

Les hélices

Aborder le problème des hélices n'est pas chose facile. Pour le modéliste qui reproduit une maquette, bien souvent, la notice de montage ou le plan donne directement le diamètre de l'hélice sans se soucier le moindre du monde de son pas et parfois même sans donner le nombre de pales. Au final, l'esthétique est là et le variateur fera le reste. Le diamètre doit être en rapport avec l'échelle du modèle avec toutefois une possibilité de moduler le diamètre sans pour autant défigurer l'esthétique de la maquette. Mettre une hélice de 45 mm au lieu d'une de 40 mm, ou l'inverse peut permettre d'améliorer le rendement.

2 caractéristiques importantes déterminent les hélices :

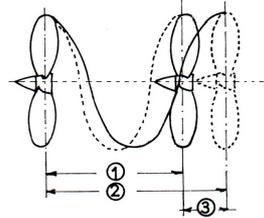
- Le diamètre
- le pas

Rassurez-vous, loin de moi de vouloir vous faire une démonstration de tous les calculs qui concernent la réalisation d'une hélice, mais sachez que la vitesse est donnée par la formule :

$$V = w \times pas \times \frac{60}{1000000} \times glissement$$

ou V est la vitesse en Km/h, w la vitesse de rotation en tr/mn, le pas correspond au pas des pales de l'hélice exprimé en mm. 60 nb de minutes par heure pour convertir les tr/mm en tr/h (1200 tr/mm = 1200x60=72000 tr/h). 1000000 est le coefficient pour obtenir une vitesse en Km/h puisque nous exprimons le pas en mm.

Reste le glissement. Il faut considérer qu'une hélice qui tourne dans l'eau, avec le pas de ses pales se comporte comme une vis que l'on visserait. Mais comme rien n'est parfait en se bas monde, l'hélice ne se déplace pas à chaque tour de la valeur de son pas. il y a une perte qui est appelé le glissement. Toujours en analogie avec notre vis, si le glissement n'existait pas, un tour d'hélice la ferait avancer de la longueur de son pas tout comme une vis. Avec un glissement compris entre 30% et 40%, il faudra à notre hélice faire plus d'un tour pour la faire avancer de la valeur de son pas.



sur la figure ci-contre, 1= le pas réel, 2= le pas théorique, 3 = le glissement.

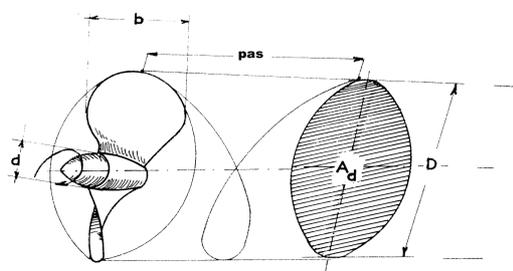
$$1 = 2 - 3$$

Maintenant que nous avons pratiquement toutes les données, on peut en partant de la formule ci-dessus en déduire le pas de notre hélice :

$$pas = V \times \frac{1\ 000\ 000}{\omega \times 60 \times glissement}$$

En prenant comme exemple notre vitesse du début soit 4,7Km/h et un glissement de 40% soit 0.6 (100-G %)/100, une vitesse de rotation du moteur de 1200 tr/mm après réducteur, le pas de notre hélice est de 108,8 mm. Ce qui se traduit par le fait qu'en 1 tour d'hélice le déplacement sera de 108,8 mm.

Faisons un "pas" supplémentaire et sortons de ces calculs fastidieux pour non plus calculer le pas mais le mesurer. L'hélice se caractérise pas son rapport diamètre/pas. Les fabricants d'hélice pour le modélisme ne cherchent pas la petite bête. Généralement ce rapport est constant et de l'ordre de 1/1 à 1.4/1, qui dit plus simplement, pour une



hélice de diamètre 100 mm le pas est de 100 mm et de 140 mm pour un rapport 1.4/1. Attention ces chiffres ne sont que des constatations faites en fonction des différentes hélices en ma possession. D'autres fabricants ont peut-être des rapports différents. Il devient donc nécessaire de mesurer ce pas.

