

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

TREIZIEME CONFERENCE TECHNIQUE REGIONALE DES PECHEES
(Noumea, Nouvelle-Calédonie, 24 - 28 août 1981)

NAVIRES DE PECHE A FAIBLE CONSOMMATION D'ENERGIE

La propulsion à voile

par

J.F. Fyson

Spécialiste des industries de la pêche (navires)
Service de la technologie des pêches
Division des industries de la pêche

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation
et l'agriculture
Rome 1980

SOMMAIRE

Dans ce document nous reviendrons rapidement sur la théorie de la propulsion à voile et son application aux bateaux de pêche, nous étudierons les exigences pratiques d'un certain nombre de méthodes de pêche et les conditions dans lesquelles on peut recourir à la propulsion à voile pour diminuer la consommation d'énergie dans le cas de chacune de ces méthodes. Divers types de pêche seront énumérés par ordre décroissant d'utilisation de la voile.

Nous étudierons en détail les configurations de voilure classique et les dispositifs plus récents et nous essaierons de voir dans quelle mesure on peut les utiliser sur les navires de pêche actuels. Le fonctionnement et le maniement du gréement et de la voilure de gros et petits bateaux de pêche côtière seront expliqués en détail. Enfin, nous aborderons l'aspect économique et nous comparerons le coût de l'investissement et de l'entretien nécessité par la mise en place d'une voilure aux économies d'énergie qu'elle permettrait de réaliser.⁽¹⁾

(1) N.d.T. Seule une partie du document original, en anglais, est reproduite ici, et un certain nombre des sujets énumérés dans le sommaire ne sont donc pas traités.

1. LA PROPULSION A VOILE ET SON APPLICATION AUX NAVIRES DE PECHE

1.1 Introduction

On peut diviser arbitrairement en cinq catégories les navires qui se servent de la voile comme moyen de propulsion :

- 1) Les embarcations légères à fond plat conçues pour planer sur la surface de l'eau (par exemple, les voiliers légers utilisés en compétition).
- 2) Les embarcations à coque à gros déplacement (qui représentent la plupart, voire la totalité, des embarcations à voile utilitaires traditionnelles).
- 3) Les multicoques (catamarans, trimarans et autres embarcations à coques multiples ou à balancier).
- 4) Les hydroglisseurs à voile.
- 5) Diverses embarcations à voile telles que les planches à voile et les chars à voile utilisés sur la terre ferme et sur la glace, etc.

Etant donné que les bateaux de pêche sont destinés à transporter une charge utile, ce sont surtout la deuxième et la troisième catégories qui nous intéresseront pour l'étude des bateaux utilitaires en général et plus précisément des bateaux de pêche, encore que certains des principes dérivés des autres types d'embarcations puissent trouver des applications sur les bateaux de pêche (par exemple, le gréement de la planche à voile).

L'intensité et la direction du vent qui sert de force motrice sont variables, mais les courbes d'intensité moyenne du vent peuvent être très semblables d'une année sur l'autre, notamment dans certaines régions où le vent souffle de façon constante pendant une période de l'année en raison de facteurs climatiques bien précis, comme c'est le cas des vents de mousson ou des alizés. Si l'on manque d'informations sur les conditions locales, on trouvera dans les routiers de l'Amirauté ou les cartes de route de la marine américaine, ou dans l'Atlas mondial des zones climatiques maritimes des relevés des vitesses et des orientations moyennes du vent pour diverses périodes de l'année.

1.2 Caractéristiques de la coque

La coque d'un bateau doit pouvoir résister suffisamment aux forces latérales qui s'exercent sur le gréement pour ne pas dériver excessivement et elle doit pouvoir compenser la tendance au chavirement provoquée par la force du vent sur le gréement.

