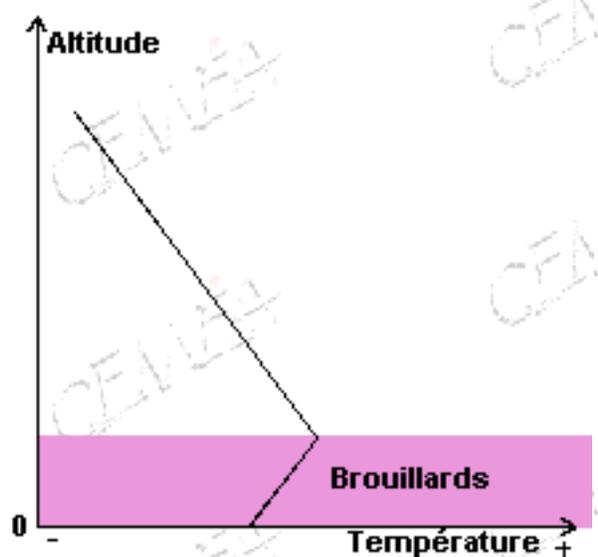
La température varie avec l'altitude : baisse irrégulière jusqu'à environ mille mètres (influence du relief, du sol) puis baisse d'environ 6°C par km, jusqu'à une limite où la température se remet à croître. Cette limite s'appelle la tropopause et délimite la troposphère, zone de la grande majorité des phénomènes météo.

Ces distances ne sont que des moyennes, l'altitude de la tropopause variant constamment. Il existe des cas particuliers où la courbe de variation de la température ne suit pas le modèle ci-dessus :

- La double inversion : La décroissance est rapidement interrompu par une zone de croissance. Cette situation, le plus souvent liée à une perturbation, provoque la formation de nuages stratiformes.



-L'inversion au ras du sol : La température commence par croître avec l'altitude avant de décroître. Cela bloque les nuages au niveau du sol (brouillard, brumes).



CIRCULATION GÉNÉRALE

Définition.

On appelle "circulation générale de l'atmosphère" l'organisation des mouvements des masses d'air au niveau du globe. Ces mouvements sont causés par le soleil qui fournit inégalement l'énergie calorifique à la surface de la terre. Un même "rayon de soleil" a une beaucoup plus grande surface à chauffer au pôle qu'à l'équateur. Cela provoque des différences de température entre les pôles et l'équateur.

Principe simplifié.

La terre, et par conséquent l'air qui la surmonte, est plus chaud à l'équateur qu'aux pôles. Cette différence de température produit une convection, une mise en mouvement

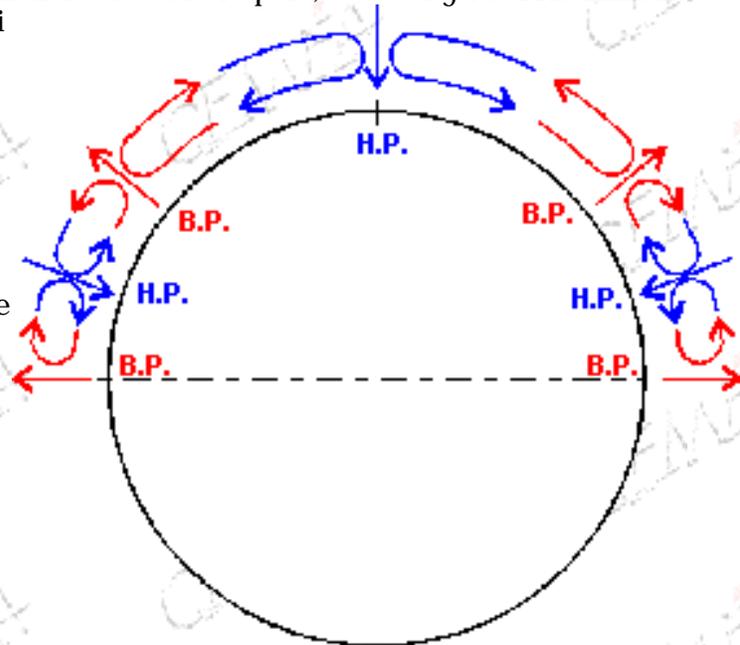
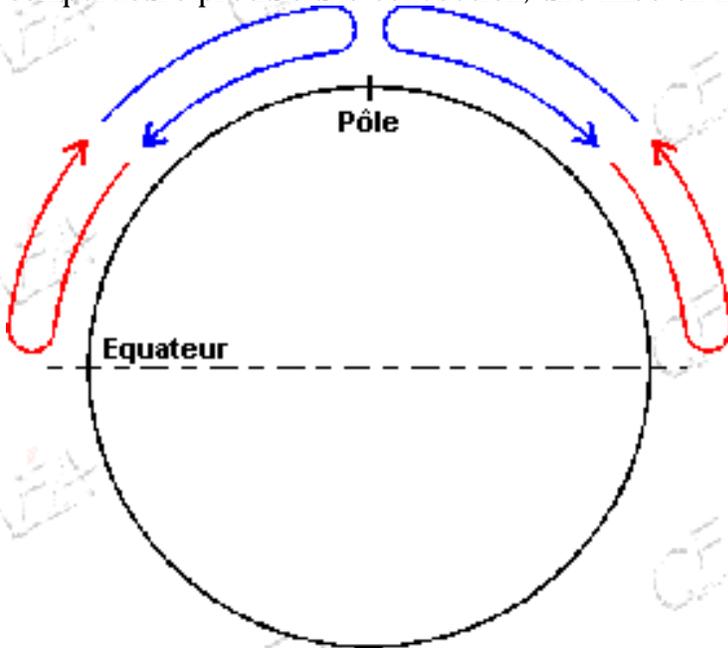
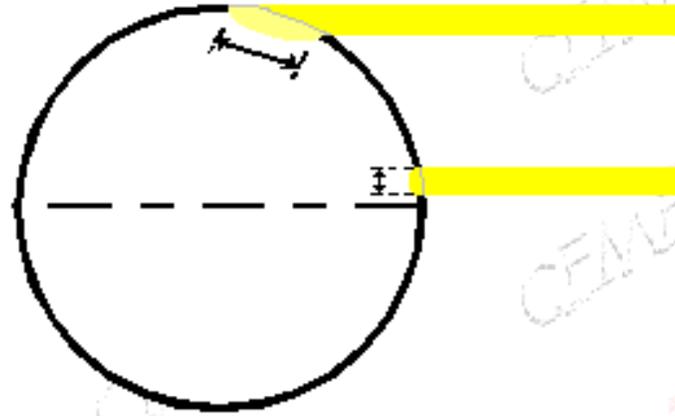
des masses d'air. L'air surchauffé de l'équateur s'élève et est remplacé, au niveau du sol, par de l'air plus froid venant du pôle. L'air chaud de l'équateur, en s'élevant, se refroidit et va remplacer, en altitude, les masses d'air parties du pôle.

Au niveau du sol, on constaterait une descente d'air polaire du pôle vers l'équateur. Ces masses d'air, d'abord très froide, se réchaufferaient au fur et à mesure de leur progression, passant des hautes pressions (air froid) aux basses pressions (air chaud).

En réalité, l'air polaire ne va pas jusqu'à l'équateur. En s'éloignant du pôle, l'air se réchauffe rapidement et au niveau sub-polaire ($\pm 60^{\text{ème}}$ parallèle), il est déjà assez chaud pour remonter. De même, l'air équatorial, qui se dirige en altitude vers le pôle, s'est déjà suffisamment refroidi pour

redescendre au niveau du Tropic. Ces mouvements ascendants aux niveaux sub-polaire et équatoriale vont créer des zones de basses pressions permanentes. De même, les descentes d'air froid au niveau du pôle et du Tropic vont créer des zones de hautes pressions. On obtient donc, dans l'hémisphère Nord des déplacements de masses d'air vers le Sud dans une bande située entre le pôle et la région sub-polaire et dans une autre située entre le Tropic et l'équateur. Les déplacements se font vers le Nord entre le Tropic et la région sub-polaire. La France est à l'intérieur de cette dernière bande. Les déplacements dans l'hémisphère sud sont exactement symétriques.

