



LA MÉTÉO pour les plaisanciers

Claire de Nomazy

SOMMAIRE

Introduction	5
1. Les informations météo	9
La force du vent	10
La direction du vent	11
L'instabilité du vent	12
L'état de la mer	12
La visibilité	13
La température de l'eau et de l'air	13
Les évolutions	14
Les situations météo « classiques »	14
2. Prendre la météo	15
Observer	15
Les sources météo disponibles	17
Les modèles numériques	18
Choisir ses sources d'informations	19
Lire un bulletin météo	20
Se créer une méthode	22
3. Le vent dans les anticyclones et les dépressions	23
La pression atmosphérique	23
Les anticyclones et dépressions	24
La loi de Buys-Ballot	26
Les cartes isobariques	27
La direction du vent sur une carte isobarique	28
La force du vent sur une carte isobarique	30
Lire une carte isobarique	31
Lire une carte de champs de vent	32
Cas particuliers: dorsale, talweg, marais barométrique ..	34
Les composantes du vent	34
4. Stabilité et instabilité	35
Incidence sur la navigation	35
Stabilité et instabilité d'une masse d'air	36
Les causes de stabilité et d'instabilité	37
Les situations de stabilité et d'instabilité	38
Les orages, cas particulier d'instabilité	39
Les signes visibles de stabilité et d'instabilité	40
Comment anticiper le degré de stabilité	40
5. Les nuages	41
Classification des nuages	41
Les nuages stratiformes	42
Les nuages cumuliformes	46
Les autres nuages	50
Tableau récapitulatif des nuages	53
Incidence des nuages sur la navigation	53

6. Les brouillards	56
Le brouillard de rayonnement	56
Le brouillard d'advection	58
7. Les dépressions	60
Vie d'une perturbation	61
Caractéristiques des fronts	66
Évolution des paramètres, lors du passage d'une dépression	69
Les signes annonciateurs	71
8. Les brises thermiques	72
Établissement de la brise	73
Les conditions de brise	75
Évolution de la brise	77
Conclusion //////////////////////////////////////	79
Annexes: //////////////////////////////////////	80
L'échelle de Beaufort	81
Les zones météo côte	82
Les zones météo large	83
Lexique anglais-français	84

Le Code de la propriété intellectuelle interdit les copies ou reproductions destinées à l'utilisation collective. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ce livre, faite sans l'autorisation de l'éditeur, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 355-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

ISBN 978-2-85725-724-0

© La Compagnie des éditions de la Lesse 2010

i

INTRODUCTION



Guillaume De Bats

Introduction

Quel que soit le support – habitable, dériveur, planche à voile, kite surf... ; quel que soit le programme – sortie à la journée, à la semaine... – et quel que soit le projet – croisière, randonnée nautique... –, une bonne adaptation aux conditions météorologiques est la clef d'une navigation réussie. Anticiper la météo pour sortir en mer est non seulement un gage de sécurité mais aussi de plaisir.

Un **gage de sécurité**, car cela permet d'éviter les situations dangereuses : renforcement du vent, renforcement de la mer, baisse de la visibilité, orages... Aujourd'hui, les prévisions météo sont relativement fiables et facilement accessibles. Ce serait dommage de s'en priver, d'autant qu'il y a de nombreuses façons de s'adapter à une situation à risques : s'abstenir de naviguer, certes, mais aussi naviguer sous certaines conditions – choisir le lieu, le matériel, l'équipage, prévoir des solutions de repli...

Un **gage de plaisir**, car la météo permet de choisir le meilleur projet pour une navigation la plus agréable possible. Il est souvent plus confortable de naviguer au portant plutôt qu'au près, sur une mer belle plutôt que sur une mer formée, et de passer la nuit dans un mouillage abrité plutôt que se lever en pleine nuit parce que le vent a tourné, etc. Vient s'ajouter au plaisir de naviguer celui de comprendre son environnement. Suivre les évolutions de la météo est une activité en elle-même où l'on peut vite progresser si l'on aime observer.

Toutefois, la météo est une science complexe. Malgré une sérieuse motivation et de la bonne volonté, le plaisancier ne comprend pas toujours ce qu'il se passe, et la tentation est grande de dire que les prévisions ne sont jamais fiables.

En tant que navigateur (trice), quelle attitude avoir vis-à-vis de la météo ?

La prudence, comme toujours, est d'éviter les extrêmes. Certains plaisanciers qui s'intéressent à la météo veulent tout comprendre et faire leurs propres prévisions à la place des météorologues. Mais la profession de météorologue est un métier à part entière et ce n'est pas le nôtre...

À l'extrême inverse, devant la complexité de cette science, certains prennent les prévisions des professionnels au pied de la lettre sans chercher à les comprendre. D'autres encore considèrent qu'elles ne servent à rien puisque « ils se trompent tout le temps ».

Ce livre propose une attitude intermédiaire. Son objet n'est pas de former à la profession de météorologue, mais de donner des clefs pour mieux analyser, en tant que navigateur, les annonces des spécialistes. L'objectif est « simplement » de pouvoir comprendre celles-ci afin de pouvoir les adapter à telle ou telle situation en mer.

En effet, malgré la fiabilité croissante des prévisions, des décalages restent possibles. Un front, par exemple, peut arriver une ou deux heures plus tôt, ou plus tard, que prévu, ce qui peut complètement changer la situation de sa navigation de l'après-midi.

Si ce n'est pas à moi, navigateur, mais au météorologue de prévoir l'arrivée du front, c'est bien à moi, par contre, **de comprendre la prévision et de la recalculer en temps réel en fonction de mes observations sur l'eau**. Ce front peut aussi être un peu plus ou un peu moins intense que prévu. C'est aussi à moi d'évaluer son intensité en fonction de mes observations.

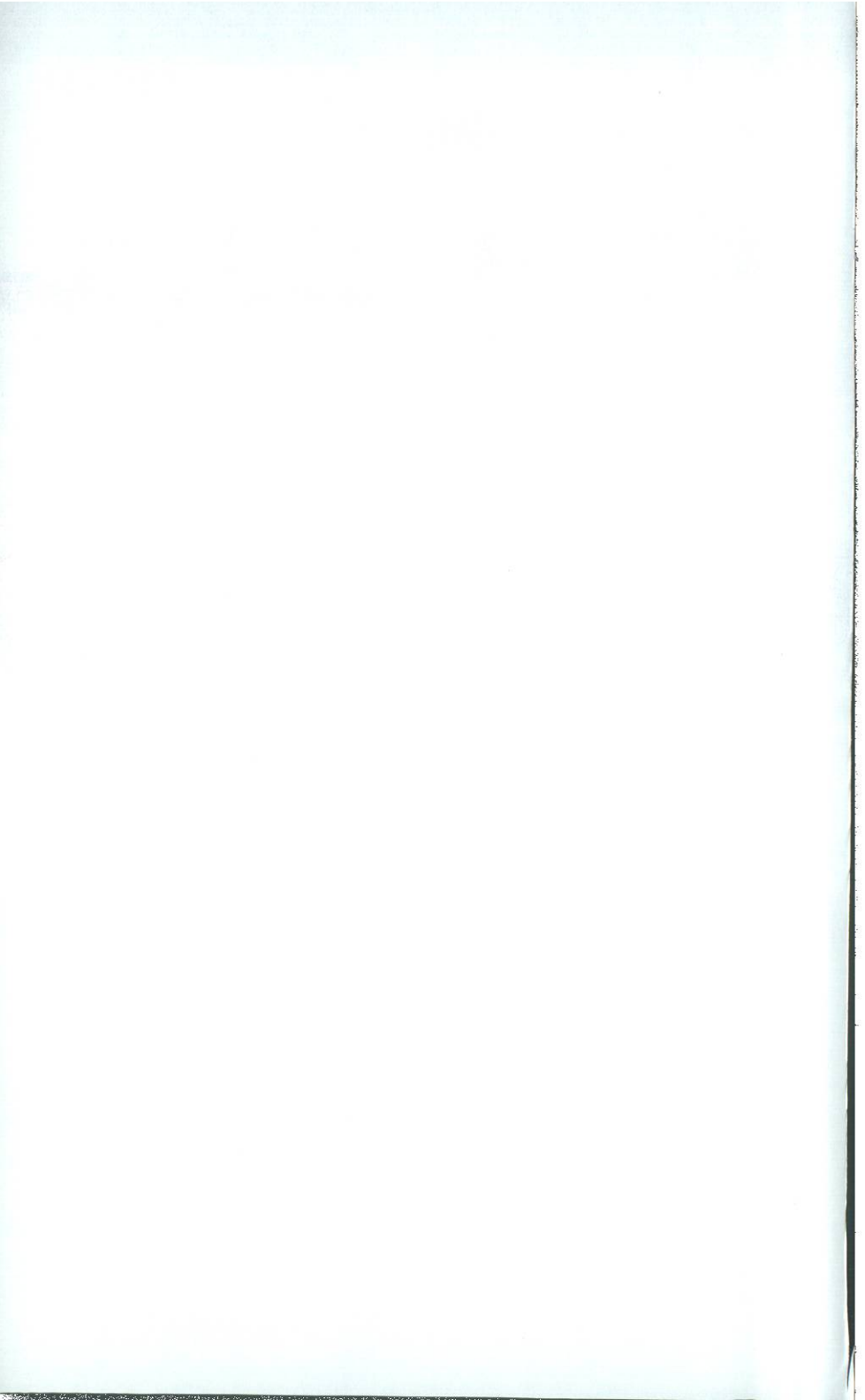
Par ailleurs, nous naviguons souvent à des échelles plus petites que celles des prévisions. Cela implique de savoir placer sa zone de navigation par rapport à la zone de prévision. Selon que je me situe au cœur ou en bordure du phénomène prévu, il va falloir que j'adapte la prévision.

En outre, des effets de site – accélération entre les reliefs, renforcement aux pointes, dévents... – peuvent aussi modifier les prévisions générales. C'est donc à moi d'affiner les prévisions en fonction de ma zone de navigation.

Enfin, les situations météo sont plus ou moins simples. C'est pourquoi les prévisionnistes s'astreignent de plus en plus à donner des indices de confiance. Comprendre la situation météo à laquelle la prévision fait référence permet d'en évaluer la probabilité. Avec un peu d'expérience et de bonnes observations, cela permet d'anticiper différents scénarios possibles.

Le but de ce guide est d'apporter le minimum de connaissance nécessaire pour faire le lien entre les prévisions météo et ses propres observations sur l'eau. La philosophie est que, en tant que naviguant, nous n'avons pas besoin de connaissances météo encyclopédiques, mais qu'il faut être capable de faire ce lien. Cela réclame d'une part une bonne compréhension des bulletins et des situations météo « classiques » et d'autre part une certaine capacité d'observation.

Rappelons-nous aussi que la météo change vite et que, de ce fait, il est difficile de faire ce lien uniquement à un instant précis. C'est pourquoi suivre le film en temps réel est une des clefs. Pour cela, il faut surtout pratiquer régulièrement, c'est-à-dire observer et prendre la météo à chaque navigation. L'expérience est essentielle : vivre un maximum de scénarios météo (avec un minimum de compréhension, bien sûr) est préférable à une connaissance livresque.



1

LES INFORMATIONS MÉTÉO

Quelles sont les informations météo à connaître pour naviguer en sécurité et avec un maximum de plaisir pour tout type de navigation ?



Guillaume De Bats

Q 28, 29

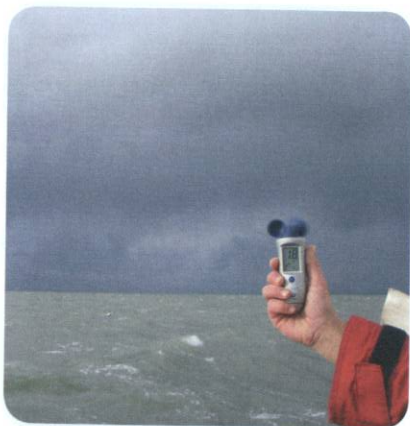
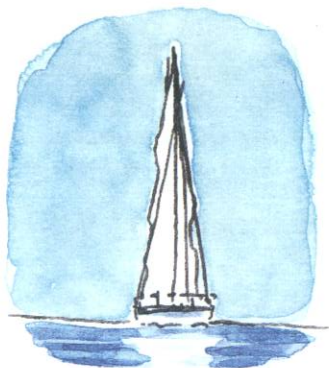
La force du vent

C'est le paramètre essentiel qui va déterminer une navigation. Il est important d'être précis sur ce point.

L'échelle de Beaufort est la mesure courante utilisée par les bulletins (voir Annexe). Convertir systématiquement en nœuds la force du vent permet d'être plus précis. Les éventails sont souvent larges.

Par exemple, à force 3 à 4 correspond 7-16 nœuds, à force 4 à 5 correspond 11-21 nœuds. Une croisière en famille qui débute à 11 nœuds est vraiment agréable, mais quand le vent monte à 21 nœuds la situation peut être beaucoup plus délicate. Il faut donc être précis.

Être capable d'apprécier la force du vent sur l'eau est aussi essentiel. Pour suivre l'évolution d'une prévision, il faut être capable de dire si le vent est déjà monté à 16-18 nœuds ou s'il est encore en dessous de 15 nœuds. À tout niveau, apprécier précisément la force du vent n'est pas simple.



- > On remarque que les navigateurs ont tendance à surestimer les vents forts, car ils confondent les risées avec le vent moyen, et à sous-estimer les vents faibles.
- > Nous sommes aussi le plus souvent habitués à évaluer la force du vent en fonction de l'état de la mer, ce qui peut conduire à des erreurs. On a ainsi tendance à surestimer les vents de mer qui génèrent du clapot et à sous-estimer les vents de terre où la mer est plate.
- > Enfin, le caractère plus ou moins enthousiaste de chacun peut faire infléchir ses estimations.

Estimer précisément le vent est donc une vraie compétence qui requiert de l'expérience.

En quoi la force du vent va-t-elle déterminer ma navigation ? Bien évidemment, un vent fort va être inconfortable, voire dangereux. Un vent faible peut aussi créer une situation délicate pour certains supports et dans certains cas (par exemple, un fort courant).

Qu'est-ce qu'un vent trop fort ? 15 ? 20 ? 30 nœuds ? Tout est relatif. Il faut distinguer les situations où il est imprudent de naviguer et celles où l'on peut, sous certaines conditions.

Dans les deux cas, cela dépend du type de navigation.

- > Le support de navigation. Il s'agit de bien connaître son embarcation pour savoir à quelle force elle est adaptée.

Exemple : 20 nœuds en Optimist est un vent fort, alors qu'en planche de fun, c'est l'idéal. 15 nœuds sur un petit habitable commence à être fort, alors qu'il n'en est rien sur un 40 pieds.

- > L'état du matériel. Les bateaux demandent un entretien rigoureux.