La forme de la coque doit être suffisamment équilibrée pour que la gîte sous voile n'entraîne pas un accroissement excessif des surfaces immergées en avant ou en arrière de l'axe central du bateau. A titre d'exemple, les navires de pêche larges à bouchain vif et à large tableau arrière, sur lesquels le barrot d'arcasse est très important et descend encore plus bas que la ligne de flottaison risquent d'avoir un comportement médiocre sous voile, sauf si la voilure est extrêmement réduite de façon à ne créer qu'un très faible moment de chavirement. Dans ce cas, la voile sert seulement d'appoint à un moteur puissant, et bien qu'elle permette de diminuer dans une certaine mesure la consommation du moteur, elle ne peut pas entraîner des économies aussi importantes que dans le cas d'un bateau disposant d'une voilure suffisante pour

pouvoir évoluer uniquement à la voile par vent favorable, ou ne nécessiter qu'un très faible complément de puissance moteur.

La coque doit avoir des sections assez rondes, un relevé de varangues modéré et des supports latéraux à courbe assez douce. L'arrière à tableau ne constitue pas un handicap à condition que sa forme et celle de la partie arrière de la coque soient conçues de telle sorte qu'il n'y ait pas augmentation des volumes immergés dans la partie arrière du navire lorsqu'il gite.

Dans le cas de constructions en acier, en béton armé ou en FRP (plastique renforcé de fibre de verre), il est pratique de construire une quille en caisson qui permet de positionner le plus bas possible le lest nécessaire à la stabilité. Les réservoirs de carburant à double fond peuvent aussi servir de ballast, à condition d'assurer une stabilité suffisante lorsqu'ils contiennent du carburant, ou de pouvoir être lestés avec de l'eau dans les cas exceptionnels où ils sont vides et où il n'y a pas de poisson en cale pour tenir lieu de lest. Il faut soigneusement calculer à l'avance les transferts de masse qui peuvent se produire au fur et à mesure que les réservoirs se vident ou que l'on rentre du poisson de façon à éviter les variations d'assiettes auxquelles les bateaux à voile sont beaucoup plus sensibles que les larges navires entièrement motorisés.

1.3 Vitesse sous voile

C'est au dessinateur qu'il appartient de calculer la surface maximale de voilure compatible avec la stabilité d'une coque de bateau de pêche, mais il est néanmoins utile d'avoir une idée des vitesses que peut atteindre un bateau sous voile pour pouvoir évaluer les économies d'énergie que permet l'utilisation de la voile.

Dans le cas des navires à déplacement normal (non planants) qui constituent la majorité des bateaux de pêche équipés de voiles, la vitesse est fonction de la longueur à la flottaison de la coque immergée (qui n'est pas nécessairement la même que la longueur de la ligne de flottaison statique). Ce rapport permet d'établir des comparaisons entre les vitesses de navires de tailles différentes. On exprime généralement ce rapport par la figure $\frac{V}{\sqrt{L}}$ où V représente la vitesse du navire en noeuds et \sqrt{L} la racine carrée de la longueur à la flottaison exprimée en pieds.⁽¹⁾

Les vitesses les plus élevées obtenues par des yachts (généralement supérieures à celles des bateaux de pêche) en remontant au vent par mer calme dépassent rarement un rapport $V/\sqrt{L} \approx 1$, ce chiffre descendant plus vraisemblablement à 0,8 dès que la mer est un peu agitée, et à 0,6 ou moins par vent faible de l'ordre de 6 à 10 milles à l'heure.

C'est par vent de travers que l'on obtient les vitesses maximales, mais même dans des conditions idéales et par mer parfaitement calme, il est rare que le rapport V/\sqrt{L} soit supérieur à 1,4. Par vent moyen, la vitesse au vent arrière est à peu près les deux tiers de la vitesse par vent de travers, l'écart entre ces deux vitesses diminuant au fur et à mesure que la force du vent augmente.

(1) N.d.T. On parle aussi en français de la vitesse critique, exprimée par la relation V_c (en noeuds) = $2,4 \sqrt{L}$ (en m.), L étant la longueur du bateau à sa flottaison. Passé le seuil de vitesse critique, la résistance à l'avancement croît dans des proportions considérables.

