

# LES FONDAMENTAUX DU VENT

par Philippe Gouard

La perception du vent au niveau le plus fin, trouve son application dans la qualité du toucher de barre et le suivi de vent effectué par le coureur.

Le vent au niveau le plus fin, celui de sa turbulence (qui se situe à l'échelle de la microseconde), est perçu par le barreur avec la même sensibilité que celle d'un violoniste virtuose qui caresse avec son archet les cordes de son violon .

Le site des JO d'Athènes est compliqué, certes, mais c'est quand tout devient compliqué que l'on doit essayer de faire simple, en s'efforçant comme tout champion de revenir à des comportements basiques.

Tactiques et stratégies dits de "sécurité".

Nous devons travailler et répéter ces comportements de sécurité avant les JO, et surtout les vérifier régulièrement et systématiquement en 2004. C'est également pour cette raison que nous allons entreprendre plusieurs campagnes de mesures sur Athènes pour rechercher et vous proposer avec les entraîneurs sur ces stratégies de sécurité dans les conditions de vent dites complexes.

( extrait de l'ouvrage : "Les nouvelles stratégies en voile" – P Gouard – Ed. Chiron 1999 )



Schumann : Champion olympique en Soling en 1996.



Shayduko : barreur de soling et adversaire de Schumann.

### 1/ LE TOUCHER DE BARRE :

C'est le premier niveau de capture des informations sur les caractéristiques du vent.

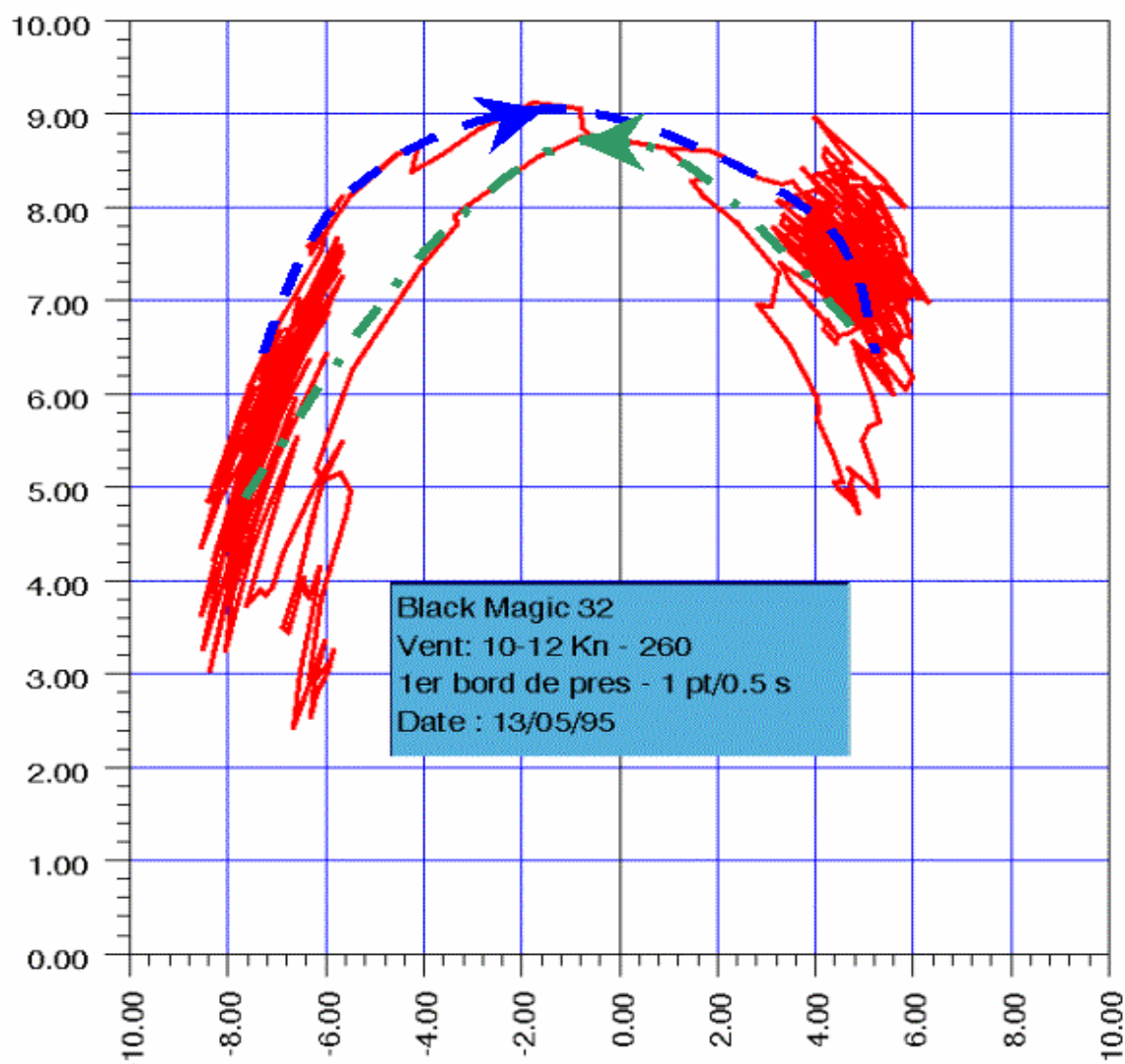
On peut définir le bon barreur comme l'athlète capable d'adapter sa sensibilité (ou sa fréquence de coupure, c'est à dire le seuil de sensibilité qui lui est propre et au delà duquel il ne perçoit rien), à la fréquence de coupure du voilier. L'accord de ces deux sensibilités au niveau le plus élevé garantit un excellent toucher de barre.

