

BP JEPS

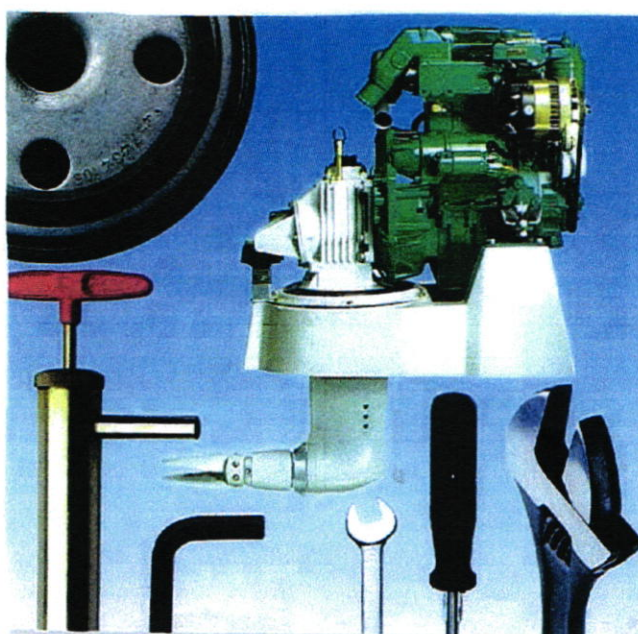
**MONOVALENT VOILE
AVEC
CERTIFICAT DE SPÉCIALITÉ
CROISIÈRE**

LA MAINTENANCE DU MOTEUR DIESEL

LES TROUBLES DE FONCTIONNEMENT

LA TRANSMISSION

LA BATTERIE



Bernard BÉCHENNEC

- SOMMAIRE GÉNÉRAL -

ABRÉVIATIONS

- LA MAINTENANCE DU MOTEUR DIESEL	MAIN
- LES TROUBLES DE FONCTIONNEMENT	TF
- LA TRANSMISSION	TRANS
- LA BATTERIE	BAT

LA MAINTENANCE DU MOTEUR DIESEL

	Page
LES VÉRIFICATIONS SUR MOTEUR	MAIN 1
- Le moteur à l'arrêt	
- La mise en action	M1/2
LE MATÉRIEL D'ENTRETIEN	MAIN 3
TABLEAU DES OPÉRATIONS D'ENTRETIEN	MAIN 4
LES INTERVENTIONS DE MAINTENANCE MOTEUR	MAIN 5
- La vidange	
- Changement du filtre à huile	
- Le changement de la turbine pompe eau de mer	M5/1
- Filtre à eau de mer, nettoyage	
- Les durites	
- Vidange de l'huile de l'inverseur	M5/2
- La vidange de l'huile d'une embase	M5/3
- Interventions sur le circuit gazole	
- Remplacement du filtre fin	
- Remplacement d'un préfiltre	
- Purge du circuit gazole	M5/4
- Action sur le circuit basse pression et sur celui de haute pression	M5/5
LES INTERVENTIONS MAINTENANCE TRANSMISSION	MAIN 6
- Interventions sur la ligne d'arbre	
- Démontage et remontage d'une hélice	
- Changement bague hydrotube	
- Presse étoupe traditionnel	M6/1
LES INTERVENTIONS MAINTENANCE ÉLECTRICITÉ	MAIN 7

LA MAINTENANCE DU MOTEUR DIESEL

La maintenance est un ensemble d'opérations préventives permettant de maintenir le moteur en parfait état de fonctionnement et de détecter les pannes éventuelles. L'entretien sera facilité si on prend soin de noter dans le **livre de bord** la quantité de carburant acheté, le nombre d'heures d'utilisation (pour connaître la consommation de carburant) et les différentes révisions qui ont été effectuées (vidange de l'huile moteur en général, toutes les 100 heures avec remplacement du filtre à huile) ; c'est ce qu'on appelle la maintenance.

Les opérations de maintenance que nous avons retenues ici impliquent la mise en œuvre de nos différents sens, mais rien n'est plus dangereux pour une mécanique qu'une intervention qui excède les compétences de l'opérateur.

LES VÉRIFICATIONS SUR MOTEUR

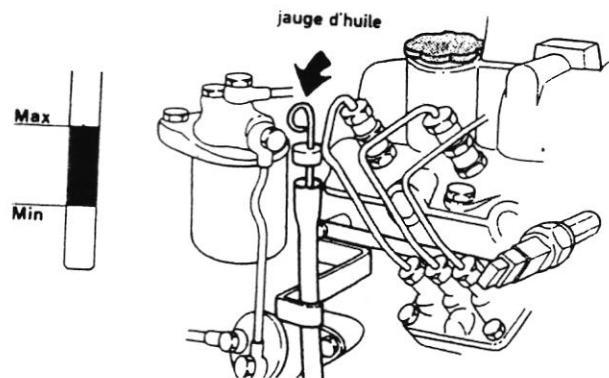
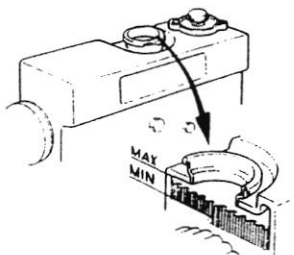
Le moteur à l'arrêt

► Vérifications visuelles :

- tension de charge lue de voltmètre: l'aiguille doit se trouver aux environs du chiffre nominal de la batterie 12 ou 24 volts .
- absence de traces d'huile sur le moteur, sur les accessoires ainsi que dans le compartiment moteur.

► Vérifications avec les mains :

- pas de traces d'eau aux raccords des durites et absence de craquelures sur ces dernières
- niveau et couleur de l'huile dans le carter moteur.
Si celle-ci a l'aspect de la mayonnaise, elle contient certainement de l'eau
(voir ci-contre)



- niveau de liquide réfrigérant, dans le cas d'un refroidissement indirect (voir ci-contre)
- absence d'oxydation sur les connexions électriques
- tension de la courroie d'alternateur (environ 1 centimètre en appuyant avec le pouce)
- niveau de carburant dans le réservoir
- absence d'eau dans le filtre.

La mise en action du moteur

▶ Vérifications auditives :

- rotation du démarreur normale en appuyant sur le bouton de démarrage ou en tournant la clé du contacteur de démarrage
- vibration du moteur et débattement trop important au changement de régime ; rechercher la cause et stopper le moteur
- vibration de l'arbre d'hélice au changement de régime, diminuer la vitesse, stopper le moteur si le phénomène se poursuit.

▶ Vérifications avec le nez et les yeux :

- odeur d'huile chaude et voyant d'alerte qui s'allume. Vous devez stopper immédiatement
- à la sortie de l'échappement, émission de fumée blanche, noire ou bleue (tableau incidents)
- odeur et fumée de gaz d'échappement à l'intérieur du bateau, aérer et chercher la cause vers la tuyauterie d'échappement ;
- absence d'eau dans les fonds
- présence de gouttelettes d'eau à la sortie de l'arbre d'hélice, dans la coque, en présence d'un presse étoupe
- absence de gouttes d'eau à la sortie de l'arbre d'hélice dans la coque, en présence d'un joint d'étanchéité, axial ou autre ;
- absence d'écoulement d'eau à la sortie de l'échappement, stopper le moteur
- s'assurer que les voyants de pression d'huile et de charge de l'alternateur s'éteignent.

▶ Vérifications mentales

- consommation habituelle de carburant ;
- courbes et performances du moteur ;
- quantité d'électricité débitée par l'alternateur en relation avec la consommation du bord en électricité par 24 heures.

LE MATÉRIEL D'ENTRETIEN

Les opérations d'entretien et quelques interventions décrites peuvent être exécutées en toute sécurité par un plaisancier bricoleur, consciencieux et ayant une bonne connaissance de la mécanique.

Il faut embarquer les outils et le matériel nécessaires aux dépannages simples et à l'entretien courant.

Attention, certaines marques utilisent le système impérial (mesures en pouces) pour la visserie ; il convient d'être outillé en conséquence.

La réalisation correcte des interventions implique de posséder un outillage de qualité qui se complètera au fil du temps.

► Contenu de la caisse outils :

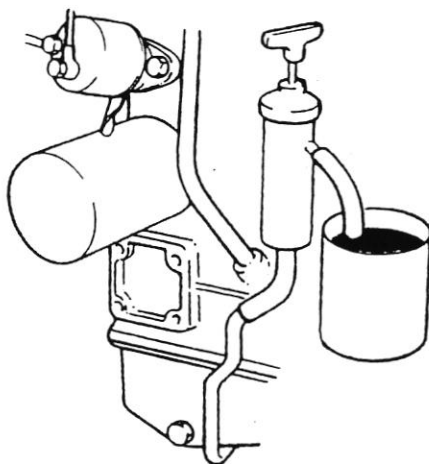
- des clés mixtes (œil pour bloquer ou débloquer, fourche pour manœuvrer) de 8, 10, 13, 16, 18, 21, correspondants aux dimensions courantes pour les vis normalisées de diamètre 5 à 14
- un marteau, une pince universelle, une pince-étau ;
- un jeu de trois tournevis pour des vis à fente, largeur de 8 à 10 (accastillage et moteur). Choisissez des modèles pour empreintes cruciformes ou Torx selon les besoins. Préférez des lames carrées ou hexagonales, idéales pour débloquer un vis en utilisant une clé à fourche ;
- une scie à métaux avec des lames de rechange
- une lime demi-ronde de taille demi-douce
- une perceuse à main avec quelques forets
- un jeu de clés mâles à six pans
- une torche électrique
- un petit miroir pour les coins
- un peu de produit dégrippant
- une clé spéciale pour filtre
- l'usage d'une pince multiprises n'est pas recommandé en mécanique car elle abîme les têtes de vis ; elle s'avère cependant utile pour tenir des corps ronds.

TABLEAU DES OPÉRATIONS D'ENTRETIEN

OPÉRATIONS À EFFECTUER	Quotidienne	Hebdomadaire	Périodiques en heures	
			50	250
<p><u>GÉNÉRALITÉS</u> Avant l'utilisation du moteur pour la première fois, bien lire la notice du constructeur de façon à reconnaître l'emplacement des organes essentiels. Votre moteur devra-être tenu propre et sec extérieurement ainsi que les différents circuits. Avant le lancement du moteur, ouvrir le capot de façon à faire le tour du moteur et de l'environnement pour vérifier l'absence de trace d'huile, d'eau et que rien ne peut bloquer les pièces.</p>				
<p><u>LUBRIFICATION</u> Vérification niveau huile moteur Vérification niveau huile réducteur Vidange huile moteur Vidange huile réducteur inverse Remplacement cartouche huile moteur Graissage des articulations</p>	0	0	100	0 300 0
<p><u>REFROIDISSEMENT</u> S'assurer que le robinet d'arrivée d'eau est ouvert Vérifier niveau d'eau douce Vérification sortie eau de mer après mise en route moteur Contrôler absence de fuite sur canalisations Si filtre à eau, le nettoyer Vérifier pompe à eau</p>	0 0 0 0	0		0
<p><u>ÉCHAPPEMENT</u> Vérifier étanchéité des tubes</p>		0		
<p><u>ÉLECTRICITÉ</u> Vérifier tension courroie alternateur</p>		0		
<p><u>ALIMENTATION</u> Vérifier niveau combustible S'assurer que le robinet est ouvert Vérifier dans le préfiltre si présence d'eau, l'éliminer</p>	0 0	0		
<p><u>COMBUSTIBLE</u> Nettoyer cartouche filtre Remplacer cartouche filtre</p>			0	0
<p><u>DIVERS</u> Eau dans les fonds - Rechercher les causes Eau dans le compartiment moteur - Vérifier joint d'arbre d'hélice</p>	0 0			

LES INTERVENTIONS DE MAINTENANCE MOTEUR

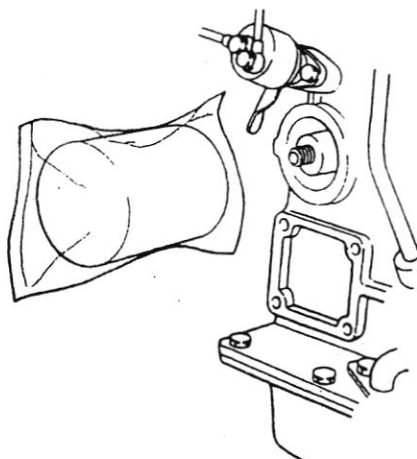
La vidange d'huile moteur



Pour vidanger, faites tourner le moteur afin de chauffer l'huile, elle devient ainsi plus fluide et mélangée, entraînant avec elle les éventuelles particules du fond. Coupez ensuite le moteur. Aspirez l'huile à l'aide d'une pompe mécanique ou électrique par le conduit spécial ou par le tube de jauge. Puis versez la quantité d'huile nécessaire.

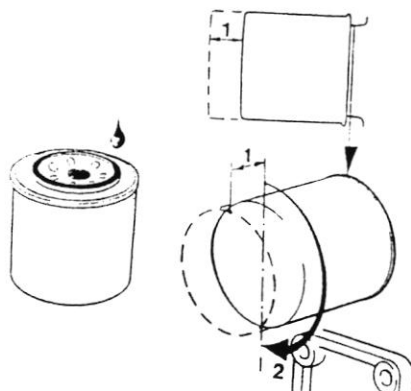
Changement du filtre à huile

Démontage



Nous recommandons de remplacer le filtre à huile lors de la vidange : débloquez celui-ci, puis terminez à la main. Attention à l'écoulement de l'huile restant dans le filtre. Avant le démontage, placez éventuellement un sac en plastique qui évitera l'écoulement de l'huile sur le moteur. Nettoyer la surface de contact sur le moteur.

Remontage

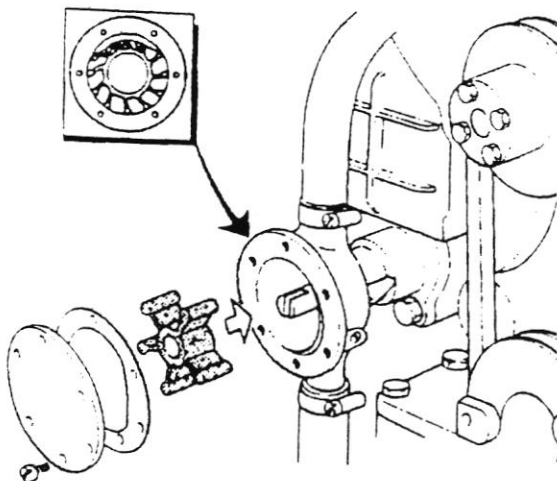


Avant le montage du nouveau filtre, lubrifiez le joint de caoutchouc avec un peu d'huile. Vissez à la main le nouveau filtre jusqu'à ce qu'il touche la surface de contact. Serrez ensuite à la main d'un demi-tour supplémentaire, pas plus ! Faites le plein d'huile, démarrez le moteur et vérifiez que l'alarme de pression d'huile s'arrête rapidement. Vérifiez aussi l'absence de toute fuite autour du filtre.