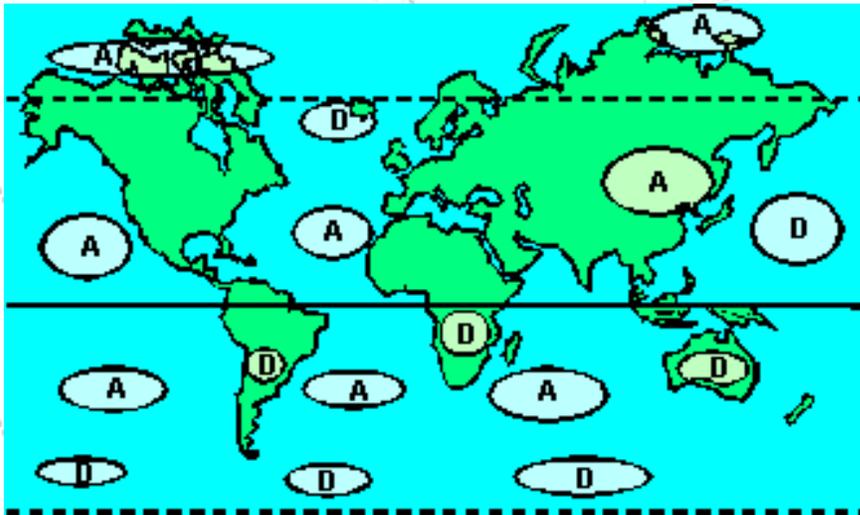
Malheureusement, toute cette explication ne serait valable que si la Terre était lisse et immobile. Or, elle tourne, comme l'a démontré Galilée. Il faut donc intégrer



à cette démonstration la loi de Coriolis qui dit que tout mouvement libre dans l'hémisphère nord est dévié vers sa droite (vers sa gauche dans l'hémisphère sud). Le système réel est donc plus proche de celui de la figure ci-contre. Dans l'hémisphère Nord et en partant du pôle, on trouve donc une zone où la circulation des masses d'air se fait majoritairement du Nord-Est vers le Sud-Ouest, puis une zone où les déplacements se font essentiellement du Sud-Ouest vers le Nord-Est et enfin, près de l'équateur, une zone où les vents soufflent le plus souvent du Nord-Est vers le Sud-Ouest (les Alizés).

Dans la réalité, les zones de hautes et basses pressions ne sont pas des zones continues. Ce sont des foyers locaux et permanents organisés en "ceinture". La limite entre les zones de basses pressions et les zones de hautes pressions est elle-même très floue et n'est pas la ligne droite représentée sur les schémas. La place des zones permanentes de basses et hautes pressions est fortement influencée par le relief (continent, mers, océans, grands

courants marins, etc...) et les saisons.



Répartition approximative des zones actives "permanentes". Leur place, ou même leur existence, varie selon les saisons.

Le foyer de hautes pressions le plus connu, en France, est sans doute l'Anticyclone des Açores. C'est un des régulateurs du temps sur l'Europe avec la zone dépressionnaire du Groenland et l'anticyclone de Sibérie

LES MASSES D'AIR

Les masses d'air.

On désigne sous le vocable "masse d'air" une portion plus ou moins grande de l'atmosphère dont toutes les particules ont subi une évolution analogue qui leur fait acquérir des propriétés physiques identiques ou comparables.

Il existe donc plusieurs grandes familles de masses d'air, classées selon leur origine géographique.

- L'air polaire : Originaire comme son nom l'indique du pôle, il est à l'origine très froid, sec et se réchauffe progressivement en descendant vers le sud. Il peut passer soit par la mer (il devient donc très humide) ou par le continent (il est alors très sec).

- L'air arctique : venant des régions océaniques, il est très froid et très humide (saturé à sursaturé). Son passage aux latitudes moyennes provoque le plus souvent des chutes de température brutales et de violentes tempêtes.

- L'air tropical : Ces masses d'air viennent des latitudes tropicales. Elles se refroidissent en remontant vers le nord. Comme l'air polaire, l'air tropical est plus ou moins sec selon qu'il est passé par la mer ou les continents.

- L'air équatorial : Très chaud, très humide, il donne lieu, lorsqu'il arrive sous nos latitudes, à des tempêtes extrêmement violentes.

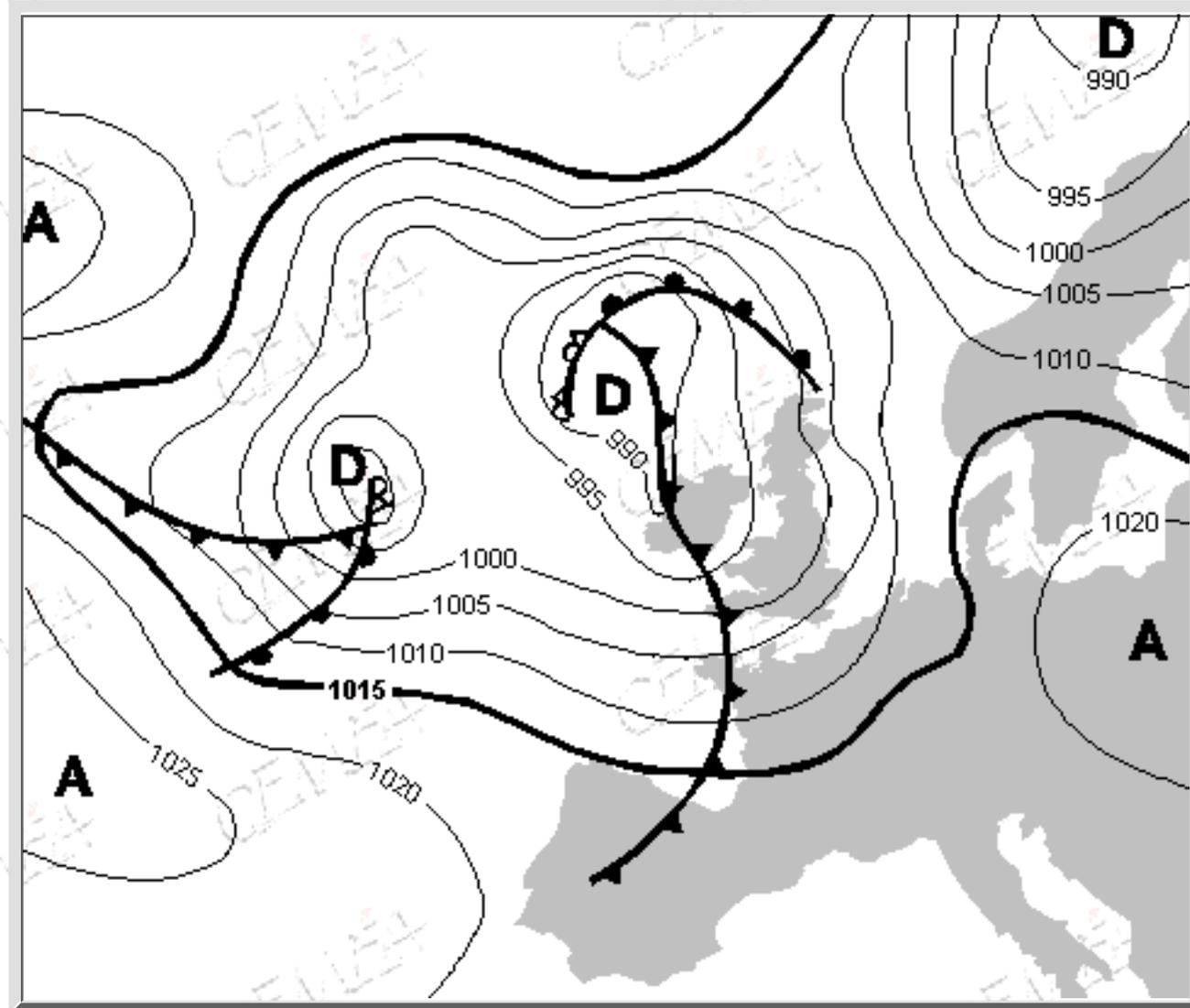
Même si les masses d'air n'ont pas toujours des caractéristiques aussi tranchées, elles ne se mélangent pas pour autant entre elles. Différence de température, d'humidité, de direction font que deux masses d'air différentes s'affrontent plutôt que de se fondre en une seule. Cette zone d'affrontement est appelée surface frontale ou front. Il en existe de plusieurs types : front inter-tropical, front polaire, front arctique, etc... Le plus courant sous nos latitudes est le front polaire. Le résultat de cet affrontement est appelé perturbation.

LES DEPRESSIONS - LES ANTICYCLONES

Depression - Anticyclone

Une dépression est une zone où l'air est relativement moins lourd qu'ailleurs. L'air y est généralement plus chaud. Sur une carte météo, on matérialise cette zone de basses pressions par un **D**.

Un anticyclone est une zone où l'air est relativement plus lourd qu'ailleurs. L'air y est généralement plus froid. Sur une carte météo, on matérialise cette zone de hautes pressions par un **A**. Il est parfois difficile d'admettre qu'un anticyclone soit de l'air plutôt froid, parce qu'il est souvent synonyme de beau temps mais il ne faut pas confondre la température moyenne de la masse d'air et la température de la fine couche d'air au contact du sol, dans laquelle nous vivons et qui est rechauffée par rayonnement.