( cf "Nouvelles techniques pour gagner" P.Gouard - Ed. Chiron - ..... ).

Le second critère à prendre en compte, c'est la permanence des capacités de vigilance de l'athlète pour maintenir en continu ce feed-back, entre les mouvements du voilier et sa sensibilité pour recueillir ces informations. Le barreur de haut niveau fonctionne comme une formidable centrale à inertie capable d'extraire en temps réel les fréquences ( les mouvements verticaux, de roulis et de tangage ) de son bateau, au sein d'un ensemble de bruits de fond provoqués notamment par les vagues.

Comme dans d'autres sports, tennis ou golf par exemple, le barreur de haut niveau maintient toujours son niveau de toucher de barre au dessus d'un seuil de vigilance que le coureur de niveau national a déjà des difficultés à atteindre. Ce critère fondamental d'accès à la haute performance qu'est le toucher de barre est perfectible et quantifiable. Le 470 laboratoire nous a permis, il y a maintenant plus de vingt ans, de mesurer les progrès des athlètes, voir de détecter les capacités de jeunes espoirs. Luc Pillot, double médaillé olympique, fut grâce à cette nouvelle approche décelé comme athlète à très haut niveau potentiel alors qu'il n'avait réalisé que peu de performances

de haut niveau. Plusieurs tests portant notamment sur la vigilance nous ont conforté dans cette sélection où Luc obtint la première place.



Le toucher de barre de Russel COUTTS, analysé lors de plusieurs virements de bord.

Les nuages de points en tribord et bâbord correspondent aux extrémités des vecteurs vitesses de Black Magic en navigation au près.

Vous observerez que Russel « transperce » très rapidement l'axe du vent, sans opérer le classique système du 8 correspondant à l'abattée, puis à l'auloffée plus classiques .

## 2/ LES LAY-LINES ET LES TURBULENCES DU VENT.

### **- La nature du vent dans la couche limite atmosphérique.**

Différents travaux de recherche ont mis en évidence la nature turbulente du vent dans la couche limite atmosphérique qui intéresse les régatiers . L'utilisation de souffleries dites "atmosphériques" (du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment à Nantes



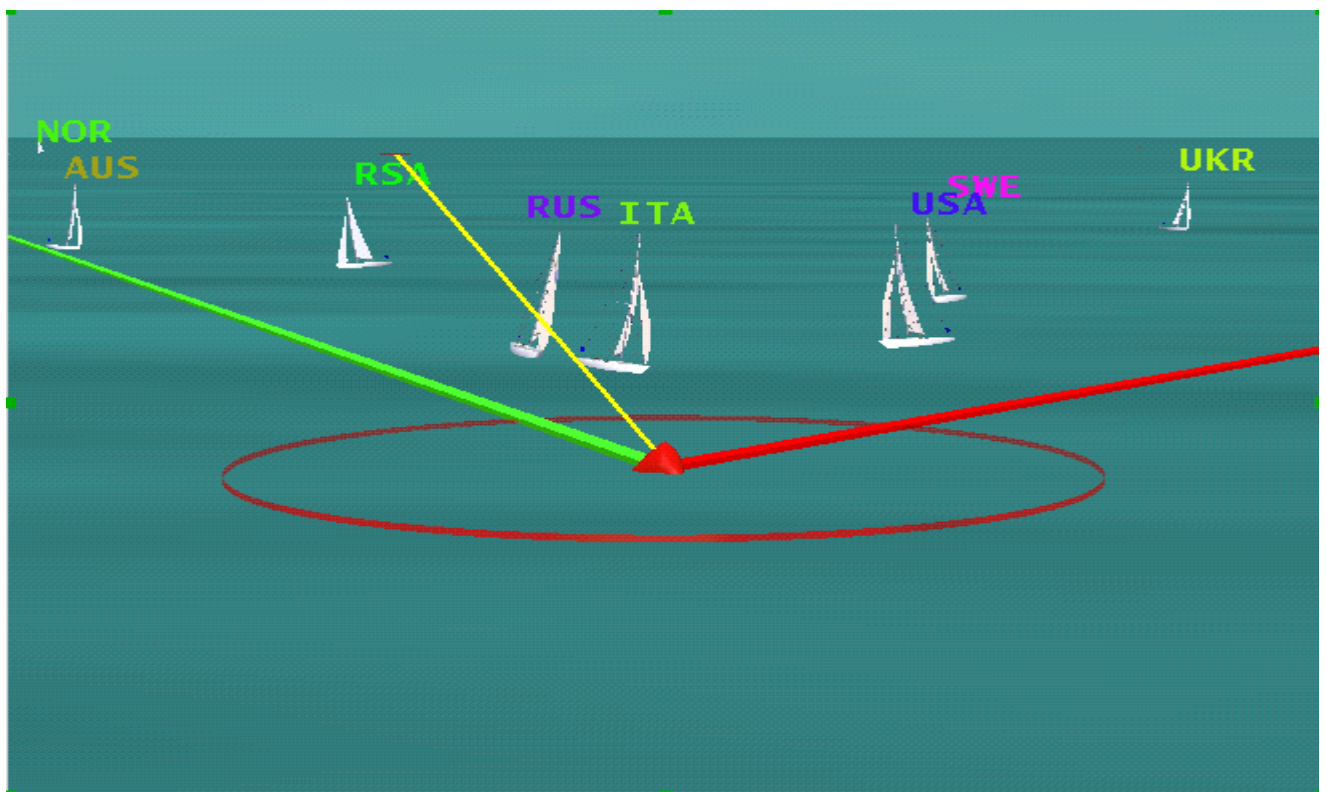
notamment) a largement contribué à ces études.

