

atteinte lorsque le vent vrai est à β degrés sur l'arrière. Le vent apparent se trouve alors exactement à β degrés sur l'avant. La faible valeur de l'angle β pour les chars à voile évoluant sur les lacs asséchés de Californie leur permet d'atteindre la vitesse record de 160 kilomètres/heure ; la même raison explique pourquoi des yachts à glace ont dépassé les 180 kilomètres/heure sur la glace. L'endroit idéal pour établir des records de vitesse sur engins à voile est une étendue d'eau balayée par un vent pratiquement perpendiculaire aux trajectoires et dépourvue de vagues ralentissant ces trajectoires.

En Angleterre, à Weymouth, une bande de terre sépare l'océan du port, arrêtant ainsi les vagues tout en laissant passer le vent. Chaque année, en octobre, époque à laquelle souffle souvent un vent très violent, des amateurs venant des quatre coins du globe s'y retrouvent pour tenter, à bord d'étranges engins, de naviguer aussi vite que possible. Cette *Speedweek*, ainsi qu'on la dénomme, est organisée par l'*Amateur Yacht Research Society* (AYRS), une remarquable association qui, durant les quarante dernières années a promu les diverses innovations apparues en navigation à voile, notamment le développement des multicoques.

Les ailes de Phoebus

Au cours des compétitions qui s'y déroulent, les planches à voile, photographie dominant leurs concurrents. Le vainqueur dans la catégorie masculine dépasse 50 kilomètres/heure sous un vent de 30 kilomètres/heure. La figure 7a montre deux planches à voile reliées par un pont, l'idée étant d'obtenir ainsi un meilleur moment antigitte que celui offert par le seul poids du véliplanchiste. La photographie 7b est celle d'un trimaran équipé d'une voile de type polynésien. Les planches sont censées planer au-dessus de l'eau, les ailerons de leur partie inférieure fournissant la résistance latérale dont nous avons évoqué plus haut la nécessité. La troisième embarcation (figure 7c) possède une aile asymétrique réellement tridimensionnelle, autrement dit un véritable airfoil, munie d'un dispositif inverseur haut-bas lors des changements de bord. Un petit aileron blanc situé à l'arrière fonctionne exactement comme le gouvernail de profondeur d'un avion : placé sous un certain angle, il maintient automatiquement l'aile dans la direction désirée

par rapport au vent apparent. C'est sur ce principe que repose la propulsion de la plupart des «bateaux à ailes».

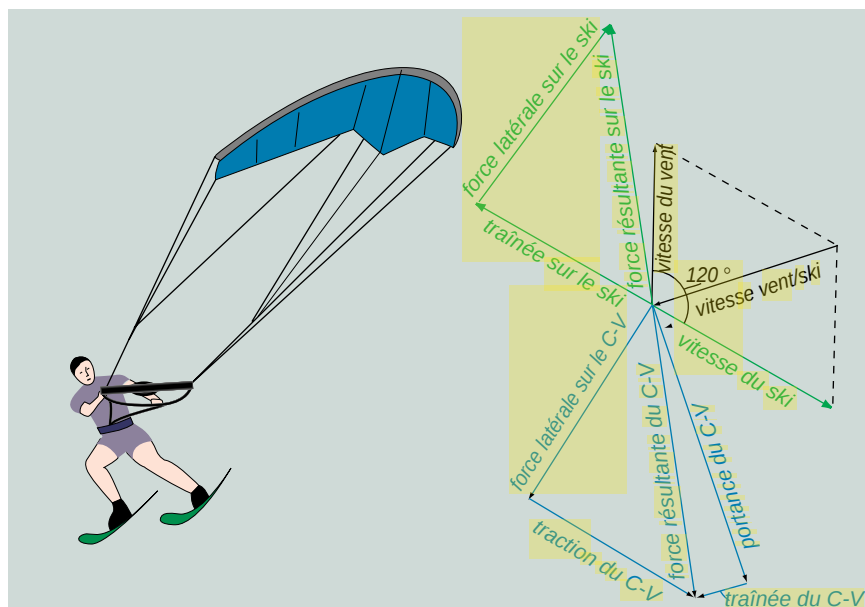
On assiste depuis peu à un retour des voiliers dans les courses de vitesse, dominées depuis 20 ans par les planches à voile. Un hydrofoil trimaran à ailes, baptisé *Yellow Pages Endeavour*, a en effet atteint 46,52 nœuds sous un vent de 18 à 20 nœuds. On pourrait penser que les ailes sont réservées à des prototypes de compétition, et que la voile traditionnelle restera encore, et pour longtemps, la seule praticable et sans danger. Je m'inscris en faux contre cette allégation, et je vais essayer de vous convaincre de la justesse de ma vision.