Exemple : il n'est pas raisonnable de faire la même traversée que l'année précédente avec la même embarcation si celle-ci n'a pas été révisée.

- > L'équipage : son expérience, sa forme, son nombre. Là encore, il faut connaître ses limites. On ne peut pas faire la même navigation avec un équipage novice ou confirmé ; réduit ou au complet ; en pleine forme ou fatigué d'un voyage en train ou autre.
- > La zone de navigation. En fonction des paramètres évoqués précédemment il s'agit d'évaluer dans quelle zone je peux évoluer en toute sécurité : à telle distance d'un abri, dans une zone abritée, etc.

Ma navigation est déterminée par la force du vent, mais aussi par la combinaison des autres paramètres météo.

Exemple : 20 nœuds sur une mer plate est plus praticable que 15 nœuds sur une mer formée.

La direction du vent

Elle détermine :

- > Le niveau de risque suivant mon support.

Exemple : en planche à voile ou kite surf, on préfère naviguer avec un vent qui ramène à la côte. En habitable, on préfère un vent qui éloigne des dangers.

- > L'état de la mer (selon que le vent vient de terre ou de mer).
- > Mes allures, ce qui influence le plaisir de naviguer, mais aussi la sécurité quand la fatigue se fait sentir.

Exemple : avec 15 nœuds sur une mer agitée, une croisière au près est plus inconfortable qu'au large.

L'instabilité du vent

Les prévisions marines indiquent la force du vent sur une moyenne de 10 minutes, ce qui est relativement long. Le vent peut être plus ou moins régulier, c'est-à-dire avoir des maximums et minimums plus ou moins importants autour de cette moyenne.

En situation normale, les rafales indiquées par les prévisions peuvent être supérieures de 40 % au vent moyen.

Exemple : un force 4, soit 11-16 nœuds, peut atteindre 22 nœuds !

Les bulletins précisent, en outre, si des rafales (vent moyen +10 à 15 nœuds), fortes rafales (vent moyen +15 à 25 nœuds), voire violentes rafales (vent moyen + au moins 25 nœuds), sont attendues.

L'instabilité du vent est un paramètre souvent négligé à tort.

Exemple : un vent stable de 15 nœuds est souvent maniable. En revanche, un vent de 15 nœuds avec des rafales à 20, voire 25 nœuds change complètement ma navigation.

Le risque est d'être surpris par la force des risées et de ne pouvoir les gérer. On sous-estime souvent l'inconfort que génère un vent instable.



Guillaume De Bats

L'état de la mer

Plus le support est léger, plus l'état de la mer est déterminant.

Exemple : avec le même vent, un planchiste débutant pourra naviguer sur une mer plate, alors qu'il ne pourra même pas partir avec un léger clapot. Un petit habitable va taper à chaque vague dès que la mer est agitée.



Guillaume, De Bats

En situation normale, les vagues maximales indiquées par les bulletins peuvent atteindre deux fois la hauteur significative.

Exemple : dans une mer de 1 m, peuvent se former des vagues de 2 m.

Prendre en compte l'état de la mer est nécessaire pour évaluer la sécurité de ma navigation, le plaisir que va y prendre l'équipage, la fatigue, mais aussi le temps de navigation. En croisière, on a tendance à sous-estimer ce paramètre pour évaluer l'heure d'arrivée.

La visibilité

Elle détermine, bien sûr, la sécurité. Même sur les embarcations équipées de GPS, la navigation est plus facile avec une bonne visibilité.

Elle détermine aussi le plaisir de naviguer – les paysages ne sont pas les mêmes...

Les situations les plus extrêmes sont les situations de brume et brouillard. On cherche à les éviter, mais elles ne sont pas toujours prévisibles et sont parfois soudaines. Les situations à risque de brouillard réclament donc une extrême vigilance.

Les situations à faible visibilité, par exemple sous un grain, exigent aussi une navigation rigoureuse, ou même de s'abstenir de s'aventurer dans les endroits délicats.



Guillaume De Bats

La température de l'eau et de l'air

Plus l'embarcation est légère, plus l'attention est portée sur ce paramètre. Mais c'est aussi un élément important en croisière. Sans parler d'insolation ou d'hypothermie, le chaud et le froid génèrent très vite de l'inconfort, de la fatigue, voire des situations à risque.

Exemple : il est raisonnable de porter un gilet de sauvetage, même sur un 40 pieds par beau temps si l'eau est à 10 °C. Un homme à la mer aura en effet une résistance très faible.

Froid ou chaud, il faut anticiper l'équipement, l'alimentation (hydratation et apports énergétiques) et bien connaître ses limites. La résistance au froid comme au chaud dépend de chacun.



Guillaume De Bats

Les évolutions

Les phénomènes météo évoluent vite. Une évolution non anticipée est une source d'accident fréquente.

Exemple : une belle journée de croisière qui commence à 10 nœuds sous soleil avec les enfants en maillot de bain sur le pont peut vite devenir périlleuse avec un vent qui forcit à 18-20 nœuds si cela n'a pas été anticipé.



Guillaume De Bats

Changer de mouillage en pleine nuit parce que le vent a tourné ; des rafales qui couchent le bateau alors qu'on commence à déjeuner ; la mer qui se forme au passage d'un cap alors que personne n'est attaché ; ou encore la visibilité qui tombe alors qu'on cherche l'entrée du port sont autant de situations loin d'être plaisantes.

Les évolutions sont en général prévues par les bulletins. Il faut essayer de les comprendre et les suivre pendant la navigation.

Les situations météo « classiques »

Enfin, pour comprendre et recalculer ces évolutions, une connaissance minimale de la situation météo et de ses évolutions possibles est indispensable. Encore une fois, il ne s'agit pas de devenir météorologue, mais de savoir reconnaître les quelques situations météo « classiques » de notre métropole (les anticyclones, les dépressions, les brises thermiques...) et de savoir s'y situer.

Comprendre la situation dans laquelle on se trouve ne permet pas nécessairement de prévoir, mais permet de **comprendre une prévision**, ce qui est l'essentiel. Cela permet d'en **suivre les évolutions et de les recalculer**. Prendre une prévision sans la comprendre un minimum peut conduire à des erreurs d'interprétation.

Exemple : le bulletin annonce un vent de secteur nord-est 2 à 3 Beaufort, s'orientant à l'ouest 3 à 4 l'après-midi. Si cette évolution ne vient pas comme prévu et que je n'en connais pas la cause, je ne sais pas ce qui peut arriver. En revanche, si je sais que cette évolution est due à une brise thermique, je peux en observer les signes annonciateurs et pressentir ou non son établissement.

Les conditions météo (force, direction et instabilité du vent, état de la mer, visibilité, température...) et leurs évolutions déterminent donc fortement la qualité de nos navigations. Voyons maintenant comment se procurer ces informations.

2

PRENDRE LA MÉTÉO

Comment prendre la météo à terre et en mer ? L'observation reste la source majeure. La difficulté est ensuite, de choisir ses prévisions et de savoir les interpréter en navigation.

Observer

L'observation est la source d'information la plus fiable et la plus constante.

Quelle que soit la fiabilité d'une prévision, celle-ci n'est jamais aussi précise que sa propre observation. Le temps qu'il fait est bien celui que nous observons. Prendre la météo est bien sûr important mais savoir se fier à ses observations l'est tout autant.

Exemple : un orage peut ne pas être prévu alors que nous le pressentons sur l'eau.

En outre, nos observations nous permettent de faire le lien avec les prévisions. Tel phénomène est-il en avance, ou en retard ? **Avant de vouloir prévoir, il faut être capable d'analyser l'existant.**

Que faut-il observer ?

- > Le vent : son intensité, sa direction, son instabilité, ses évolutions.
- > La nébulosité : la couverture nuageuse. On la note sur 8 octats.

0/8 octats est un ciel complètement dégagé; 4/8 à moitié couvert; et 8/8 octats complètement couvert;

- > Le type de nuages (voir chap. 5);
- > Ses évolutions.
- > L'état de la mer : le clapot, la houle, les évolutions.
- > La température et ses évolutions.
- > L'humidité et ses évolutions.
- > La pression et ses évolutions quand on dispose d'un baromètre.

Quand observer ?

L'idéal est de pouvoir observer ces paramètres avant même d'avoir des informations météo. Cela nous apprend à appréhender les situations et à mieux les comprendre.

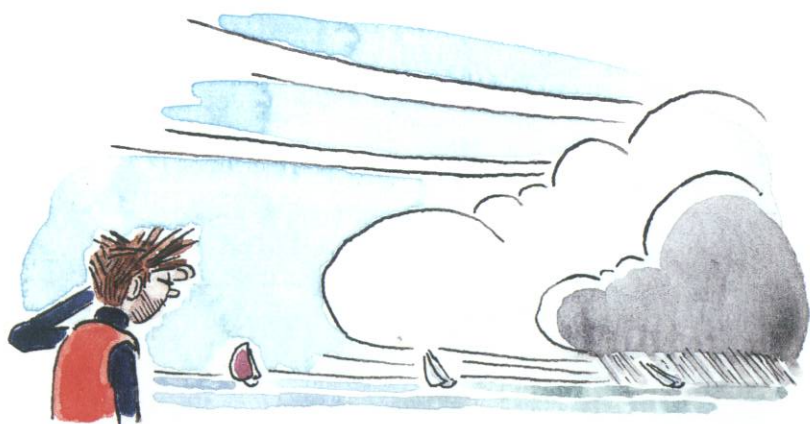
Exemple: en fonction de la direction du vent, je peux déjà avoir une idée de la situation générale (voir chap. 3).

En fonction du ciel, je peux préciser cette situation et estimer l'instabilité du vent (voir chap. 4,5,7).

En fonction des différences de température, je peux estimer la probabilité de brise thermique (voir chap. 8)...

Le bulletin viendra ensuite confirmer ou non mes pronostics. Une analyse personnelle avant la lecture du bulletin permet une meilleure compréhension de ce dernier, plutôt qu'une lecture passive sans analyse préalable.

L'observation se fait ensuite régulièrement tout au long de ma navigation. C'est elle qui va me permettre de naviguer en toute sécurité et avec un maximum de plaisir.



Guillaume De Bats

Comment observer ?

L'observation est une tâche difficile dans laquelle on n'a jamais fini de progresser. La précision s'impose. Être capable d'estimer que le vent a forci de 3-4 nœuds, que le ciel s'est éclairci de 4 à 2 octats, que les nuages deviennent plus cumuliformes... sont les premières compétences à acquérir si l'on veut progresser en météo marine. Cela impose de s'exercer et jouer.

Un excellent moyen d'avoir une observation régulière en croisière est le livre de bord. Remplir heure après heure le volet météo contraint à suivre les évolutions.

Exemple: on réalise soudain que le ciel est beaucoup plus couvert cet après-midi que ce matin. Si on a noté régulièrement la couverture en octats et le type de nuages, il sera beaucoup plus facile d'anticiper la suite: est-ce l'arrivée du front prévu par les prévisions? ou simplement un passage nuageux?

La météo change vite. Pour suivre ses évolutions, une observation régulière et précise s'impose.

Cependant l'observation seule ne suffit pas à nous renseigner sur l'avenir. Il faut aussi connaître les prévisions.

Les sources météo disponibles

Que l'on soit à terre, en mer, proche des côtes ou au large, de nombreuses sources sont accessibles. Internet est en particulier une ressource extrêmement riche dont il serait dommage de se priver.

À terre: > l'observation du ciel, du vent et de la mer;

> Internet: <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsfaxsem.html>
<http://marine.meteofrance.com/marine/accueil/>
<http://www.meteo-consult.fr/>
<http://www.windguru.cz/fr/>
<http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsfaxsem.html> (voir les cartes Brack)

> la capitainerie;

> le téléphone: 3250;

> la radio: France Inter, la BBC;

> le fax.

En mer: > l'observation du ciel, du vent et de la mer;

> la VHF: jusqu'à 20 milles, actualisation fréquente. Source précieuse pour noter les heures de diffusion pour sa zone et mettre une alarme!

> la radio: France Inter, BBC + RFI au large;

> le téléphone, quand il capte.

Au large: > la BLU (radio à Bande Latérale Unique);

> le navtex;

> Immarsat C;

> le téléphone satellite



Les sources d'information météo, et surtout, les moyens de réception évoluent chaque année.

Pour connaître précisément les canaux VHF, les fréquences radio, les heures de diffusion et les numéros de téléphone et fax, le petit guide marine édité par Météo France est un outil précieux. Il est actualisé chaque année. Il est disponible gratuitement dans les capitaineries et sur Internet.

<http://marine.meteofrance.com/marine/guidepratique>

Les sites Internet sont en constante évolution. Il faut être curieux et surfer sur le web, on a souvent de bonnes surprises. L'offre est très large. La plupart des sites météo compilent différentes sources et il faut faire son choix.

En ce qui concerne les moyens de réception, les magasins ainsi que la presse spécialisés permettent de suivre leurs avancées constantes.

Les modèles numériques

Les spécialistes font de plus en plus confiance aux modèles numériques, qui ont beaucoup progressé ces dernières années.

Un modèle numérique est un logiciel complexe qui traduit en équations mathématiques les lois physiques liées aux paramètres météo. Il calcule ainsi, pas à pas, l'évolution de l'atmosphère. Un réseau d'observation mondial fournit au modèle les données météo – pression, température, humidité, vent... – sur l'ensemble du globe divisé en parcelles ou en mailles. Le modèle prévoit ensuite la transformation de chacune de ces données sur chacune des parcelles pour des pas de temps successifs.

Chaque modèle est **plus ou moins précis**.

Calculer tous les paramètres à une échelle très fine sur l'ensemble de la planète prendrait trop de temps. La plupart des modèles travaillent avec des mailles variables : restreintes sur son pays et de plus en plus larges au fur à mesure que l'on s'en éloigne.

Exemple : le modèle américain GSF (*Global System Forecast*) est précis à environ 20 km aux États-Unis et environ 50 km en France. C'est un modèle fiable, très utilisé par les prévisionnistes, mais qui va être moins précis, pour des prévisions européennes, qu'un modèle français ou anglais (comme le modèle "Bracknell"). Il est la source de nombreuses prévisions gratuites sur Internet (Windguru, par exemple).

Un modèle est aussi conçu pour un maillage plus ou moins fin et avec des échéances plus ou moins grandes.

Exemple : chaque modèle français a une résolution spécifique : le modèle "Arpège" a une précision horizontale d'environ 20 km sur la France ; le modèle "Aladin" environ 10 km ; et le modèle "Arôme" 2-3 km seulement !

Leur usage est donc spécifique. Arpège est un modèle « multi-usages ». Il couvre quasiment tout le globe, même si sa résolution aux antipodes est faible (250 km) et pour des échéances courtes à moyennes. Il est à l'origine de la plupart des cartes présentées sur le site de Météo France. Les modèles Aladin et, a fortiori, Arôme s'intéressent aux petites échelles à courtes échéances. Aladin est notamment très utile pour avoir des prévisions précises en Europe. Ses prévisions sont souvent payantes, mais très accessibles via le site de Météo France.