Dans le cadre des jeux olympiques, de la Coupe de l'Amérique, ou des régates côtières, nous naviguons toujours dans un vent dit turbulent. Ce vent n'est jamais mesuré par nos instruments électroniques de bord, encore moins par la girouette à main et le compas de relèvement de l'entraîneur.

Ce que l'on mesure uniquement, c'est l'azimut moyen ou géographique du vent. C'est à dire le cap du vent, afin d'élaborer une approche stratégique de la navigation. Pour mesurer le vent turbulent, son instabilité, il faut recueillir "l'enveloppe du signal de base" et, après traitement informatique, extraire ce que l'on appelle "la bande de vent". Qui dit "bande de vent", dit deux caps de vent extrêmes pour un même vent moyen, un cap mini et un cap maxi de ce vent turbulent.

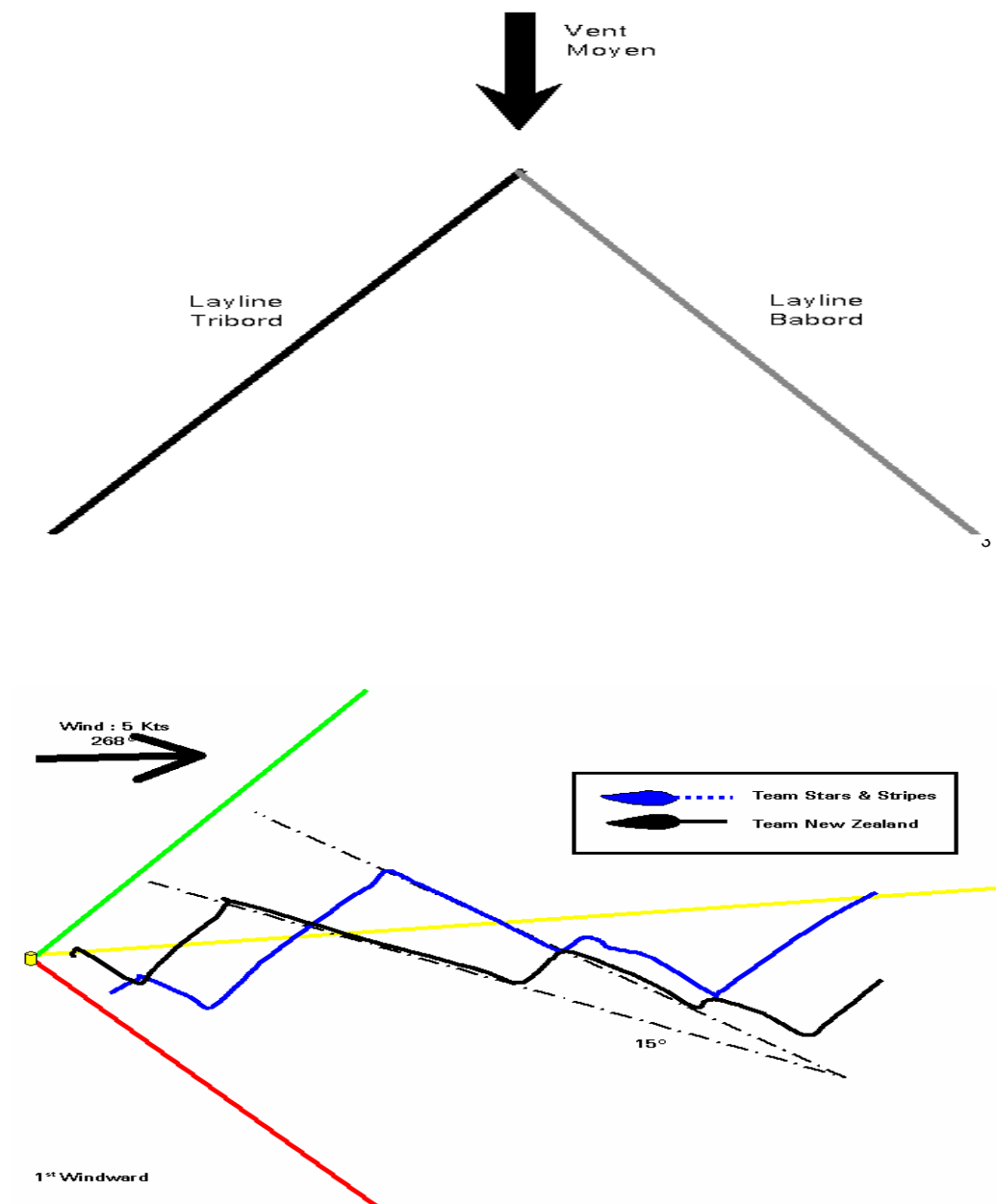
En réalité, il existe au même instant deux azimuts de vent pour le régatier qui sont d'autant plus différents que l'air sera très turbulent. L'établissement d'une brise de mer répond précisément à ce cas.