Sur la carte météo, tous les points du globe de pression équivalente sont reliés pour tracer des "isobares", conventionnellement gradués de 5 en 5 hectoPascal (hPa). Un isobare est tracé plus gras que les autres : c'est la ligne des 1015 hPa, zone de pression moyenne, au niveau de la mer. Dans les zones importantes où aucun tracé n'apparaît, la pression ne varie pas de manière significative (moins de 5 hPa au dessus ou au dessous de 1015 hPa). Ces zones sont appelées "marais barométrique".

Depression et perturbation

On voit sur la carte météo que les dépressions sont intimement liées aux **perturbations**. C'est que la plupart des dépressions temporaires naissent des affrontements de masses d'air et se déplacent donc avec les perturbations. Ces dépressions apparaissent au sommet du secteur chaud de la perturbation.

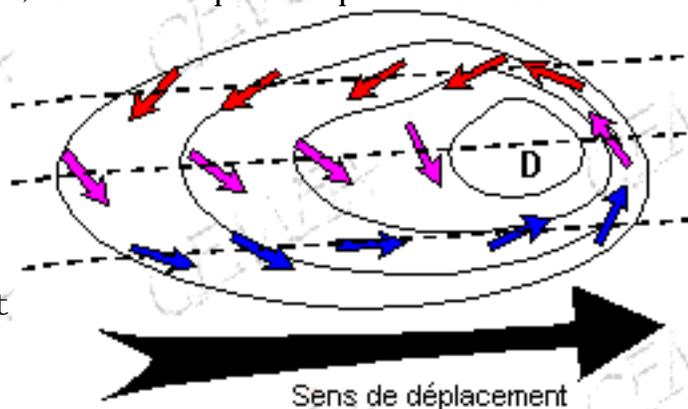
D'autres dépressions peuvent naître du réchauffement prolongé de la masse d'air par le soleil (au dessus d'un désert, par exemple). Enfin certaines sont quasi-permanentes et liées à la circulation générale de l'atmosphère (zone dépressionnaire d'Islande, par exemple).

En général, plus une dépression est "creuse" (plus la pression en son centre est faible) et plus elle est dangereuse. Le gradient de pression y est souvent plus important, donc les vents beaucoup plus forts.

Dépression et observation

L'arrivée et le passage d'une dépression peut s'observer avec des moyens très simples. D'abord la baromètre commence à "descendre". Selon la rapidité de la décroissance, on peut déterminer si la dépression sera puissante ou peu active : La baisse d'une dizaine d'hectoPascal en 24 h annonce l'arrivée du mauvais temps. Si cette baisse se fait en quelques heures, alors la tempête risque d'être violente.

Le vent est lui aussi un bon indicateur : dans les dépressions, le vent tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Aussi, lors de l'arrivée d'une zone de basses pressions, le vent va passer dans le secteur Sud (généralement Sud-Ouest, mais cela peut varier selon que l'on est plutôt en haut ou en bas de la dépression). Plus la zone de basses pressions va avancer et plus le vent s'orientera à l'Ouest pour finir Nord-Ouest à la fin du passage (Encore une fois, ceci peut varier selon que l'on est plutôt en haut ou plutôt en bas de la dépression).



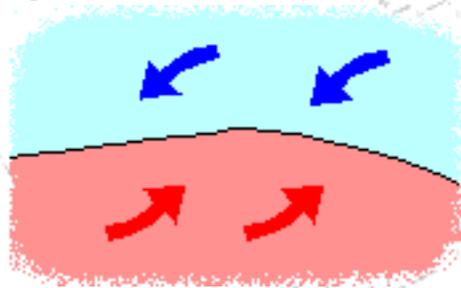
LES PERTURBATIONS

Les fronts

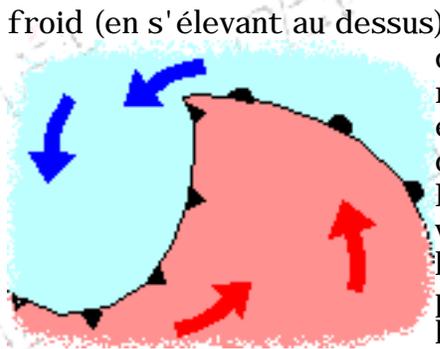
Un front est l'affrontement de deux masses d'air d'origine et de nature différentes. Le résultat de cet affrontement est appelé perturbation.

Le plus courant sous nos latitudes est le front polaire. Il est caractérisé par l'affrontement de masses d'air polaire, descendant du Nord-Est vers le Sud-Ouest et d'air tropical montant du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Les affrontements les plus violents se situent sur les océans Atlantique et Pacifique à l'Est et à l'Ouest des U.S.A. Ceux qui nous affectent le plus souvent naissent au large de New-York.

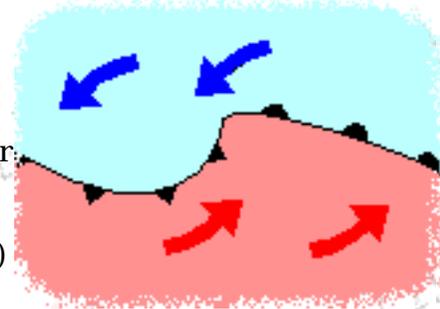
Naissance d'une perturbation



La naissance d'une perturbation commence par l'affrontement de deux masses d'air. Localement l'air froid enfonce l'air chaud (ou plutôt passe en dessous), ailleurs c'est l'air chaud qui repousse l'air froid. Rapidement cette ligne d'affrontement (ou front) ondule pour former une perturbation, c'est à dire la succession d'une masse d'air froid suivie d'une masse d'air chaud, elle-même suivie d'une seconde masse d'air froid. Chaque partie du front porte un nom : ainsi la zone où l'air chaud repousse l'air

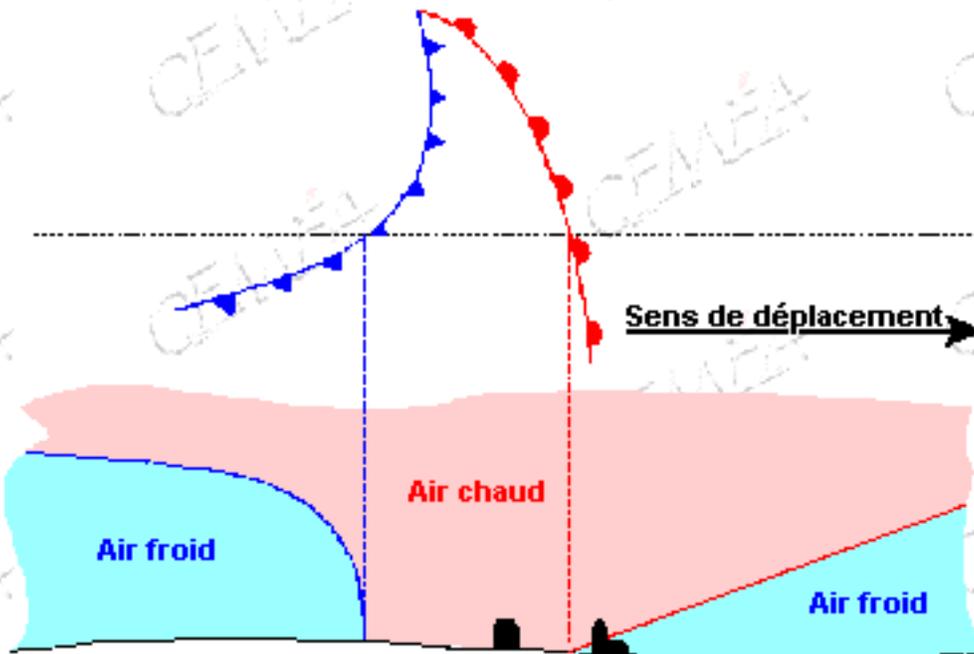
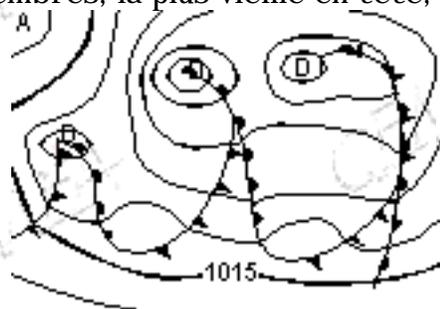


froid (en s'élevant au dessus) est appelée front chaud. Il est symbolisé par des demi-cercles pleins. La zone où l'air froid repousse l'air chaud (en le chassant en altitude) est nommée front froid. Il est représenté par des triangles pleins.