Le changement de la turbine pompe eau de mer

Démontage

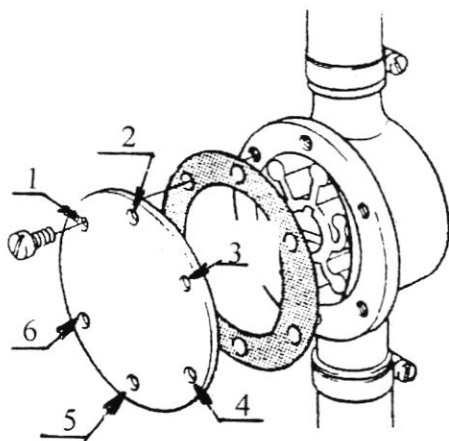
Avant d'entreprendre le démontage, fermez impérativement la vanne d'arrivée d'eau de mer.



Desserrez les 6 vis du couvercle, déposez-le avec son joint, puis sortez la roue du corps de pompe à l'aide d'une pince.

Vérifiez qu'aucune impureté ne subsiste dans le corps à l'entrée ou à la sortie de l'eau (débris de végétaux...).

Remontage



Au remontage, enduisez légèrement de vaseline le logement de la roue. Introduisez la roue en la tournant dans le sens des aiguilles d'une montre tout en l'enfonçant sur l'arbre, de façon que les aubes soient orientées correctement dès le début.

Utiliser toujours un joint neuf entre le couvercle et le corps.

Vérifiez que les surfaces d'appui du joint ne présentent aucune aspérité, mettez un peu de vaseline puis posez le couvercle. Serrez les vis dans l'ordre suivant : 1, 4, 5, 2, 3, 6

Attention : pensez à ouvrir le robinet d'arrivée d'eau de mer avant de démarrer le moteur. Vérifiez l'étanchéité du couvercle et le bon fonctionnement de la pompe ; de l'eau de mer doit être rejetée à la sortie de l'échappement.

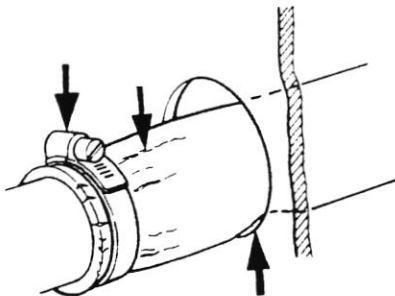
Filtre à eau de mer, nettoyage



Si un filtre à eau de mer fait partie de l'installation ; il devra être nettoyé régulièrement. Le filtre à eau de mer est facile à nettoyer. Dévissez le couvercle, enlevez le couvercle intérieur et retirez la cartouche.

Nettoyer la cartouche, vérifiez-la et, si nécessaire, nettoyez l'intérieur de la cuve. Remettez la cartouche qui ne peut être positionnée que d'une seule façon. Le tuyau sur la face intérieure de la paroi doit venir dans l'encoche correspondante de la cartouche. Positionnez le couvercle intérieur avec le doigt en haut puis vissez le couvercle.

Les durites



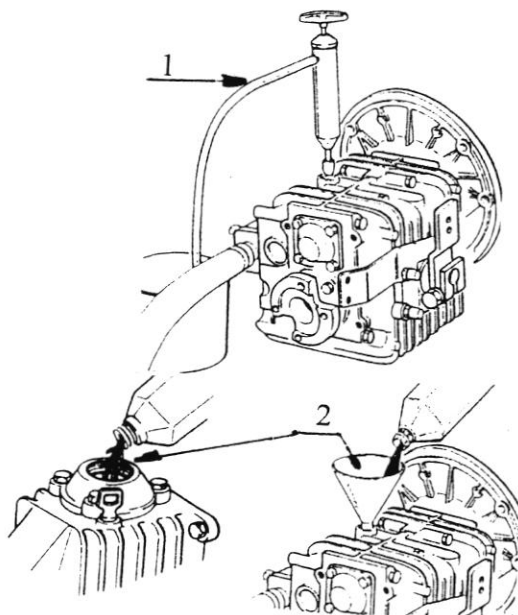
Les durites sont en caoutchouc. Le caoutchouc vieillit mal et peut être exposé à une usure mécanique. Vérifiez régulièrement que le caoutchouc n'est pas dur et pas fissuré, assurez-vous que les flexibles ne frottent pas contre les bords tranchants.

Remplacez les durites endommagées.

Vérifiez également les colliers de serrage qui ne doivent pas être corrodés, qu'ils soient correctement fixés et serrés.

Vidange de l'huile de l'inverseur

Elle s'effectue en même temps que celle de l'huile moteur mais à une fréquence moindre.



Enlevez la jauge d'huile et placez un tube en plastique sur l'embout de votre pompe de vidange. Enfilez-le dans le trou de la jauge d'huile, en vous assurant qu'il vient bien en butée au fond de l'inverseur.

Pompez toute l'huile (1).

Remplissez l'inverseur selon les quantités et qualités préconisées par le constructeur. Suivant les modèles utilisez le gros bouchon ou le tube de jauge d'huile (2). Mettez le moteur en route et laissez-le tourner pendant quelques minutes, puis vérifiez à nouveau le niveau.

La vidange de l'huile d'une embase (bas du moteur).

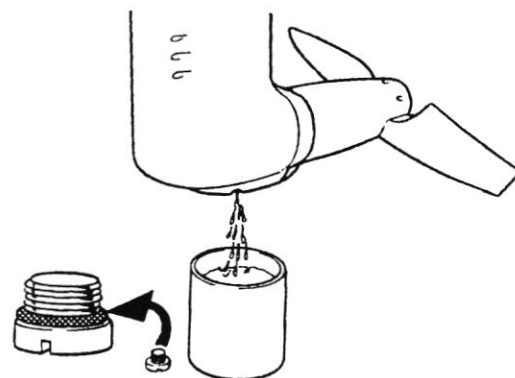
La vidange a lieu uniquement lorsque le bateau est en cale sèche.

Dévissez le bouchon de vidange situé à la partie de l'embase, laissez l'huile s'écouler et vérifiez que le joint torique est en bon état.

Essuyez les bords du trou, puis remontez le bouchon avec son joint torique et serrez.

Selon les modèles, enlevez le bouchon de remplissage, et mettez la qualité et la quantité d'huile préconisées par le constructeur.

Vérifiez le niveau d'huile après avoir mis le bateau à l'eau.



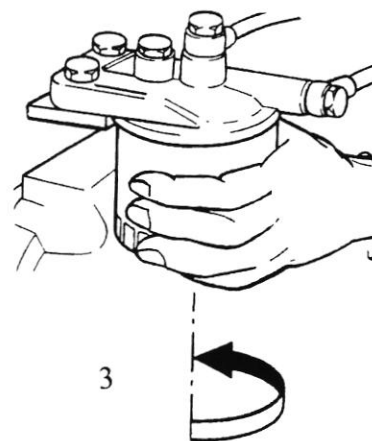
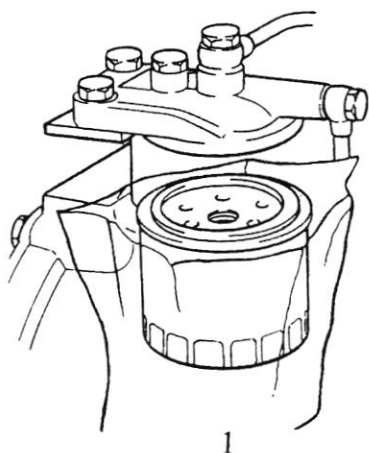
Intervention sur le circuit de gazole

Remplacement du filtre fin

Le filtre fin doit être remplacé au moins une fois par saison. Pour éviter des éclaboussures de carburant dans le bateau, enfiler un sac en plastique autour du filtre avant de le desserrer. Le filtre est plein de carburant. À l'aide de la clé à cartouche d'huile, desserrez le filtre et récupérer le carburant du filtre.

Avant remontage

Vérifiez que la surface de contact pour le filtre est parfaitement propre. Passez un peu d'huile sur le joint du filtre. Vissez le joint neuf **à la main** jusqu'à ce qu'il touche la surface de contact. Serrez ensuite le filtre d'un **demi-tour supplémentaire à la main, pas davantage.**



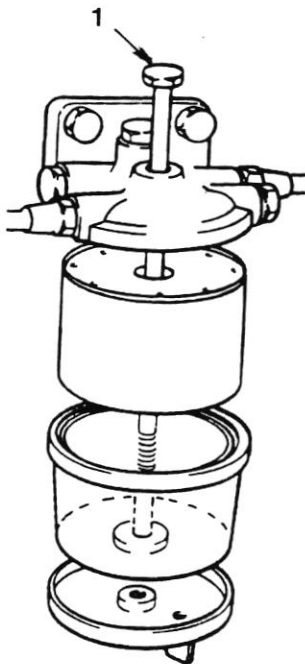
Remplacement d'un préfiltre

Si un filtre à carburant supplémentaire avec séparateur d'eau est installé. Ce filtre devra être remplacé, et l'eau éventuellement vidée, en même temps que l'échange du filtre fin de moteur.

Mettez un récipient sous le filtre et vidangez le carburant, ainsi que l'eau susceptible de s'y trouver au moyen du robinet situé au fond du filtre.

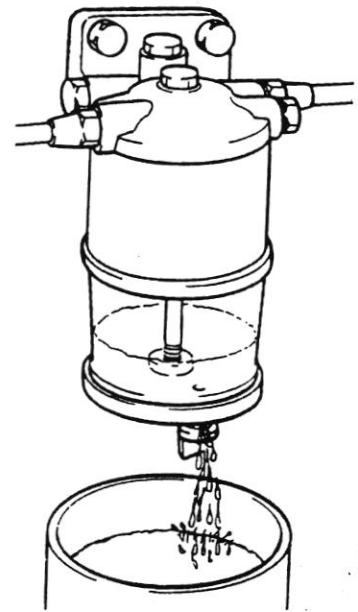
Desserrez la vis centrale (1) afin que le filtre puisse être démonté. Nettoyer la cuve et remplacez la cartouche filtrante.

Remontez l'ensemble cartouche-cuve, serrez la vis et, enfin serrez le robinet de vidange.



D1

2



D2

Purge de circuit de gazole

La purge du circuit est indispensable :

- ▶ à la première mise en route un arrêt prolongé (hivernage)
- ▶ après un démontage pour remplir un élément du filtre
- ▶ en cas de prise d'air dans le circuit quand le moteur est tombé en panne sèche (*plus de gazole dans le réservoir*)
- ▶ après une intervention sur les canalisations

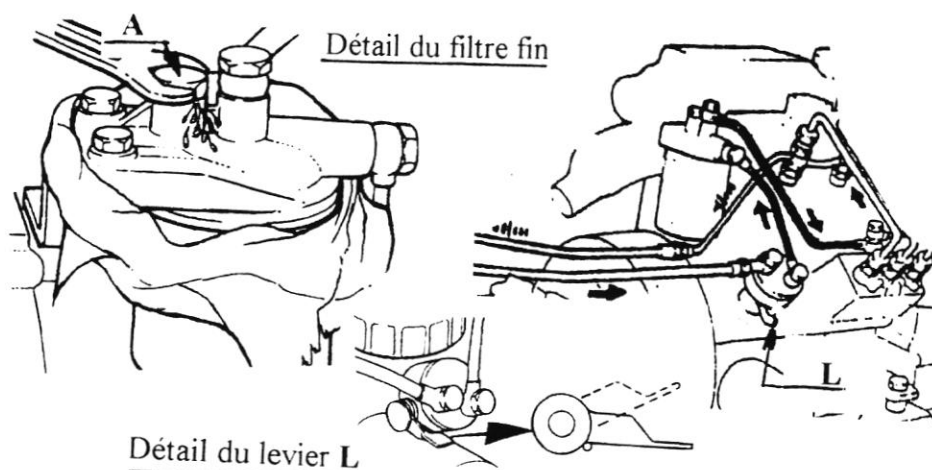
L'opération de la purge est simple, si on procède avec méthode. Elle peut être différente selon les types de moteur et de pompe d'injection. L'opération exposée concerne une pompe d'injection en ligne, le réservoir est en dessous du moteur. Comme le gazole dégage une odeur qui peut indisposer les équipiers, prenez le maximum de précautions lors des interventions.

Elle se décompose en 2 phases :

- en agissant sur le circuit basse et haute pression en tout premier
- en agissant sur le circuit haute pression si le moteur ne démarre pas.

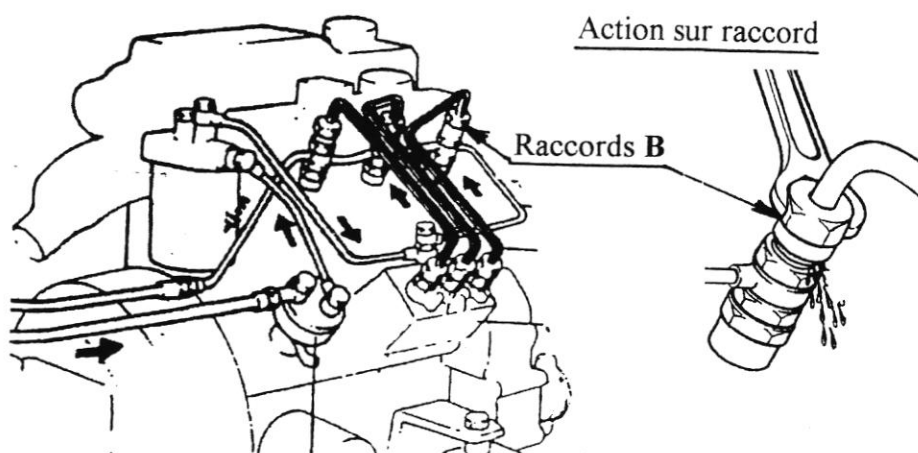
I Action sur le circuit basse pression

- Enroulez des chiffons autour du filtre
- Desserrez la vis purge **A**
- Actionnez le levier **L**, jusqu'à l'écoulement sans bulle du carburant. En cas de limitation du débattement du levier, faire une rotation du moteur, un demi tour suffit.
- Resserrez la vis de purge
- Actionner le démarreur pendant quelques secondes, le moteur doit démarrer. En cas de refus, agir sur le circuit **H.P.**



II Action sur le circuit haute pression

- Desserter 1 ou 2 raccords **B** côté injecteur
- S'assurer que le bouton de stop moteur est poussé à fond
- Mettre la commande d'accélérateur en position maximum
- Faire tourner le moteur par actionner le démarreur par période de 5 à 10 secondes environ jusqu'à écoulement sans émulsion du carburant
- Faire tourner le moteur quelques minutes en vérifiant qu'il n'y a aucune fuite
- Procéder au nettoyage et dégraissage du moteur et de l'environnement.