Il y a donc deux lay-lines associées à ces deux vents appelées lay-lines de turbulences.



Axe du parcours en jaune et Lay lines décalées en vert et rouge. Cercle des 2 longueurs en rouge. ( Fichiers JO de Savannah ).

## Notions de laylines en navigation



Les lay lines de turbulence au niveau le plus fin ( cf Meltem ,Athènes 2003 ).

A Athènes, nous avons rencontré ce type de Lay line dues à la forte turbulence de l'air chaud ayant subi un parcours terrestre très perturbé en amont.

Les coureurs ont tout à fait raison dans les compte rendus de régates de parler de croisements avec moins de 70° voir 60° parce que l'on évolue au même moment et au même endroit à la perception de "2 Vents".

En réalité, ils perçoivent deux « extremums » de vent différents sur deux amures différentes.

Pour simplifier, on peut expliquer cette analyse par le calcul suivant :

- Turbulence du vent instantanée 20°,
- Force du vent 15 nd,
- Polaire de 470 en compte,
- Angle de remontée normal lié aux abaques 42°,

D'un bord sur l'autre les croisement s'effectuent à 84°

Par meltem on peut se croiser à :  $84^\circ - 20^\circ = 64^\circ$

Vos observation sont parfaitement justes, mais ce sont les causes de ces mécanismes qu'il faut mieux comprendre.

#### - les lay-lines de turbulence :

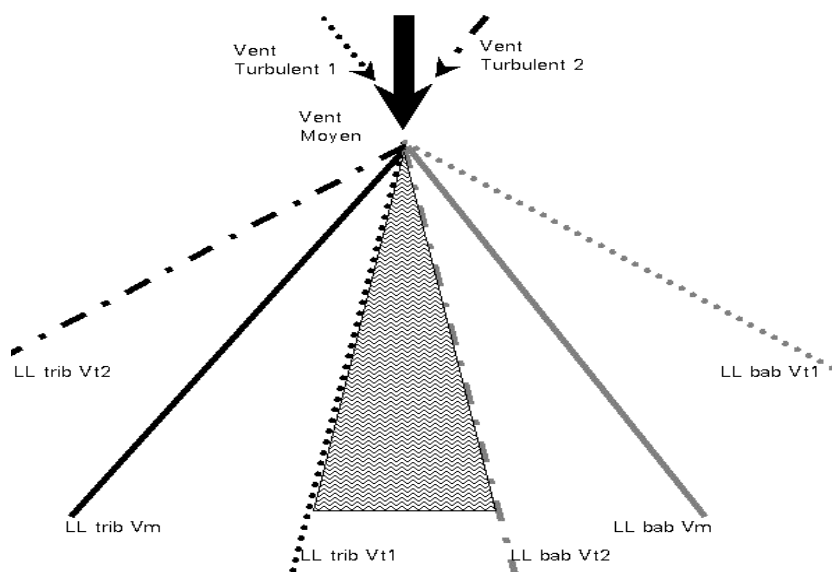
Synthétiquement, plus l'air provenant de la côte par vent de terre est turbulent, ou par brise de mer), plus la "bande de vent" est importante, et donc plus les lay-lines sont resserrées.

En réalité, le barreur ne connaît et n'utilise que la meilleure lay-line de turbulence.

L'angle d'ouverture est nettement inférieur à celui déterminé par les lay-lines du vent géographique moyen.

En résumé, plus vous êtes à proximité de la terre, plus vous avez des lay-lines de turbulences rapprochées ( cf Meltem Athènes ), et donc, plus vous pouvez faire du cap.

## Un vent est toujours turbulent



2

Cette règle vaut pour tous les effets de vent de terre, et peut vous amener à effectuer des virements de bord d'une amplitude de 60° à 50° d'un bord sur l'autre et non de 90°).

Cette turbulence du vent donne l'illusion d'un vent qui souffle perpendiculairement à la côte, donc qui adonne toujours pour les bateaux très proches de la terre, car elle fournit les mêmes effets. En fait, c'est la nature de la "bande de vent" de turbulence qui crée cet effet. Il n'y a guère que dans leur phase de mise en place que les échanges thermiques sont perpendiculaires à la côte.

Exemple : vent de terre 10 nds

Cercle de 2 milles, situé à 1 mille de la terre.

Les 470 croisent à 85° d'un bord sur l'eau à la marque sous le vent, et à 75° à la marque au vent.

