

Station météo amateur : Mesure de direction et de vitesse du vent

Rédaction : Jean Cassanet, membre de la SMF-Météo et Climat

Mesure du vent

Le vent est un paramètre important de l'état de l'atmosphère. Même en dehors des épisodes tempétueux au cours desquels les effets du vent sont parfois dramatiques, la connaissance de la **direction** et de la **vitesse** du vent est souvent indispensable pour gérer au mieux un certain nombre d'activités.

A proximité de la surface de la Terre, c'est la **composante horizontale du vent** qui prédomine très largement et les appareils usuellement mis en œuvre pour mesurer vitesse et direction du vent ne prennent en compte que cette composante.

Girouettes

Du point de vue technique, il est assez facile de déterminer la direction du vent, et l'invention de la girouette est très ancienne.

A l'heure actuelle, il existe une vaste gamme de dispositifs qui reposent presque tous sur le même principe: la rotation d'un système mécanique autour d'un axe vertical.

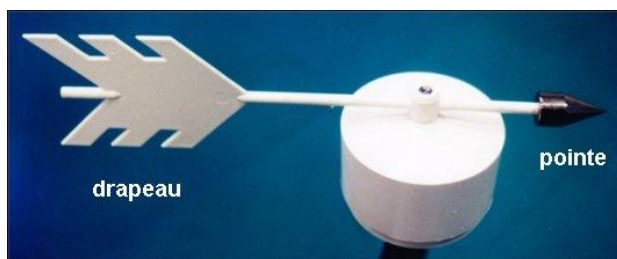


Photo 1 : Ce capteur est une tête de girouette à transmetteur.

A l'intérieur du boîtier cylindrique se situe un dispositif (potentiomètre ou détecteurs optoélectroniques) qui traduit l'orientation de la girouette en un signal électrique véhiculé vers la centrale d'acquisition des données.

Pour offrir des indications fiables, une girouette doit à la fois être sensible au vent et ne pas osciller à la moindre turbulence.

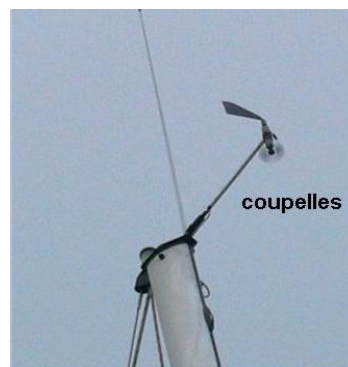
Ces exigences sont contradictoires et une réalisation soignée de l'axe de rotation ainsi qu'un bon équilibrage de la partie mobile sont nécessaires. Dans les modèles pour amateurs, on peut compter sur une précision de l'ordre de 3° à 5°.

Au fil du temps, la pénétration d'eau et de poussières peut générer des frottements sur l'axe, affecter l'électronique et altérer le fonctionnement d'une girouette.

Anémomètres

Il est possible d'estimer la vitesse du vent par l'observation des effets de celui-ci sur l'environnement. Cet aspect est largement illustré par l'échelle Beaufort, utilisée surtout en mer ou sur le littoral, mais pour quantifier précisément la « force du vent » (en réalité, sa « vitesse »), un anémomètre est indispensable. Ce dernier permet de mesurer le vent instantané et d'accéder au vent moyenné sur une durée de quelques minutes, si on dispose d'une centrale d'acquisition et du logiciel adéquat.

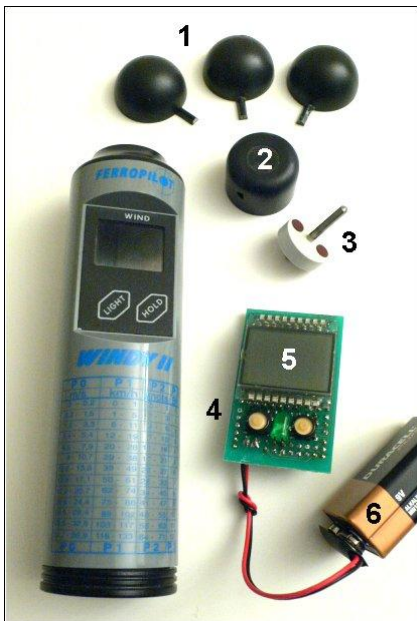
Les anémomètres les plus répandus dans le domaine amateur sont les modèles à coupelles ou à hélice.



Photos 2 et 3 : anémomètres à hélice et à coupelles en tête de mât de voiliers

L'anémomètre à coupelles peut fonctionner pour toute direction du vent, sans qu'il soit nécessaire de l'orienter préalablement.

L'anémomètre à hélice est toujours combiné à une girouette pour que son hélice soit face au vent. Moins répandu que l'anémomètre à coupelles, car plus coûteux, il est réputé mieux supporter les vents forts.



Anémomètre à moulinet

Ci-contre: éclaté d'un modèle à main, à coupelles

Les coupelles hémisphériques (1) sont fixées sur un tambour (2) solidaire de l'axe de rotation qui supporte deux aimants (3).

Lorsque le moulinet supportant les coupelles est en rotation, le passage périodique de ces aimants à proximité d'un ILS (interrupteur magnétique à lame souple) génère un signal électrique dont la fréquence dépend de la vitesse de rotation du moulinet, elle-même tributaire de la vitesse du vent.

Un microprocesseur (4) convertit cette fréquence en une valeur numérique de la vitesse du vent que l'on peut directement lire sur l'afficheur (5).

La forme du boîtier permet de tenir l'appareil à bout de bras et d'en piloter le fonctionnement.

Ce type d'anémomètre portable est adapté à la pratique des activités de plein air pour lesquelles il est utile de connaître la vitesse du vent (voile, aviron, parapente...etc).