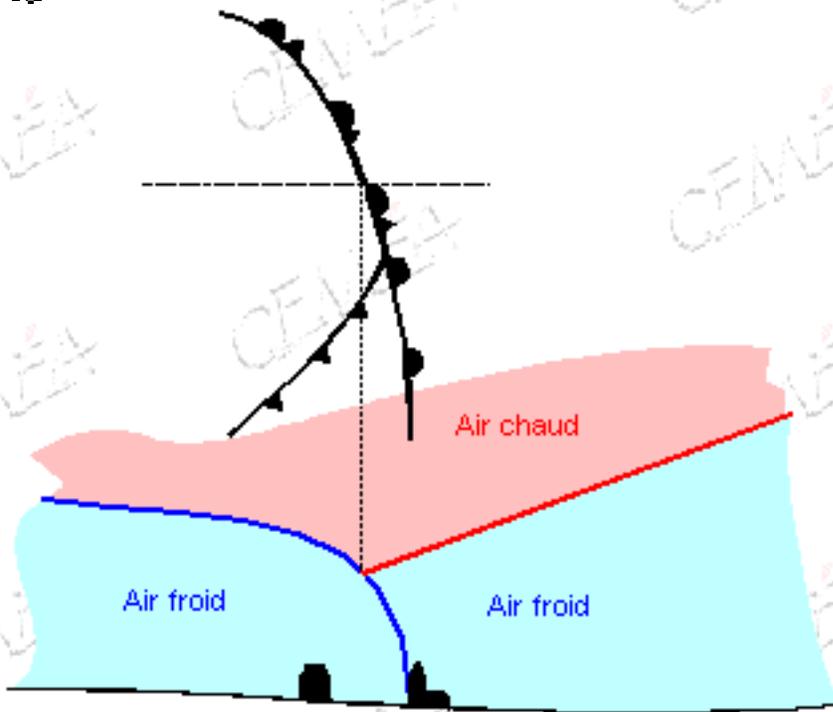
Dans la réalité, il est rare qu'une perturbation se déplace isolément. Elles viennent par famille, généralement de 3 ou 4 membres, la plus vieille en tête, les autres étant de plus en plus jeunes. Une perturbation mesure plusieurs milliers de kilomètres. Aussi, lorsque la première perturbation passe sur la France, il y a de fortes chances que les suivantes soient encore au large des Etats-Unis.

Dans la réalité, il est rare qu'une perturbation se déplace isolément. Elles viennent par famille, généralement de 3 ou 4 membres, la plus vieille en tête, les autres étant de plus en plus jeunes. Une perturbation mesure plusieurs milliers de kilomètres. Aussi, lorsque la première



La frontière entre la masse d'air froide (air polaire) et la masse d'air chaude (air tropical) n'est pas verticale. L'air chaud (plus léger) a tendance à s'élever au dessus de l'air froid (plus lourd). Cette séparation est donc oblique, presque horizontale (quelques degrés).

L'occlusion : la mort d'une perturbation

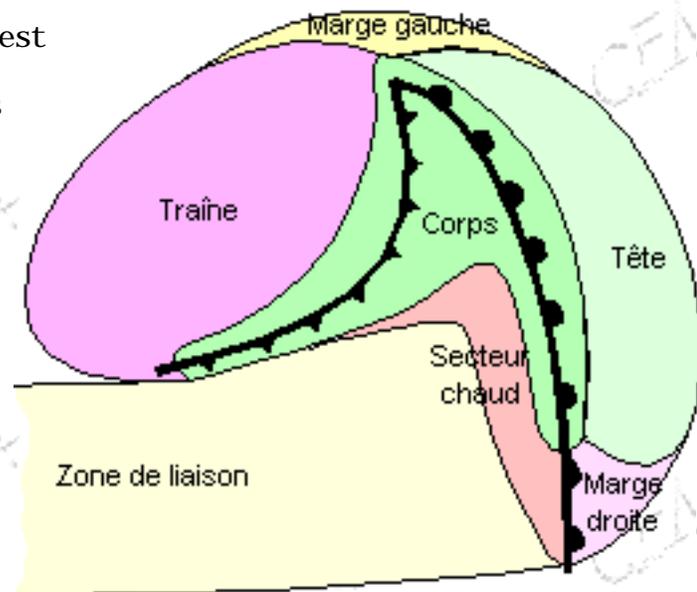


Pour de multiples raisons, l'air froid postérieur finit souvent par rattraper l'air froid antérieur. C'est l'occlusion. L'air chaud est expulsé en altitude. Selon leur composition respective, la masse d'air froid postérieure peut passer en dessous de la masse d'air froid antérieure ou inversement.

Au sol, on ne voit plus passer qu'une masse d'air froid. L'occlusion se poursuivra ainsi jusqu'à la destruction complète de la perturbation.

Les différentes zones d'une perturbation

A chaque perturbation correspond un système nuageux. Il est constitué d'une partie centrale (le corps) comportant des nuages stratiformes (Altostratus et **NimboStratus**) parfois associés à des **StratoCumulus**, précédée de la tête composée de nuages d'altitude (**Cirrus**, Cirrocumulus, CirroStratus, AltoCumulus) et suivie d'une traîne constituée essentiellement de nuages cumuliformes (**Cumulus**, CumuloNimbus). Deux marges (constituées principalement de nuages d'altitude) encadrent le tout.



LES NUAGES

Classification

Les nuages ont été classés en dix catégories, selon leur forme et l'altitude moyenne de leur base.

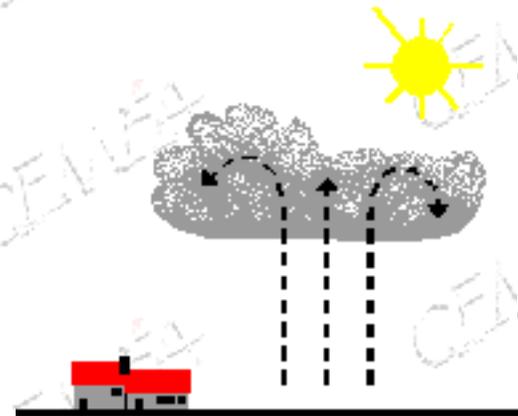
	Nuages à développement horizontal		Nuages à développement vertical
	en plaques	divisés	
Etage supérieur (6 à 8 km)	CirroStratus (Cs)	Cirrus (Ci) CirroCumulus (Cc)	Cumulus (Cu) CumuloNimbus (Cb)
Etage intermédiaire (2 à 6 km)	AltoStratus (As)	AltoCumulus (Ac)	
Etage inférieur (0 à 2 km)	NimboStratus (Ns) Stratus (St)	StratoCumulus (Sc)	

Formation des nuages

La quantité de vapeur d'eau (gaz invisible) pouvant être contenue dans une masse d'air est fonction de sa température. Plus la masse d'air est froide, moins elle peut contenir d'eau sous forme de vapeur. Lorsqu'une masse d'air se refroidit, la vapeur d'eau excédentaire condense et se transforme en gouttelettes. La formation des nuages est liée à ce phénomène de refroidissement d'une masse d'air.

1) Par convection

L'arrivée sur un sol chaud d'une masse d'air froide (par exemple, en bord de mer, en été, l'arrivée de masses d'air maritime sur la côte) provoque le réchauffement de la base de la masse d'air. Les molécules, plus légères, se mettent à monter et se refroidissent par détente, entraînant la naissance de nuages cumuliformes. Les nuages de convection sont caractéristiques de par leur forme bourgeonnante témoignant de l'intense activité qui y règne. Ils peuvent être soit nuages de beau temps (cumulus humilis) soit de tempête et d'orage (cumulus congestus et cumulonimbus).

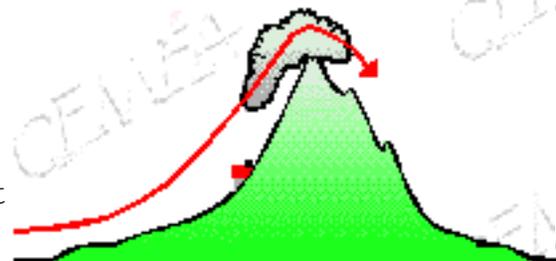


2) Par refroidissement par la base

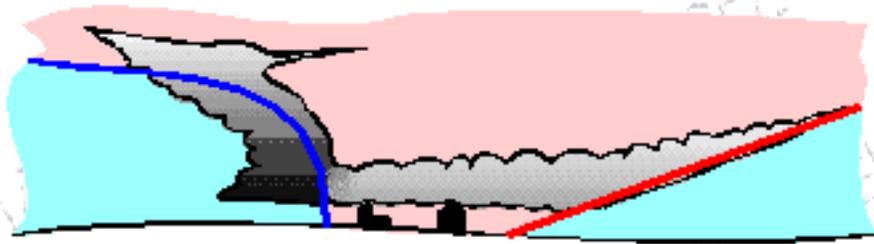
Le phénomène inverse peut se produire lorsqu'une masse d'air arrive sur un sol froid. La couche d'air en contact avec le sol est alors refroidit et la vapeur d'eau en excédent se condense en formant brumes et brouillards. Cela arrive régulièrement lorsqu'une masse d'air humide arrive sur un lac, un fleuve, etc...