Chaque modèle a sa spécialité.

Exemple : le modèle européen ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) est un des rares modèles spécialisés dans la prévision à moyenne échéance. Ses prévisions ne seront pas très précises mais donneront une bonne estimation de la situation à 10 jours. <http://www.ecmwf.int/>

Choisir ses sources d'information

Le choix se fait d'abord en fonction de son projet de navigation : sa zone et sa durée. Rien ne sert d'avoir une BLU pour une sortie côtière à la journée. Par contre des informations précises sur sa zone de navigation seront utiles.

Il faut ensuite bien identifier la source. Les sources, nous l'avons vu, sont aujourd'hui nombreuses et ce ne sont pas toujours les mieux présentées les plus fiables. Connaître le modèle dont est issue la prévision permet de savoir si celle-ci est adaptée à sa situation. La source est souvent indiquée sur les bulletins, même si faut parfois chercher.

On retiendra trois critères essentiels.

- > **La fiabilité.** C'est bien sûr le critère essentiel. Beaucoup de modèles sont en cours de développement et très prometteurs, mais il est hasardeux de s'y fier tant qu'ils ne sont pas éprouvés comme les modèles cités précédemment.
- > **La précision.** Suivant sa zone de navigation, certains modèles et certaines sources sont à privilégier. Certaines situations météo aussi exigent une précision (arrivée d'une petite dépression, situation orageuse, effet thermique...) que ne peuvent fournir tous les modèles, même les plus fiables.
- > **L'actualisation.** On dit souvent qu'une prévision météo est comme le bon pain... La météo change vite et plus une prévision sera fraîche, meilleure elle sera.

Enfin, la météo étant une science complexe, il est toujours intéressant de **comparer** deux à trois sources différentes. Plus les prévisions concordent, plus la situation est « simple », et plus la probabilité qu'elles se réalisent est grande. Par contre si elles divergent, il faut s'attendre à plusieurs scénarios possibles.

Lire un bulletin météo

Nous savons lire un bulletin. L'objectif est ici, simplement d'insister sur les points importants.

Exemple d'un bulletin

Origine¹ MÉTÉO-FRANCE Brest

Bulletin côtier pour
la bande des 20 milles
entre Penmarc'h et l'Anse
de l'Aiguillon²
le 3 janvier 2009³ à 12 UTC

1-Avis de tempête⁴: néant.

2-Situation générale⁵

le 3 janvier 2009 à 06 heures U.T.C. et évolution: Hautes pressions 1030 hPa, des îles Britanniques à l'Allemagne, s'affaiblissant lentement sur l'Allemagne.

3-Prévisions pour l'après-midi
du 3 janvier 2009:

Vent d'est-nord-est⁶

5 à 6 Beaufort, avec rafales^{7a}, mollissant^{7b},

4 à 5 Beaufort l'après-midi, au nord de Belle-île.

Mer agitée^{7c}. Houle d'ouest

1 à 2 m. Beau temps passagèrement nuageux.

Visibilité^{7d} 5 à 10 milles.

4-Prévisions^{7b} pour la nuit

du 3 janvier 2009 au 4 janvier 2009: Vent d'est-nord-est

4 à 5 Beaufort, passagèrement

en soirée 6 Beaufort de Belle-Ile à l'anse de l'Aiguillon.

Mer peu agitée à agitée. Houle d'ouest 1 à 2 m.

Beau temps.

Visibilité 4 à 8 milles.

Ce qu'il faut noter

- 1 Apprécier la fiabilité de la source.
- 2 Apprécier la précision : se situer dans la zone du bulletin et regarder d'autres zones si on est en bordure. (Voir les cartes des zones météo en annexe.)
- 3 Vérifier l'actualité du bulletin.
- 4 Regarder les avis (Bulletin Météo Spéciaux) et leur période de validité :
 - avis de grand frais = force 7 = 28-33 nœuds ;
 - avis de coup de vent = force 8 = 34-40 nœuds ;
 - prendre une marge de sécurité par rapport à la période de validité en amont et en aval.
- 5 La situation générale est souvent négligée à la lecture car on est pressé de connaître les prévisions. Pourtant, elle seule permet de comprendre ces prévisions et donc de les interpréter en navigation. Se représenter la situation à l'aide d'une carte si possible.
- 6 La force et direction du vent sont le cœur du bulletin :
 - se représenter la direction du vent sur son plan d'eau (vent de terre ou de mer) ;
 - se représenter la force du vent pour sa navigation (son embarcation, son état, la forme de l'équipage...). Ici 5-6 Beaufort = 17-27 nœuds.
- 7 Ne pas négliger :
 - a. **les rafales** : « Rafales » = vent moyen + 10-15 nœuds. Soit ici $27+15 = 42$ nœuds !
 - b. **les évolutions et les tendances ultérieures** : elles peuvent venir un peu plus vite que prévu... ;
 - c. **l'état de la mer** : elle est parfois plus déterminante que la force du vent et les vagues maximales peuvent atteindre deux fois la hauteur significative.
 - d. **la visibilité** : attention aux brumes et brouillards.

Se créer une méthode

Prendre une météo fiable n'est pas toujours une tâche simple. L'idéal est de trouver les sources les plus adaptées à son type de navigation, puis de se créer des habitudes. Une fois les sources choisies, la prise d'information au quotidien doit être rapide.

Exemple: j'ai prévu une navigation le week-end prochain en baie de Quiberon.

La semaine précédente (où que je sois en métropole), j'observe le ciel (vent et nuages) pour avoir une idée de la situation générale (voir chap. 3). Je précise cette idée en consultant les cartes isobariques françaises (<http://marine.meteofrance.com/marine/accueil/>) ou anglaises (<http://www.meteonet.nl/aktueel/brackall.htm> ou http://www.metoffice.gov.uk/weather/uk/surface_pressure.html).

Je regarde les évolutions possibles pour le week-end sur ces mêmes sites.

Je fais un point rapide la veille et un point détaillé le matin de ma navigation:

- 1- Observations rapides mais précises (cf. ci-dessus).
- 2- Analyse des cartes actualisées sur les sites précédemment choisis.
- 3- Lecture des prévisions. Je compare deux ou trois prévisions différentes issues de mes sources habituelles (précédemment sélectionnées comme étant les plus adaptées à mon type de navigation et mon lieu de navigation): sites Internet enregistrés dans mes favoris (http://marine.meteofrance.com/marine/accueil?MARINE_PATH=marinécotebulletin/COTE_PENM_ANSE et/ou <http://www.windguru.cz/fr/index.php?sc=18> ou...); et/ou numéros de téléphone enregistrés dans mon portable; et/ou bulletin de ma capitainerie dont j'ai identifié la source; et/ou etc.

En mer, je suis les évolutions par une observation régulière et par la réception actualisée des bulletins si j'en ai la possibilité (notamment VHF).

Avec l'habitude, cette petite méthode (observer, analyser et prévoir à partir de sources sélectionnées) n'est pas coûteuse en temps. Elle permet de mieux comprendre les évolutions météo et procure de la sérénité à ses navigations.

3

LE VENT dans les anticyclones et les dépressions

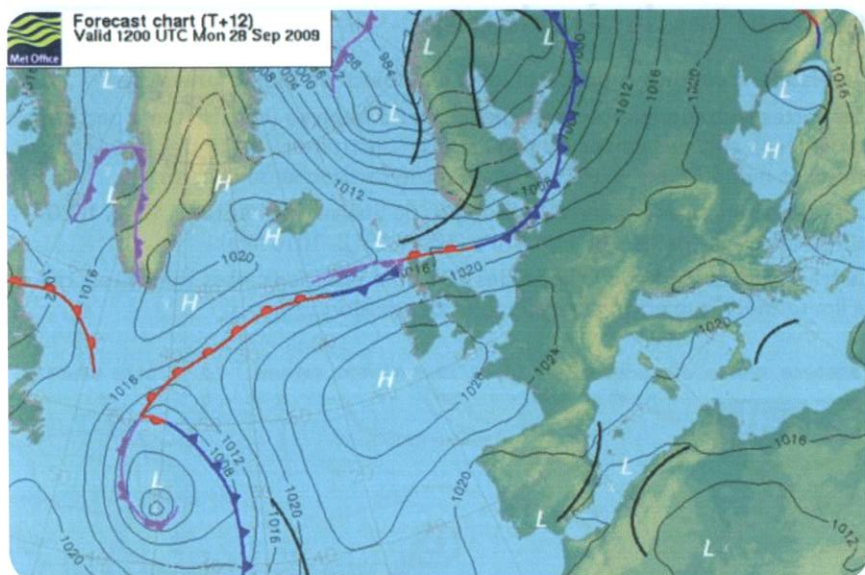
Le vent est engendré par des différences de pression.

La pression atmosphérique

L'air a un poids. Pour en être persuadé, pesez un ballon de baudruche, gonflé avec de l'air, et le même, vide.



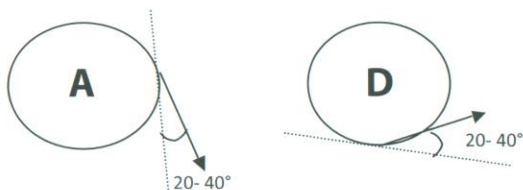
Q1239



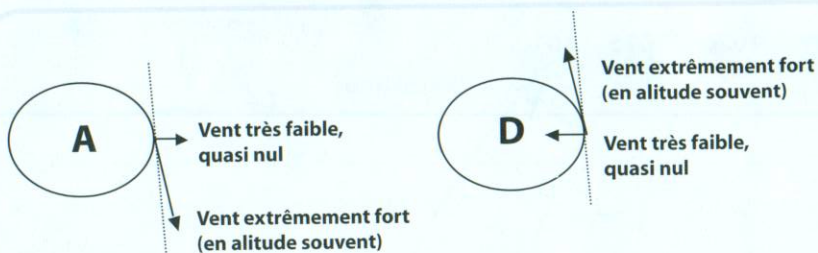
Cette carte anglaise est une prévision à 12 h pour le 28/09/2009 à 12 h UTC. Elle prévoit un anticyclone au sud-ouest des îles Britanniques avec un centre à plus de 1028 hPa; une vaste zone dépressionnaire sur la Scandinavie avec des minimums en dessous de 984 hPa; et une dépression en approche sur l'Atlantique à moins de 996 hPa.

La direction du vent sur une carte isobarique

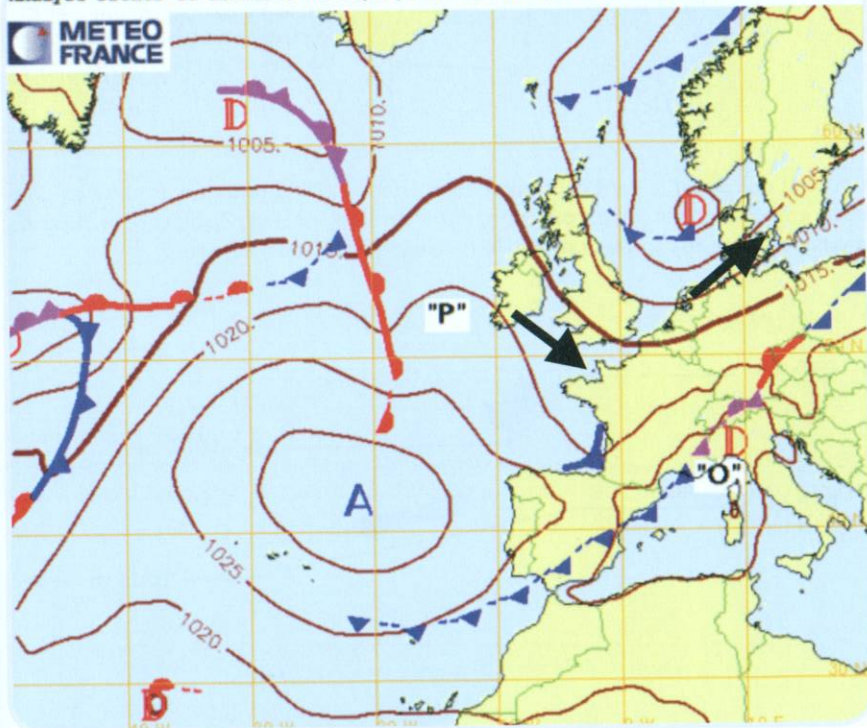
Dans l'hémisphère nord, le vent sort des anticyclones en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre. Il rentre dans les dépressions en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. L'angle du vent avec la tangente aux isobares est de 20 à 40°.



Plus le vent est fort, plus il est dévié par Coriolis. Ainsi, plus le vent est faible, plus il rentre directement dans les dépressions et sort directement des anticyclones, et plus il est fort, plus il tangente les isobares. Dans l'hémisphère nord, plus le vent est fort, plus il est dévié à droite :



Analyse Fronts et isobares du 12/11/2008 06hUTC (reseau: 12/11/2008 06hUTC)



Cette carte d'analyse indique un vent de nord-ouest sur la mer d'Irlande et un vent de sud-ouest sur la mer du Nord.

La force du vent sur une carte isobarique

Plus les isobares sont serrées, plus la différence de pression est importante pour une même distance, et donc, plus le vent est fort.

1020 1015 1010

Vent plus fort

Vent moins fort :
la différence de pression
est la même mais sur une
distance plus grande.
La "pente" est plus faible.

On peut comparer le vent à un ruisseau qui descend la montagne. Pour une même différence d'altitude (ou de pression) entre 2 points, plus les 2 points sont éloignés, moins la pente est forte et moins le ruisseau (ou le vent) va vite.