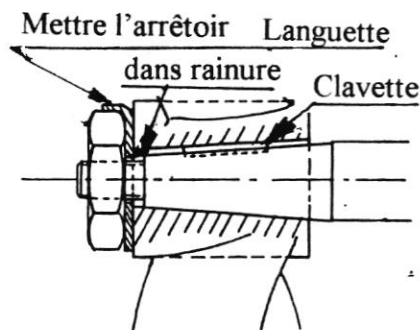


LES INTERVENTIONS MAINTENANCE TRANSMISSION

Intervention sur la ligne d'arbre

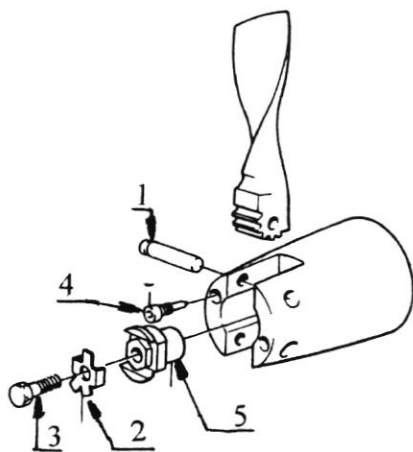
Démontage et remontage d'une hélice

Pales fixes



Relevez l'arrêt, puis desserrez l'écrou en bloquant l'arbre d'hélice côté tourteau. Utiliser un extracteur pour retirer l'hélice ; si le cône est bloqué, ne tapez jamais sur le noyau. Retirer la clavette. L'hélice se monte avec les portées sèches non graissées. N'oubliez pas la clavette. Prenez un arrêt neuf, assurez-vous que la languette est bien logée dans la rainure de la clavette puis serrez sans forcer. Rabattez l'arrêt.

Pales repliables



Déposer les pales d'hélice en dévissant d'abord complètement les vis de blocage (4), puis en repoussant les axes (1). Repliez les languettes de la rondelle (2) et retirez d'abord la vis de blocage (3), puis la rondelle arrêt et l'écrou pour retirer le moyeu. Nettoyez et graissez la pale (dents et faces) l'arbre, le moyeu et les axes avant de remonter le moyeu sur l'axe. Remontez le moyeu et les rondelles. Serrer l'écrou (5). Remontez une pale d'hélice dans le noyau et enfoncez l'axe en vous assurant que la rainure pratiquée dans celui-ci est centrée dans le trou de vis de blocage (4).

Mettez un produit sur la vis pour permettre un freinage et bloquez-la. Placez la deuxième pale en vous assurant que la position de celle-ci est bien symétrique, puis procédez au remontage comme pour la première pale. Assurez-vous que les pales peuvent se replier, sans point dur.

Changement de bague hydrolyse

Cette bague ne connaît pas d'entretien, l'eau assurant la lubrification. Si vous constatez un jeu avec l'arbre supérieur de plus 1 millimètre il faut la changer. Déposer l'hélice, dévisser les 2 vis de blocage de la bague, retirer la bague, nettoyer le logement ainsi que la partie sur l'arbre. Puis remonter une bague neuve. Revisser les vis de blocages.

Vérification et changement des anodes

On installe des anodes appropriées à la conception du bateau, afin d'éviter que l'arbre d'hélice ou la coque métallique ne soient attaqués par de la corrosion.

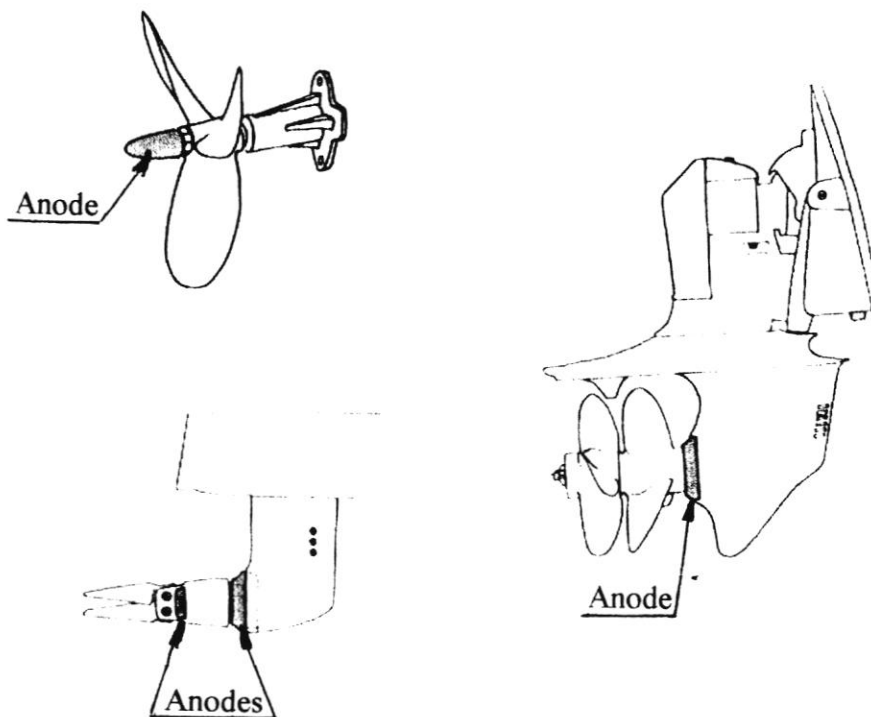
Celles-ci sont généralement en zinc et posées sur une surface métallique saine, dépourvue de peinture en dessous et au-dessus de l'anode.

Il vaut mieux les remplacer à chaque hivernage.

On dispose de divers types d'anodes : noix d'arbre, embout d'arbre, anode d'écrou d'arbre, de safran, collier d'arbre, moteur, à boulonner etc ...

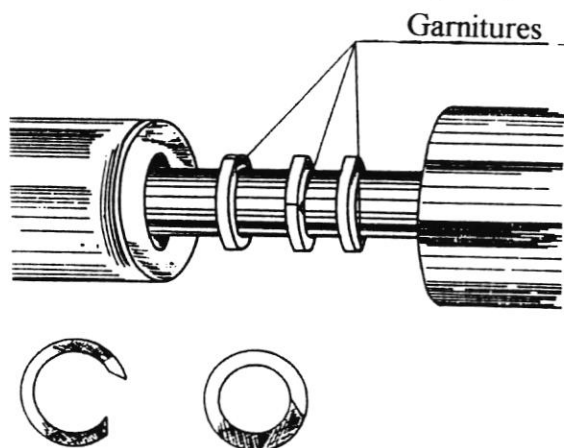
Le démontage des anodes du moteur s'effectue tous les ans, après avoir vidangé le bloc moteur et fermé le robinet d'arrivée d'eau de mer afin de se prémunir contre tout accident.

Si le volume de zinc a diminué de plus de 50 % , il faut changer les anodes ; sinon, on les remonte après les avoir brossées.



Presse étoupe traditionnel

Le changement des tresses ne pose pas de gros problèmes.



Les garnitures sont coupées en tronçon entourant l'arbre. La coupe est effectuée en sifflet pour que les 2 parties soient serrées l'une sur l'autre. Il faut décaler de 120° les différentes coupes.

Puis serrer l'écrou en faisant tourner l'arbre à la main dès qu'il frotte, mettre le moteur en route et continuer au besoin l'action de serrage jusqu'au moment où une goutte d'eau tombe toutes les 10 à 30 secondes. C'est ce qui lubrifie l'arbre.

Joint axial

La mise en service et l'entretien de ce type de joints présente des difficultés, aussi il faut porter une très grande attention lors des sorties en mer. On doit constater aucun écoulement d'eau.

Si le bateau sort de l'eau, ne pas oublier au moment de sa remise dans l'élément liquide, de comprimer légèrement le soufflet pour faire sortir l'air prisonnier dans le tube de l'étambot. Dès que l'eau s'écoule relâchez la compression du soufflet.

LES INTERVENTIONS MAINTENANCE ÉLECTRICITÉ

Changement courroie alternateur

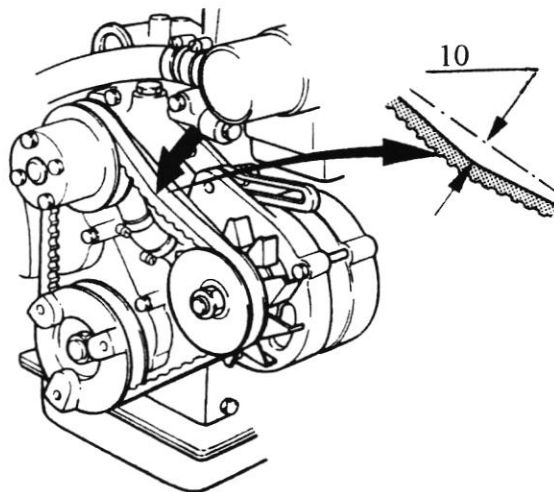
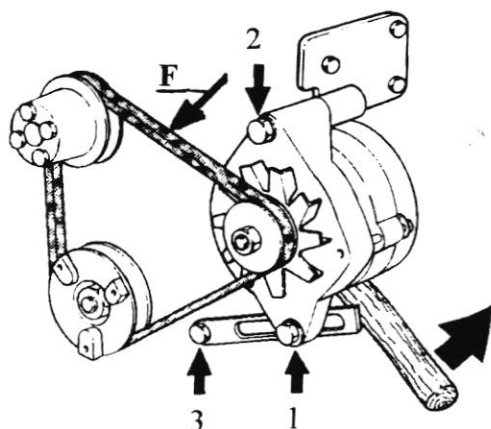
Enlever la clé de mise en route du contacteur de démarrage par sécurité.

Alternateur avec tendeur mobile

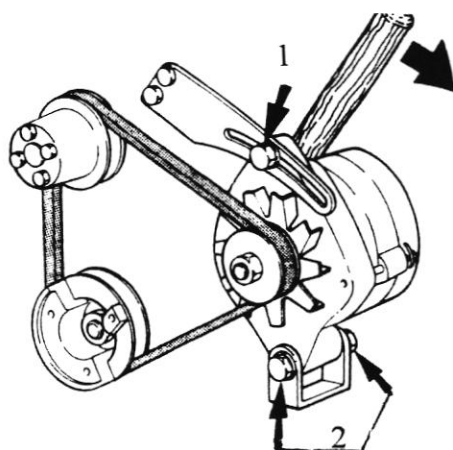
Desserrez de quelques tours les vis 1, 2 et 3 dans le cas d'un tendeur droit.

Retirez la courroie en poussant l'alternateur vers le bloc moteur. Nettoyer les gorges des poulies. L'alternateur étant toujours en contact avec le bloc, monter la courroie neuve, faites pivoter l'alternateur pour tendre la courroie, puis serrez dans l'ordre la vis 1, puis la 3 et la 2 en dernier.

Vérifiez la flèche de la courroie, qui doit être de l'ordre de 10 millimètres environ.

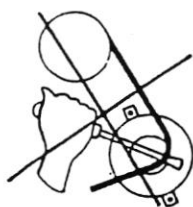


Alternateur avec tendeur fixe



Les opérations de tension de la courroie sont identiques à celles utilisées pour l'alternateur avec tendeur mobile, mais en n'utilisant que les vis 1 et 2.

Remarque



Le montage de la courroie d'alternateur doit s'effectuer sans utilisation d'un outil pour la mettre en place.

LES TROUBLES DE FONCTIONNEMENT

Page

LES ANNONCIATEURS D'ALARME

TF 1

- Le témoin de pression d'huile
- Témoin de charge de batterie
- Témoin de température d'eau

LE MOTEUR NE DÉMARRE PAS , PEINE, S'ARRÊTE OU EST DIFFICILE A DÉMARRER

TF 2

- A - ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES
- B - ALIMENTATION CARBURANT
- C - CAUSES IMPUTABLES AU MOTEUR

TF 3

LE MOTEUR N'ATTEINT PAS SON RÉGIME A PLEINE CHARGE

TF 4

LE MOTEUR FUME

TF 4

- I - FUMÉE BLANCHE
- II - FUMÉE NOIRE
- III - FUMÉE BLEUE

TF 5

LE MOTEUR COGNE - VIBRE

TF 6

TEMPÉRATURE

TF 6

LES TROUBLES DE FONCTIONNEMENT

Les troubles de fonctionnement n'arrivent pas brutalement sur un moteur bien entretenu, si celui-ci est en bon état de fonctionnement. Des signes précurseurs se produisent avant un arrêt brutal.

Un marin attentif ne manque pas de le remarquer et en recherche l'origine.

Les signes peuvent être des difficultés de démarrage ou de fonctionnement : une température moteur élevée, une émission de fumée colorée.

Nous vous proposons de vous aider à résoudre ces problèmes ou du moins à ne pas en aggraver les conséquences néfastes pour le moteur par des manipulations hasardeuses. Ne seront décrites que les principales manipulations qui sont accessibles à tout marin bon bricoleur, mais surtout permettront un diagnostic précis lors de votre entretien avec le spécialiste.

LES ANNONCIATEURS D'ALARME

Les trois principales alarmes sont installées sur le tableau de bord sous la forme de voyants lumineux pour permettre de détecter rapidement une anomalie sur un des circuits principaux.

- ▶ **Le témoin de pression d'huile** : allumé il indique une insuffisance de pression d'huile dans le circuit. Dès la mise du contact, celui-ci s'allume et doit s'éteindre à la mise en régime du moteur. Si le voyant reste allumé ou s'allume en navigation sans baisse de régime du moteur, il faut absolument arrêter le moteur et rechercher l'anomalie qui peut-être soit un manque d'huile dans le carter (il faut alors rétablir le niveau en vérifiant à la jauge manuelle) soit une panne du mano-pression d'huile ou le filtre à huile bouché. Un spécialiste est alors nécessaire et vous devez rentrer pour réparer sans utiliser le moteur.
- ▶ **Témoin de charge de batterie** : allumé il indique une défaillance de production en électricité de l'alternateur. Dès la mise en contact, celui-ci s'allume et doit s'éteindre à la mise en régime du moteur. Si le voyant reste allumé ou s'allume en navigation sans arrêt du moteur, il faut chercher la panne vers l'alternateur qui peut être soit la courroie d'entraînement (détendue ou rompue) soit l'alternateur est défectueux et vous devez impérativement faire appel au spécialiste.
- ▶ **Témoin de température d'eau** : sous la forme d'un cadran ou d'un témoin lumineux, il indique une montée excessive de la température d'eau de refroidissement. Il faut mettre au point mort, régime bas, en premier lieu et attendre que la température diminue dans les deux minutes qui suivent.

Si ce n'est pas le cas, il faut arrêter impérativement le moteur, rechercher éventuellement parmi les trois plus simples anomalies : vanne d'alimentation fermée, crépine bouchée par un plastique, des algues ou des déchets, fuite dans le réseau d'alimentation en eau de mer.

Si tel n'est pas le cas, rentrez au port à la voile et consultez un spécialiste.