Ces indications de vitesse ne s'appliquent pas aux bateaux à faible déplacement, aux multicoques, y compris les catamarans, les trimarans, les bateaux à balanciers et les praos qui peuvent obtenir des vitesses supérieures du fait qu'ils ont un faible déplacement auquel peuvent venir s'ajouter les avantages de la multicoque, à savoir une amélioration de la stabilité initiale et la possibilité d'avoir une plus grande surface de voilure.

1.4. Combinaison moteur-voile

Pour évaluer la vitesse d'un navire motorisé, le plus simple est de prendre son déplacement, qui détermine à basse vitesse l'essentiel de la résistance à l'avancement. Si le rapport vitesse/longueur ne doit pas dépasser l'unité, on peut considérer qu'une puissance d'environ 1 CV par tonne de déplacement suffit pour une progression par mer calme, alors que pour obtenir un rapport V/\sqrt{L} de 1,3 avec une résistance et des vagues supérieures, il est nécessaire de disposer de 3 à 4 CV par tonne. Pour un rapport V/\sqrt{L} égal à l'unité, on obtiendra des vitesses de 5,5 noeuds pour une longueur de ligne d'eau de 30 pieds, 5,9 noeuds pour 35 pieds, 6,35 noeuds pour 40 pieds, 6,7 noeuds pour 45 pieds, 7,1 noeuds pour 50 pieds, et 7,5 noeuds pour 56 pieds.

Par conséquent, en combinant la force motrice de la voile à une puissance suffisante pour obtenir un rapport V/\sqrt{L} de 1, on peut obtenir une augmentation très nette de la vitesse tout en restant dans la plage d'utilisation la plus économique du diesel.

Prenons la courbe de résistance d'un bateau de pêche à voile de 19 m (60 pieds) de longueur hors-tout (LHT) et de 17 m (56 pieds) de ligne de charge (voir figure 63). Si, avec une puissance de 1 CV par tonne de déplacement, on obtient un coefficient de vitesse relative égal à l'unité, cela correspondra à environ 7,5 noeuds pour une longueur de ligne de charge de 17 m (56 pieds). Pour un déplacement de 60 tonnes, on peut voir à la figure 63 que la poussée nécessaire pour obtenir cette vitesse est de 540 kg (1189 livres). Si la surface totale de la voilure du navire est de 150 m², avec un vent de travers vrai de 10 noeuds, on obtient une force propulsive d'environ 0,6 livre par pied carré de voilure, c'est-à-dire qu'avec 150 m² (1400 pieds carrés) on obtient une poussée totale de 381 kg (840 livres).

Si l'on ajoute les poussées du moteur et de la voile, qu'on les divise par le déplacement et que l'on rapporte le résultat à la courbe de résistance, on constate qu'en alliant la poussée de la voile et celle d'un moteur peu sollicité on obtient une vitesse de 8,9 noeuds, ou un coefficient de vitesse relatif de 1,2, alors si le bateau avançait uniquement au moteur, il faudrait développer plus de deux fois plus de puissance pour obtenir les mêmes résultats.

Cette description ne donne qu'un aperçu très simpliste des vitesses potentielles obtenues en alliant la voile et le moteur, mais en réalité on peut obtenir des résultats encore supérieurs par vent faible à modéré. La vitesse obtenue en utilisant le moteur se traduit par un accroissement de la vitesse du vent apparent. Comme la pression exercée sur la voilure croît proportionnellement au carré de la vitesse du vent, la poussée transmise augmente considérablement et se traduit par un gain de vitesse intéressant.

L'utilisation combinée de la voile et du moteur dans ces gammes de vitesses se traduit par une diminution de l'angle du vent apparent par rapport à celui du vent vrai, de sorte que le navire sera plus souvent en configuration de navigation au plus près. On a donc intérêt à avoir une voile qui donne de bons résultats lorsqu'elle est bordée au maximum aux allures les plus serrées. Dans ces conditions, et pour les raisons énumérées à l'alinéa 3.1.3., la voile de jonque est un excellent choix (voir figure 38).