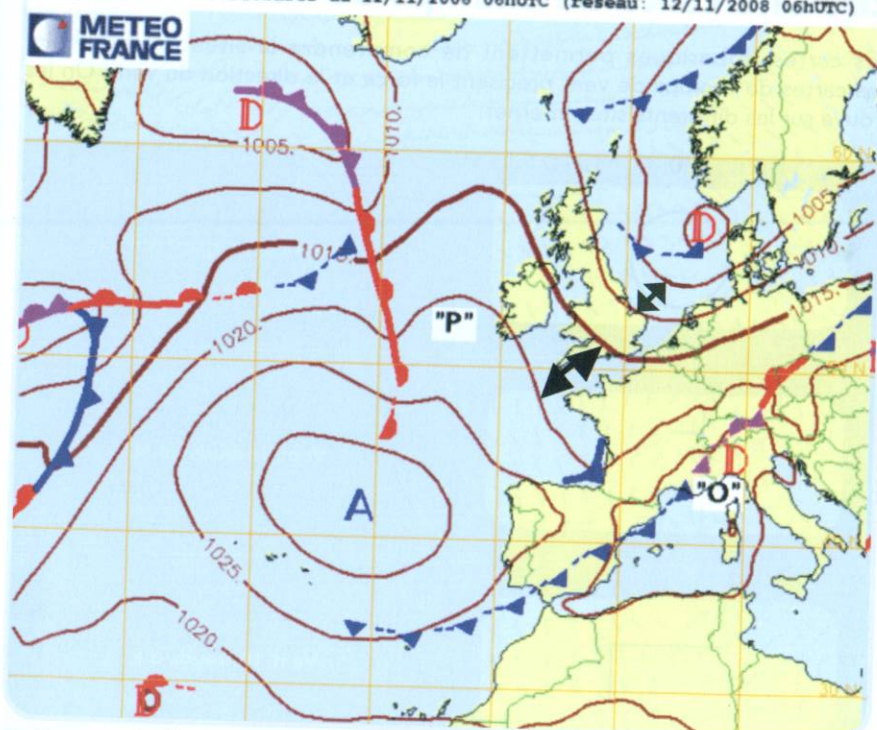
1010 m

1005 m

1010 m

1005 m

Analyse Fronts et isobares du 12/11/2008 06hUTC (reseau: 12/11/2008 06hUTC)



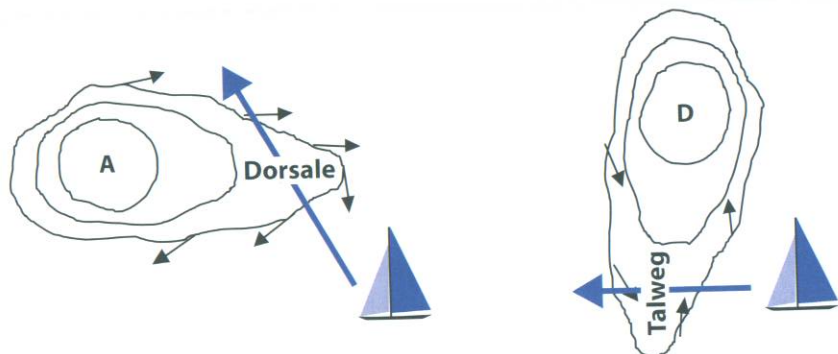
Cette carte indique un vent globalement deux fois plus fort en mer du Nord qu'en Manche.

Lire une carte isobarique

- > Identifier la source.
- > Identifier s'il s'agit d'une analyse ou d'une prévision (nécessairement plus incertaine).
- > Vérifier la date et l'heure de la carte. Corriger l'heure universelle en heure locale (TU +1 h l'hiver et TU +2 h l'été).
- > Identifier rapidement l'ensemble du fond de carte.
- > Identifier les grands centres d'action (anticyclone et dépression) avant de se plonger dans une analyse fine. Cela évite de grandes erreurs d'interprétation.
- > Évaluer le vent sur sa zone de navigation en force et direction.
- > Faire des hypothèses sur les évolutions possibles. Par exemple, si la dépression se décale, se renforce, etc.

Cas particuliers: dorsale, talweg, marais barométrique

Une dorsale est une excroissance d'un anticyclone. Un talweg est une excroissance d'une dépression. Dans les deux cas, le vent y change rapidement de direction. Il est quasi nul au milieu d'une dorsale.



Un marais barométrique est une large zone sans gradient de pression, c'est-à-dire sans vent.

Les composantes du vent

Le vent est déterminé par :

La force de pression

- > le vent va des hautes vers les basses pressions ;
 - > plus les isobares sont serrées, plus le vent est fort.
- Quelle que soit la situation météo (anticyclonique ou dépressionnaire), c'est la différence de pression qui détermine la force du vent.

Exemple: il y a la même différence de pression entre 1015 et 1020 dans un anticyclone qu'entre 990 et 985 dans une dépression.

La force de Coriolis

- > elle dévie le vent vers la droite dans l'hémisphère nord et vers la gauche dans l'hémisphère sud ;
- > elle est proportionnelle à la vitesse du vent: plus le vent est fort, plus il est dévié par Coriolis.

La force de frottement

- > le vent freiné en surface est moins fort au sol qu'en altitude.

4

STABILITÉ et INSTABILITÉ

Incidences sur la navigation

Le vent est **un fluide très turbulent**. Les météorologues indiquent en général le vent moyen à 10 m de hauteur sur 10 minutes. Mais cette moyenne lisse les risées et la réalité est plus complexe, les voileux le savent bien. Connaître le vent moyen ne suffit pas, il faut aussi anticiper les courtes variations de vent (risées, rafales, molles) autour de ce vent moyen. Elles dépendent du degré de stabilité de la masse d'air.

Un air instable provoque des changements de vent importants et rapides en force et en direction.

Exemple : sans parler des grains ou d'orages, situations à forte instabilité, naviguer par 15 nœuds avec de l'air instable peut vite mettre en difficulté alors qu'il n'en est rien dans de l'air stable. Les rafales font gîter brusquement le bateau, les rapides variations de direction peuvent provoquer des virements ou des empannages incontrôlés... Les planchistes et kite surfeurs se retrouvent en surpuissance...

Stabilité et instabilité d'une masse d'air

L'**instabilité** est caractérisée par un fort **brassage vertical**. L'air monte et descend rapidement.

La **stabilité** est caractérisée par un air stratifié. L'air a un **parcours plutôt horizontal**.

Air instable



Air stable



Vue en coupe

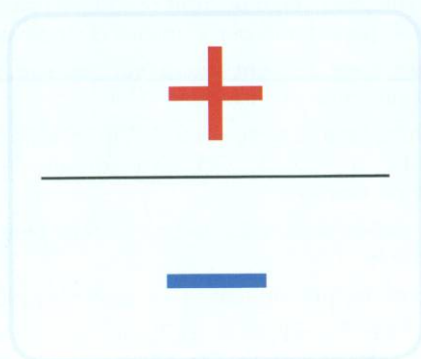
Dans un air instable, le vent d'altitude (généralement plus fort) descend perturber le vent de surface. Plus l'air est instable et le brassage vertical important, plus les rafales risquent d'être violentes.

Dans un air stable, nous recevons de façon continue à peu près le même vent de surface. La situation est beaucoup plus homogène. Le vent est plus régulier.

Les causes de stabilité et d'instabilité

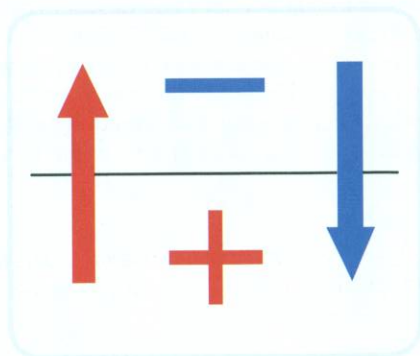
Le degré de stabilité d'une masse d'air dépend de ses contrastes de température.

Lorsque l'air chaud (moins dense, plus léger) surplombe de l'air froid (plus dense, plus lourd), chacun est à sa place et la masse d'air est stable.



Stabilité

Au contraire, lorsque de l'air chaud se trouve sous de l'air froid, l'air chaud cherche à monter tandis que l'air froid cherche à descendre, ce qui engendre un brassage vertical.



Instabilité

Les situations de stabilité et d'instabilité

Dès lors que de l'air chaud arrive sur une surface plus froide (le sol ou la mer), une masse d'air va se stabiliser.

Exemples de phénomènes qui stabilisent une masse d'air :

- > À grande échelle, l'arrivée d'un front chaud (voir chap. 7) qui, par définition, apporte de l'air plus chaud que la masse d'air en surface.
- > À l'échelle moyenne, un vent chaud (vent du sud, ou vent de terre l'été) qui arrive sur une mer plus froide.
- > À échelle réduite, une nuit claire refroidit le sol sans changer la température de la masse d'air en altitude. Cela engendre un vent plus stable en fin de nuit et début de matinée.

Inversement, toute arrivée d'air froid sur une surface plus chaude va rendre une masse d'air plus instable.

Exemples de phénomènes qui rendent une masse d'air plus instable :

- > Arrivée d'un front froid (voir chap. 7) qui, par définition, apporte de l'air plus froid que celui de surface. C'est le cas le plus caractéristique et le plus violent d'instabilité.
- > Un vent froid (vent du nord, ou vent de terre l'hiver) qui arrive sur une mer plus chaude. Par exemple le Mistral, l'été, en Méditerranée.
- > Le soleil qui chauffe le sol à la mi-journée et provoque des ascensions d'air.

Comme toujours en météo, il faut bien distinguer les échelles.

Exemple : on a vu que dans un anticyclone l'air descend, ce qui a tendance à limiter les brassages verticaux. Une dépression est au contraire le siège d'ascendances. L'air est donc généralement plus stable dans un anticyclone que dans une dépression. Cependant, si je navigue l'hiver sur une eau à 12 °C avec un vent de terre à 0 °C généré par l'anticyclone de Sibérie, la situation va être localement instable : le vent apporte en effet une masse d'air froid sur une surface plus chaude.

Les orages, cas particuliers d'instabilité

Les conséquences sont, bien sûr, déterminantes pour la navigation : vents forts et en rafales, foudre, précipitations intenses, baisse rapide de la visibilité.

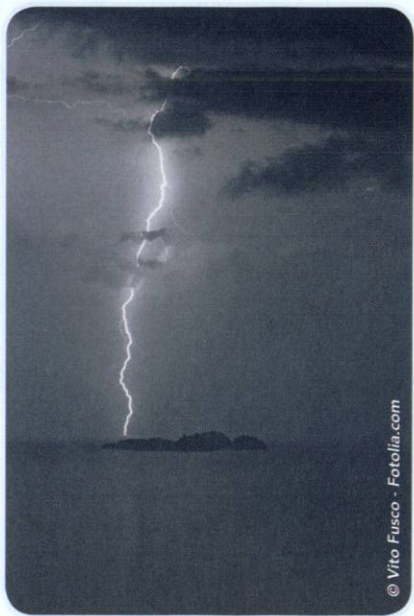
Phénomènes violents et de courtes durées, les orages sont difficiles à prévoir avec précision. Les prévisions météo annoncent en général les situations à risque, c'est-à-dire les situations de forte instabilité. Voici les cas les plus classiques.

- > L'été, lorsque le sol a emmagasiné de fortes chaleurs, de fortes ascendances se créent et déclenchent des orages en fin de journée. Ces orages ne vont pas loin en mer.
- > Toute situation à fort contraste thermique sur la terre ou la mer, en hiver ou en été.

L'exemple le plus caractéristique est l'arrivée d'un front très froid (voir chap. 7) sur une surface plus chaude. Cela provoque un fort brassage vertical générateur d'orages qui, en mer, peuvent durer plusieurs jours.

- > Les côtes à fort relief qui provoquent localement de fortes ascendances. Ces orages ne vont pas loin en mer.

La prévision des orages est complexe : il est indispensable de consulter les prévisions météo. Il est ensuite tout aussi indispensable d'observer très régulièrement le ciel. Les orages se forment très vite. Ils siègent toujours dans des cumulonimbus (voir chap. 5). Il faut donc observer la formation de ces derniers et leurs déplacements. Le temps de réaction est ensuite extrêmement court...



© Vito Fusco - Fotolia.com

Les signes visibles de stabilité et d'instabilité

Il y a deux principaux signes :

> La forme des nuages

On distingue deux grandes familles de nuages : les nuages stratiformes et les nuages cumuliformes.

- Les nuages en forme de strate s'étalent horizontalement dans le ciel ; leurs contours sont flous et ils sont peu épais ; ce sont des nuages de stabilité.
- Les nuages cumuliformes bourgeonnent, leur extension verticale peut être très importante, et leurs contours sont nets ; ce sont des nuages d'instabilité. Plus leur extension verticale est importante, plus le brassage vertical est important et plus l'air est instable.

> La visibilité

- Un air stable agit comme un chapeau qui empêche le soulèvement des diverses particules de poussières au sol, ce qui rend la visibilité mauvaise.
- Un air instable soulève les particules du sol et améliore la visibilité.

Plus la visibilité est importante, plus l'air est instable.

Comment anticiper le degré de stabilité

Pour cela, il faut :

- > appréhender la situation générale (comme toujours, il faut suivre le film : y a-t-il un front froid prévu ou qui vient de passer ? la situation est-elle orageuse ? L'anticyclone est-il installé depuis longtemps ?) ;
- > lire le bulletin météo (des rafales, des grains, voire des orages sont-ils attendus ?) ;
- > se représenter le parcours du vent (apporte-t-il de l'air plus froid ou plus chaud que la mer ?) ;
- > enfin, observer pendant la navigation l'évolution des signes visibles (ci-dessus).

5

LES NUAGES

Les nuages représentent une aide précieuse pour le marin. Ce sont les signes visibles qui lui permettent de comprendre et d'anticiper les situations météo.

Formés d'un ensemble de gouttelettes d'eau ou de cristaux de glace en suspension dans l'air, ils se forment par condensation de la vapeur d'eau lorsque l'air se refroidit.

En effet, l'air froid peut contenir moins de vapeur d'eau que l'air chaud, et inversement.

Exemple : l'air humide d'une pièce se condense sur une vitre froide. On chauffe nos vêtements mouillés pour les faire sécher.

Au cours d'un refroidissement (quelle qu'en soit la cause), une masse d'air atteint progressivement un point de saturation où sa vapeur d'eau se condense. Plus cette masse d'air est humide, plus ce point est rapidement atteint : il suffit alors d'un petit refroidissement pour créer de la condensation.

Classification des nuages

La nomenclature des nuages est impressionnante. Savoir reconnaître une dizaine de types de nuages est cependant suffisant pour notre usage.

On classe d'abord les nuages, suivant leur forme, en deux grandes familles :

- > les **stratiformes**,
- > les **cumuliformes**.

Cette distinction offre en premier lieu un précieux renseignement sur la stabilité de l'air.

On classe ensuite les nuages suivant leur altitude.

Ils s'étagent dans la troposphère (première couche de l'atmosphère, elle a une épaisseur de 11 km en moyenne ; la majorité des phénomènes météo y ont lieu).

On y distingue 3 étages :

- > **bas** (de 0 à 2 km),
- > **moyen** (de 2 à 6 km),
- > **haut** (de 6 à 10 km).

Sa forme donne son suffixe au nom du nuage : « -stratus » ou « -cumulus ».

Son altitude lui donne le préfixe :

- > pas de préfixe à l'étage bas → Cumulus (Cu), Stratus (St);
- > étage moyen : « Alto » → Altocumulus (Ac), Altostratus (As);
- > étage supérieur : « Cirro » → Cirrocumulus (Cc), Cirrostratus (Cs), Cirrus (Ci).