Nous avons fait référence plus haut dans le texte au fait qu'une hélice se comportait comme une vis. Pour connaître le pas d'une vis on mesure la distance séparant 2 sommets de filets consécutifs. Pour notre hélice c'est la même chose à la différence près que les sommets ne sont pas aussi visibles que ça.

Trêve de blabla, trêve de blabla ! Passons à la mesure du pas. Un article de la revue MRB de 1972 décrit une solution simple :

- 1- tracer un arc de cercle sur la pale d'un rayon $r = 0,6R$ (R étant le rayon maxi de la pale),
- 2- Placer l'hélice verticalement sur un socle de manière à ce que les pales ne touchent pas la table,
- 3- Prendre une feuille de papier et y tracer 2 droites perpendiculaires xx' et yy' . Le point d'intersection sera appelé O

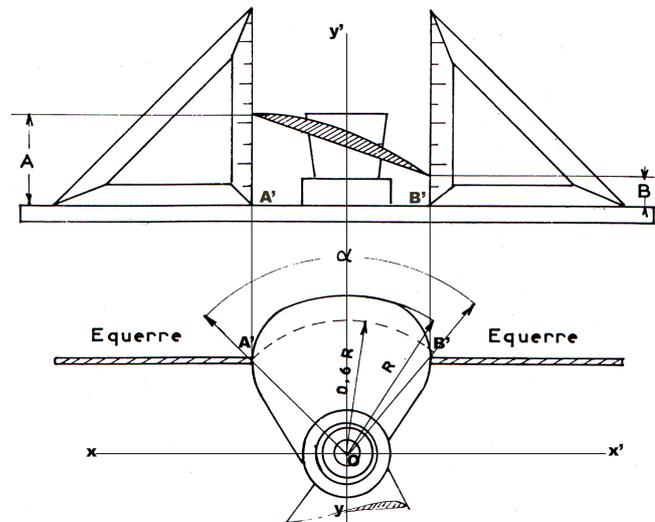
4- Placer l'hélice verticalement avec le socle, sur la feuille de papier, son axe vertical passant par le point O ,

5- Prendre 2 équerres graduées identiques et mesurer la distance des bords de l'hélice (bord d'attaque et bord de fuite) à la hauteur de l'axe de l'arc de cercle de rayon r ,

6- Tracer sur la feuille de papier les points A' et B' correspondant à chaque perpendiculaires formées par les équerres,

7- Enlever l'hélice et son socle puis tracer à partir du centre O deux droites OA' et OB' passant respectivement par les points tracés à l'étape 6,

8- Mesurer l'angle " α " formé par ces 2 droites.



Maintenant que nous avons toutes les données, calculons le pas

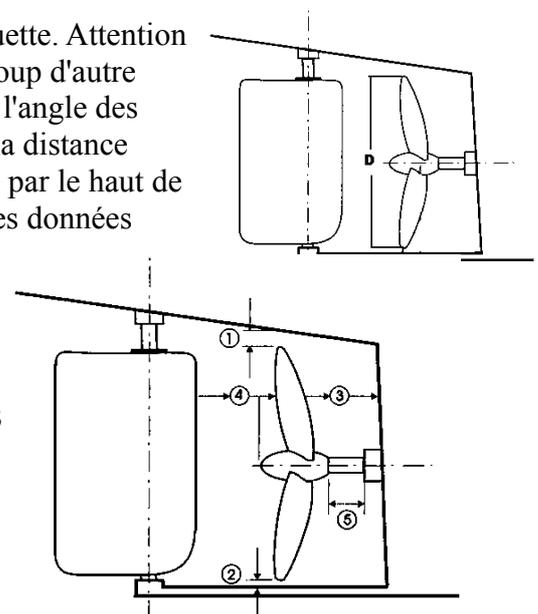
$$\text{pas} = \frac{(A - B) \times 360}{\alpha}$$

ou A et B sont les relevés de mesures données par les équerres et α l'angle formé par les droites OA' et OB' .