Naviguer comme un avion

L'un des membres les plus éminents de l'*Amateur Yacht Research Society*, John Walker, construisit, il y a plus d'un quart de siècle, un navire équipé de quatre ailes. Une vingtaine d'années de recherches plus tard, il construisit le prototype plus élaboré, équipé de deux ailes, une sorte de gréement biplan. Ce navire traversa l'Atlantique dans les deux sens et se sortit sans dommage d'un ouragan. Un ordinateur règle l'orientation d'un aileron derrière les deux ailes, le vent fait le reste. La photographie 7d est celle de la toute dernière et plus belle création du spécialiste Walker ; à l'instar des avions, celle-ci a aujourd'hui évolué vers une configuration monoplan. L'aile plus petite, en arrière, est ici encore la dérive, dont l'orientation ajuste la direction du vent à la direction

de course souhaitée ; et là aussi cette orientation est déterminée par un ordinateur alimenté par des panneaux solaires recevant leur énergie du soleil, comme le vent. Ces panneaux solaires sont visibles à l'avant de l'aile principale sur la photographie prise d'avion. Le problème de la symétrie a été résolu à l'aide d'un volet mobile situé sur le bord d'attaque, semblable à ceux que vous voyez sortir des ailes d'un avion de ligne juste avant l'atterrissage. Ce volet peut être orienté d'un côté ou de l'autre de l'aile et engendre un énorme accroissement de poussée.

Toute la partie «avion» est libre de pivoter sur un support clairement visible, et le petit moteur qui fixe l'angle de la dérive est lui aussi alimenté par des panneaux solaires. Bien entendu, il y a un système de secours, lui-même relayable par un contrôle manuel en cas de besoin. Tout est contrôlé par un microprocesseur. Il y a un levier pour enclencher les mouvements avant et arrière, situé à gauche du volant, dans un cockpit qui ressemble désormais à celui d'un avion. Comme tout multicoque qui se respecte, lorsqu'il est face au vent, il navigue lui aussi à la verticale, et non penché sur le côté. Sa version monoplan est construite en série à Plymouth, en Grande-Bretagne. Ces ailes n'ont pas besoin d'être affalées à l'accostage ; libres de pivoter sur elles-mêmes et de s'aligner au vent, elles présentent moins de fardage que le mât et le gréement nus d'un voilier classique, et ne cliquettent pas lorsque le vent souffle. En outre, elles se satisfont des



6. LE DISPOSITIF KITESKI : la force d'un vent de 72 km/h permet une vitesse de 90 km/h.



7. LES PLANCHES À VOILE dépassent 50 kilomètres heure pour un vent soufflant à 30 kilomètres heure. Une double planche à voile est plus stable et tout aussi efficace qu'une planche simple (a). Un tri-



maran avec hydrofoil muni d'une voile polynésienne (b). Catamaran doté d'une véritable aile d'avion (c) : cette aile étant asymétrique, il faut la renverser verticalement lorsqu'on vire de bord. L'aileron

vents ordinaires et n'ont pas besoin, de vent trop forts pour fonctionner de façon optimale.