3) Par élévation due au relief

Le relief contraint la masse d'air à s'élever. Durant l'ascension, la température de l'air baisse et la vapeur en excédent condense. Un nuage apparaît sur le sommet de l'obstacle. Le principe inverse est souvent observable de l'autre côté de l'obstacle : la masse d'air se réchauffe en redescendant vers la plaine et les nuages disparaissent (effet de foehn).



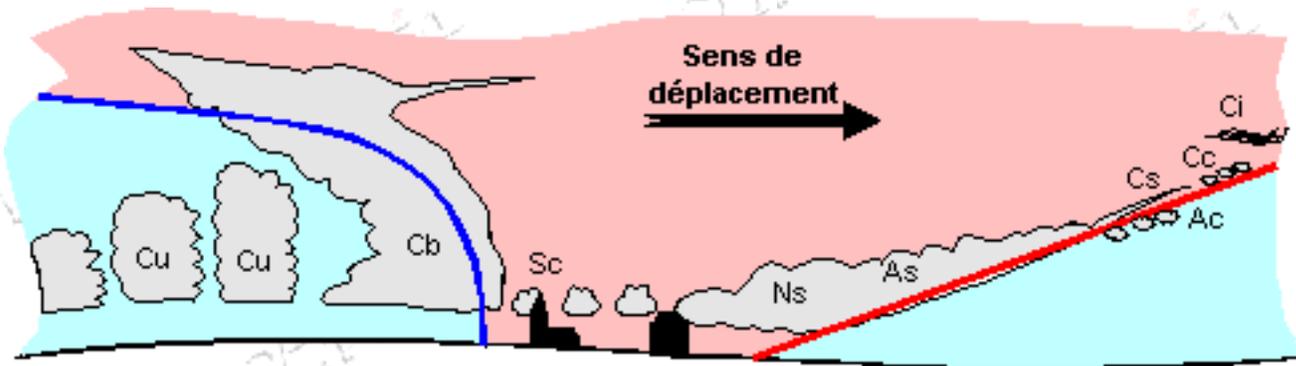
4) Par confrontation de masse d'air



Dans une perturbation en mouvement, les masses d'air froid antérieur et postérieur contraignent l'air chaud à s'élever. A la limite des fronts se forment des nuages. Ce mode de formation est le plus courant et donne la plus grande variété de nuages.

Position des nuages dans une perturbation

Savoir reconnaître les nuages est un des outils pouvant servir à la **prévision du temps**. L'observation de l'évolution de la nébulosité, associée à d'autres paramètres, est un indicateur précieux sur le temps à venir. A chaque perturbation est associé un **système nuageux** : la succession des nuages permet, en partie, d'émettre une hypothèse sur le temps à venir.



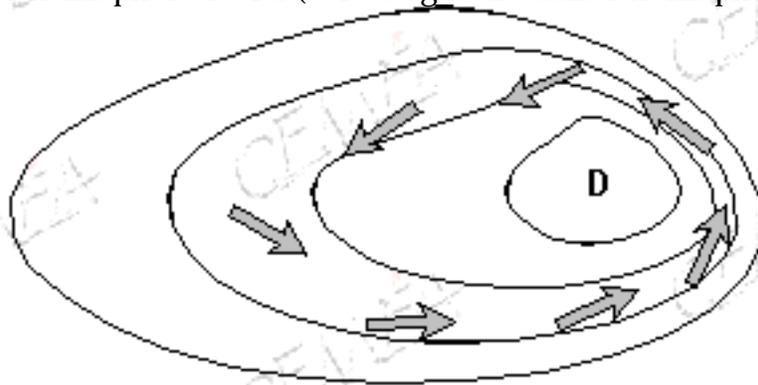
La succession des nuages est relativement immuable dans une perturbation : d'abord les nuages de haute et moyenne altitudes, puis les nuages bas, enfin, les nuages cumuliformes. Bien sûr, la totalité de ces nuages n'est pas obligatoirement présent (ou visible) dans chaque perturbation.

Tête de la perturbation	Corps de la perturbation	Traîne de la perturbation
<p><u>Cirrus</u> CirroCumulus CirroStratus <u>AltoCumulus</u></p> 	<p>AltoStratus <u>NimboStratus</u> <u>StratoCumulus</u></p> 	<p><u>Cumulus</u> CumuloNimbus</p>

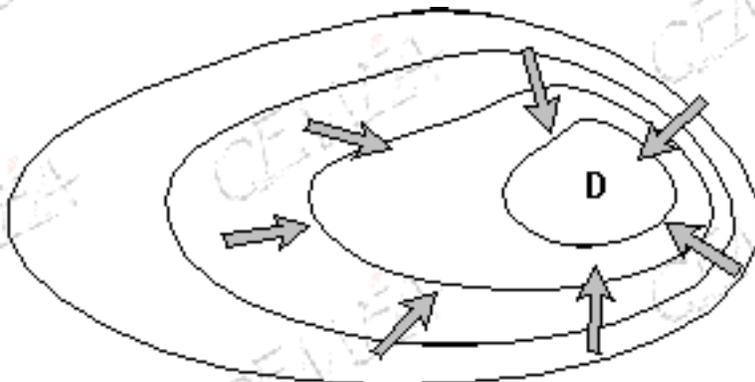
LE VENT

Le vent dans les dépressions et les anticyclones

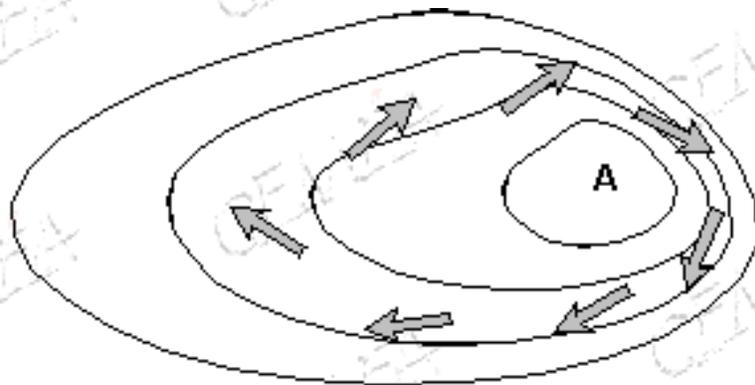
Dans une dépression, la pression est plus faible au centre qu'à la périphérie. Cela entraîne un déplacement de molécules d'air des hautes pressions (la périphérie) vers les basses pressions (le centre). Cependant, il faut encore une fois intégrer la force de Coriolis qui dévie tout mouvement vers sa droite dans l'hémisphère Nord (vers sa gauche dans l'hémisphère



Sud). Les vents circulent donc, dans une dépression plutôt comme sur le schéma-ci contre, c'est à dire presque parallèlement aux isobares, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

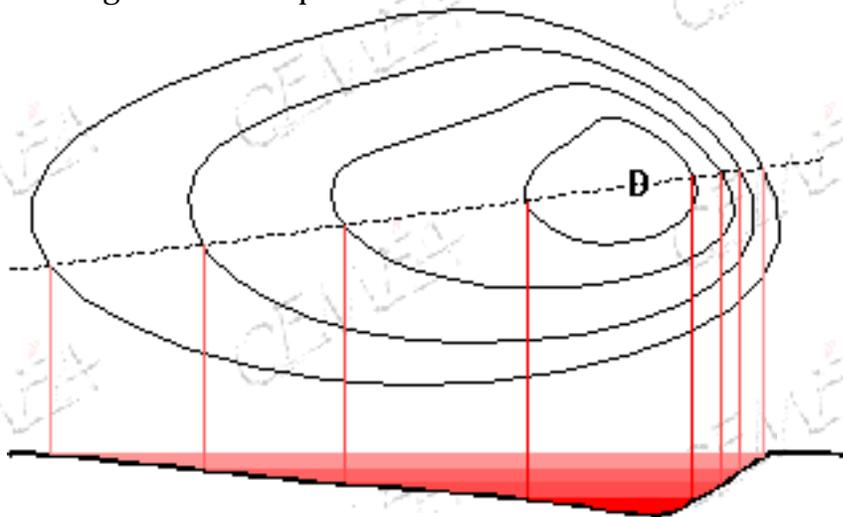


Dans un anticyclone, c'est le même phénomène, mais à l'envers. Les plus hautes pressions sont au centre, les plus basses à la périphérie. La circulation des molécules d'air (le vent) s'effectue donc, en tenant compte de la force de Coriolis, dans le sens des aiguilles d'une montre.