Voilà pour ce rapide tour d'horizon sur la propulsion d'une maquette. Attention ne croyez pas que tout est résolu par ces simples calculs. Beaucoup d'autres paramètres entrent dans la réalisation d'une hélice en particulier l'angle des pales sur le moyeu pour éviter la cavitation mais aussi pour que la distance parcourue par le bas de la pale soit la même que celle parcourue par le haut de la pale pour éviter les déformations, la forme des pales et d'autres données encore. Il serait trop long de tout énumérer et je vous incite à parcourir le web pour trouver d'autres compléments.

Juste avant de clore ce chapitre, un point qui me semble tout aussi important c'est la position de l'hélice par rapport à la quille et par rapport au gouvernail. Toujours dans la revue MRB mais cette fois ci de juillet 1987, une petite formule indiquait que le gouvernail ne devait pas se situer à plus de 2 fois le diamètre de l'hélice.

Je compléterai ceci pas ce schéma trouvé sur le site de la FAO américaine qui indique tout un ensemble de données :



	(% du diamètre de l'hélice)
1 - Dégagement minimal entre l'extrémité de la pale et la coque [1]	17%
2 - Dégagement minimal entre l'extrémité de la pale et la quille	4%
3 - Distance minimale entre le massif et l'hélice [1] à 35 % du diamètre de l'hélice	27%
4 - Distance maximale de l'hélice au gouvernail à 35 % du diamètre de l'hélice	10%
5- Longueur maximale d'arbre nu	4 × diamètre de l'arbre

[1] Ces dégagements sont étroitement associés au nombre de pales et peuvent être estimés en $1 = 0,23 - (0,02 \times n)$, et $3 = 0,33 - (0,02 \times n)$ où n est le nombre de pales de l'hélice.

Bonne construction à tous

Je vous donne rendez-vous prochainement pour d'autres informations.

Mesurer le pas d'une hélice déposée

Le pas d'une hélice est la distance théorique d'avancement de l'hélice en un tour complet de 360°, dans un milieu solide, exactement comme une vis avance de son pas en un tour dans son trou fileté. L'avancement réel dans l'eau est moindre.

Il est important que l'hélice soit correctement dimensionnée (diamètre et pas). Si pour un moteur donné, l'hélice est trop « forte », le moteur sera surchargé et ne pourra pas prendre ses tours, si elle est trop « faible », il atteindra son régime maximum, limité par le régulateur de la pompe d'injection, sans fournir toute la puissance disponible.

Une hélice est définie par son diamètre et son pas, par un marquage souvent du type 21 x 20 R, qui se lit diamètre 21 pouces, pas 20 pouces, rotation à droite. Les dimensions sont en effet souvent données en pouces (noté " ou non noté). Un pouce mesure 25,4 mm...

Souvent, on se trouve en présence d'une hélice ne possédant pas de marquage ou un marquage incomplet.

Cet article traite de la mesure des hélices « classiques » rencontrées sur les voiliers ou croiseurs à moteur. Les hélices de hautes performances comme hélices de surface ou supercavitantes possèdent des caractéristiques assez bizarres qui demandent des méthodes plus élaborées.

Comment mesurer le pas d'une hélice :

Vous voulez mesurer le pas de votre hélice et malheureusement, vous n'avez pas le matériel adéquat sous la main...



La procédure ci-dessous est une méthode rapide et approchée qui donne une précision suffisante en pratique pour identifier une hélice.

Le matériel nécessaire :

- Une surface bien plane horizontale (panneau de contreplaqué, table à dessin)
- Rapporteur
- Réglet (votre Règle Cras peut remplacer réglet et rapporteur)
- Compas (pour faire des cercles, pas pour donner le Nord !) ou substitut (voir plus bas)
- Equerre de menuisier avec une branche graduée et une branche épaisse
- Feuille de papier assez grande pour couvrir le moyeu et une pale de l'hélice. (idéalement papier à dessin ou calque, mais du papier d'emballage fait l'affaire. Eviter les plis parasites)
- Crayon
- Calculatrice basique ou (crayon pour ceux qui savent encore....)

Procédure :

Préparation :

- Sur la feuille de papier posée sur la surface de mesure, choisir un point O défini comme centre.
- Mesurer le diamètre de l'hélice (nombre de pales pair) ou son rayon (nombre de pales impair) (Rappel : diamètre = 2 fois le rayon).