Le plaisir améliorable de la voile

On l'a souvent dit, la navigation à voile est l'art de capter l'énergie du vent pour propulser un navire sur l'eau. Dans le cas des voiliers, la puissance disponible est proportionnelle à l'aire de la surface interceptant le vent et au cube de la vitesse du vent apparent. Or les vitesses des vents varient au moins d'un facteur 10 et la puissance disponible, pour le meilleur ou pour le pire, varie donc d'un facteur mille ou plus. Aussi doit-on modifier beaucoup la voilure et utiliser tout un jeu de voiles.

J'espère n'offusquer personne en disant qu'un marin abaissant une voile pour en hisser une autre me fait penser à un automobiliste ou à un cycliste qui s'arrêterait pour changer la dimension de ses roues au pied d'une colline, puis ferait l'opération inverse une fois parvenu au sommet. Avant les dérailleurs, les cyclistes du tour de France retournaient en haut des côtes leur roue pour changer de pignon. Seul le foc à enrouleur, suffisamment rapide est comparable avec un changement de vitesse manuel sur une voiture ou sur une bicyclette. Les mâts qui soutiennent les voiles, les haubans et les barres de flèche qui maintiennent le mât, les centaines de mètres de cordages pour hisser les voiles, les incliner dans la bonne orientation par rapport au vent

et les abaisser, les poulies, les taquets, les ridoirs, les guides de drisse, les espars et tout ce qui se trouve sur le pont ne servent à ajuster que deux et seulement deux misérables paramètres : l'aire et l'angle de la voilure. En outre, les voiles étant habituellement montées de sorte que leurs points de pivotement soient aussi loin que possible du centre de force, il faut, pour les régler, disposer de winches coûteux et de muscles de rugbyman. Ajoutez à cela les centaines de termes nautiques et les dizaines de nœuds qu'il faut connaître et vous aurez une idée de l'esprit tordu qu'il faut pour jouir du plaisir d'être poussé par le vent.

Vous pouvez donc imaginer le malaise qu'a dû éprouver l'establishment, soucieux de ses intérêts financiers, en apprenant soudainement qu'un petit malin mettait sur le marché un engin à voiles baptisé *Blue Nova* (voir la photographie en première page de l'article), capable de traverser les océans. Ce trimaran atteint des vitesses doubles des embarcations de même gabarit, dans des conditions de stabilité telles que votre apéritif ne verse pas, et peut être tout aussi vite démarré ou stoppé que son moteur. Rien de surprenant donc à ce que l'influente revue britannique *Yachting World* ait contesté avec une hargne particulière les performances du trimaran révolutionnaire. À tort : au terme d'un long procès en diffamation qui fut une victoire inhabituelle du droit sur l'argent et l'establishment, la Société *Walker Wingsail* reçut de la Cour suprême britannique un dédommagement d'un million et demi de livres.

Les voiliers traditionnels ont le pittoresque des moulins à vent hollandais, mais, si vous voulez utiliser sérieusement et en toute sécurité la force du vent pour faire avancer une embarcation sur l'eau, vous devez transformer les moulins à vent en éolienne moderne. Dans son roman pour enfants *Wind in the Willows*, Kenneth Grahame fait dire à M. Mole que rien, absolument rien, n'est aussi agréable que de s'affairer autour d'un bateau. Je ne saurais être davantage d'accord, mais je suis cependant convaincu que la conception de la plupart des navires ouvre des perspectives de plus grande envergure.

Stabilité, sécurité, innovation

Lorsqu'un voilier remonte au vent, il subit une énorme force latérale engendrée par l'airfoil. Nous avons vu également que la dérive latérale due à cette force est contrebalancée par l'action d'un hydrofoil situé sous la ligne de flottaison, mais qu'étant donné la distance entre ces deux objets un couple important tend à incliner le voilier dans le sens du vent.

Une façon de contrer ce moment consiste à se pencher de l'autre côté, ce qui est considéré par nombre de marins comme une énorme source de sensations, une particularité intrinsèque et essentielle de la navigation à la voile. Pour les bateaux plus gros, la solution traditionnellement adoptée en Occident consistait à fixer un énorme poids à la base de la quille, qui se transformait