Altitude	Étage	Préfixe	Stratiforme -stratus	Cumuliforme -cumulus
6 à 11 km	haut	Cirro-	Cirrostratus (Cs)	Cirrocumulus (Cc) Cirrus (Ci)
3 à 5 km	moyen	Alto-	Altostratus (As)	Altocumulus (Ac)
0 à 2 km	bas	(pas de préfixe)	Stratus (St)	Cumulus (Cu)

Les nuages stratiformes

Ils s'étalent horizontalement dans le ciel ; leurs contours sont flous et ils sont peu épais. Ce sont des nuages de stabilité.



LES CIRROSTRATUS (CS)

Météo-France/Theret Jean-Michel

Les plus hauts des stratiformes :

- voile élevé, transparent et blanchâtre ;
- couvrent partiellement ou totalement le ciel ;
- caractéristique : **halo** autour du Soleil ou de la Lune ;
- cristaux de glace ;
- pas de précipitations.



LES ALTOSTRATUS (AS)

© Claire de Nomazy

Les stratiformes de l'étage moyen :

- nappe ou couche grisâtre ;
- couvrent partiellement ou totalement le ciel ;
- caractéristique : laisse **voir le soleil comme à travers un verre dépoli** ;
- gouttelettes d'eau, cristaux de glace ou neige ;
- précipitations possibles : pluie, neige, grêle.



LES STRATUS (ST)

© Alexvs-Fotolia.co

Les stratiformes de l'étage bas :

- couche basse grise uniforme ;
- **brouillards** ;
- gouttelettes d'eau, voire cristaux de glace ;
- précipitations possibles : bruine, voire neige.

Les nuages cumuliformes

Ils bourgeonnent, leur extension verticale peut être très importante (de 10 m à 10 km) et leurs contours sont nets. Ce sont des nuages d'instabilité. L'air se refroidit en montant et se condense, indiquant un brassage vertical plus ou moins fort.



© Zurich-Fotolia.com

LES CIRROCUMULUS (CC)

Les plus hauts des cumuliformes :

- bancs élevés de petits éléments blancs en forme de granules ;
- largeur apparente de chaque élément : $< 1^\circ$ (environ la largeur d'un doigt, bras tendu) ;
- cristaux de glace ;
- pas de précipitations.



LES ALTOCUMULUS (AC)

© Mimon-Fotolia.com

Les cumuliformes de l'étage moyen :

- nappes composées d'éléments réguliers blancs ou gris ;
- largeur apparente de chaque élément : de 1 à 5° (environ la largeur de 3 doigts, bras tendu) ;
- gouttelettes d'eau, parfois cristaux de glace.



LES CUMULUS (CU)

© Detlef-Fotolia.com

Les cumuliformes de l'étage bas :

- nuages séparés, contours bien délimités, forme de **chou-fleur** ;
- extension verticale plus ou moins importante (jusqu'à 10 km pour le Cb) ;
- plus l'extension verticale est forte, plus ils sont instables ;
- gouttelettes d'eau, et cristaux de glace pour les plus épais ;
- précipitations possibles quand ils sont épais : pluie, neige, grêle.

L'extension verticale des cumulus est très variable. Un petit cumulus n'a pas d'incidence sur la navigation, alors que le plus gros des cumulus, le Cumulonimbus (Cb), peut s'avérer très dangereux. Il convient donc de savoir les distinguer.



© Detlef-Fotolia.com

CUMULUS HUMILIS

- Petit Cu de beau temps.
- Pas de précipitation.



© Trancedrumer-Fotolia.com

CUMULUS CONGESTUS

- Puissants mouvements verticaux.
- Pluie ou neige possible.
- Peuvent se transformer rapidement en Cb.



© Claire de Nomazy

CUMULONIMBUS (CB)

- Développement vertical maximal (10 km).
- Caractéristique : sa forme d'enclume.
- Pluie, neige, grêle, vents violents, orage possible.

Les autres nuages



LES CIRRUS (CI)

© Lorraine Crawley-Fotolia.com

Sorte de cumulus, à l'étage élevé:

- **filaments blancs**, cheveux d'ange;
- cristaux de glace dispersés;
- pas de précipitation.



LES NIMBOSTRATUS (NS)

© Javarman-Fotolia.com

- les seuls stratiformes avec une extension verticale significative ;
- couvrent l'étage bas et moyen ;
- couche épaisse, grise et sombre ;
- contours flous ;
- précipitations presque toujours associées : pluie forte, ou neige, voire grêle.



LES STRATOCUMULUS (SC)

© Rui Vale de Sousa-Fotolia.com

- Mixe de nuages stratiformes et cumuliformes ;
- nappes de dalles ou galets ;
- précipitations possibles : pluie ou neige faible.

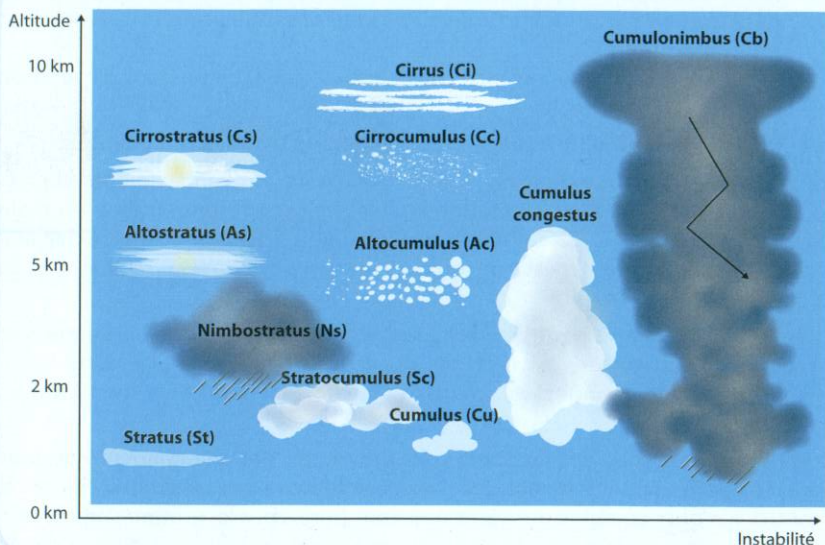


Tableau récapitulatif des nuages

Incidence des nuages sur la navigation

Les tableaux qui précèdent permettent de reconnaître les grands types de nuages, ce qui est la première étape. Il faut ensuite savoir s'en servir.

Les **nuages élevés** renseignent sur les conditions météo à moyen- long terme (de 6 h à 48 h). Ils permettent notamment de se situer dans une dépression (voir chap. 7).

Exemple : la succession de cirrus, cirrostratus et altostratus permet d'évaluer l'avancée d'un front chaud.

Les **nuages bas** ont une influence immédiate.

- > Les stratus ont une forte incidence sur la visibilité (voir chap. 6).
- > Les cumulus peuvent avoir une incidence majeure sur le vent et les précipitations.

D'une façon générale, la forme des nuages bas indique le degré d'instabilité que l'on est susceptible de rencontrer sur le plan d'eau...

- > Les stratus sont les plus stables. Ils engendrent des phénomènes réguliers : vent plutôt stable, précipitations continues (bruine).
- > Les strato-cumulus indiquent une petite instabilité en basse couche. Ils peuvent provoquer des risées, mais pas de fortes rafales.

- > Les nimbostratus ont pour première caractéristique d'engendrer de fortes pluies. Leur extension verticale provoque aussi des rafales qui peuvent être conséquentes.
- > Les cumulus sont, par essence, des nuages d'instabilité. Tout dépend de leur extension verticale.

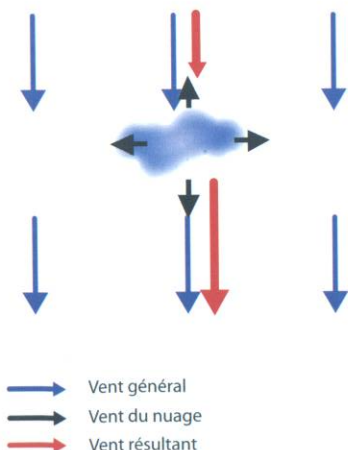
Dans la **famille des cumuliformes**, le plus dangereux est le **cumulonimbus**.

Même s'il n'est pas source d'orage, il génère toujours des vents violents et erratiques ainsi que de fortes précipitations (pluie, neige ou grêle, même en plein été). Il est donc essentiel de **savoir reconnaître son enclume** et **apprécier son sens de déplacement**, qui n'est pas toujours le même que le vent moyen. Il a, en effet, son énergie propre.

Une fois repéré, si on ne peut l'éviter, il reste peu de temps pour préparer son embarcation à l'affronter... Attention ! un gros cumulus avec de forts bourgeons (type cumulus congestus), peut se transformer en moins de 10 mn en cumulonimbus.

Tous les cumulus un peu conséquents vont provoquer des changements brutaux de vent. Les petits cumulus blancs dits « de beau temps » ont très peu d'influence. Par contre, les gros cumulus gorgés d'eau vont perturber le vent en surface. On les reconnaît à leur aspect grisâtre (plus ils sont épais, plus ils sont gorgés d'eau, et moins ils laissent filtrer la lumière).

Si les phénomènes internes aux nuages sont complexes, on retrouve cependant quelques systématiques. Les gros cumulus ont tendance à se vider en expulsant l'air vers le sol. Lorsqu'ils le font avec de la pluie, on parle de grain. Le vent descendant ainsi généré par le nuage se combine au vent général.



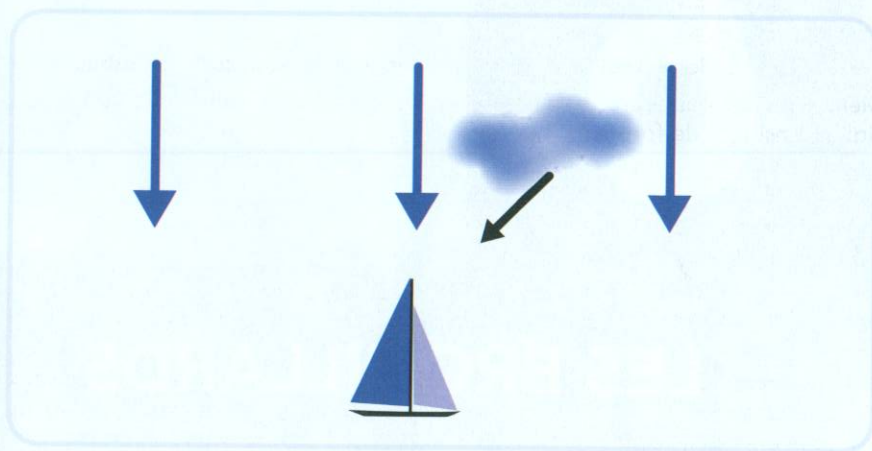
Vue du dessus

La réalité, est probablement plus complexe. Cette combinaison théorique explique cependant pourquoi le vent est en général plus fort à l'avant de ces nuages et plus faible à l'arrière.

Il importe donc d'être **vigilant à l'arrivée de gros cumulus sombres**. À l'avant, le vent risque de forcer et des averses peuvent réduire fortement la visibilité. Après leur passage, le risque est aussi de croire que le vent général est en train de faiblir, alors que ce n'est que temporaire.

Il faut observer enfin le **sens de déplacement** de ces nuages. Ils sont poussés par le vent. Or, le vent en altitude est en général plus à droite que le vent en

surface (il est plus dévié par Coriolis, car plus fort, car moins freiné par le sol)
Quand je suis face au vent, ce sont donc les nuages légèrement à ma droite qui risquent de m'affecter.



En outre, plus le nuage est gros, plus il est autonome, et moins son sens de déplacement est prévisible.

Observer les nuages est une précieuse aide pour la navigation.

- > Leur altitude renseigne sur l'échéance du phénomène.
- > Leur extension verticale renseigne sur l'instabilité de l'air.

Si reconnaître précisément les nuages n'est pas toujours aisé, savoir distinguer au moins les grandes familles permet d'anticiper les incidences qu'ils sont susceptibles de créer.

Attention toutefois de ne pas surinterpréter les nuages. Notre champ de vision est très local par rapport à une masse nuageuse (on peut, par exemple, apercevoir un grand ciel bleu entre deux gros grains). Il faut surtout chercher à faire le lien avec les prévisions.

6

LES BROUILLARDS

Le brouillard est la suspension dans l'atmosphère de très petites gouttelettes d'eau réduisant la visibilité au sol à moins de 1 km (soit environ 0,5 mille nautique). C'est pourquoi il est dangereux pour la navigation.

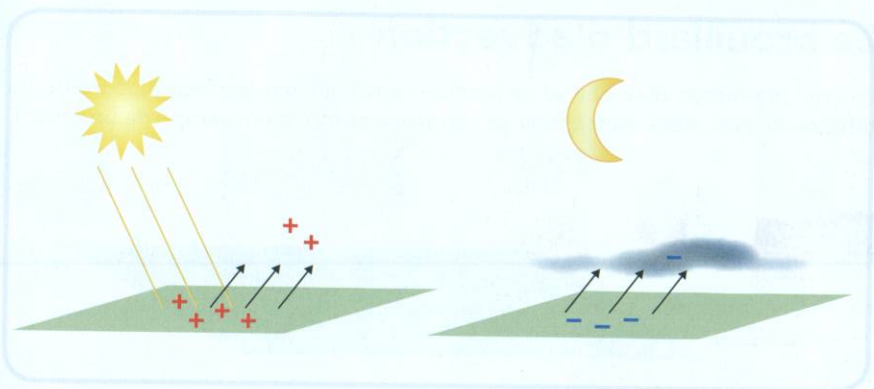
On distingue parfois brume et brouillard. La brume est légèrement moins dense mais c'est le même phénomène.

La condensation d'une masse d'air en surface (soit par refroidissement, soit par un apport en humidité) crée des nappes de nuages (des stratus).

Il existe plusieurs processus de création, et donc plusieurs types, de brouillard. Nous en rencontrons principalement deux dans nos régions : le brouillard de rayonnement et le brouillard d'advection.

Le brouillard de rayonnement

C'est le plus fréquent. La nuit, la terre rayonne sa chaleur alors qu'elle n'est plus alimentée par le soleil. Le sol se refroidit et refroidit la fine couche d'air qui est à son contact. Si l'air est suffisamment humide, il se condense, d'où une nappe de brouillard.



Ce brouillard se forme sur la terre. Une brise de terre peut le pousser le long des côtes, mais pas jusqu'au large.

Il se crée aux heures les plus froides, c'est-à-dire essentiellement, en hiver, en fin de nuit, par temps clair. Les situations anticycloniques sont propices à ces conditions.

Il se dissipe quand :

- > le soleil réchauffe le sol et assèche la masse d'air ;
- > le vent se renforce.

Dans les situations d'hiver très humide, il peut s'installer pour la journée, surtout dans les vallées terrestres.

Quand la masse d'air est humide et qu'une nuit fraîche est prévue, il faut donc s'attendre à une probabilité de brouillard pour le lendemain, au moins le matin.