Tracer un cercle (1/4 de cercle suffit en général en pratique) de rayon correspondant à la zone où vous allez mesurer le pas : la tradition est 2/3 du rayon de l'hélice pour une hélice bipale ou tripale et 3/4 du rayon pour une hélice quadripale (En fait, ces valeurs correspondent approximativement à la zone de plus grande largeur de la pale, ce qui donnera la meilleure précision de mesure, pour une hélice courante). Le pas nominal est maintenant souvent donné pour 0,7 fois le rayon.

Eviter de se placer trop près du moyeu (moins de 40 %) car le profil épais rend la mesure imprécise et trop près de l'extrémité des pales, zone souvent déformée ou endommagée.

Un compas de bureau classique va être limité à des cercles de petit rayon (10 cm souvent), insuffisant dans beaucoup de cas. Une boîte de compas de lycéen avec sa rallonge permet d'aller un peu plus loin (20 cm), mais pour de plus grands rayons, il faut un équipement spécialisé (compas à verge) qu'on a rarement sous la main.

Il existe par contre une méthode millénaire très efficace :

Prendre un fil solide (fil à voile par exemple) non extensible (pas de nylon), une rondelle métallique pour guider la pointe du crayon, planter une pointe pour matérialiser le centre et régler la longueur de fil pour obtenir le bon rayon lorsqu'on déplace le crayon guidé dans la rondelle. C'est l'occasion de faire appel à vos connaissances en matelotage pour trouver les nœuds adéquats (pour ma part, rondelle de 6, nœud de chaise côté pointe et deux tours morts et demi-clefs côté rondelle). Une petite tension constante sur le fil au cours du tracé permet une très bonne précision.

Alternative : une petite latte de bois et 2 trous de 3 mm, un pour la pointe servant de centre et l'autre pour le crayon.

Une astuce : il est difficile de centrer avec précision une hélice sur le point de centre. Il est préférable de mesurer le diamètre du moyeu et de tracer un cercle du rayon correspondant, augmenté de 2 mm, sur le papier : le positionnement de l'hélice devient très facile et très précis en laissant un « jour » égal tout le tour entre moyeu et cercle...

Déroulement de la mesure :



Placer l'hélice sur la feuille de papier, centrée sur le point de centre qui doit donc se trouver au centre de l'alésage de l'arbre, avec une pale au dessus du quart de cercle dessiné.



Prendre l'équerre de menuisier, placer la branche épaisse sur le papier et la branche graduée verticale. La placer de façon à toucher un côté de la pale, le bout de la branche graduée sur le cercle tracé. Marquer le point A à l'extrémité de la branche graduée sur le papier et noter la hauteur HA entre le papier et le point de contact avec la pale.



Sans bouger l'hélice, procéder de même de l'autre côté de la pale : point B et hauteur HB.

Tant que vous y êtes, placer l'équerre au point extrême de la pale et noter le point C correspondant. (Ceci permettra de mesurer la distance OC et donc le rayon de l'hélice. Ça peut être utile : voir plus bas : Modifications).

Retirer l'hélice.



Avec le réglet, tracer les segments OA, OB et AB

Avec le rapporteur, mesurer l'angle entre les deux segments, appelé α en degrés.

Calcul du pas :

Calculer la différence $HA-HB = H$ (mm)

Mesurer la longueur du segment $AB = L$ mm

Mesurer la longueur du segment OA (ou OB) = R

Diviser H par $L = S$

Calculer $6,28 \times R \times S$

Vous obtenez le pas P approché en mm.

Pour avoir le pas en pouces, diviser par 25,4.

(Pour les puristes, dans la formule ci-dessus, on assimile S à la tangente de l'angle ainsi défini et 6,28 c'est $2\pi\dots$).

Nota : on trouve aussi une formule encore plus simple :

$\text{Pas} = H \times (360 / \alpha)$ α étant l'angle entre OA et OB

Mais cette formule est tellement approchée que vous risquez de vous tromper d'un pouce en arrondissant à l'entier le plus proche. Vous êtes prévenus.