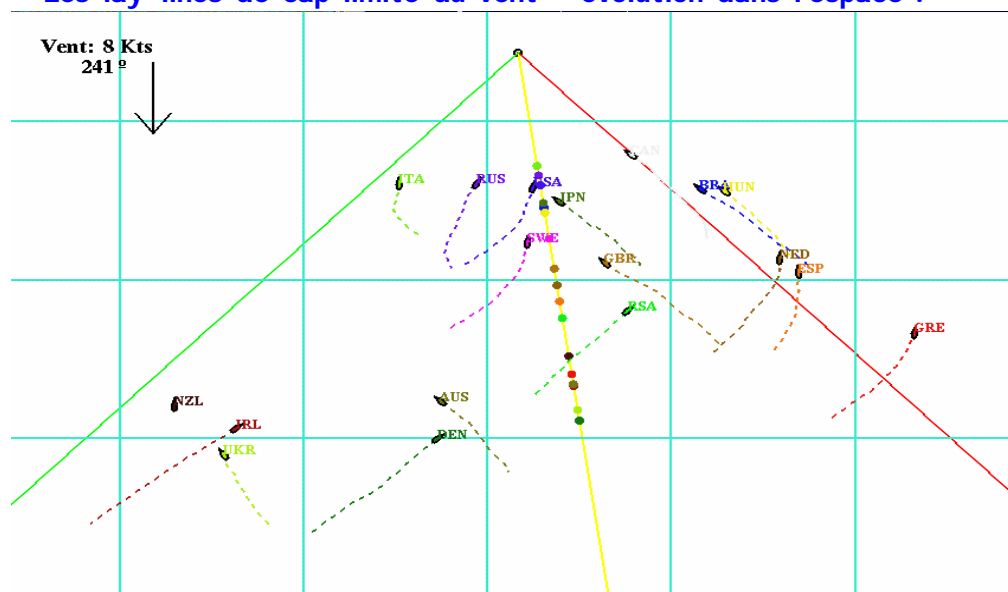
En résumé :

. un vent de terre est toujours plus adonnant pour le bateau le plus à terre et ceci dans tous les cas, à cause de l'augmentation de la turbulence du vent à l'échelle fine, et non pas d'une variation de l'azimut géographique du vent, sauf en cas d'établissement de brises thermiques.

. Relever le vent avant le départ est indispensable pour établir le décalage entre le vent et le parcours. Faire de même pour les caps extrêmes, au vent et sous le vent du parcours .

NB : les lay-lines du vent moyen sont des lay-lines de polaires moyennes.

#### - Les lay-lines de cap limite du vent - évolution dans l'espace :



Cette turbulence du vent est presque imperceptible à l'œil, et non mesurable à l'arrêt, lorsqu'on observe les voiles faseyantes ou la girouette. Le vent balaie instantanément un secteur de quelques degrés. Seul l'enregistrement en continu, et à haute fréquence, des mouvements de la girouette électronique permet de déceler et de mesurer cette turbulence instantanée du vent.

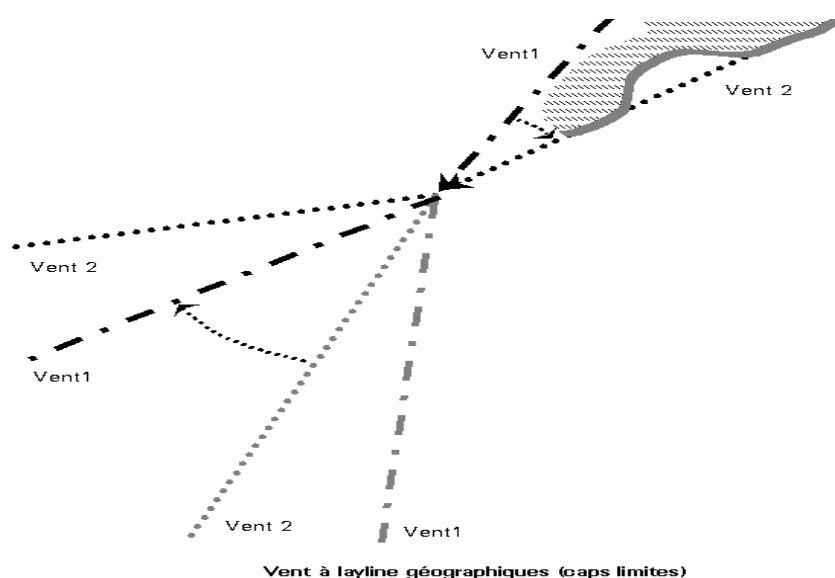
En revanche, en navigation normale, les lay-lines de turbulences sont les seules qui vous permettent de naviguer. Quand la période entre deux oscillations de la girouette devient plus longue en durée et donc perceptible et quantifiable au compas, on rentre dans un système plus connu de lay-lines limites de vent ou de relief. C'est à dire que le vent évolue en grandes oscillations qui ne sont plus aléatoires puisqu'elles résultent des couloirs de vent, eux-mêmes générés par les irrégularités du relief. Cette déformation de la période nous fait évoluer vers un autre type de vent et donc vers des lay-lines références accrochées aux bornes du relief. Il est parfaitement possible de construire les lay-lines à partir du relief et de la position géographique du voilier, et ceci en continu dans le temps.