Si l'on se réveille avec ce type de brouillard, les questions à se poser pour évaluer ses chances de dissipation sont :

- > le soleil sera-t-il suffisamment chaud pour absorber cette humidité ?
Si des nuages sont prévus au-dessus du brouillard et/ou si l'humidité est très forte, ce ne sera pas le cas.
- > Y a-t-il un renforcement prévu du vent qui pourrait le disperser ?

Le brouillard d'advection

Lorsqu'une masse d'air chaud et humide arrive sur une surface plus froide (la terre ou la mer), cette masse d'air se condense et forme une nappe de brouillard.



L'exemple le plus caractéristique est celui des bancs de Terre-Neuve, lorsque l'air chaud et humide, après son passage sur le Gulf Stream, aborde le courant froid du Labrador.

Dans nos régions, il se forme avec les vents chauds et humides de sud-ouest, surtout en fin d'hiver, quand ils arrivent sur une surface bien refroidie.

Il peut aussi se former en toute saison dans les régions à fort courant, comme le raz de Sein ou le raz Blanchard : il suffit d'un apport d'air légèrement plus chaud et humide pour qu'il se condense à l'approche de ces remontées d'eau froide.

Le brouillard d'advection est le plus dangereux pour le marin.

- > Contrairement au brouillard de rayonnement, il peut se former en mer.
- > Le vent peut y être fort.
- > Ce brouillard est dense et persistant. Il peut durer plusieurs jours. En effet, tant que le vent apporte de l'air chaud et humide, il demeure. Contrairement au brouillard de rayonnement, il ne faut pas espérer qu'un renforcement du vent ou qu'une percée du soleil le dissipe.

Quand les prévisions annoncent un vent susceptible d'être humide et plus chaud que la mer, il faut anticiper une possibilité de brouillard. Le cas le plus fréquent chez nous, est l'arrivée d'un front chaud (voir chap. 7) en hiver.

Si l'on se réveille avec ce type de brouillard, la question à se poser, pour évaluer ses chances de dissipation, est : y a-t-il une rotation de vent prévue qui apporterait un air plus sec et plus froid ?

Les brouillards de rayonnement et d'advection sont donc des processus différents.

Distinguer le type de brouillard permet d'anticiper ses probabilités de création et ses chances de dissipation.

7

LES DÉPRESSIONS

On distingue deux types de dépression : les **dépressions thermiques** et les **dépressions dynamiques**.

Les **dépressions thermiques** résultent d'une accumulation de chaleur. L'air chaud monte et crée une dépression. Ces dépressions n'ont pas de fronts associés, mais peuvent engendrer des phénomènes courts et violents, notamment des orages. Dans nos régions, les dépressions thermiques se forment principalement l'été, sur la péninsule Ibérique ou le Maghreb et remontent vers la France.

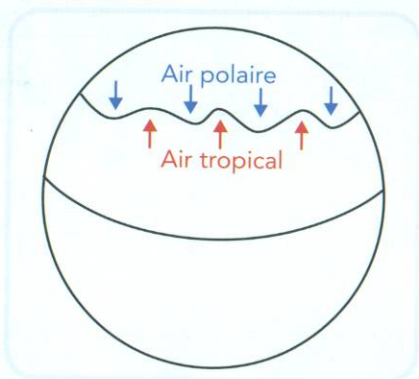
Les **dépressions dynamiques** sont dues à des affrontements de masses d'air. Elles se forment en Atlantique et « sévissent » principalement l'hiver, chez nous. On les appelle aussi « perturbations », ce qui désigne plus précisément le système de fronts associés. Étudions de façon plus détaillée ce type de dépression, source principale de nos coups de vent et tempêtes.

Vie d'une perturbation

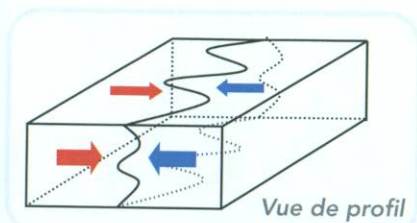


© Matthias Krüttgen-Fotolia.com

Les dépressions se forment de plusieurs façons. La « théorie de la Norvégienne » explique une de ces façons, sous nos latitudes, où se rencontrent l'air froid des pôles et l'air chaud des tropiques.



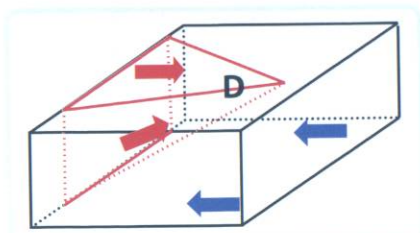
Les masses d'air ne se mélangent pas, elles s'affrontent (schémas A et 1). La ligne de front ondule et, parfois, un enroulement se crée autour d'un minimum dépressionnaire.



A. Affrontement de masses d'air



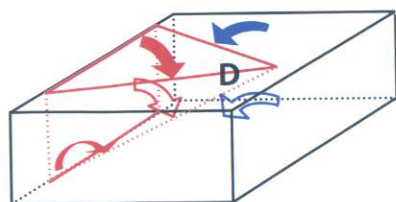
1.



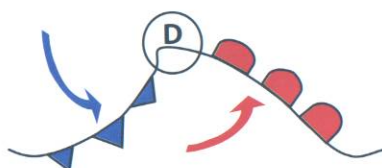
Lorsqu'une masse d'air chaud, plus légère, s'enfonce dans une masse d'air froid, elle tend à monter sur cet air froid. Cette ascendance crée un minimum dépressionnaire autour duquel vont s'enrouler les fronts (schéma B).

B. De l'air chaud pénètre l'air froid en montant

Les fronts s'enroulent, dans le sens des aiguilles d'une montre dans l'hémisphère sud et dans le sens inverse dans l'hémisphère nord (schémas C et 2).

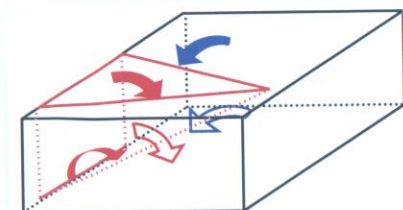


C. Les masses d'air s'enroulent autour du minimum dépressionnaire

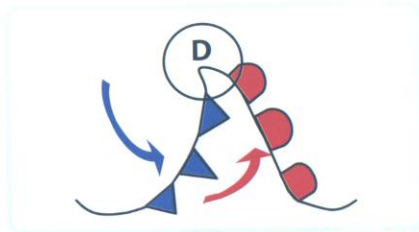


2.

Puis le front froid rattrape progressivement le front chaud (schémas D et 3), rejetant la masse d'air chaud en altitude, jusqu'à se confondre en un unique front occlus (schéma 4).



D. Les fronts se rapprochent

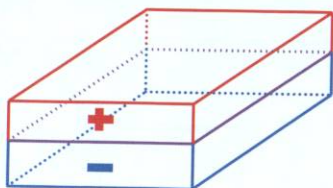


3.



4.

Lorsque l'air froid postérieur a rejoint en surface l'air froid antérieur, une masse d'air chaud surplombe une masse d'air froid. L'affrontement est minime. C'est la mort de la dépression (schémas E et 5).



E. La situation se stabilise



5.

Récapitulons :



> Front chaud : une masse d'air chaud arrive sur une masse d'air plus froid. L'air chaud, plus léger, monte au-dessus de l'air froid.



> Front froid : une masse d'air froid arrive sur une masse d'air plus chaud. L'air froid, plus lourd, repousse l'air chaud en altitude.

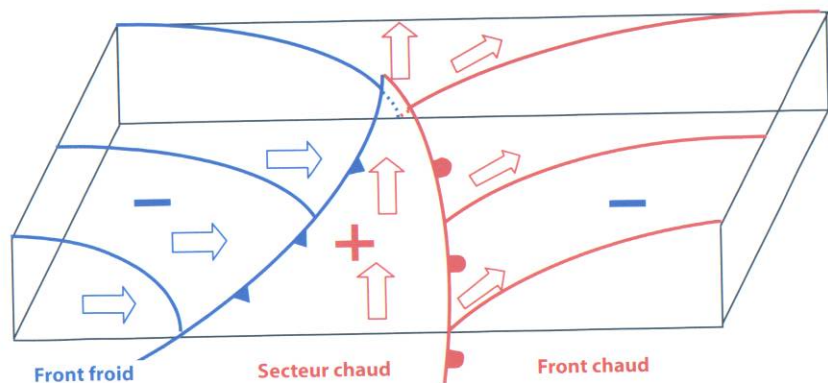


> Front occlus : le front froid, plus rapide que le front chaud, le rattrape. Cela propulse la masse d'air chaud en altitude.

L'orientation des triangles et des ronds indique le sens de déplacement du front.

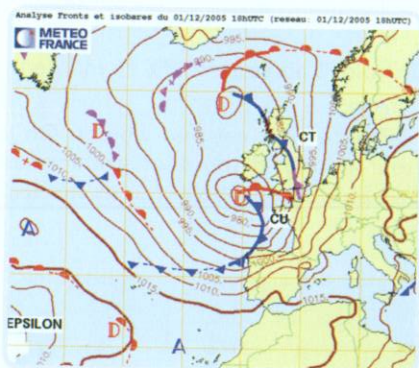
La formation des dépressions est, dans la réalité, plus complexe.

Cette formalisation permet cependant de comprendre ce qu'il se passe dans une dépression.



Vue en trois dimensions

Exemple de dépression sur la Manche



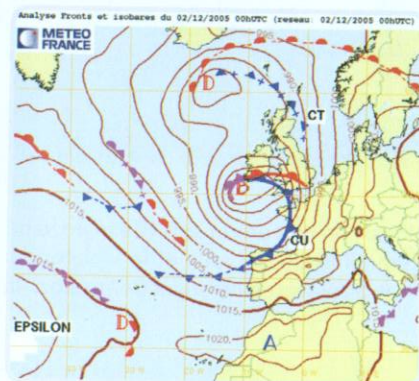
$T = 0$

Dépression à 970 hPa au SSO de l'Irlande.

Le front chaud entre en Manche.

Le front froid au large de la Bretagne entre dans le golfe de Gascogne.

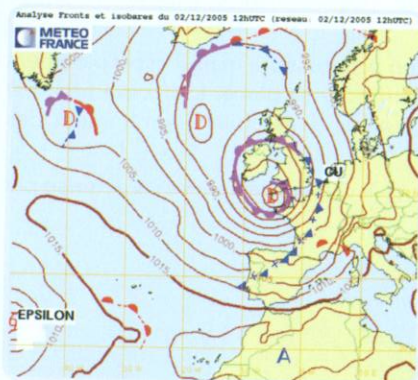
Chaque dépression est nommée successivement par une lettre de l'alphabet. Celle-ci s'appelle « U ». La prochaine sera « V ». Cette lettre est précédée d'un « C » (cold) pour les fronts froids et d'un « W » (warm) pour les fronts chauds.



$T + 12 \text{ h}$

Le front froid rattrape le front chaud. Il pénètre la pointe Bretagne et la Manche.

Début d'occlusion.



$T + 24 \text{ h}$

L'occlusion marque la fin de vie de la dépression.

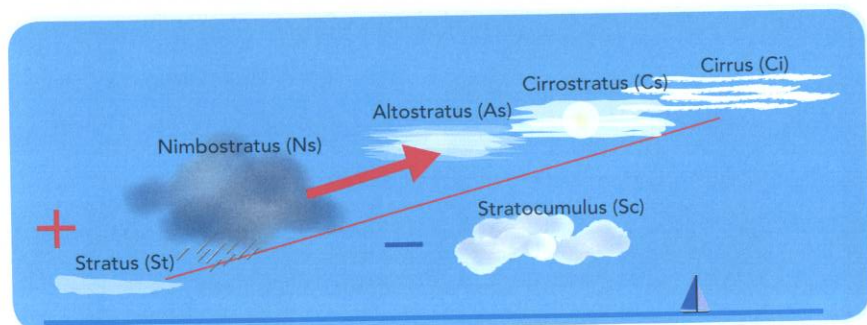
Les fronts dessinés avec des traits discontinus sont des fronts peu actifs (- -) ou en fin de vie (+ +).

Caractéristiques des fronts

Le front chaud

C'est de l'air chaud qui monte sur de l'air froid. L'air se refroidit en montant, condense et crée des nuages.

L'air chaud monte naturellement et cet affrontement est peu violent. On y retrouve donc la famille des stratiformes tout le long : d'abord les stratiformes hauts (cirrostratus), puis moyens (altostratus), puis bas (nimbostratus et stratus). Ils sont précédés de cirrus.



Vue en coupe

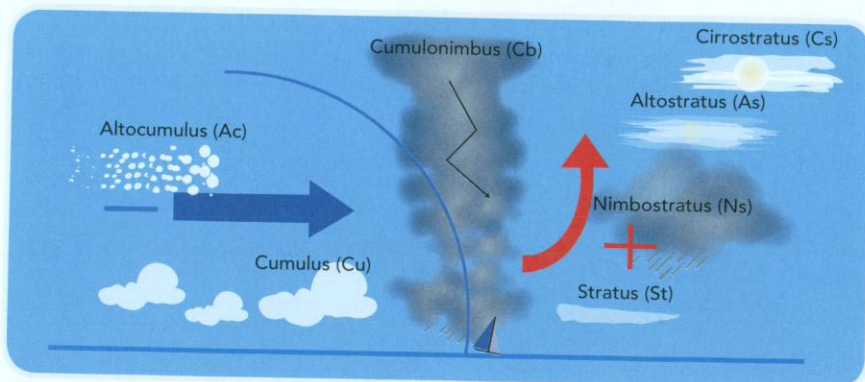
La pente d'un front chaud est d'environ 1/100 : si l'on voit un cirrus à 10 km de haut, le secteur chaud se trouve environ à 1000 km. Si le ciel se voile et le « plafond » descend, autrement dit, si les cirrostratus et altostratus se succèdent, alors la dépression arrive.

Le front froid

C'est de l'air froid qui s'engouffre, comme un socle de charrue, sous de l'air chaud et le soulève.

Cette fois, l'air chaud ne monte pas de façon progressive, mais il est rapidement éjecté vers le haut par l'air froid qui veut prendre sa place. L'affrontement est donc plus violent, et l'on y retrouve des nuages d'instabilité, notamment des cumulonimbus.

À la suite du front froid, l'air reste instable : ce « ciel de traîne » se caractérise par des cumulus.



