



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



c blanc situé à l'arrière de l'aile, fonctionnant comme un gouvernail de profondeur d'un avion, permet d'ajuster l'angle au vent de l'aile principale. Zefyr (d) est la dernière version monoplan de Walker Wing-



d sail. Cette vue d'avion de Zefyr permet de voir les panneaux solaires installés à l'avant de son aile. Ils alimentent en énergie l'ordinateur de bord et le petit moteur qui détermine l'orientation de la dérive.

V. Radhakrishnan

alors en pierre tombale lorsqu'une voie d'eau perçait la coque. Outre cette diminution de la sécurité, les performances du navire étaient limitées par la longueur de la carène (en vertu de la loi de Froude) : dépasser la vitesse de vague équivalait à courir avec un boulet attaché à la cheville.

Mais le pire est que, contrairement au lest humain (ou tout autre lest mobile) capable de fournir un (contre) moment de gîte même lorsque le navire est horizontal, l'action du poids fixé à la base du navire n'est proportionnelle qu'au sinus de l'angle de gîte. Aussi le bateau navigue-t-il dans une position artificielle hautement inconfortable pendant des jours, voire des semaines.

En revanche, les embarcations polynésiennes et mélanésiennes, grandes ou petites, qui utilisent des balanciers ou des doubles coques pour assurer leur stabilité, restent horizontales et sont insubmersibles. Durant des siècles, elles ont permis d'accomplir de vastes périples. On reconnaît, parfois avec beaucoup de réticences, que ces précurseurs des multicoques actuels présentent à de nombreux égards des qualités de navigation supérieures.

Une bien meilleure manière de contrecarrer le moment de gîte exercé par la voile serait d'engendrer un tel moment à l'aide d'un hydrofoil convenablement incliné et décalé par rapport à l'axe longitudinal de rotation du navire. Cet équilibre est réalisable même pour un angle de gîte nul et peut être ajusté pour suivre les variations de la vitesse du vent qui affectent à la fois la

vitesse du bateau et le moment de gîte. Les hydrofoils multicoques sont habituellement conçus de cette manière, ce qui leur permet d'atteindre en toute sécurité des vitesses fantastiques tout en gardant leur quille verticale!

Nous avons mentionné qu'il faut du vent pour extraire de l'énergie du mouvement relatif de l'air et de l'eau. Le vent est la seule chose qui soit imposée ; le choix de la forme des voiles ou du navire, autrement dit des portions situées au-dessus et en dessous de la ligne de flottaison, ne dépend que de l'inventivité du concepteur. Un certain nombre d'expériences dans le domaine des vaisseaux à voiles futuristes ont déjà été effectuées. Nous allons les évoquer en conclusion.

La gîte d'un voilier tient en général au fait que la voile est fixée sur le mât, lui-même rigidement fixé au bateau. On peut assouplir cette contrainte et transformer la voile en un cerf-volant relié au navire par de simples cordages en un point situé légèrement au-dessus de la ligne de flottaison. Il n'y a alors plus de mât tiré sur le côté et responsable de la gîte. Cette forme de navigation à voile est utilisée par exemple lorsqu'une personne chaussée de skis nautiques tient un énorme cerf-volant dont elle contrôle la position à l'aide d'un cordage. Un tel dispositif, baptisé KITESKI, permet d'atteindre des vitesses supérieures à 72 kilomètres/heure sous fort vent. La figure 6 montre les diverses forces en action sur ce système lorsque les skis ont une vitesse d'environ 90 kilomètres/heure.

Le lien avec l'eau n'est pas nécessairement un corps glissant à sa surface, comme des skis ou des coques, mais pourrait être un sous-marin guère plus soumis à la résistance de vague que les dauphins ou les requins. Le marin ou le pilote se trouverait dans le sous-marin. Dans une option plus intéressante encore, le pilote est suspendu à un cerf-volant, ou monté à bord d'un ballon ou d'un objet volant analogue, relié à une sorte d'ancre traînant dans l'eau à l'extrémité d'un câble. Didier Costes a déposé plusieurs brevets sur de tels dispositifs baptisés *Chiens de mer*. Un aviateur survolant une masse d'eau et contraint de quitter son avion en sautant en parachute pourrait larguer un tel dispositif au bout d'une corde avant d'atteindre la surface de l'eau et utiliser la force exercée par le vent sur son parachute pour se maintenir hors de l'eau. En outre, cet «aquaviateur» pourrait, en contrôlant le dispositif au dessus de lui et celui en dessous, se diriger vers un lieu où il pourrait atterrir.

Nombre de telles innovations sont actuellement au même stade que l'étaient, il y a quelques dizaines d'années, les multicoques, les hydrofoils et les ailes. Grâce à notre imagination féconde nous pouvons rêver d'un avenir prometteur.

V. RADHAKRISHNAN est Directeur Emeritus du Raman Research Institute à Bangalore.