TABLEAU D'INCIDENT : LE MOTEUR NE DÉMARRE PAS, PEINE, S'ARRÊTE OU EST DIFFICILE À DÉMARRER

Les anomalies de fonctionnement proviennent généralement de 2 sources :

- l'équipement électrique
- l'alimentation du carburant

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<p><u>A - ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUE</u></p> <p><u>- Le démarreur ne tourne pas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Batterie déchargée - Mauvais contact / circuit ouvert - Cosses de batterie oxydées ou desserrées - Démarreur bloqué - Fusible grillé <p><u>- Le démarreur tourne ou entraîne difficilement le moteur</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Batterie insuffisamment chargée - Pignon démarreur bloqué - Bougie de préchauffage : témoin non allumé 	<p>Mettre le circuit sous tension, mettre le contact</p> <ul style="list-style-type: none"> - La recharger et vérifier la tension 12,6 volts - Vérifier le coupe-circuit ainsi que les connections, enlever l'oxydation et graisser légèrement (graisse aux silicones) - Enlever l'oxydation puis graisser les cosses, resserrer les cosses - Le démonter et l'amener au réparateur - Le changer en conservant le même ampérage <ul style="list-style-type: none"> - La recharger pour obtenir une tension de 12,6 volts - Démonter le démarreur, lubrifier la portée du pignon en le manœuvrant à la main - Démontage pour vérification ou changement bougie - voir circuit électrique

**TABLEAU D'INCIDENT : LE MOTEUR NE DÉMARRE PAS, PEINE,
S'ARRÊTE OU EST DIFFICILE À DÉMARRER**

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<p><u>B - ALIMENTATION CARBURANT</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réservoir vide - Robinet du réservoir - Pas de circulation carburant <ul style="list-style-type: none"> - Filtre colmaté - Tuyauterie bouchée - Pompe alimentation - Air dans le circuit d'alimentation - Air après la purge - Pompe à injection défectueuse ou dérégulée-calage - Qualité du gazole : eau - bactéries - impuretés - Injecteur défectueux (tarage - gicleur) - Tuyau retour gazole encrassé ou percé - Circuit d'alimentation défectueux (fuite...) - Commande de stop moteur dérégulée 	<ul style="list-style-type: none"> - Faire le plein, puis purger le circuit - L'ouvrir - Desserrer un raccord sur injecteur et donner quelques coups de démarreur - Le changer ou le nettoyer puis purger - Recherche du bouchon, nettoyage, purge - La changer - purger - Purger l'ensemble - Vérifier le circuit aspiration, resserrer les raccords, changer les pièces défectueuses - Consulter un spécialiste - Vidanger le réservoir - nettoyage de l'ensemble - Consulter un spécialiste, changement délicat - Nettoyer ou changer - Vérification puis serrage - Vérification sur pompe et dans la commande-réglage : voir notice constructeur
<p><u>C - CAUSES IMPUTABLES AU MOTEUR</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calage distribution - fuite joint de culasse compression insuffisante - Tuyau échappement écrasé 	<ul style="list-style-type: none"> - C'est du domaine du spécialiste - Eliminer l'origine de l'écrasement ou changer l'élément

**TYPE D'INCIDENT : LE MOTEUR N'ATTEINT PAS SON RÉGIME
À PLEINE CHARGE**

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<ul style="list-style-type: none"> - Filtres à carburants encrassés - Air dans le système d'injection du carburant - Bateau anormalement chargé - Encrassement de la coque immergée - Déplacement du levier de commande de limitation de vitesse - Alimentation en air insuffisante - Hélice : algues, endommagée, 	<ul style="list-style-type: none">)) Voir au paragraphe suivant) - Mettre au sec ou plonger pour nettoyage - Régler pour obtenir plein régime au compte-tours - Nettoyage des grilles d'aérations et vérification des tubes d'arrivée d'air - La nettoyer

TYPE D'INCIDENTS : LE MOTEUR FUME

Nous pouvons être en présence de 3 types de coloration à la sortie de l'échappement :

- Fumée blanche
- Fumée noire
- Fumée bleue

Il faut être prudent dans l'observation des fumées car leur couleur change si le moteur est froid ou chaud. A chaque démarrage, des fumées peuvent apparaître et disparaître ensuite.

Attention : on ne peut détecter un dysfonctionnement qu'au changement de régime moteur ou après plusieurs heures de fonctionnement.

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<p><u>I - FUMÉE BLANCHE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la température de l'eau dans le circuit de refroidissement ou vaporisation dans l'échappement. La turbine de la pompe d'eau de mer peut être détériorée mais plus généralement il y a des algues autour de l'hélice. - Joint de culasse HS ou présence d'eau dans les cylindres 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuer la vitesse du moteur, si la fumée persiste, changer la turbine. Contrôler le circuit de refroidissement (entartrage). Dégager l'hélice. - Faire intervenir un spécialiste. Si l'incident arrive en pleine mer, arrêter le moteur et rentrer à la voile

TYPE D'INCIDENTS : LE MOTEUR FUME

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<p><u>II - FUMÉE NOIRE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rapport air / combustible mauvais - Point d'injection incorrect - Pulvérisation carburant incorrecte <p><u>III - FUMÉE BLEUE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Niveau d'huile du moteur trop haut - Guides des soupapes usées. Segment gommé ou cassé - Usure des cylindres 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérification du filtre à air et / ou réglage de la pompe à injection - Faire vérifier par un spécialiste la pompe à injection - Faire vérifier par un spécialiste les injecteurs et les porte-injecteurs. Faire vérifier l'état interne de la chambre (calaminage). Vous pouvez rentrer au port mais attention à la consommation : ne pas dépasser un régime de 2500 tr/mn . - La ramener à son niveau normal (bateau à plat) - Vérifier le diagnostic au changement de régime puis faire appel à un spécialiste - En attendant l'intervention d'un spécialiste surveiller fréquemment le niveau d'huile.

TYPE D'INCIDENT : LE MOTEUR COGNE - VIBRE

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<ul style="list-style-type: none">- Défectuosité dans le groupe, la distribution, l'injection- Suspension moteur défectueuse	<ul style="list-style-type: none">- Voir le spécialiste- Voir un spécialiste pour changement

TYPE D'INCIDENT : TEMPÉRATURE DU MOTEUR TROP ÉLEVÉE

Complément par rapport au paragraphe : les annonceurs d'alarme

CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
<ul style="list-style-type: none">- Thermostat défectueux- Turbine de pompe eau de mer Défectueuse- Niveau de liquide de refroidissement trop bas	<ul style="list-style-type: none">- Démontage - vérification de l'ouverture- Changement de la turbine même en mer, sinon revenir à la voile- Attendre refroidissement pour tourner le bouchon vérifier le niveau et compléter dès que la température a baissé.

LA TRANSMISSION

	Page
GÉNÉRALITÉS	TRANS 1
LE RÉDUCTEUR INVERSEUR <ul style="list-style-type: none">- Généralités- Principe du réducteur- Principe de l'inverseur	TRANS 2
LES DIFFÉRENTS TYPES <ul style="list-style-type: none">- Inverseur à embrayage à cônes- Inverseur à embrayage à disques multiples- Inverseur à pignons coniques	TRANS 3 T3/1 T3 /2
MONTAGE PARTICULIER <ul style="list-style-type: none">- La transmission S.DRIVE- Fonctionnement : marche avant : marche arrière	TRANS 4 T4/1 T4/2
LA LUBRIFICATION	TRANS 5
LA LIGNE D'ARBRE <ul style="list-style-type: none">- Montage ligne d'arbre semi-rigide- Montage ligne d'arbre souple- La chaise - L'accouplement- La liaison sur l'arbre	TRANS 6 T6/1
LE JOINT D'ARBRE <ul style="list-style-type: none">- Joint à contact radial- Joint à contact facial- Joint à lèvre	TRANS 7
L'HÉLICE <ul style="list-style-type: none">- Rôle - Historique	TRANS 8
DESCRIPTION	TRANS 9
CARACTÉRISTIQUES ET GÉOMÉTRIE	TRANS 9

LES DIFFÉRENTS TYPES D'HÉLICE BIPALE

TRANS10

- Hélice bipale
- Hélice bipale à pales repliables
- Hélice à pales orientables

INFLUENCE DE L'HÉLICE BLOQUÉE

TRANS11

FONCTIONNEMENT D'UNE HÉLICE

TRANS12

- Principe de fonctionnement
 - Triangle des vitesses
 - Diagrammes des forces
 - Recul
 - Distribution des pressions sur une pale
 - Cavitation
 - Comment trouver le sens de rotation
 - Montage d'une hélice
 - Hélice à pales fixes
 - Hélice a pales repliables
- Les protecteurs d'hélice

T12/1

T12/2

T12/3

LA TRANSMISSION

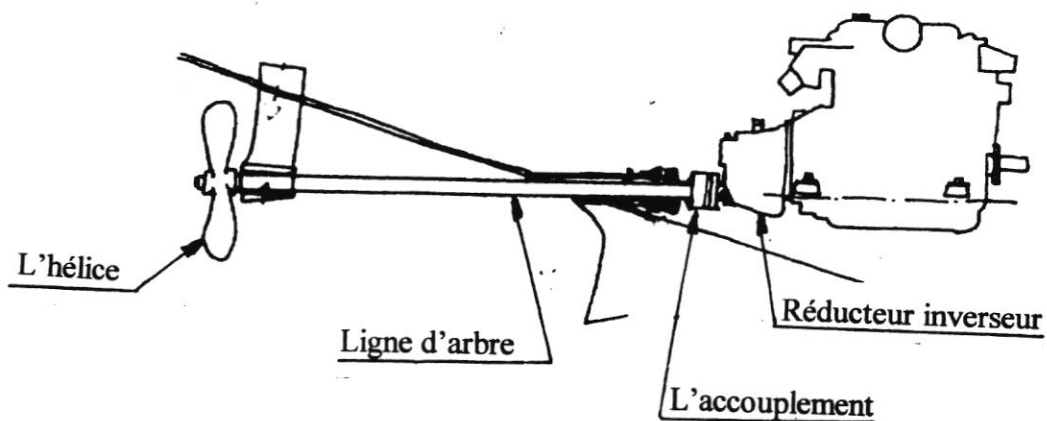
GÉNÉRALITÉS

La transmission a pour rôle de transformer et de transmettre la puissance du moteur en une force propulsive par l'intermédiaire de différents organes.

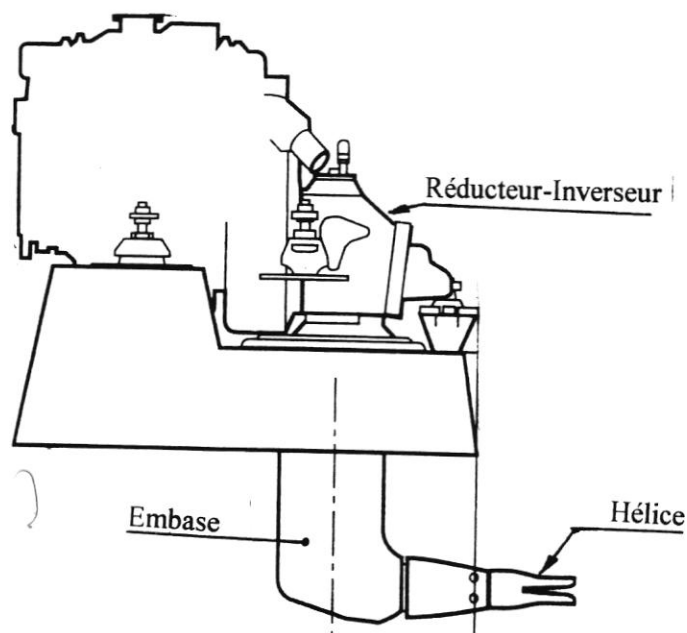
Elle est composée de 3 éléments principaux :

- Le réducteur inverseur
- La ligne d'arbre
- L'hélice

La grande majorité des bateaux est équipée d'une ligne d'arbre droite suivant le croquis ci-dessous



D'autres sont équipés de la transmission S DRIVE.



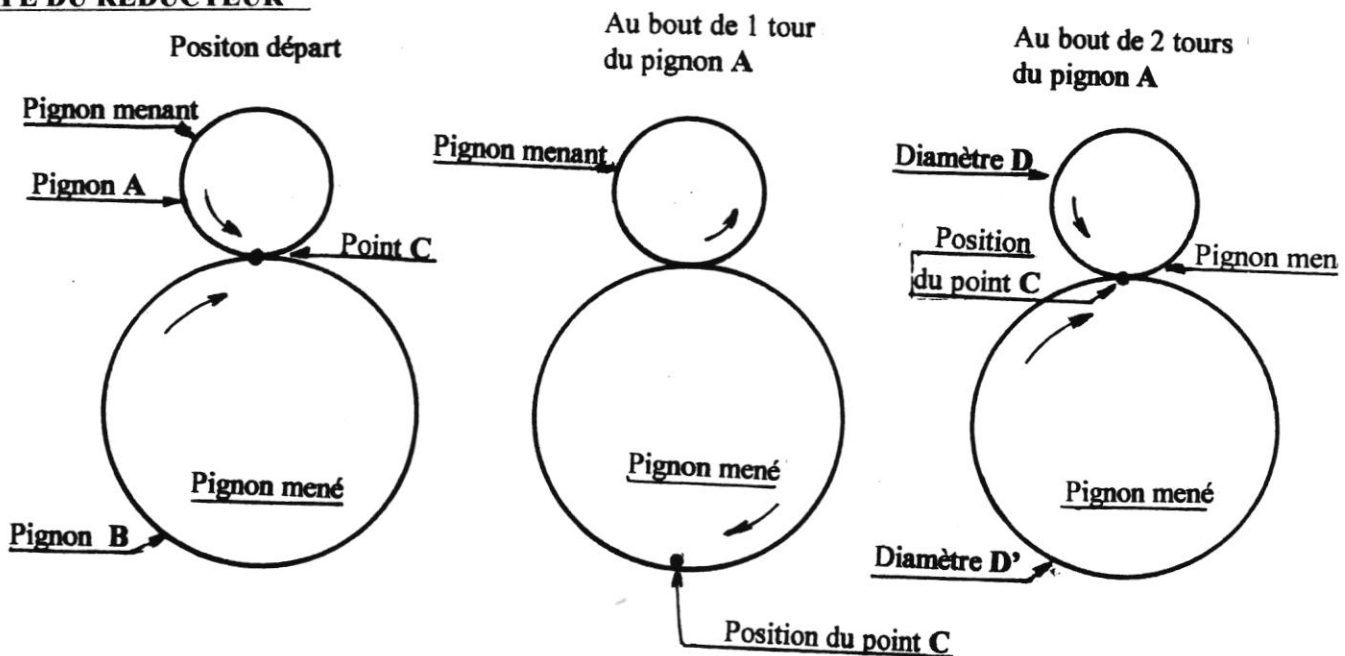
LE RÉDUCTEUR - INVERSEUR

GÉNÉRALITÉS

Le réducteur-inverseur a pour but :

- Réduire la vitesse de rotation du moteur qui est trop élevé afin d'obtenir un régime de rotation d'hélice acceptable.
- D'inverser les sens de marche du bateau par le changement de sens de rotation de l'arbre d'hélice, ce qui permet d'obtenir la marche avant et la marche arrière.
- D'obtenir le point mort par suppression de la rotation de l'arbre d'hélice, le moteur continuant à tourner.

PRINCIPE DU RÉDUCTEUR



Le croquis permet de comprendre pourquoi le pignon mené **B** tourne moins vite que le pignon menant **A** du fait que nous avons une différence de diamètre.