#### - Les lay-lines géographiques - évolution dans le temps :

On peut paramétrer l'évolution des lay-lines en fonction de la vitesse de rotation angulaire du vent. Dans l'hémisphère nord, cette rotation s'effectue vers la droite.

#### SCHEMA N° :

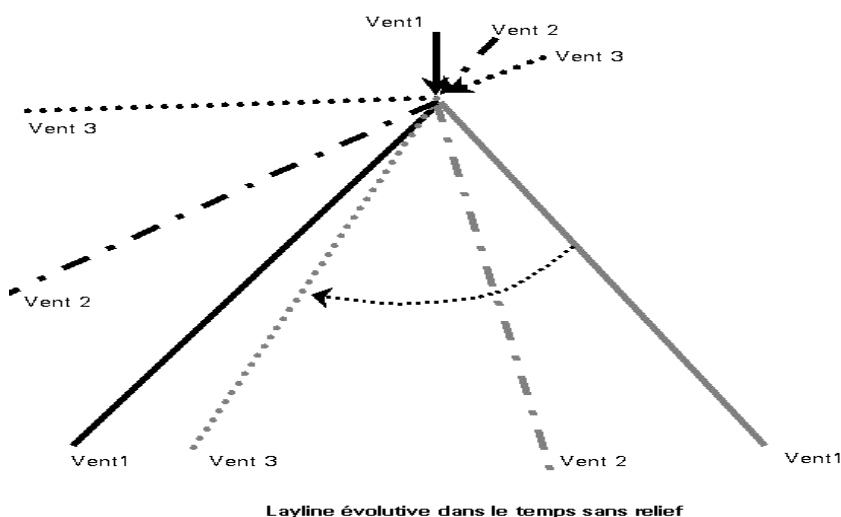
### Les LL géographiques avec notions de caps limites





SCHEMA N° :

## Les LL sur vent évolutif ( vent évoluant dans le temps )



5

REMARQUE : dans tous les cas précédents, les critères spécifiques aux lay-lines de turbulence sont applicables de la même manière. Ce qui change, c'est l'analyse du vent à l'échelle moyenne, à moyen terme. Avec le vent, il faut vraiment déterminer clairement à quel niveau on travaille et ce que l'on recherche : tactique, stratégie ou optimisation des performances du voilier. Nous avons toujours intérêt à bien identifier et à mesurer cette turbulence du vent dépendante du site et de son origine géographique. Car il en découle de nombreux dysfonctionnements dans le réglage angles de voiles / turbulences du vent.

La typologie d'un plan d'eau comme Athènes se retrouve principalement à 2 niveaux :

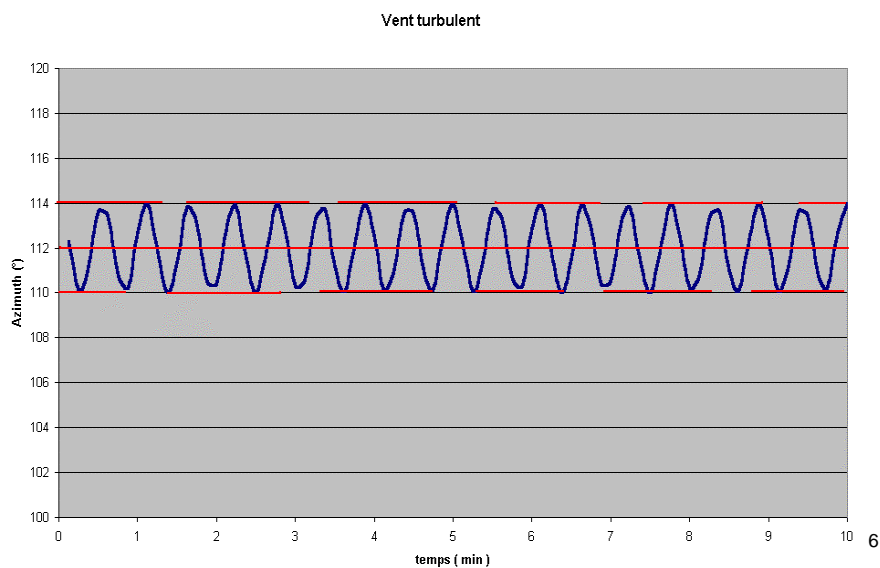
A/ la structure fine du vent, ou sa turbulence, ce qui influence directement le rendement aérodynamique des voiles, et nécessite le choix des voiles les mieux adaptées au degré de turbulence de ce plan d'eau. C'est une réalité qui est bien connue.

Des recherches sont à entreprendre dans ce domaine si on veut vraiment progresser vers un meilleur rendement plan de voilure / turbulences du vent.