Le gradient de pression

L'écartement entre deux isobares est appelé gradient de pression. De ce gradient dépend la force du vent. Plus l'écartement est faible, plus le vent est fort et inversement. Pour comprendre, on peut faire l'analogie avec la représentation d'un trou sur une carte d'état-major.



Plus les lignes de niveau sont serrées et plus la pente est importante. Au contraire, plus les lignes de niveau sont écartées et plus la pente est faible. Imaginez que vous placiez un ballon de chaque côté. De quel côté prendrait-il le plus rapidement de la vitesse ?

Il en est de même dans les dépressions et les anticyclones.



La force du vent - l'échelle Beaufort

Juste un rappel : le vent se mesure soit en mètres par seconde (m/s), soit en nœuds. On mesure sa vitesse avec un anémomètre (ou des sondes ou des radars pour les professionnels).

L'échelle Beaufort est un classement de la vitesse du vent en treize catégories (de 0 à 12). On prend en considération la vitesse du vent moyen et non celle des rafales.

Echelle Beaufort				
Degré Beaufort	Appellation	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	A terre
0	Calme	< 1	< 1	La fumée s'élève verticalement.
1	Très légère brise	1 - 3	1 - 5	La fumée est entraînée.
2	Légère brise	4 - 6	6 - 11	On sent le vent sur le visage. Les petites feuilles bougent.
3	Petite brise	7 - 10	12 - 19	Les petites branches et les drapeaux s'agitent.
4	Jolie brise	11 - 16	20 - 28	Les drapeaux claquent.
5	Bonne brise	17 - 21	29 - 38	Les arbustes sont courbés.
6	Vent frais	22 - 27	34 - 49	Les haubans sifflent et les parapluies se retournent.
7	Grand frais	28 - 33	50 - 61	Il devient difficile de marcher contre le vent.
8	Coup de vent	34 - 40	62 - 74	Les branches des arbres cassent.
9	Fort coup de vent	41 - 47	75 - 88	Les toitures commencent à voler.
10	Tempête	48 - 55	89 - 102	Les gros arbres sont déracinés.
11	Violente tempête	56 - 63	103 - 117	C'est la pagaille. Très rare (le vent, pas la pagaille).
12	Ouragan	> 64	> 118	Mieux vaut rester couché(e).

LES BRISES DE MER

Phénomènes thermiques

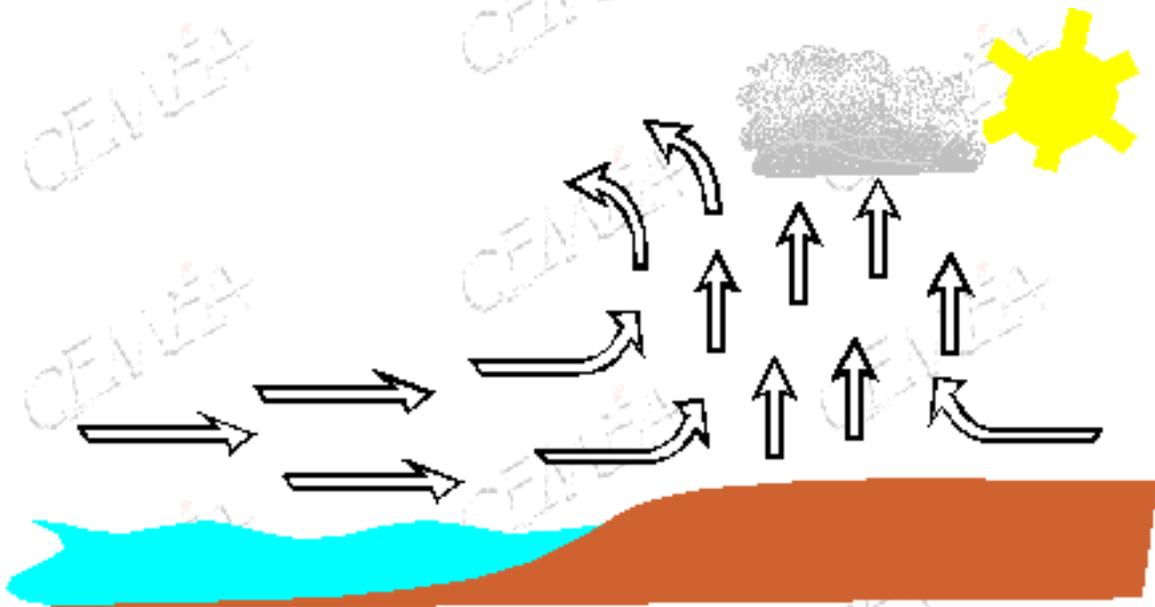
Les phénomènes thermiques sont nombreux (vent, orages, mirages, etc...). Les seuls qui seront étudiés ici sont les brises thermiques pouvant apparaître en bord de mer ou sur un lac de grande taille lorsque la différence de température entre l'eau et le sol augmente du fait de l'ensoleillement.

Avant de commencer l'explication, il est nécessaire d'attirer l'attention sur l'importance, pour un moniteur de voile, de connaître ces phénomènes qui peuvent localement modifier considérablement les prévisions les plus fiables de la météorologie nationale.

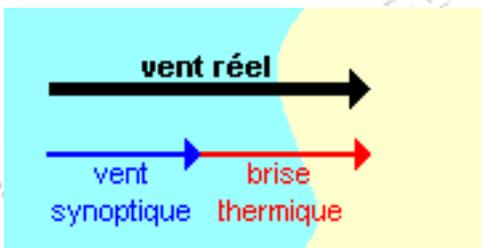
Les brises thermiques naissent d'une différence de température entre la mer et la terre.

Le jour, le sol se réchauffe, du moins en surface, beaucoup plus vite que l'eau. L'air ainsi surchauffé va s'élever pour être remplacé par de l'air froid venu de la mer. L'air chaud va, en s'élevant se refroidir, et libérer la vapeur d'eau qu'il ne peut plus contenir (voir à [nuages, formation par convection](#)). Vont ainsi se former, au dessus de la zone de convection des cumulus.

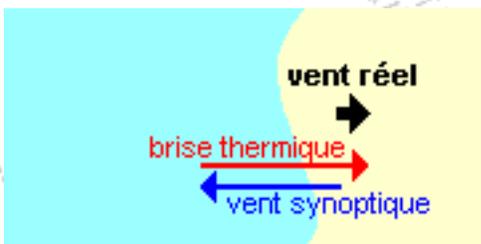
C'est le déplacement de l'air de la mer vers la terre qui crée la brise thermique dite "brise de mer". Selon l'ensoleillement et le profil de la côte, celle-ci peut-être très violente.



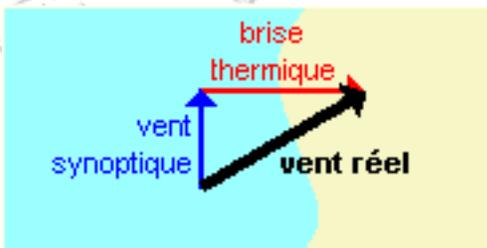
En se combinant au vent synoptique (le vent "courant") en force et en direction, elle peut provoquer une chute ou une brusque augmentation de la puissance du vent observé en bord de plage, ainsi que des modifications rapides de sa direction :



Le vent synoptique et la brise thermique sont de même direction : augmentation du vent réel par addition du vent synoptique et de la brise thermique.

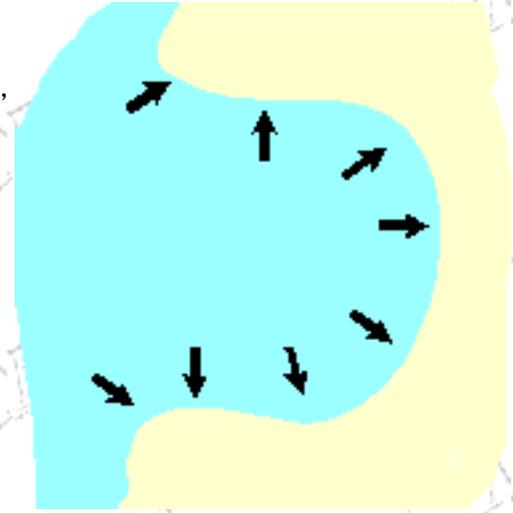


Le vent synoptique et la brise thermique sont de directions opposées : diminution de la force du vent réel par différence entre le vent synoptique et la brise thermique.



Le vent synoptique et la brise thermique sont de directions quelconques : modification de la force et de la direction du vent réel.

La brise de mer, soufflant de la mer vers la terre, est généralement orientée perpendiculairement à la côte lorsqu'elle s'établit. Elle a ensuite tendance à être déviée sur sa droite (force de Coriolis) et peut, selon les cas, être presque parallèle à la côte en fin de journée.