Pour mémoire : le rapport des vitesses de rotation des 2 engrenages est égal au rapport inverse de leur diamètre :

$$\frac{N_b}{N_a} = \frac{D}{D'}$$

D est le diamètre extérieur du pignon menant
D' est le diamètre extérieur du pignon mené

Exemple :

Pignon menant **A** = Ø = 30 mn

Pignon mené **D'** = Ø = 60 mn

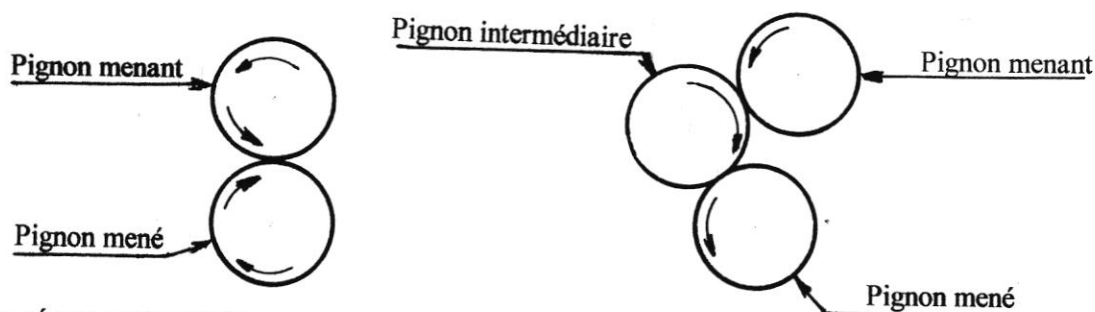
Nb de tours du pignon **B** = 3000 tr/mn

Le nombre de tours du pignon **B** est : $N_b = \frac{3000 \times 30}{60} = 1500 \text{ tr/mn}$

Ce qui donne : le rapport des vitesses de réduction de $\frac{2}{1}$

PRINCIPE DE L'INVERSEUR

Un bref rappel de mécanique. Deux roues dentées engrenant ensemble tournent dans le sens inverse de rotation. Dans le cas où le mécanisme impose une rotation dans le même sens de la deuxième roue, il faut interposer un pignon intermédiaire.



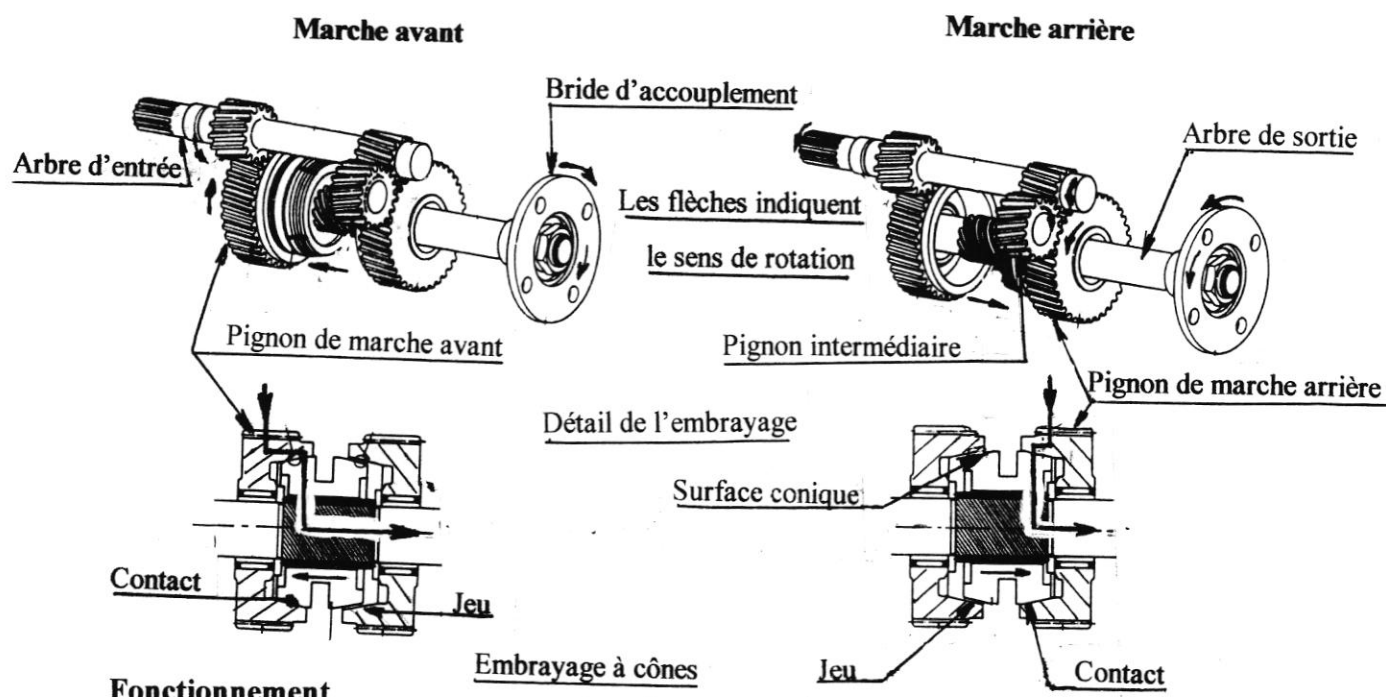
LES DIFFÉRENTS TYPES

La conception des inverseurs est différente selon la technologie employée. Nous examinerons que 3 types qui sont les plus couramment montés sur les bateaux en fonction du couple moteur à transmettre à l'hélice et de la conception du bateau

- Inverseur à embrayage à cônes
- Inverseur à embrayage à disques multiples
- Inverseur à pignons coniques

Inverseur à embrayage à cônes

Ce type d'inverseur utilise des engrenages cylindriques à denture hélicoïdale qui sont montés sur l'arbre d'entrée et sur celui de sortie par l'intermédiaire de roulements, ainsi qu'un embrayage à cônes monté sur l'arbre de sortie, mais libre en translation.



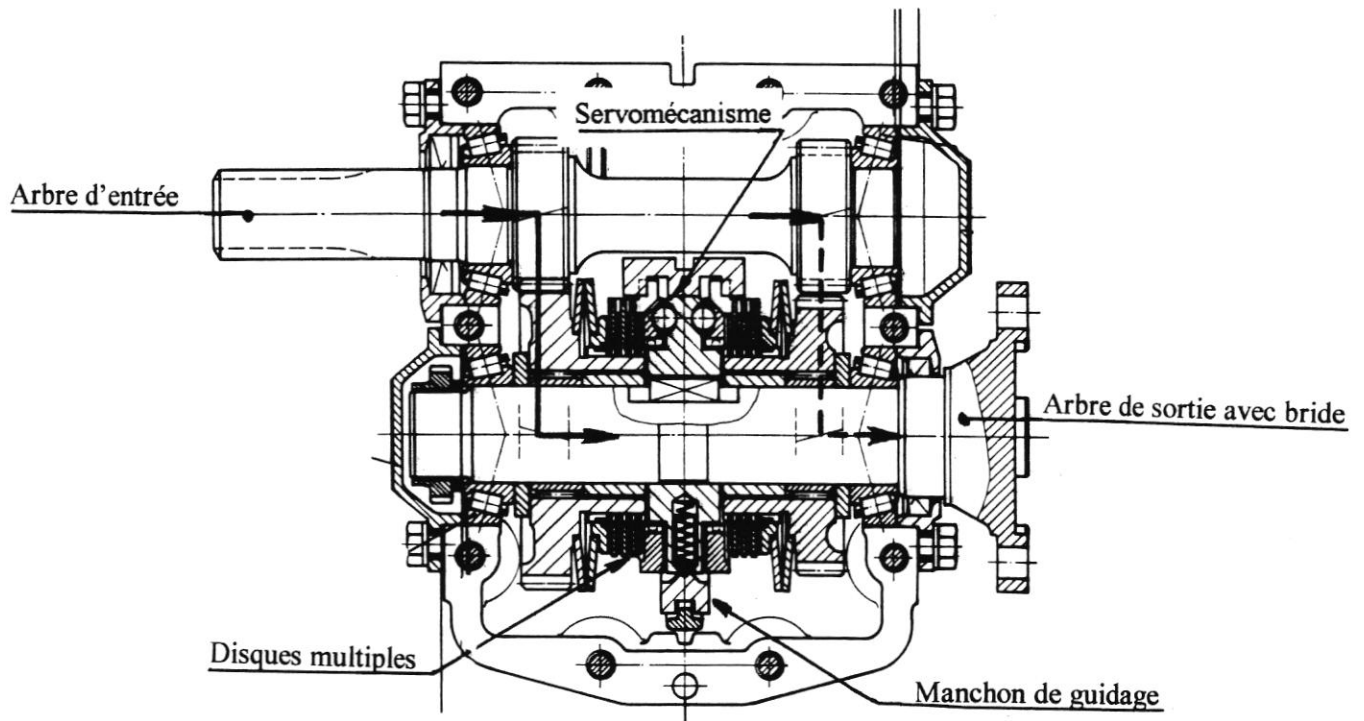
Fonctionnement

L'opération d'embrayage ne donne qu'un faible effort, le patinage du cône assure un contact en douceur sans à coups.

Il demande toutefois un léger temps d'arrêt au point mort afin d'éviter une usure rapide des cônes lors d'un changement de marche du bateau.

Inverseur à embrayage à disques multiples

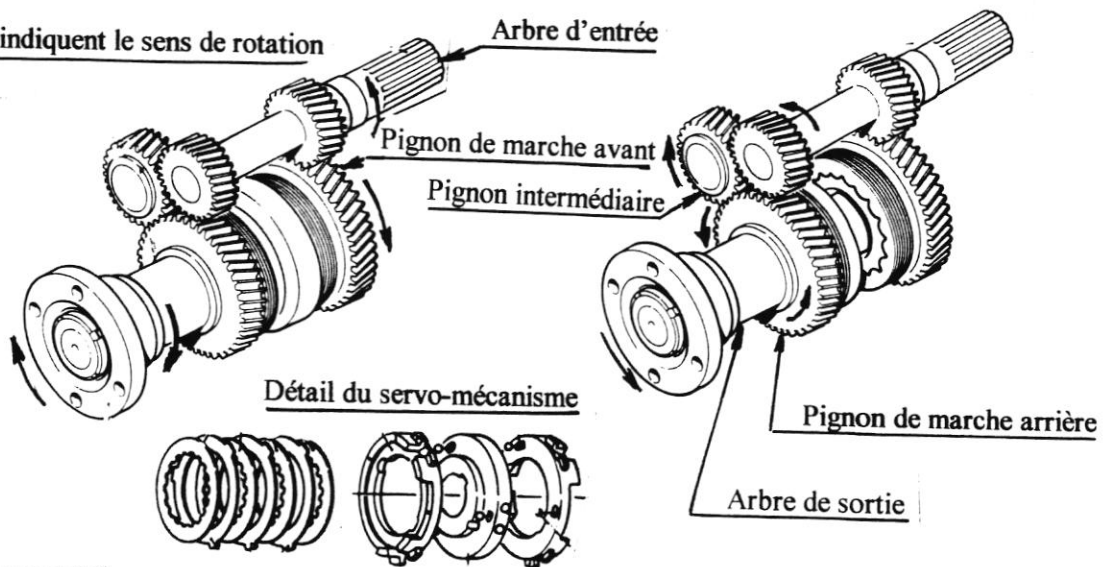
Cet inverseur est constitué d'arbres avec engrenages cylindriques, des disques multiples commandés par un servomécanisme.



Sens marche avant

Sens marche arrière

Les flèches indiquent le sens de rotation



Fonctionnement

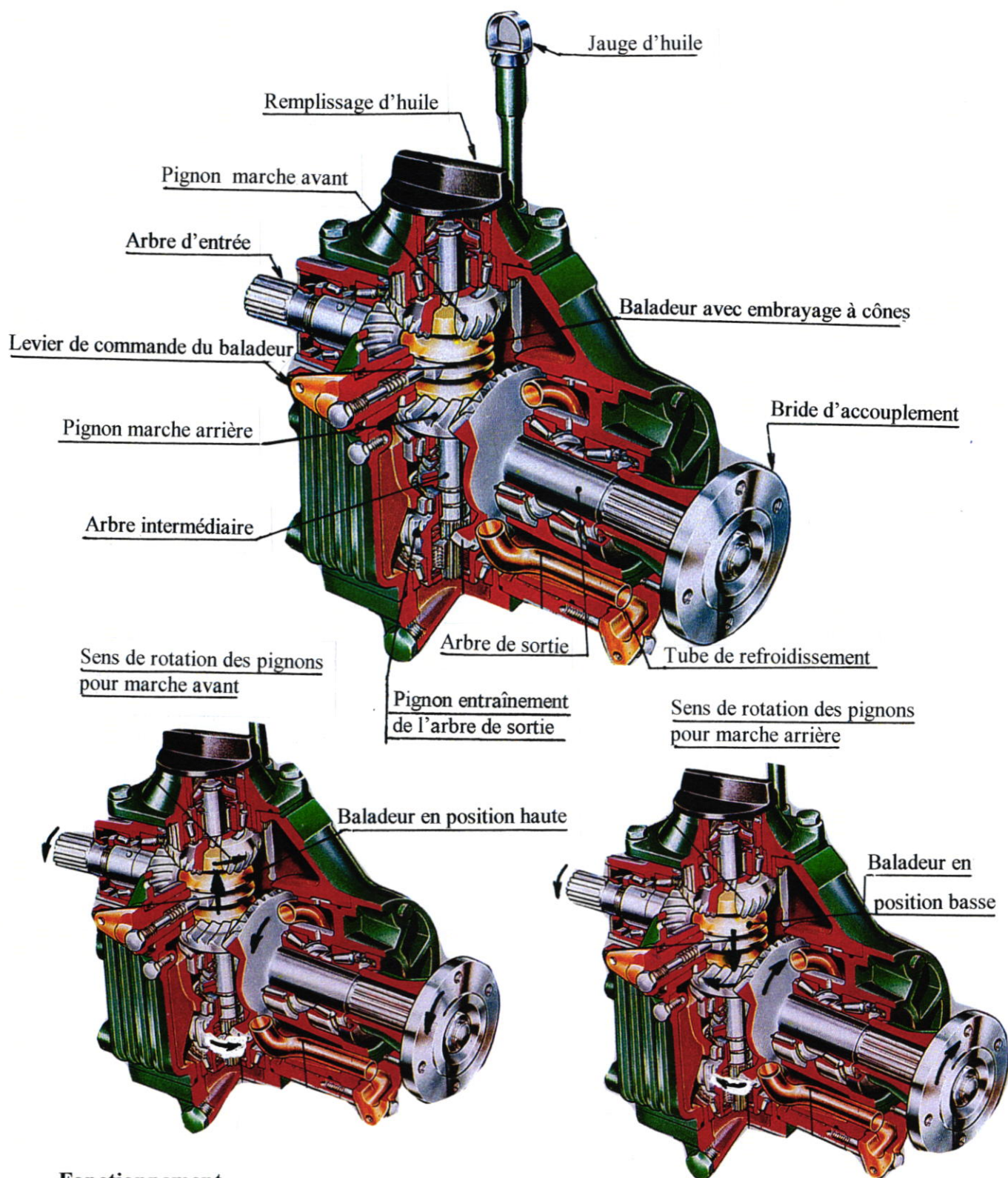
La puissance est transmise par un système d'embrayage à disques multiples monté sur l'arbre de sortie et commandé automatiquement par un servomécanisme.