Vue en coupe

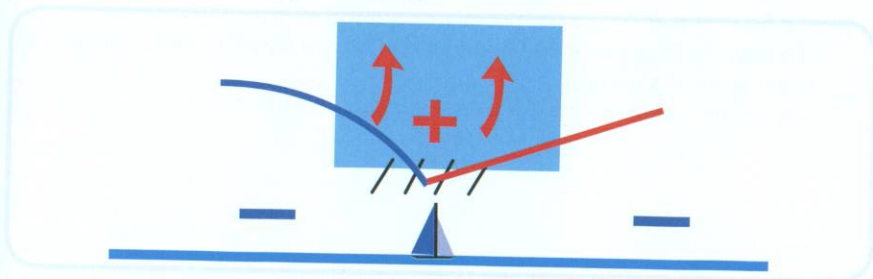
La pente d'un front froid est beaucoup plus importante que celle d'un front chaud (environ 1/10) : le phénomène est plus court et plus intense.

Dans le secteur chaud, le ciel est bas, complètement couvert, avec, en général, de fortes précipitations. Lorsqu'une lueur apparaît et que le ciel se déchire, c'est l'arrivée du front froid, avec son instabilité. Plus la différence de température entre les masses d'air est forte, plus l'affrontement est fort, et plus les phénomènes sont violents.

Le front occlus

Dans un front occlus, tout l'air chaud est rejeté en altitude. Il y a donc un fort phénomène ascendant, et même si le contraste thermique est faible, il engendre de fortes précipitations.

On y rencontre tous les types de nuages.



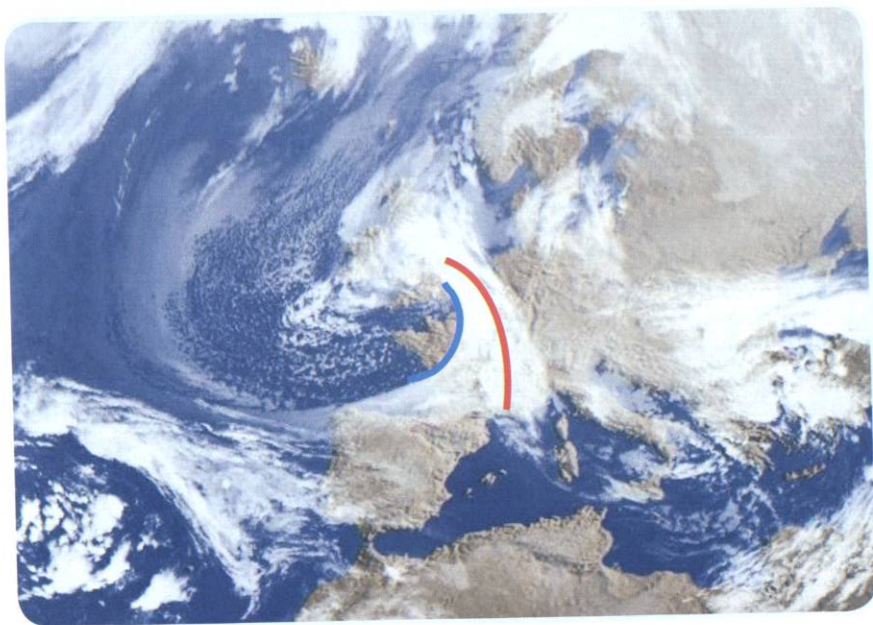
Vue en coupe

Le front occlus annonce que la dépression est en train de mourir, mais attention, celle-ci peut encore être très active, avec de forts vents.

Les cartes satellites

Elles permettent de se situer plus précisément dans les fronts que des cartes isobariques. La plupart des sites web météo en proposent. Voir aussi le site <http://fr.allmetsat.com/>

Exemple :



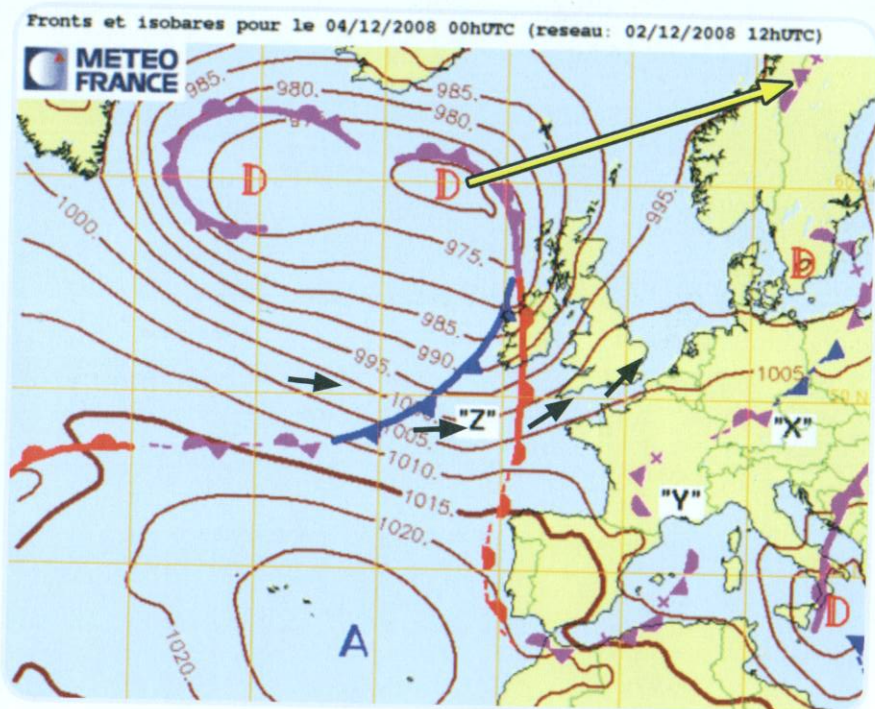
- > Le front chaud est caractérisé par sa grande masse nuageuse.
- > Le front froid apparaît distinctement à l'arrière de cette masse nuageuse, quand le ciel s'éclaircit.
- > Le ciel de traîne se caractérise par ses cumulus blancs.

Évolution des paramètres lors du passage d'une dépression

Les dépressions se déplacent en général du sud-ouest au nord-est.

Sur notre façade atlantique, nous subissons souvent le sud des dépressions, avec la succession de ses fronts.

Le vent

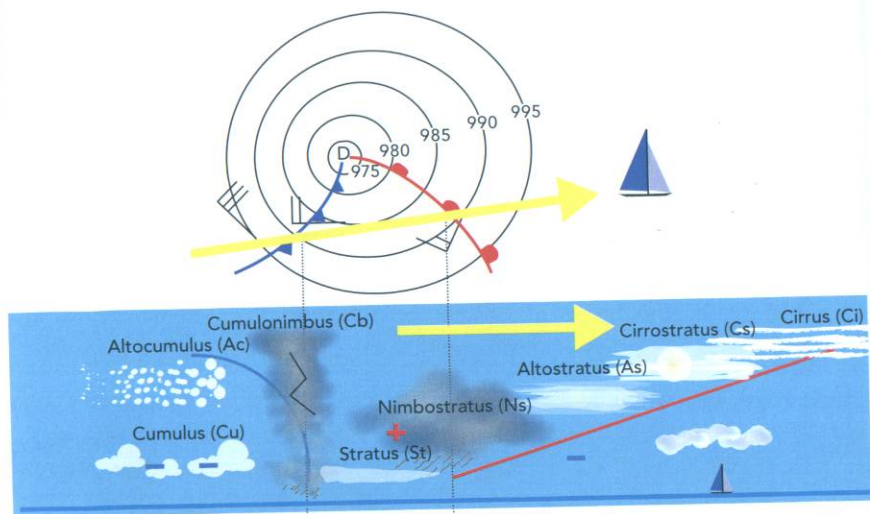


Le vent, comme toujours, dépend des isobares. Or, isobares et fronts sont liés. Talweg et front froid sont souvent associés. Les isobares sont souvent plus serrées dans les fronts froids. Elles peuvent encore être très serrées dans une dépression occluse.

Dans le front chaud, le vent tourne en général progressivement en forçant du sud-ouest à l'ouest.

Puis il passe rapidement de l'ouest au nord-ouest dans le front froid, où tous les phénomènes sont plus brutaux. Il est alors violent et souffle en rafales.

Tableau de synthèse



Front froid

Secteur chaud

Front chaud

Vent	NNO 20 nds	NO 30 nds	O 20 nds	SO 20 nds	SSO 15 nds
Pression	Hausse		Stable	Baisse	
Visibilité	Hausse rapide		Très faible	Baisse progressive	
T°	Froid		Chaud		
Mer	Forte		Agitée	Peu agitée	

La pression baisse au fur à mesure que l'on se rapproche du centre de la dépression, puis augmente rapidement avec le passage du front froid.

On estime qu'une baisse pendant plusieurs heures de 1 hPa/h annonce un coup de vent probable, 3 hPa/h une tempête.

Attention, le moment où la pression remonte avec le front froid est celui où les phénomènes sont les plus violents et les plus dangereux : vent fort et instable, grains...

La température varie peu en début de front chaud, puis augmente dans le secteur chaud, pour baisser ensuite rapidement avec l'arrivée du front froid.

La visibilité diminue progressivement dans le front chaud, elle est très faible dans le secteur chaud, et s'améliore franchement avec le front froid, excepté sous les grains.

L'état de la mer se détériore de façon progressive dans le front chaud, puis rapidement dans le front froid. Le changement rapide de direction du vent ainsi que son intensité engendrent, en effet, une forte mer croisée, responsable de nombreux accidents.

La **vitesse de déplacement** d'une dépression est d'environ 20-25 nœuds. Elle ralentit à l'approche des côtes. À 20 nœuds, une dépression parcourt environ 500 milles (soit près de 1 000 km) en 24 h. En moyenne, le front chaud d'une dépression mature passerait en plus de 12 h, le secteur chaud en 6 h environ et le front froid en 1 à 2 h. Ces chiffres sont très approximatifs : ils dépendent non seulement de la vitesse de déplacement de la dépression, mais aussi de sa taille, toutes deux très variables.

Le tableau ci-contre décrit le « passage classique » d'une dépression sur notre côte atlantique. Il permet de se situer globalement dans une dépression. Chaque dépression étant différente, il est toutefois indispensable de **faire le lien entre nos observations et les données météo** (cartes isobariques, cartes de champs de vent, cartes satellites et prévisions). La force et la direction du vent notamment varient beaucoup d'une dépression à l'autre.

Les signes annonciateurs

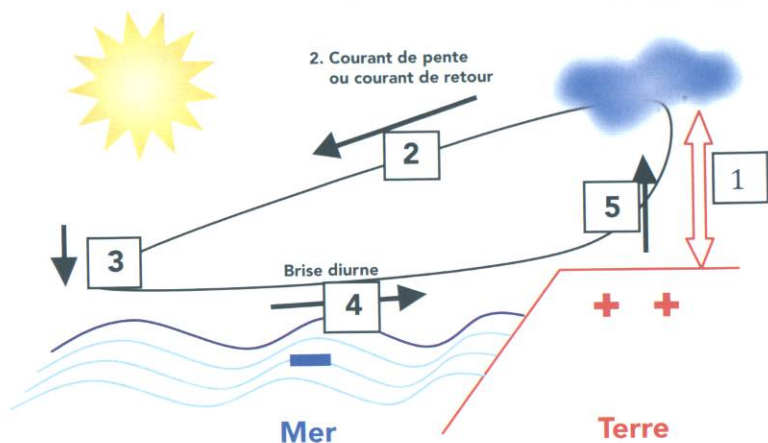
Un signe seul ne suffit pas à annoncer une dépression : il faut une **conjonction de plusieurs signes**.

On ne peut rien déduire d'une observation seule de cirrus, par contre, s'ils sont suivis de cirrostratus, puis d'altostratus, ou s'ils sont accompagnés d'une baisse de pression et d'un vent de sud-ouest, on peut en déduire l'arrivée d'un **front chaud**.

La houle qui précède les vents forts est aussi un des signes annonciateurs.

Le premier signe annonciateur d'un **front froid** est souvent la lueur à l'horizon alors qu'on est sous la pluie du secteur chaud. Un refroidissement de l'air se fait aussi sentir, plus ou moins tôt. La pression peut déjà commencer à remonter.

Enfin, les dépressions arrivent en général par **famille**. L'une passée, l'on peut s'attendre à affronter la suivante...



Vue en coupe

3. Puis l'air redescend sur la mer.

4. Le front de brise arrive par la mer.

5. Enfin l'air chauffé au sol s'élève au-dessus de la terre. S'il est humide, de petits cumulus blancs apparaissent sur le littoral.

La boucle thermique est créée.

La réalité est probablement plus complexe. Il est difficile de savoir où et quand commence la boucle du thermique. Cette théorie permet cependant d'en comprendre l'essentiel et d'expliquer pourquoi un léger vent de terre favorise son établissement.

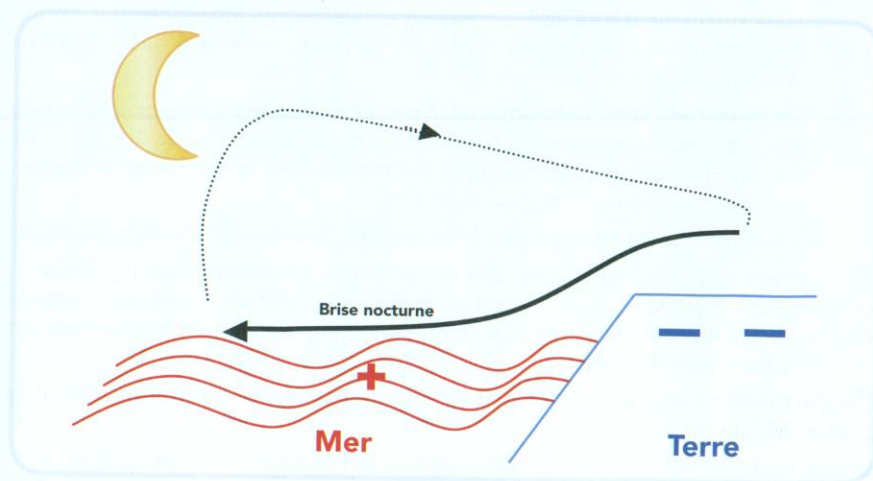
Sur nos côtes, une brise pure (en l'absence de synoptique) peut atteindre 15-20 nœuds. Elle peut s'étendre jusqu'à 15-20 milles au large. Elle s'établit globalement à partir de 12 h locale et peut se prolonger jusqu'à 20 h quand les jours sont longs, comme en juin. Elle atteint son maximum en milieu d'après-midi. Ces chiffres approximatifs dépendent du lieu et des conditions météo du jour qui vont engendrer une brise plus ou moins importante.

La brise de nuit

Elle détermine notre navigation de nuit et notre mouillage forain.

Exemple: pour passer une bonne nuit, mieux vaut faire son choix en fonction d'une brise nocturne éventuelle plutôt qu'en fonction d'une brise diurne qui n'aura plus lieu.

La nuit, la terre se refroidit beaucoup plus vite que la mer. La brise nocturne est essentiellement due à la descente de cet air froid plus lourd, de la terre vers la mer. Elle est moins importante que la brise de jour, sauf en sortie de vallées (qui accentuent les descentes d'air).