LES EFFETS DUS AU RELIEF

Effets de côte

Les effets dus au relief sont relativement nombreux. Ils agissent tous en modifiant la direction et/ou la force du vent, ou en le perturbant. Ces phénomènes sont locaux et doivent être pris au sérieux par l'animateur qualifié voile. Outre les effets de brise thermique, on peut se trouver en présence de cas similaires à ceux-ci :

Falaises - Dunes

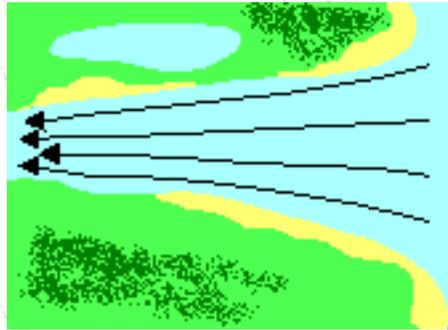


Le vent de terre descendant de la falaise met une certaine distance pour "arriver" au niveau de la mer. Le vent, sous la falaise, est donc particulièrement perturbé, en force et en direction. Mieux vaut ne pas s'aventurer dans cette zone avec des débutants, ils seraient ramenés inexorablement vers la falaise et les rochers. Le même danger existe avec les dunes lorsque le vent est de terre : l'air est contraint d'accélérer pour franchir la dune, puis de ralentir derrière celle-ci avant de retrouver sa vitesse normale au large. Le vent ressenti sur la

plage n'est donc pas le même que le vent en mer. Soyez donc prudent dans cette situation : le petit force 2 de la plage peut très bien devenir un bon force 4 au large.



Embouchure de rivière



Le vent de mer s'engouffrant dans l'embouchure d'une rivière peut être soumis à une accélération forte à cause du rétrécissement du passage. A l'inverse, le vent de terre subira lui un ralentissement dans cette zone, avant de retrouver, un peu plus loin, sa vitesse normale.

LES INSTRUMENTS MÉTÉO AMATEURS

Le baromètre - le barographe



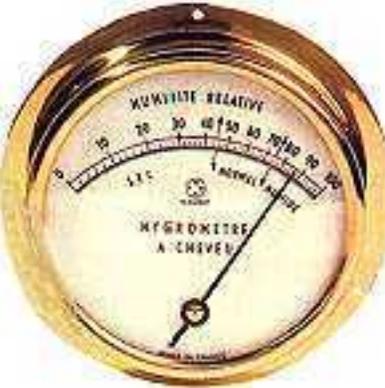
Le baromètre est un des plus connus des instruments météorologiques. Utilisé pour mesurer la pression de l'air, il en existe différents types. D'abord le baromètre à mercure : précis mais encombrant, il reste très peu utilisable. Le baromètre anéroïde est lui plus simple d'emploi et surtout beaucoup moins cher. Il fonctionne grâce à des capsules métalliques (capsules de Vidi) dans lesquelles la pression est réduite. Sa précision dépend du nombre de capsules. Comme tous les baromètres, il doit être étalonné régulièrement et compensé en fonction de l'altitude.

Le barographe est déjà un instrument professionnel. Fonctionnant sur le même principe que le baromètre de salon, il offre l'avantage d'une

plus grande précision, et surtout, d'enregistrer les variations de pression en continu. Malheureusement, son prix est en rapport avec ses performances.



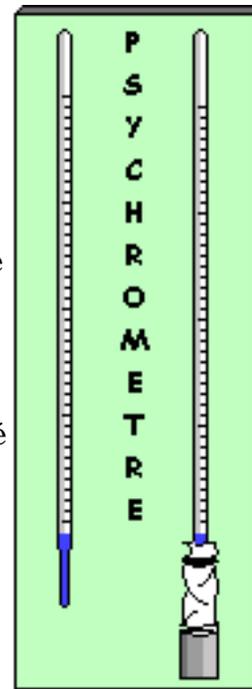
L'hygromètre - le psychromètre



Destinés tous les deux à mesurer l'humidité relative de l'air, l'hygromètre et le psychromètre n'apportent pas la même fiabilité. L'hygromètre fonctionne le plus souvent à l'aide d'un cheveu. Plus l'air est humide et plus le cheveu s'allonge, entraînant un mécanisme relié à une aiguille. Ce type d'appareil, peu onéreux, est malheureusement assez fragile, vieillit très mal et devient très

imprécis. Il est préférable, lorsqu'on veut mesurer l'humidité de l'air, d'utiliser un psychromètre. Cet instrument, que l'on peut soi-même facilement fabriquer, est composé de deux thermomètres strictement identiques. Le réservoir du premier est laissé à l'air libre (c'est à dire à l'humidité ambiante), le réservoir du second est, quant à lui, placé dans de la mousseline saturé d'eau (la mousseline trempe dans un petit réservoir). Il est donc à 100 % d'humidité. La

différence de température entre les deux thermomètres permet, à l'aide d'une table psychométrique, de déterminer précisément l'humidité relative de l'air ambiant.

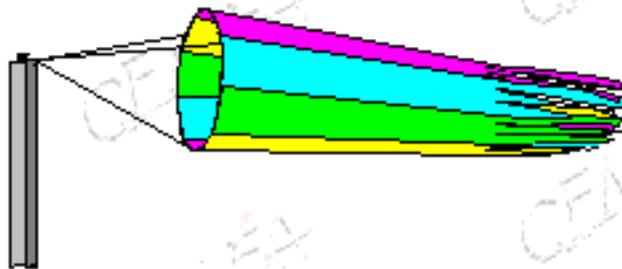


Le thermomètre - le thermographe

Il mesure la température de l'air. Il est préférable d'utiliser un thermomètre à maxima-minima. Ce thermomètre donne, outre la température immédiate, la température la plus basse et celle la plus haute de la période d'observation, généralement une journée. Les professionnels utilisent plutôt des thermographes qui enregistrent en continu les variations de température.

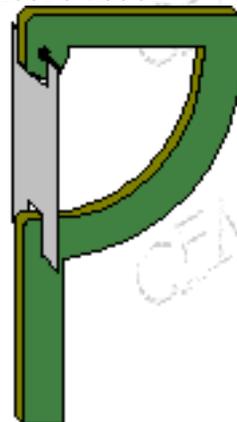
La girouette

Elle indique bien sûr la **direction du vent**. Celle-ci est importante lorsqu'on souhaite essayer de prévoir l'évolution du temps. Elle doit être sensible pour réagir au moindre souffle d'air. Avec des enfants, en centre de vacances ou de loisirs, la girouette peut être remplacée par une manche à air, plus simple à construire.



L'anémomètre

L'anémomètre n'est pas un instrument utile à la prévision. Par contre, il sert à l'observation et peut donner des indications précises sur la force réelle du vent, ainsi que sur sa vitesse dans les rafales. Il en existe différents modèles dans le commerce, mécaniques et électroniques. Ces appareils, relativement fiables, sont encore assez onéreux. On peut aisément se fabriquer un anémomètre à balancier qui, sans avoir la précision des modèles professionnels, est capable de donner une indication sur la vitesse du vent.



LA PREVISION

Quelques précautions

Il n'est pas question, avec nos moyens d'amateurs et l'observation, de concurrencer les ingénieurs prévisionnistes de Météo-France, qui disposent, outre d'une solide formation, de milliers d'informations provenant du monde entier, d'images satellites, d'ordinateurs surpuissants, etc... Par contre, l'observation régulière et la connaissance précise d'un lieu permet d'adapter les prévisions "officielles" à un endroit précis, de repérer un retard (ou une avance) dans les changements annoncés, d'expliquer aux enfants ou aux jeunes pourquoi le vent vient de tourner si rapidement, de faire rentrer un groupe d'urgence à la vue d'une ligne de grains. Bref, d'être en mesure d'assurer la sécurité physique et affective des personnes (ainsi que la pérennité du matériel). Cela ne dispense en aucun cas de prendre régulièrement des informations météo fiables auprès des services nationaux et régionaux de Météo-France, d'interroger la capitainerie ou le sémaphore, d'écouter le bulletin météo de Radio-France, etc...

Lorsqu'on veut essayer de prévoir le temps qu'il va faire, il faut prendre l'habitude de lever le nez régulièrement, d'essayer de reconnaître les nuages, d'estimer la direction du vent, d'observer les modifications de pression, de température, etc... Une observation unique ne peut suffire à se faire une idée précise (Comment prétendre déterminer le temps à venir en regardant dix secondes les nuages d'une perturbation longue de plusieurs milliers de kilomètres !). Seule l'observation régulière de l'évolution du temps et le recoupement de différentes paramètres peuvent permettre, pour un amateur, la prévision.