L'effort de pression axiale qui provoque la prise par fraction entre les disques est produit par le servomécanisme automatique dont la description est complexe..

Le renversement doit s'opérer modérément vite et sans interruption. En conséquence les manœuvres de virement en cas de danger peuvent être effectuées même à la vitesse de rotation maximale.

Inverseur à pignons coniques

L'arbre moteur est muni d'un pignon conique, il entraîne le pignon de marche avant et celui de marche arrière en sens de rotation inverse.



Fonctionnement

Le déplacement du baladeur vers le pignon de marche avant ou vers le pignon de marche arrière assure le contact entre les cônes mâle et femelle (voir inverseur à embrayage à cônes).

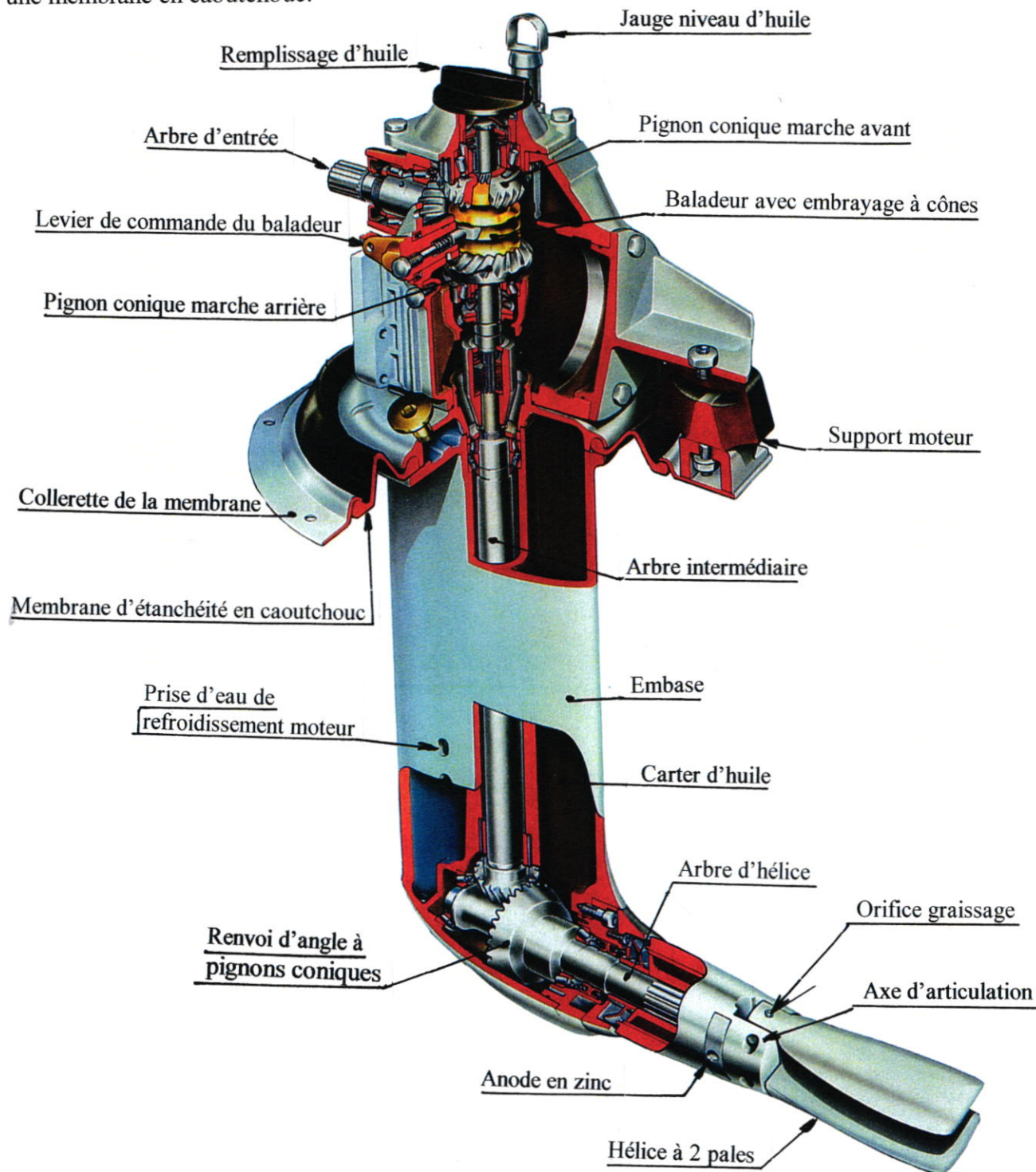
Nous obtenons ainsi le changement de manche du bateau.

MONTAGE PARTICULIER

La transmission S.DRIVE

La transmission S.DRIVE est un hybride entre le moteur hors-bord monté en puits sur les voiliers et le moteur in-board

La transmission S.DRIVE est accouplée directement sur le moteur dont l'ensemble repose sur un châssis monté sur la coque. L'étanchéité de la transmission traversant la coque est réalisée par une membrane en caoutchouc.

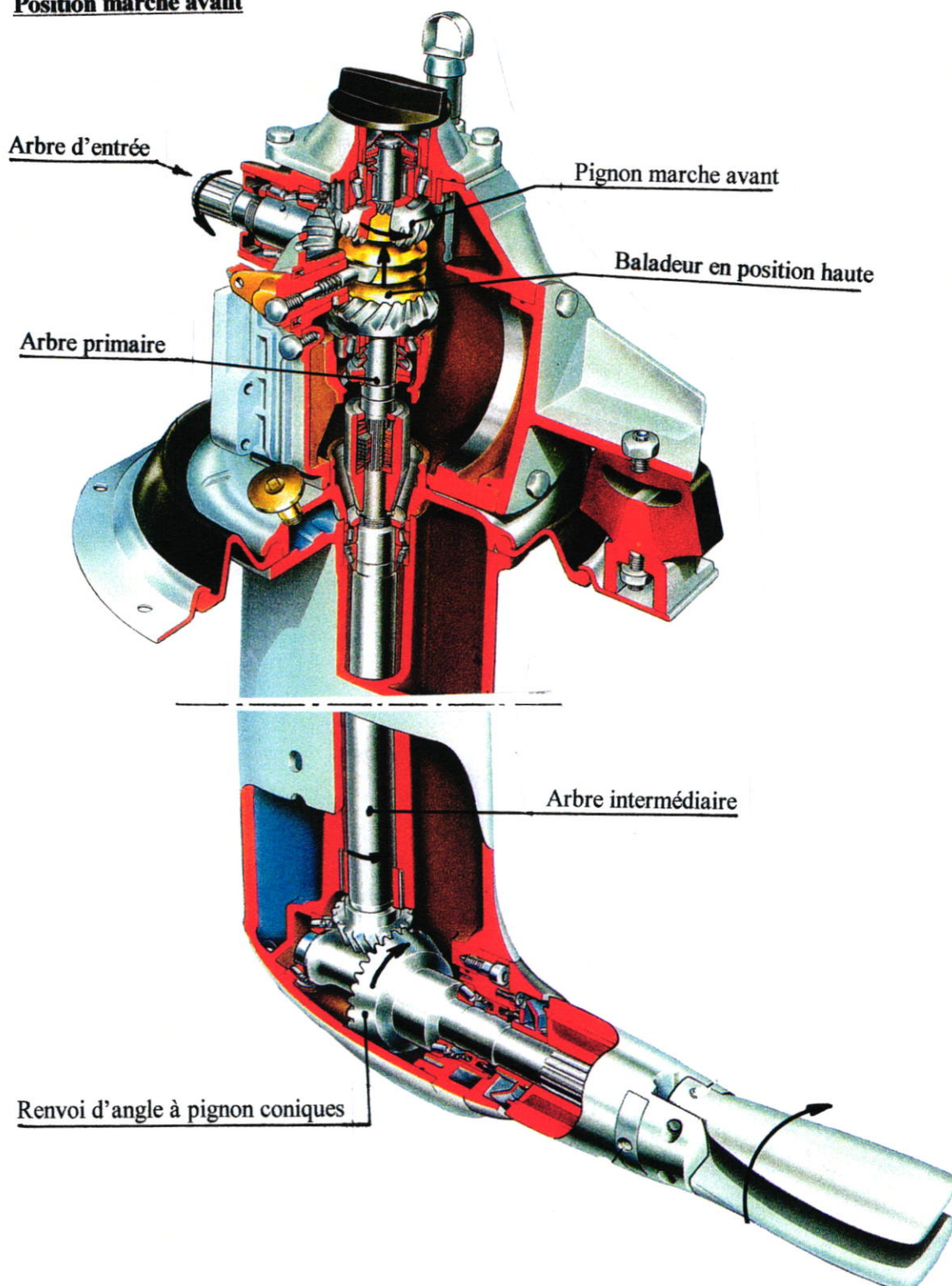


Le réducteur et les organes d'inversion sont incorporés à la transmission. La technologie de l'inverseur "S.DRIVE" est issue directement de l'embase du moteur hors-bord et comprend les pièces figurant sur le dessin.

Fonctionnement

Dans la partie supérieure, le pignon d'entrée entraîne les deux pignons de marche avant et arrière. Ceux-ci sont montés tournant librement sur l'arbre primaire. Ils tournent en sens inverse. Le baladeur est entraîné en rotation sur l'arbre par des cannelures mais coulisse dans le sens axial.

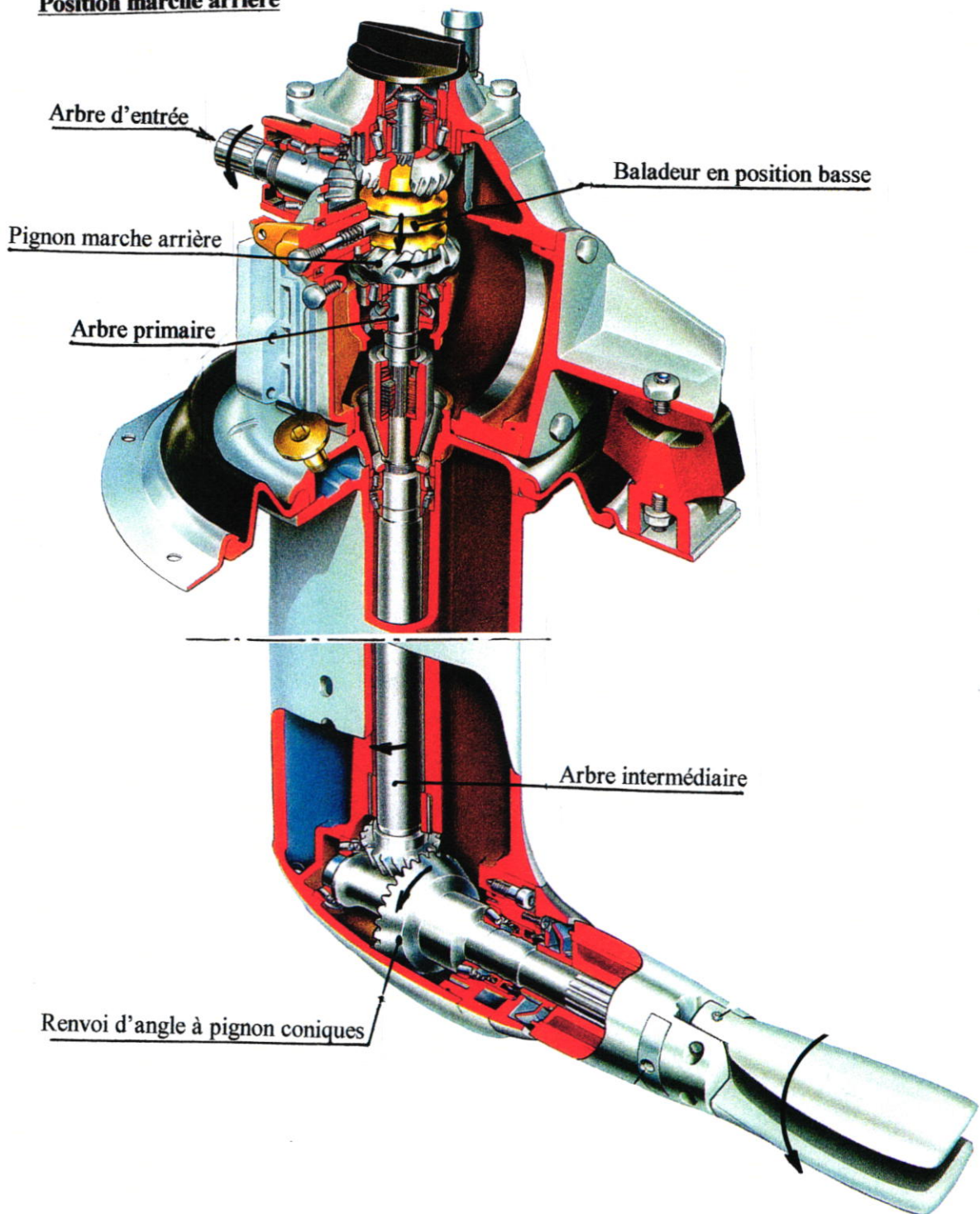
Position marche avant



Le déplacement du baladeur vers le haut assure le contact entre les parties coniques mâles et femelles (voir inverseur à embrayage à cônes). Il assure ainsi la rotation de l'arbre primaire.

Les flèches indiquent le sens de rotation des arbres et l'ouverture des pales de l'hélice.

Position marche arrière



Le déplacement du baladeur vers le bas assure le contact entre les parties coniques mâles et femelles. Il assure ainsi la rotation de l'arbre primaire.

Les flèches indiquent le sens de rotation des arbres et l'ouverture des pales de l'hélice.

Choix

Le choix de ce type de transmission sur un voilier permet de supprimer : l'arbre de transmission, le presse étoupe, la chaise, le tube d'étambot.

Il faut porter une surveillance de l'embase dont la matière est en alliage d'aluminium pour éviter toute corrosion et vérifier l'usure des anodes.

La membrane en caoutchouc doit être surveillée de très près, petites rayures de surface, vieillissement du caoutchouc qui durci avec les années. Le fabricant demande que celle-ci soit changée impérativement tous les 7 ans.

LA LUBRIFICATION

L'huile pour inverseur doit assurer la lubrification, c'est à dire l'interposition d'un film d'huile entre deux surfaces en glissement relatif de telle sorte que l'essentiel du contact entre les deux surfaces s'effectue par l'intermédiaire du film d'huile lubrifiant où les couches d'huiles glissent l'une par rapport à l'autre avec un minimum de frottement et sans usure.

Le film d'huile doit :

- Résister à la pression de contact des dents due à la charge transmise par chaque dent.
- Évacuer les calories dues à l'échauffement des pièces qui sont en contact entre elles.
- Ne pas perdre son pouvoir de lubrifiant à des températures de fonctionnement élevées.
- Être résistant à froid pour que la lubrification et les changements de marche soient possibles sans difficulté en hiver.