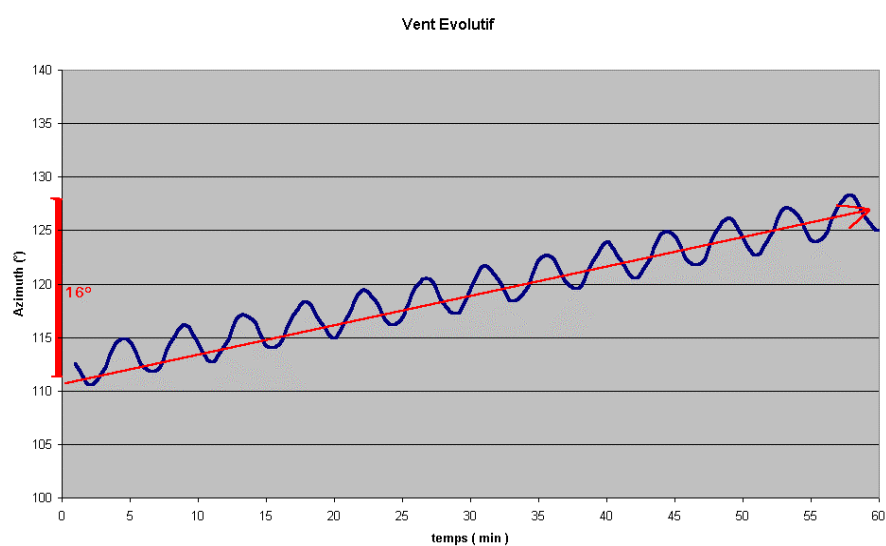
B/ les effets de site classiques, qui se traduisent pour le régatier par des modifications d'angulation de ces lay-lines.

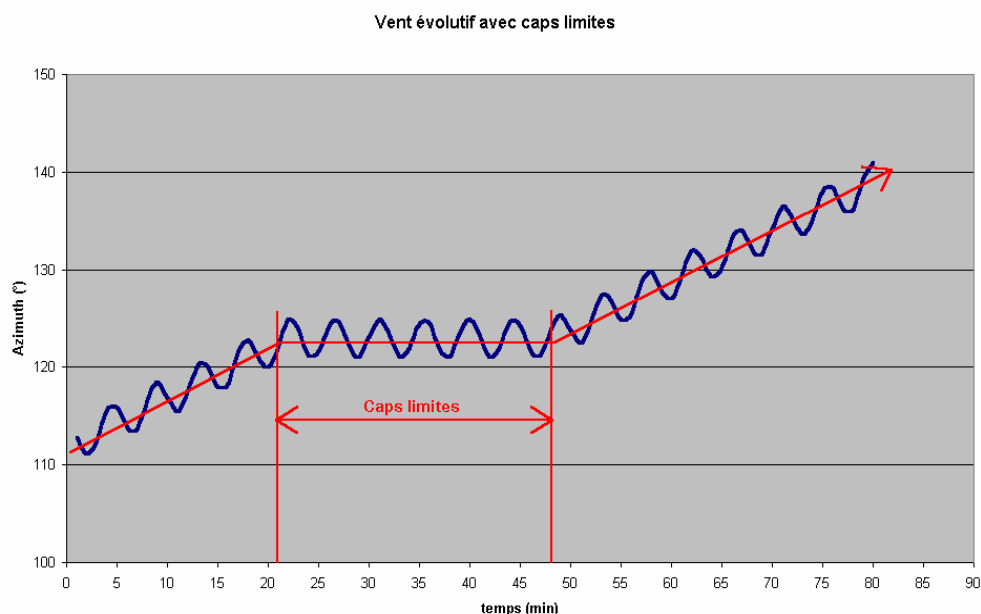
On distingue trois types de vent représentés par les schémas suivants :

## Un vent turbulent oscillant .



## Un vent turbulent évolutif droit .





### 3/ ACTUALISATION DES NOTIONS DE REFUS ET D'ADONNANTES PAR L'UTILISATION DES POSITIONNEURS DE HAUTE PRECISION.

#### **Préambule :**

L'utilisation des positionneurs de haute précision en navigation permet d'expliquer plus facilement les variations des conditions du milieu (vent – courant – vagues) .

#### **Définitions :**

. VMC (Velocity Made Course) : vitesse de gain sur l'axe du parcours, fournie par les informations du positionneur de haute précision.

. VMG (Velocity Made Good) : vitesse de gain surface sur l'axe du parcours.

En réalité, les vitesses fournies par les positionneurs de haute précision sont le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs :

- vitesse surface du voilier,
- facteur dérive,
- facteur courant,
- facteur état de la mer.

#### **Nouvelles notions de refus et d'adonnantes par rapport au parcours :**

L'identification en continu du VMC sur votre bateau vous permet d'accéder à la notion de refus et d'adonnante sur le parcours, en comparant en permanence le VMG et le VMC :

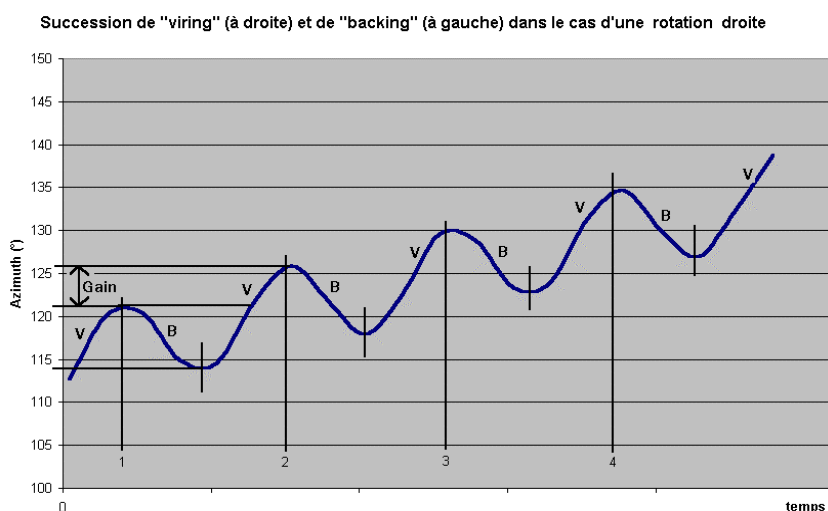
- $VMG = VMC$  : aucun avantage,
- $VMG > VMC$  : refus ( situation défavorable),
- $VMG < VMC$  : adonnante ( situation favorable),