L'été, la brise nocturne s'établit globalement à partir de 1 h du matin pour finir vers 8 h, suivant les conditions météo du jour. Elle dépasse rarement 10-15 nœuds, sauf près des reliefs où elle peut atteindre 20 nœuds. Il ne faut pas toujours se croire à l'abri des montagnes pour passer une bonne nuit.

Les conditions de brise

Pour évaluer les probabilités d'établissement d'une brise ainsi que son intensité, il faut étudier si les conditions sont propices.

Les paramètres favorisants sont :

- 1-Un vent synoptique inférieur à 18 nœuds. Si le vent établi est trop fort, aucune boucle de brise ne pourra s'établir.
- 2-Une différence de température entre la terre et la mer. Quelques degrés suffisent, mais plus la différence est importante, plus la brise est forte. Ce contraste dépend essentiellement des paramètres qui suivent.
 - a. La saison et la situation générale. Les contrastes sont les plus forts l'été, mais sont parfois importants en demi-saison.
 - b. Le type de côte. Son orientation (une côte exposée au sud va chauffer plus qu'une côte exposée au nord) et la nature de son sol, qui va plus ou moins absorber la chaleur.

c. La nébulosité du jour. Plus le ciel est clair, plus la terre va chauffer le jour et refroidir la nuit.

d. Les éventuelles remontées d'eau froide.

3-Un air instable. Le brassage vertical favorise l'établissement d'une boucle, alors qu'un air stable agit comme un couvercle qui empêche tout retour. Ce paramètre est très déterminant. Voir, au chapitre 4, les situations d'instabilité et ses signes visibles.

Un air humide favorise l'instabilité. Il possède une inertie thermique. Lors de son ascension, une particule humide se refroidit moins vite qu'une particule sèche. Plus chaude que son environnement, elle va continuer à monter. Le brassage vertical est plus important.

4-Un léger vent de terre pour la brise de jour. Il favorise le courant de pente.

On retrouve ces conditions l'été, par beau temps, en situation anticyclonique. Le risque est cependant que l'air y soit trop stable. Un fort anticyclone installé depuis longtemps est favorable aux contrastes thermiques, mais peut empêcher tout établissement de brise.

L'importance de chaque paramètre ainsi que leur conjonction déterminent la probabilité de brise.

Exemple : avec un fort contraste thermique, une forte instabilité et un léger vent de terre, la brise sera forte. Avec un faible contraste thermique mais un air très instable, une brise est possible, mais sera moins forte.

Les signes annonciateurs d'une brise diurne

- > La visibilité qui s'améliore au large indique une proche arrivée du front de brise.
- > Les cumulus qui se développent à terre indiquent une ascension de l'air chaud, et donc, que la boucle se met en marche.
- > Auparavant, des fumées verticales sont aussi un indice.



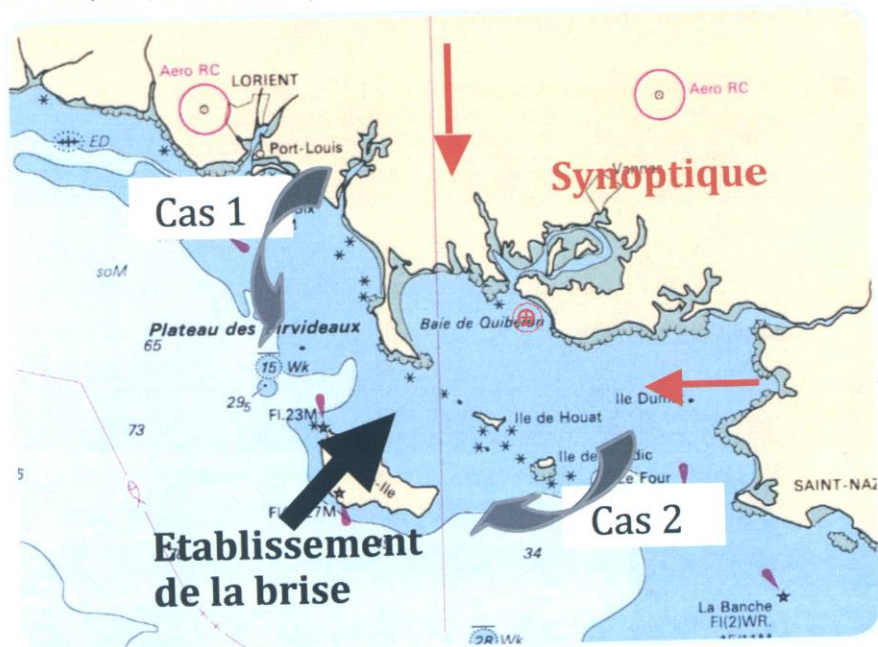
© Claire de Nomazy

Exemple de brise diurne en baie de Quiberon :



En présence d'un synoptique, la brise prend le plus court chemin pour s'établir, puis évolue à droite comme la brise pure.

Exemple en baie de Quiberon : si le synoptique est nord (cas 1), le vent tourne par la gauche jusqu'à l'établissement de la brise, puis la brise tourne à droite. S'il vient de l'est (cas 2), elle s'établit par la droite.



La brise engendre en général de grandes variations de direction du vent qui peuvent surprendre.

Enfin, la brise est un phénomène local. Il ne faut pas négliger la connaissance du site, son expérience ainsi que sa capacité d'analyse et d'observation pour l'anticiper.

9

CONCLUSION

La réalité des phénomènes météo est toujours complexe. De nombreux paramètres agissent en interaction, sur différentes échelles, et en trois dimensions... Appréhender la globalité des phénomènes est d'autant plus difficile que seule une petite partie concerne notre navigation.

Cet ouvrage a tenté de simplifier les explications théoriques afin de les rendre pratiques. Il est conseillé de les utiliser comme des **guides d'observation**. La réalité, sera toujours différente, mais ces explications permettent d'en comprendre et d'en anticiper le déroulement général.

Développer son observation sur l'eau est le meilleur moyen de progresser dans notre analyse météo. Une compétence de navigant se crée par l'accumulation des situations vécues et en partie comprises.

L'enjeu est bien sûr la sécurité, mais aussi l'agrément de nos navigations. S'ajoute le plaisir de comprendre son environnement !

Bonnes navigations à toutes et à tous !



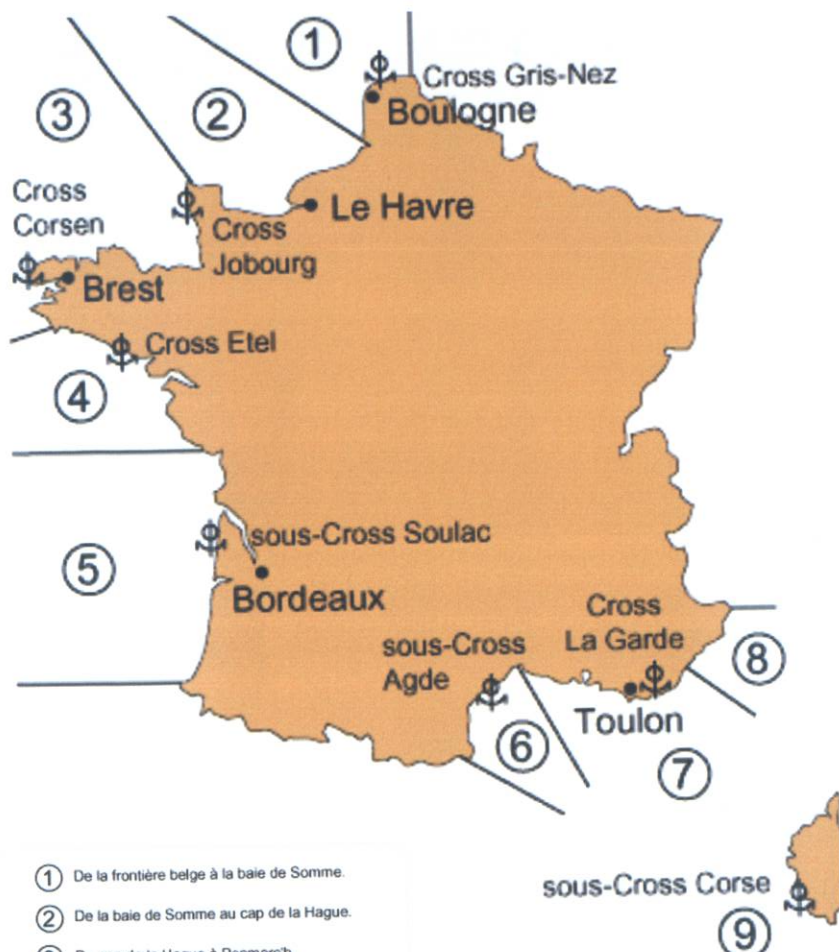
10

ANNEXES

L'échelle de Beaufort

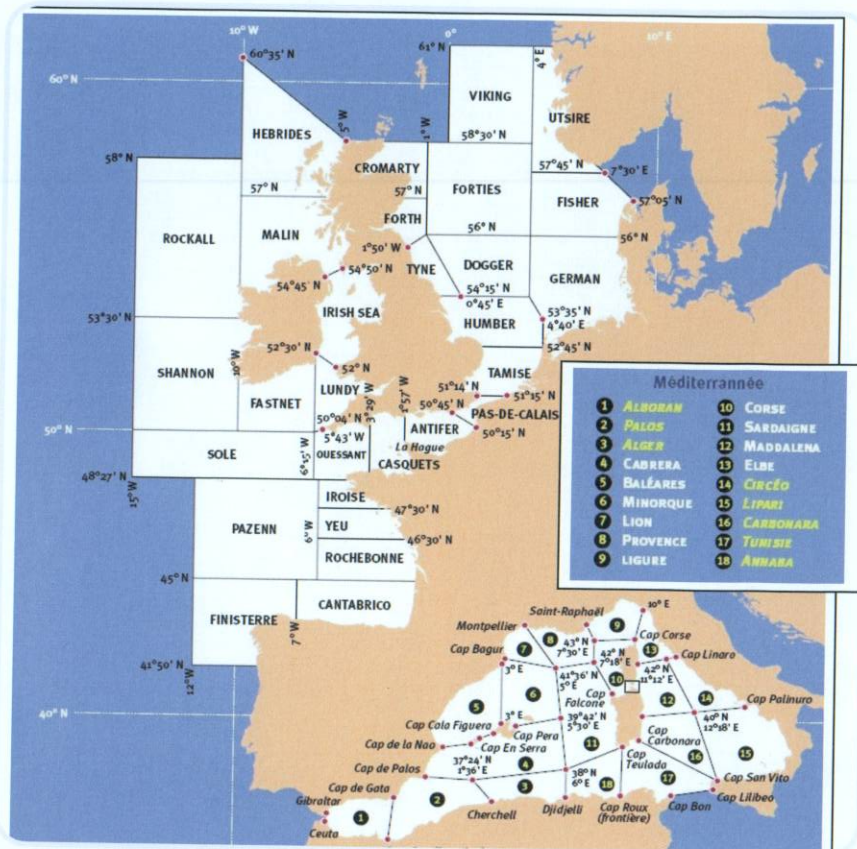
Force	Description	Vitesse du vent moyen		Aspect de la mer	Effets à terre
		En nœuds	En km/h		
0	Calme	< 1	< 1	Comme un miroir	La fumée monte droit
1	Très légère brise	1-3	1-5	Quelques rides	La fumée indique la direction du vent
2	Légère brise	4-6	6-11	Vaguelettes ne déferlant pas	On sent le vent au visage
3	Petite brise	7-10	12-19	Les moutons apparaissent	Les drapeaux flottent
4	Jolie brise	11-16	20-28	Petites vagues, nombreux moutons	Le sable s'envole
5	Bonne brise	17-21	29-38	Vagues modérées, moutons, embruns	Les branches de pin s'agitent
6	Vent frais	22-27	39-49	Lames, crêtes d'écume blanche, embruns	Les fils électriques sifflent
7	Grand frais	28-33	50-61	Lames déferlantes, traînées d'écume	On peine à marcher contre le vent
8	Coup de vent	34-40	62-74	Lames déferlantes, grosses à énormes, visibilité réduite par les embruns	On ne marche plus contre le vent
9	Fort coup de vent	41-47	75-88		
10	Tempête	48-55	89-102		Les enfants de moins de 12 ans volent
11	Violente tempête	56-63	103-117		
12	Ouragan	> 64	> 118		

Les zones météo côte



- ① De la frontière belge à la baie de Somme.
- ② De la baie de Somme au cap de la Hague.
- ③ Du cap de la Hague à Penmarc'h.
- ④ De Penmarc'h à l'anse de l'Aiguillon.
- ⑤ De l'anse de l'Aiguillon à la frontière espagnol.
- ⑥ Languedoc-Roussillon (de la frontière espagnole à Port Camargue).
- ⑦ Provence (de Port Camargue à Saint-Raphaël).
- ⑧ Côte d'Azur (de Saint-Raphaël à Menton).
- ⑨ Côtes de Corse.

Les zones météo large



Lexique anglais-français

Anglais	Français
Aera	Zone
Breeze	Brise
Calm	Calme
Choppy	Clapot
Clear	Clair
Clearing up	Éclaircie
Cloud	Nuage
Cloudy	Nuageux
Cold	Froid
Damp	Humide
Deep	Profond
Deepen	Se creuser
Depression	Dépression
Disturbance	Perturbation
Dizzie	Bruine
Drop	Chute
Dry	Sec
Fall	Baisser, chuter
Fill up	Se combler
Fine	Beau temps
Fog	Brouillard
Front	Front
Gale	Coup de vent
Good	Bon
Gust	Rafale
Hail	Grêle
High	Haut
High pressure	Haute pression
Hurricane	Ouragan
Improvement	Amélioration
Knot	Nœud
Light	Léger
Lightening	Éclair
Low	Bas
Low pressure	Basse pression

Anglais	Français
Mist	Brume
Move to	Se déplacer
Occlusion	Occlusion
Overcast	Couvert
Quickly	Rapidement
Rain	Pluie
Ridge	Dorsale
Rise	Hausse
Rough	Agité
Sea	Mer
Sea breeze	Brise thermique
Shower	Averse
Short	Court
Sky	Ciel
Slowly	Lentement
Snow	Neige
Speed	Rapide
Squall	Grain
Steady	Stable
Storm	Tempête
Stream	Courant
Strong	Fort
Swell	Houle
Temperature	Température
Thunderstorm	Orage
Trade winds	Alizés
Visibility	Visibilité
Warm	Chaud
Warning	Avis
Wave	Vague
Weather	Temps, météo
Weatherforecast	Prévision météo
Weather report	Bulletin météo
Wind	Vent

Achevé d'imprimer en mai 2010
Dépôt légal à parution
Imprimé en UE