Nous avons à notre disposition 2 types d'huile :

- Les huiles extrême pression
- Les huiles moteur

L'huile extrême pression pour assurer une très grande résistance comporte en plus de l'huile minérale beaucoup d'additifs qui permettent d'obtenir les qualités requises.

L'utilisation de l'huile moteur permet une simplification de l'entretien afin d'éviter les erreurs ou de mélange, et simplifie les problèmes de stockage.

Le choix du type d'huile est fonction de la technologie de l'inverseur et est spécifié sur la notice d'entretien.

A respecter impérativement pour que l'utilisation de l'inverseur soit sans problème et dure plus longtemps

LA LIGNE D'ARBRE

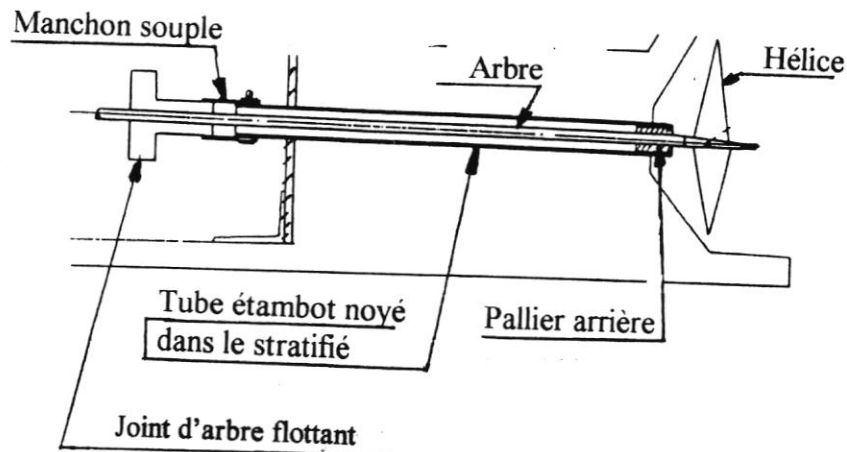
Une grande partie des voiliers de plaisance sont équipés d'une ligne d'arbre droite. Le montage de celle-ci est différent selon les solutions retenues.

Les principales sont :

- Montage ligne arbre semi-rigide
- Montage ligne arbre souple

Montage ligne d'arbre semi-rigide

Le montage de l'arbre de transmission de cette disposition entraîne un montage souple du moteur (solent bloc)

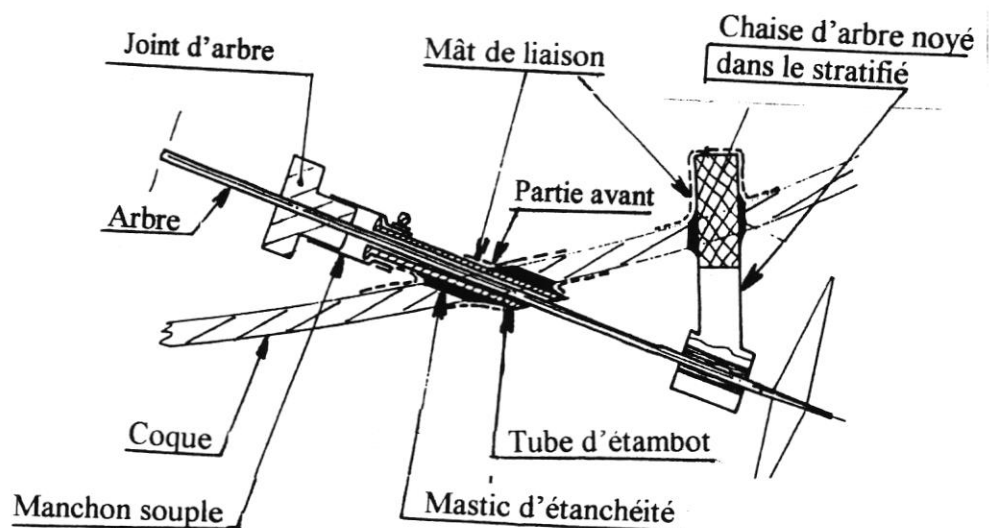


Dans cette disposition l'étanchéité de la partie avant du tube d'étambot est réalisée par un joint d'arbre flottant relié à la coque par une manchon souple, le palier arrière doit laisser passer une communication pour l'eau de mer, afin que celle-ci vienne lubrifier l'étanchéité du presse-étoupe.

D'autres solutions avec palier intermédiaire existent mais ne sont pas étudiées.

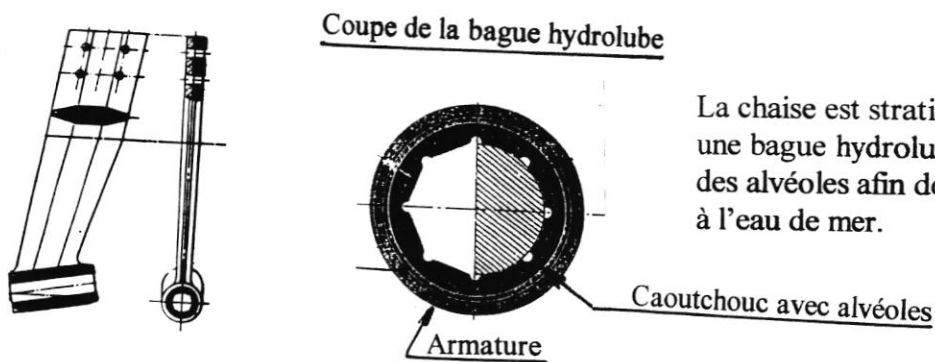
Montage ligne d'arbre souple

Ce type de montage est très courant sur les voiliers modernes, il permet de réduire les vibrations transmises à la coque.



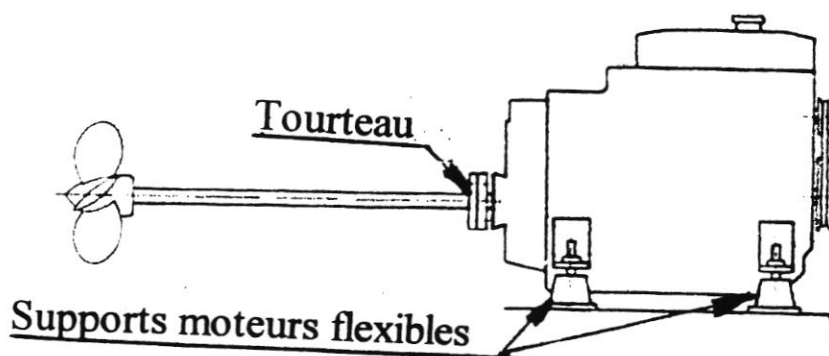
La ligne d'arbre traverse la coque dans la partie avant et elle est soutenue par une chaise à la partie arrière. L'étanchéité de la partie avant avec le tube d'étambot est réalisée par un joint d'arbre flottant. Le moteur est monté "flottant".

La chaise



L'accouplement

C'est l'élément qui relie le réducteur à l'arbre, il est appelé souvent "tourteau". Celui-ci assure la transmission du couple et transmet la poussée d'hélice.

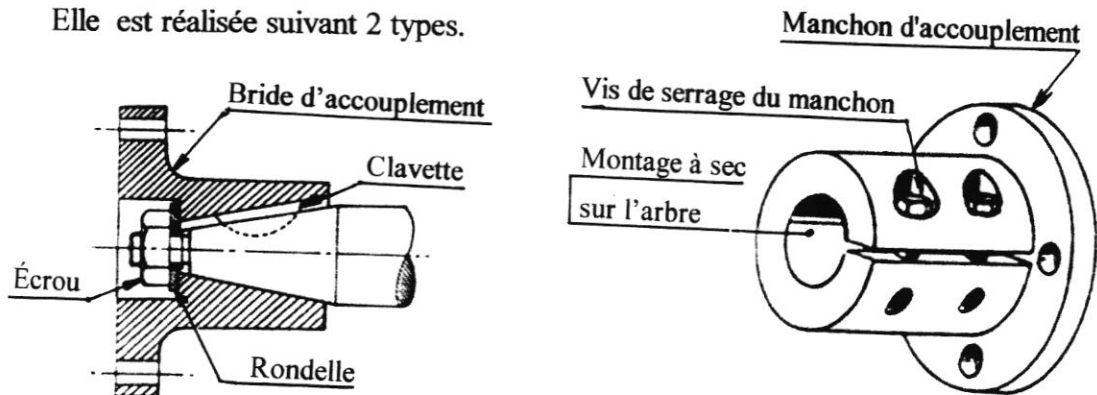


Dans ce type de montage la poussée de l'hélice est transmise directement aux supports moteur souples par l'intermédiaire de l'arbre et du moteur. La ligne d'arbre peut-être soumise à un certain désalignement, et une charge excessive est alors exercée sur les supports souples du moteur. Le montage est utilisé couramment sur les bateaux d'une longueur maxi de 15 mètres. Il faut porter une grande attention dans le cas d'un bruit anormal.

Un montage souple côté réducteur est monté sur certains bateaux.

Liaison sur l'arbre

Elle est réalisée suivant 2 types.



Montage par cône et clavette sur le fût d'hélice

Emmanchement lisse et serrage sur l'arbre

LE JOINT D'ARBRE

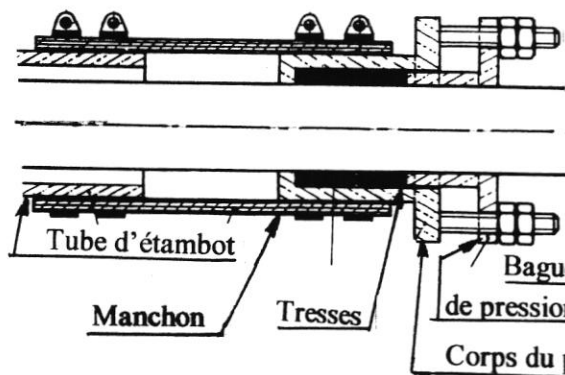
Un dispositif d'étanchéité dont le rôle est d'empêcher l'entrée de l'eau de mer à l'intérieur de l'habitacle est monté à la sortie de l'étambot.

La plaisance emploie 2 types de joint d'étanchéité :

- le joint à contact radial
- le joint à contact facial

Joint à contact radial

Ce joint est désigné sous le nom de "*presse étoupe*". Il est monté souple par l'intermédiaire d'un manchon sur le tube d'étambot.



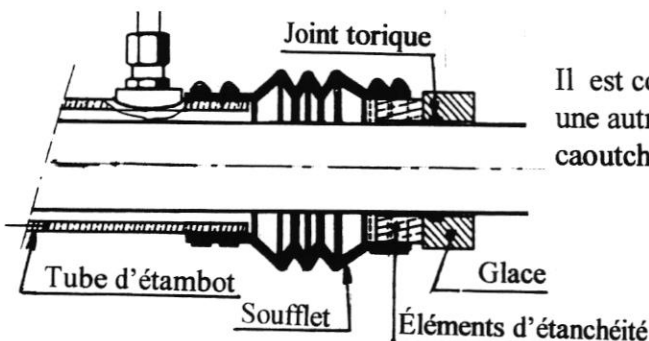
L'étanchéité autour de l'arbre est assurée par 3 ou 4 anneaux de tresse montés dans le corps du presse étoupe, ils sont comprimés par une bague. L'eau assure la lubrification et l'évacuation des calories produites par le frottement. Le serrage de la bague doit être judicieux pour laisser passer une goutte d'eau entre 20 et 40 secondes.

En principe l'arbre d'hélice étant au point mort, il doit pouvoir être tourné à la main librement et sans point dur.

Joint à contact facial

I) Joint tournant

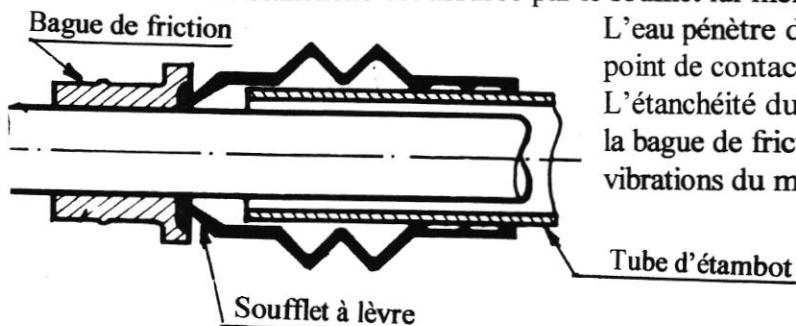
Ce joint vise l'étanchéité parfaite par le contact sur la glace de l'élément d'étanchéité, le soufflet permet de maintenir de l'élément.



Il est composé de 2 bagues, l'une fixée sur l'arbre d'hélice et une autre fixée, montée dans le soufflet d'étanchéité en caoutchouc. L'eau assure la lubrification sur la glace.

II) Joint à lèvre

L'étanchéité est assurée par le soufflet lui-même qui possède une lèvre de pression.



L'eau pénètre dans le tube d'étambot assure une lubrification au point de contact.

L'étanchéité du soufflet permet de maintenir le contact même si la bague de friction oscille du fait du "désalignement" ou des vibrations du moteur.

L'HÉLICE

RÔLE

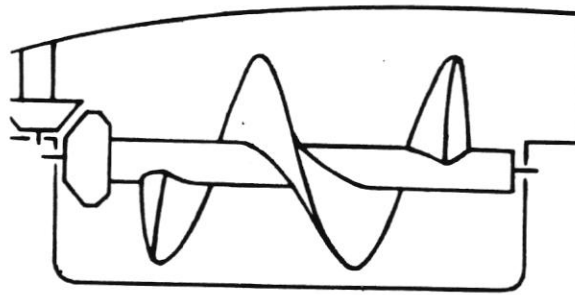
L'hélice a pour rôle de convertir la rotation de l'arbre moteur d'une puissance donnée en une énergie propulsive.

Avant d'aborder le sujet, un bref historique de l'évolution de l'hélice doit mieux vous permettre de mieux comprendre ce chapitre.

L'étude complète est très complexe, aussi il ne sera traité que des notions compréhensibles.

HISTORIQUE

Les premières études de l'hélice utilisée en tant que propulseur d'un navire date du début du XIX^{ème} siècle. Un premier dessin nous montre une hélice dont la pale unique reproduit le contour d'une surface hélicoïdale.



Hélice de Petit-SMITH

L'idée fut reprise par l'anglais SMITH en 1836. La surface hélicoïdale s'enroulait deux fois autour de l'axe. Lors des essais, l'hélice (en bois) rencontra un obstacle et se cassa en deux. Cela se traduisit par une amélioration très sensible de la vitesse du navire et attira l'attention de SMITH de l'intérêt de réduire la surface de l'hélicoïdale.

Le français Augustin NORMAND en 1841 perfectionna l'hélice et en 1843 "le Napoléon" un trois mâts barque goélette, équipé d'un moteur de 120 chevaux une hélice fut montée. Destiné au service postal de la Corse, il atteignit la vitesse de 11 nœuds. Ce fut un succès total, ce qui détermina l'usage de ce type d'hélice dans la marine.