2. CONTRAINTES D'UTILISATION DE LA VOILE SUR LES BATEAUX DE PECHE

Avant de s'engager à fond dans la conception d'un bateau de pêche à voile, il faut s'assurer que le type de gréement choisi est bien adapté aux conditions d'exploitation du bateau.

Si l'on étudie l'évolution des bateaux de pêche à voile n'importe où dans le monde, on n'a pas besoin d'être un expert pour s'apercevoir que le gréement, tout en s'inspirant en partie d'une conception traditionnelle, a toujours évolué en fonction des conditions climatiques et des méthodes de pêche propres à la région. L'adoption de nouvelles techniques ou l'exploitation de nouvelles zones de pêche se sont souvent traduites par une modification ou par l'abandon de certains types de gréement au profit de configurations mieux adaptées.

On trouvera dans la liste qui suit, et qui n'est peut-être pas exhaustive, un certain nombre de facteurs dont il faut tenir compte aux stades initiaux de la conception du projet :

- (i) Mode(s) de pêche pratiqué(s);
- (ii) Surface de travail pontée nécessaire et emplacement des principales zones d'activité;
- (iii) Durée nécessaire pour se rendre sur les lieux de pêche;
- (iv) Conditions météorologiques probables avec leurs variations au cours de l'année;
- (v) Puissance nécessaire à la propulsion pendant la pêche;
- (vi) Prises prévues et façon de les ramener à bord;
- (vii) Sources de puissance auxiliaire nécessaires pour :
 - a) la pêche proprement dite, par exemple les treuils et le matériel de remontée des filets et des lignes
 - b) la navigation et la détection du poisson, par exemple le radar, sondeurs acoustiques, sonars, etc.
 - c) la conservation des prises, c'est-à-dire l'alimentation des divers dispositifs de réfrigération;
 - d) la vie à bord, c'est-à-dire la cuisine, l'éclairage, le chauffage ou la climatisation des quartiers d'habitation, etc.

Comme nous envisageons d'utiliser le vent comme source essentielle de propulsion, la facilité avec laquelle on pourra adapter (ou réadapter) des navires utilisés pour un type donné de pêche à l'utilisation de la voile dépendra de la puissance nécessitée par les activités accessoires pendant la pêche, la vitesse à respecter pour prendre le poisson, et le rapport entre la durée du voyage pour se rendre sur les lieux de pêche et l'intensité et la durée de la pêche elle-même. Il est évident que certains types de pêche où l'on doit maintenir pendant de longues durées une allure de croisière en ayant très peu besoin de puissance auxiliaire pour la manoeuvre du matériel, justifient parfaitement l'investissement matériel et humain nécessitée par un bateau de pêche à voile. Plus la consommation d'énergie augmente (consommation des mécaniques et/ou vitesse nécessaire pour la pêche), moins les avantages de la voile sont évidents.

Quelques exemples doivent suffire à illustrer cet argument. Par ordre d'avantage décroissant on pourrait énumérer :

- (i) la pêche à la traîne de poissons pélagiques de surface ou de subsurface (à l'exception de certaines espèces comme la bonite qui se déplacent rapidement et qui nécessitent pour des prises optimales une rapidité et une maniabilité supérieures à celles d'un voilier utilitaire)
- (ii) la pêche à la palangre
- (iii) la pêche au casier et à la nasse
- (iv) la pêche au filet maillant
- (v) la pêche à la senne et au carrelet avec lamparo

A l'autre extrémité de l'échelle, on trouvera les méthodes de pêche modernes, la pêche à la senne coulissante et le chalutage de fond et pélagique. Dans ces cas, la voile ne présenterait un intérêt qu'en vitesse de croisière pendant le déplacement entre le port et le lieu de pêche. La puissance de remorquage nécessaire pour tirer un chalut ou la vitesse nécessitée par une senne, ainsi que l'assistance mécanique considérable exigée par les treuils et les poulies mécaniques rendent nécessaire l'utilisation de sources d'énergie complémentaires pour fournir la puissance voulue de sorte que l'apport énergétique de la voile et son intérêt économique sont proportionnellement moins importants.