Quelques éléments-clé

La pression : un simple baromètre permet de connaître la pression immédiate (et son évolution). Cette simple observation permet de savoir si on se trouve en régime anticyclonique ou dépressionnaire.

La direction des vents : Elle permet de savoir où sont les dépressions et les anticyclones. En effet, en se plaçant face au vent, on a les dépressions à sa droite et les anticyclones à sa gauche (ceci est dû au sens de rotation des vents dans ces deux systèmes).

Pour la même raison, on peut savoir, lorsqu'on est sûr, à l'aide du baromètre, que l'on est dans une dépression ou un anticyclone, où on en est (approximativement) du passage du système. En effet, dans une dépression, les vents commencent par venir du secteur sud, puis par passer plus ou moins rapidement au secteur ouest pour finir dans le secteur nord.

Attention, il s'agit de la direction des vents en altitude et non pas au sol.

La nébulosité : La succession des nuages est un 3^{ème} indicateur qui, combiné aux 2 autres, permet de prévoir l'évolution du temps : des nuages élevés (Cirrus, CirroStratus et CirroCumulus) suivis de nuages de l'étage moyen (AltoCumulus, AltoStratus) annonce le passage prochain d'une perturbation. De même, dans une perturbation, l'arrivée de gros Cumulus (associés ou non à des CumuloNimbus) indique la fin prochaine de celle-ci. Cela ne veut pas dire pour autant qu'il va faire beau, une autre perturbation pouvant arriver immédiatement derrière (c'est même très souvent le cas).

La méthode Moreux

La méthode Moreux, mise au point par l'abbé du même nom, consiste en plusieurs grilles de déduction du temps à venir, à partir de l'observation de la pression atmosphérique et de la direction des vents.

LA MÉTHODE MOREUX

Amateur de météorologie, l'abbé Moreux a, dans les années 30, mis au point un système de prévision basé sur la pression et la direction des vents. Cette méthode donne des résultats relativement fiables pour des prévisions à 24 h.

Les tableaux ci-dessous sont des exemples de la méthode Moreux, pour l'hiver et l'été (Des grilles similaires existent pour le printemps et l'automne).

TEMPS DE L'HIVER			
Pression	Pression > 1020 hPa	Pression entre 1005 et 1020 hPa	Pression < 1005 hPa
Direction du vent			
Nord	Beau temps Températures fraîches	Assez beau Risque de neige en altitude Températures froides	Temps nuageux Risque de neige Températures froides
Est - Nord-Est	Temps assez beau Températures froides	Temps brumeux Risque de neige Températures froides	Temps nuageux Risque de neige Températures froides
Sud - Sud-Est	Temps assez beau Températures froides	Temps nuageux Pluie possible Températures douces	Temps nuageux Pluie ou neige fondue Températures douces à froides
Sud-Ouest	Temps assez beau Températures douces	Temps nuageux Pluie ou neige avec vent Températures douces à fraîches	Temps nuageux Pluie ou neige fondue Températures douces
Ouest - Nord-Ouest	Temps assez beau Températures modérées	Temps nuageux Pluie ou neige Températures froides	Temps nuageux Pluie ou neige Températures froides

TEMPS DE L'ÉTÉ			
Pression	Pression > 1020 hPa	Pression entre 1005 et 1020 hPa	Pression < 1005 hPa
Direction du vent			
Nord	Beau à assez beau. Journées chaudes, nuits fraîches.	Ondées ou averses orageuses possibles. Températures douces.	Pluie et vent. Températures douces.
Est - Nord-Est	Beau temps. Journées chaudes, nuits fraîches.	Beau à assez beau Ondées ou averses orageuses possibles. Journées chaudes, nuits fraîches.	Temps lourd et humide. Pluies orageuses et vent.
Sud - Sud-Est	Beau temps, mais orages possibles. Journées très chaudes, nuits chaudes.	Beau temps, mais orages possibles. Journées très chaudes à lourdes, nuits chaudes.	Temps chaud, lourd et humide. Averses orageuses et vent violent.

Sud-Ouest	Temps beau à très beau. Chaud à très chaud.	Beau temps, mais ondées orageuses possibles. Assez chaud à lourd.	Orages et averses orageuses. Assez chaud.
Ouest - Nord-Ouest	Beau temps. Journées chaudes, nuits fraîches.	Ondées ou averses possibles. Températures douces.	Pluie à tendance orageuse avec vent. Temps doux et humide

BIBLIOGRAPHIE

La météorologie vous passionne

Météorologie Marine

MAYENCON RENE, Edition Maritime et d'Outre-Mer, Paris, 1982

Météorologie Pratique

MAYENCON RENE, Edition Maritime et d'Outre-Mer, Paris, 1986

Vents, nuages et tempêtes

BESSEMOULIN J., CLAUSSSE R., Edition Maritime et d'Outre-Mer, 1978

QUELQUES SITES INTERNET

Les sites en français

METEO FRANCE



Le site officiel de Météo France : les prévisions, les cartes, la librairie, ainsi qu'une rubrique pour comprendre la météo.

SERVICE METEO de YAHOO

Des cartes, des images satellites et des prévisions pour une cinquantaine de villes françaises.

LA CHAINE METEO

Des cartes et des prévisions pour l'Europe entière.

CYCLONES EN POLYNESIE FRANCAISE

Un site pour prévenir les risques de cyclones sur la Polynésie Française.

OURAGANS

Un site consacré aux ouragans sur les Antilles françaises, avec explications, historique et photos satellites.

TOUT SUR L'ORAGE

Créé par un passionné, OrageNet fournit en temps réel des informations sur les calamités atmosphériques : orages, tempêtes, etc...

LES NUAGES

Un site canadien, réalisé par des étudiants vous dit tout sur les nuages. Attention cependant : les indications concernant la prévision du temps à l'aide du sens de défilement des nuages ne sont pas valables pour la France (différence de latitude).

MARC VIAL's HOMEPAGE

Un site personnel sur la météo fait par un amateur. Beaucoup d'explications et de renseignements sur la construction d'une station météo, sur la prévision, les dictons, les méthodes empiriques, etc...

LE CIRRUS



Très facile à reconnaître, c'est un nuage de haute altitude. Il se déplace entre 6000 et 8000 m. A cette hauteur, la température est largement en dessous de zéro, c'est donc un nuage constitué de cristaux de glace. Le plus souvent, il ressemble à de longs cheveux blancs.

Le Cirrus est associé à toutes les perturbations, ainsi qu'aux systèmes orageux. Commun au début de la perturbation (c'en est même un signe annonciateur), on peut le retrouver dans le corps et dans la traîne (c'est souvent dans ce cas des morceaux de l'enclume d'un CumuloNimbus déchirés par le vent).

Ce beau nuage peut facilement être confondu avec les traînées de condensation des avions, lorsque celles-ci sont déchiquetées par le vent en altitude.

[Fermer cette fenêtre](#)

L'ALTO- CUMULUS



Nuage de moyenne altitude, il est assez simple à reconnaître.

[Fermer cette fenêtre](#)

LE NIMBOSTRATUS



Nuage couvrant le plus souvent entièrement le ciel, le NimboStratus est un nuage de l'étage moyen. Son épaisseur est souvent importante (3 000 m en moyenne), sa base grisâtre et il ne laisse pas passer la lumière du soleil. Il est caractéristique du milieu et de l'arrivée du front froid d'une perturbation. La pluie et la neige sont courantes sous ce nuage.

[Fermer cette fenêtre](#)

LE CUMULUS



Ce nuage, facile à reconnaître, peut se présenter sous de multiples formes : du petit Cumulus Humilis de beau temps, petit et tout blanc jusqu'à cet énorme Cumulus Congestus (à la limite du CumuloNimbus), il y en a de tous les formats.

Le Cumulus est associé à tous les types de temps. Il peut être nuage de beau temps lorsqu'il naît par convection, l'été, le long des plages mais il est aussi omniprésent dans les perturbations ou les systèmes orageux. Dans ce cas, sa base se fait noire et il devient plus imposant (plusieurs centaines voire milliers de mètres d'épaisseur).

Le cumulus peut donner de la pluie, de la neige mais est incapable de produire des éclairs.

[Fermer cette fenêtre](#)

LE STRATOCUMULUS



Ce nuage comme son nom l'indique est un assemblage de nuages cumuliformes. Il est caractéristique de l'arrivée du front froid de la perturbation. Formé de grandes plaques de nuages à la base sombre séparées par des zones libres qui laissent parfois apparaître le soleil sous forme de grands rayons descendant vers le sol. Le StratoCumulus peut être à l'origine de chute de pluie ou de neige, le plus souvent de faible intensité. Par contre, ce nuage de faible altitude à base sombre peut cacher en son sein des CumuloNimbus difficiles à déceler.

[Fermer cette fenêtre](#)