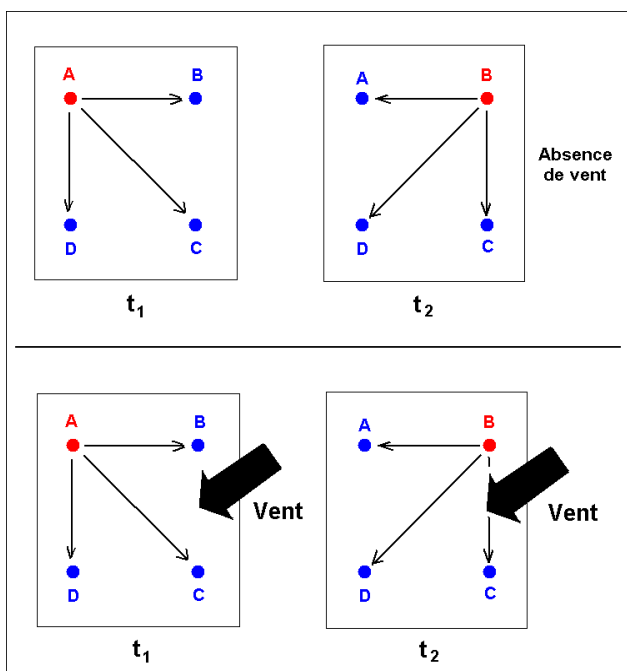
Girouette-anémomètre à moulinet

La mesure du vent s'effectue maintenant le plus souvent à l'aide d'un combiné girouette-anémomètre fixé sur un support et relié à un dispositif électronique permettant d'afficher simultanément la direction, (selon une rose des vents) et la force du vent (soit en échelle Beaufort comme ci-contre, soit sous la forme d'une vitesse exprimée en $m.s^{-1}$ ou en $km.h^{-1}$ ou en nœuds).



Girouette-anémomètre à ultrasons

Cet appareil ne comporte aucune pièce en mouvement. Le schéma ci-après en explicite le principe :



A, B, C, D, sont des transducteurs ultrasonores disposés en quatre points équidistants (exposés au vent) et pouvant fonctionner soit en émission, soit en réception, selon des séquences imposées.

- à l'instant t_1 , A émet une impulsion ultrasonore qui est reçue par B au bout de $t_{A \rightarrow B}$.

- à l'instant t_2 , B émet une impulsion ultrasonore qui est reçue par A au bout de $t_{B \rightarrow A}$.

Un ultrason étant une perturbation mécanique de l'atmosphère,

s'il n'y a pas de vent, $t_{B \rightarrow A} = t_{A \rightarrow B}$

S'il y a du vent, $t_{B \rightarrow A}$ diffère de $t_{A \rightarrow B}$ (dans l'exemple choisi,

$t_{B \rightarrow A} < t_{A \rightarrow B}$.

Ainsi, avec 3 ou 4 transducteurs (et au prix de quelques calculs),

on peut déterminer direction et vitesse du vent.

Le prix des anémomètres à ultrasons que l'on trouve sur le marché se situe encore à des niveaux élevés (plus de 500 €), mais on peut espérer qu'avec une diffusion plus large les prix baisseront...

Qualité des mesures

Elle dépend en premier lieu de l'**implantation**, et ce point sera prochainement abordé, mais aussi de la **conception et du soin apporté à la fabrication** de l'appareil.

Un anémomètre manuel offre typiquement une fourchette de mesures située entre $0,2 \text{ m.s}^{-1}$ (soit moins d' 1 km.h^{-1}) et 30 m.s^{-1} (soit 108 km.h^{-1})... mais peut-on encore le tenir correctement dans sa main lors de rafales supérieures à 100 km.h^{-1} ? Pour les anémomètres à coupelles fixés sur un mât, les performances annoncées se situent entre 1 et 60 m.s^{-1} (soit 216 km.h^{-1}), avec une précision de 5% à 10% selon les modèles.

Dans la pratique, les résultats obtenus sont parfois assez loin des performances annoncées, notamment pour les vents faibles (mise en rotation difficile). Cela est lié à la conception même de ces appareils. La girouette effectue en général des mouvements de rotation alternés et de faible amplitude, alors que le moulinet de l'anémomètre peut être entraîné en rotation très rapide. Dans un capteur combiné un dispositif coaxial permet de

transmettre simultanément ces deux mouvements aux détecteurs qui les convertissent en signaux électroniques.

Du point de vue mécanique, la réalisation doit être extrêmement soignée et les frottements minimisés pour assurer sensibilité, mobilité, précision, résistance à l'usure de cet ensemble fréquemment exposé aux poussières et à la pluie.

Pour conclure

Le choix d'une girouette et d'un anémomètre doit être étudié en fonction des critères:

- d'installation (inutile d'acheter un anémomètre coûteux si c'est pour le fixer au balcon du 1^{er} étage d'un immeuble)
- d'utilisation: itinérante et ponctuelle (par exemple dans le cadre d'une activité de plein-air) ou statique et régulière (pour participer à un réseau de mesures).

Les prix se situent dans une fourchette qui va de 20€ pour une simple girouette à 500 ou 600€ pour les combinés les plus élaborés.

Dans les modèles économiques d'anémomètres, il est bien difficile d'obtenir quelque chose de très satisfaisant à bas coût et l'utilisateur doit en être conscient.

Une perspective intéressante se situe sans doute dans l'utilisation de capteurs sans pièces mécaniques en mouvement, s'ils deviennent financièrement plus accessibles.

() Actuellement, il existe beaucoup de modèles de stations, dans une large gamme de prix et de nombreux passionnés échangent à ce sujet sur des forums d'associations.*

Voir par exemple le forum d'Infoclimat : <http://forums.infoclimat.fr/forum/2-instrumentation/>