Quand vos performances, mesurées par les positionneurs (VMC), sont supérieures à celles que vous pouvez réellement réaliser (polaire de performance de votre voilier fournie par le constructeur ou mesurée par les centrales de navigation), vous êtes en situation favorable ou en adonnante. A l'inverse vous êtes dans une refusante. En appliquant simplement ces règles, vos progrès seront déjà très sensibles. Vous naviguerez en trouvant exactement le même nombre d'adonnantes et de refusantes parce que le vent réel est un phénomène oscillant, dont vous ne percevrez les variations de cap qu'à partir d'un seuil angulaire minimum de  $1^\circ$  à  $2^\circ$ , ou de  $5^\circ$ , suivant la précision des capteurs utilisés.

Dans "Nouvelles techniques pour gagner", j'ai décrit les différents types de vent et la structure fine du vent. A l'échelle horaire, comme à celle de la minute ou de la seconde (turbulence), on peut constater que l'azimut du vent réel fluctue en continu. Indépendamment de la durée de la mesure, on observe les mêmes phénomènes d'oscillations de l'azimut du vent, ce qui veut dire que toute variation de  $5^\circ$  de l'azimut d'un côté sera forcément suivie d'un retour de l'autre côté.

**Il y a très exactement le même nombre de rotations du vent sur la droite, ( viring ) que sur la gauche ( backing ) sur une période déterminée, à une fluctuation près au moment de l'arrêt de la mesure.**  
**C'est une remarque fondamentale.**

## Zoom sur vent évolutif droit .Notions de périodes .



8

Ce raisonnement évite bon nombre de fausses interprétations et mène sur le chemin du progrès. Le cas le plus fréquent est celui du vent évolutif observé dans les brises thermiques, qui évolue par paliers, avec des retours en cap réguliers. C'est la valeur angulaire de l'oscillation qui donne la tendance de l'évolution générale (exemple : 5° sur 2 minutes, puis 4° sur 1'30", et ainsi de suite : gain 1° à droite sur 3'30").

### **En conclusion :**

Cet article n'a pour objectif que de vous sensibiliser sur les mécanismes « **discrets** » de rotations du vent, et sur quelques principes fondamentaux qui en situation de doute pourront peut être vous aider.

Sans moyens électroniques, vous pouvez déjà réaliser une excellente analyse de plan d'eau à condition de savoir ce vous allez observer et retenir comme effets reproductibles .

Les meilleurs indicateurs sur l'eau sont finalement les voiliers qui naviguent à la condition de ne pas faire d'erreurs d'interprétation des phénomènes observés. Les moyens électroniques de mesures du vent itinérants (vedette instrumentée ) sont une ressource évidente pour lever des doutes sur des observations faites par les coureurs.

Pour ma part je reste persuadé que diminuer la part d'incertitude, même très modestement, est facteur de grands progrès .

Un doute de moins, c'est déjà un petit plus .



**Vent en altitude**  
**Vent synoptique**

Liaison vitesse / direction forte  
Suivant tendance droite ou gauche



Coefficient de rugosité  
du parcours du vent



Vent à parcours maritime  
( proche du synoptique )

Vent à parcours terrestre  
( perd ses caractéristiques de  
corrélation vitesse / direction )



<b>Bande Min / max</b>	Faible : 5 – 6°	Forte : 10° et plus
<b>Caps Limites</b>	<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;">Relief – couloir – relief</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="text-align: center;">↙</div> <div style="text-align: center;">↘</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div>Oui</div> <div>Oui</div> </div> </div>	
<b>Corrélations Vitesse / Direction</b>	Oui (milieu couloir)	Non ( sillage )
<b>Vent moyen</b>	Non ( car le vent évolue avec )	Oui ( entre deux caps )

Bonne navigation, et dites vous que le vent n'est pas si aléatoire que ça, à condition de procéder systématiquement aux analyses décrites ci-dessus.

Cet article fait référence aux différents 3 ouvrages et articles que j'ai rédigé sur ce domaine :

- "Voile : nouvelles techniques pour gagner" (Ed. Chiron – dec 1988),
- "Voile : plans d'eau de régate, mode d'emploi (Ed. Chiron – nov 1989),
- "Les nouvelles stratégies en voile" (Ed. Chiron – fev. 1999).

*" Cet article, propriété de son auteur ne peut être modifié, mais sa diffusion est libre et gratuite.  
Il peut être téléchargé, et reproduit, en tout ou partie, sous réserve de citer son auteur et son origine"*