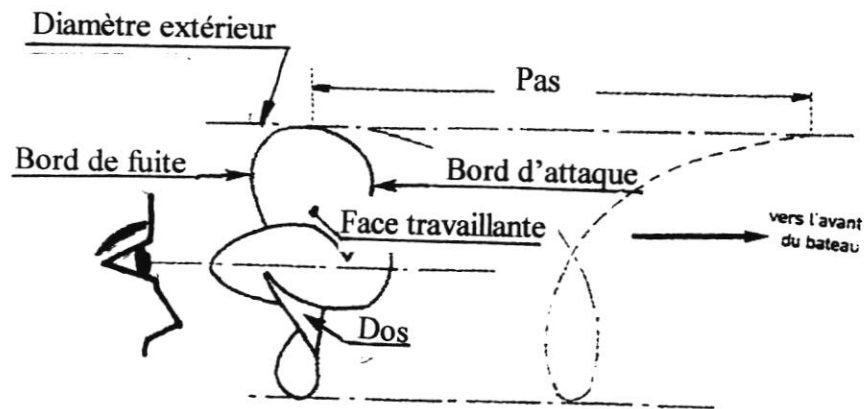
Hélice d'Augustin NORMAND

En 1845 le vapeur "GREAT BRITAIN" fut le premier navire à hélice qui traversa l'atlantique.

DESCRIPTION

L'hélice se compose d'un noyau de révolution en forme de cône tronqué sur lequel viennent s'implanter les pales. Le moyeu est emmanché à l'extrémité conique de l'arbre.

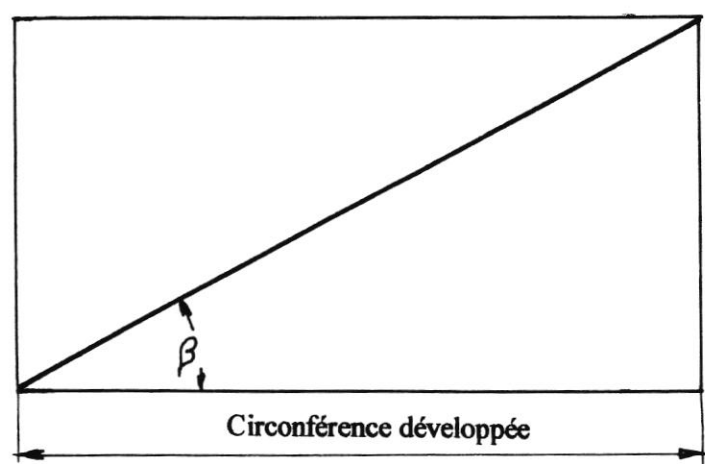
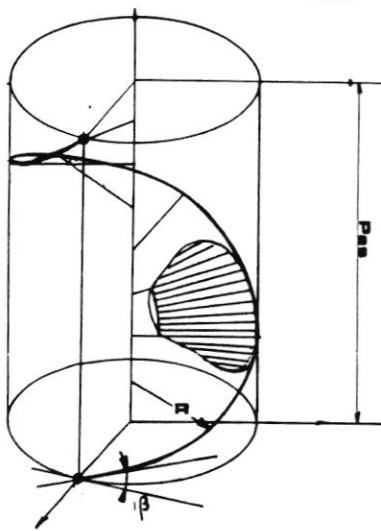
La pale est l'élément actif de l'hélice. Lorsque et l'on se place à l'arrière du bateau et que l'on regarde vers l'avant, le côté visible s'appelle "la face travaillante", tandis que le côté opposé, donc celui qui regarde l'étambot est dénommé dos.



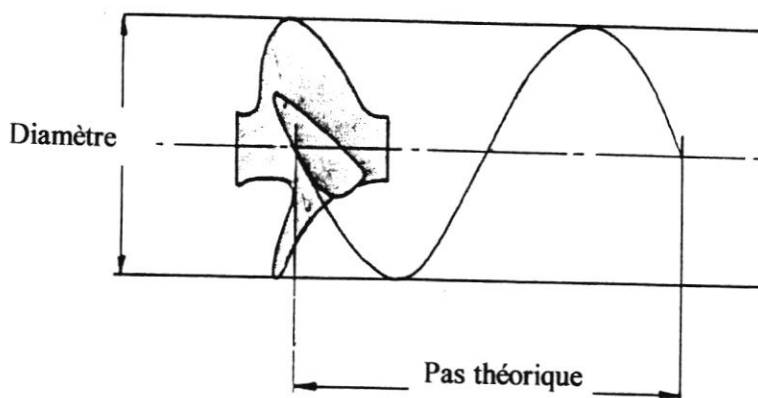
Quand l'hélice tourne autour de son axe, le bord de la pale qui rencontre l'eau en premier est appelé bord d'attaque alors que le bord opposé est le bord de fuite. Les deux bords se rejoignent au sommet de la pale.

CARACTÉRISTIQUES ET GÉOMÉTRIE

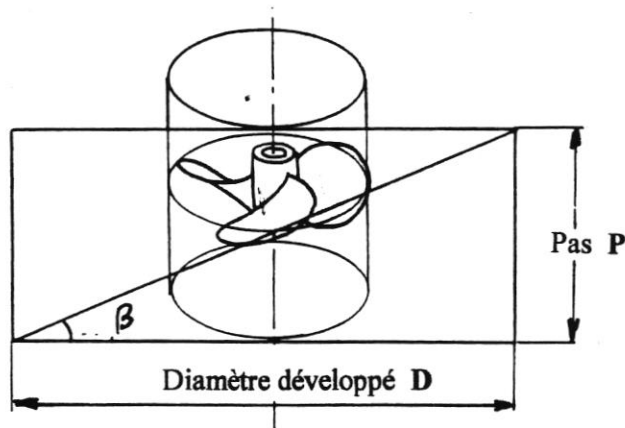
Un rappel de géométrie, une hélice est une courbe tracée sur un cylindre de révolution et telle que si on développe ce cylindre sur un plan, on obtient une droite.



Une hélice est caractérisée par son diamètre D et son pas P .
Le diamètre d'une hélice est le cercle droit par l'extrémité des pales quand l'hélice tourne.



Le pas P est la distance théorique parcourue par l'hélice à chaque tour de l'arbre.
L'angle β (béta) détermine l'inclinaison des pales de l'hélice.



Elle est aussi caractérisée par son nombre de pales, et chaque pale par sa surface et sa forme propre dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

On appelle rapport de surface d'une hélice, le rapport total entre la surface complète des pales et la surface du cercle dans laquelle s'inscrit l'hélice. Pour un voilier, il est environ de 0,25 pour une hélice bipale et 0,40 pour une hélice tripale.

D'autres caractéristiques ne seront pas étudiés, l'étude devenant trop poussée.

LES DIFFÉRENTS TYPES D'HÉLICE BIPALES

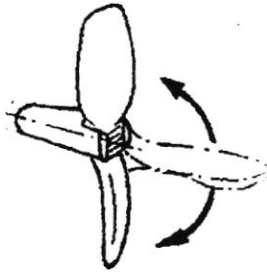
Nous avons a notre disposition 3 types d'hélice.



- Hélice bipale

Elle est montée couramment sur les voiliers à moteur auxiliaire. Elle représente le meilleur compromis dans la recherche d'un bon rendement au moteur et d'une traînée minimum sous voile.

- Hélice bipale à pales repliables

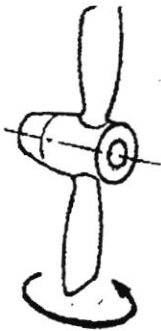


Au repos les pales sont pliées, dès que la vitesse de rotation de l'arbre atteint un certain nombre de tours, la force centrifuge permet aux pales de se déplier.

Avec l'utilisation de ce type d'hélice, le gain de la traînée obtenu est appréciable.

Par contre en marche arrière, la vitesse de rotation de l'arbre oblige les pales à s'écarter, mais la pression de l'eau sur les pales est différente. Dans les manœuvres de port il faudra en tenir compte.

- Hélice bipale à pales orientables

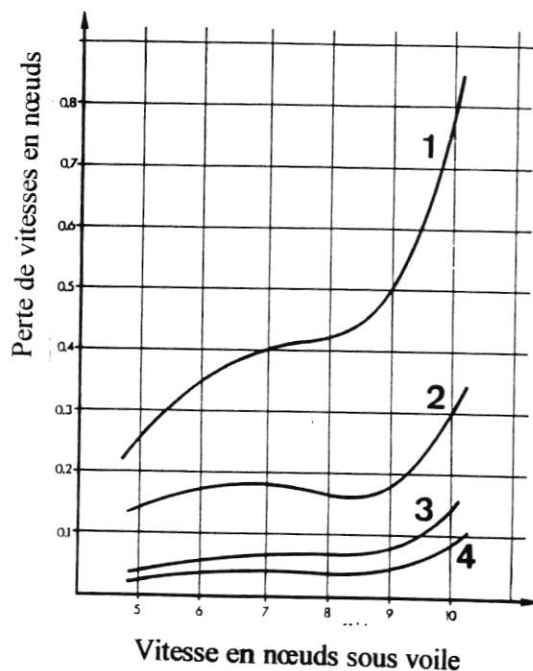


Cette hélice permet la mise en drapeau des pales dès que le bateau navigue sous voile à une certaine vitesse. Le gain de la traînée n'est pas négligeable, mais son prix est élevé par suite d'un montage plus complexe.

INFLUENCE DE L'HÉLICE BLOQUÉE

Faut-il laisser tourner l'hélice quand nous sommes sous voile ou la bloquer ?

En théorie il faut la laisser tourner, mais cela donne du bruit. Si nous la laissons tourner peut-être une usure de l'inverseur est possible .



Le graphique ci-contre vous donne une indication de la perte de vitesse provoquée par la traînée d'hélice.

1 - Bipale bloquée en rotation

2 - Bipale laissée en rotation

3 - Hélice à pales orientables, elles se mettent en drapeau sous voile

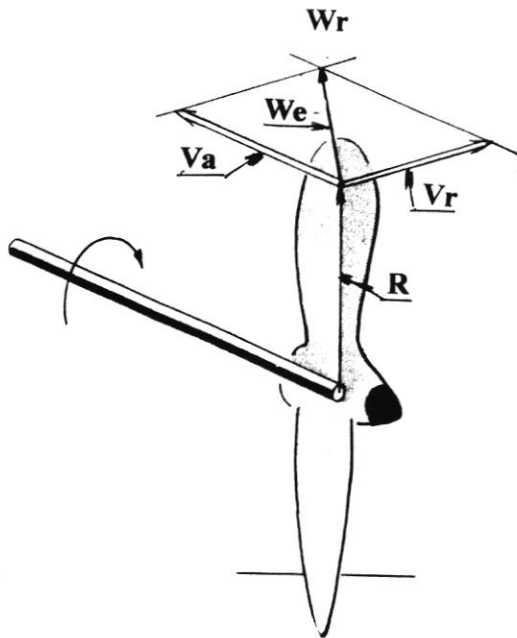
4 - Hélice à pales repliables.

FUNCTIONNEMENT D'UNE HÉLICE

Principe de fonctionnement

L'hélice reçoit du moteur une puissance sous la forme d'un couple C à une vitesse de rotation de N tours par minute. Elle est supposée se déplacer à une vitesse V_a .

a) Triangles des vitesses



La figure ci-contre est ce qu'on appelle :
"le triangles des vitesses" d'une hélice à un rayon donné.

Il permet de connaître la vitesse relative de l'eau W_r par rapport à la pale.

Nous avons :

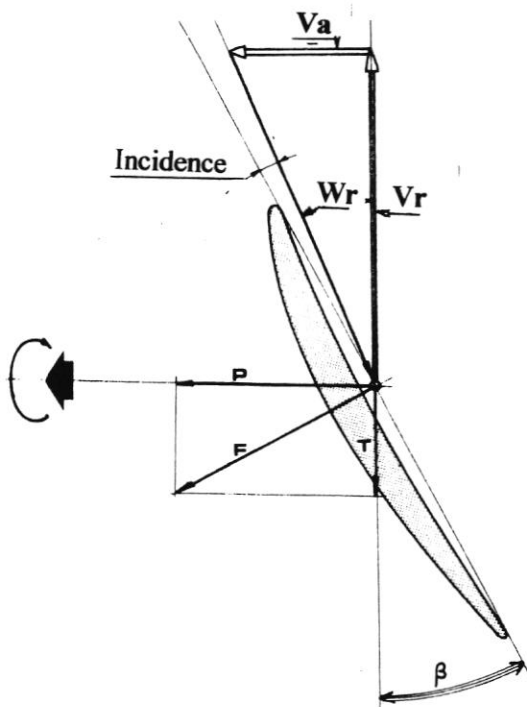
V_a - Vitesse propre de l'eau qui est égale à la vitesse du bateau

V_r - Vitesse moyenne de la pale en fonction de la vitesse de rotation de l'hélice

R - Rayon d'application de V_a et V_r

W_e - Est la résultante de ces 2 vecteurs qui donne la vitesse relative W_r

b) Diagrammes des forces



Nous retrouvons les 2 composantes V_a et V_r ainsi que la résultante W_r .

La vitesse W_r n'est pas confondue avec le calage de la pale mais s'en écarte d'un angle appelé incidence.

Le profil de la pale développe une force hydrodynamique F pratiquement perpendiculaire à la vitesse W_r .

Cette force hydrodynamique se décompose :

En une composante T perpendiculaire à l'axe de rotation, qui freine l'hélice et qui est la cause du couple résistant de cette dernière.

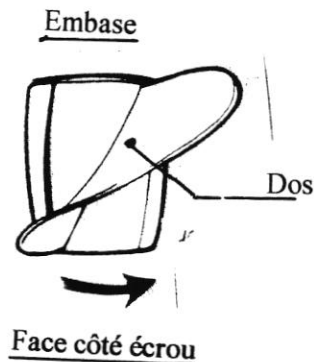
Et d'une composante axiale P qui constitue la force propulsive recherchée.

Celle-ci est appelée aussi "poussée de l'hélice".

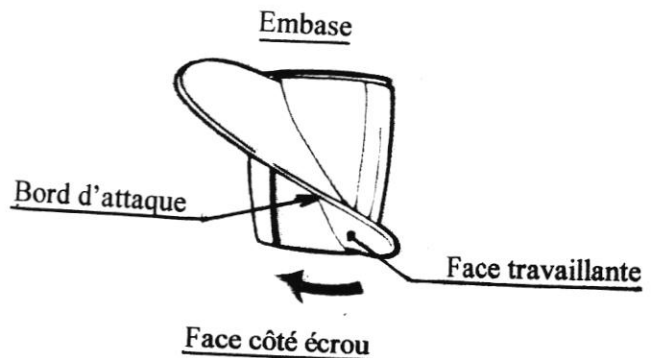
Comment trouver le sens de rotation

Pour trouver le sens de rotation d'une hélice, vous la posez sur la face côté écrou de fixation.
Deux cas se présentent.

Si le sens de l'hélice monte de la gauche vers la droite vous êtes en présence d'une hélice à sens de rotation :
à droite et de pas à droite.



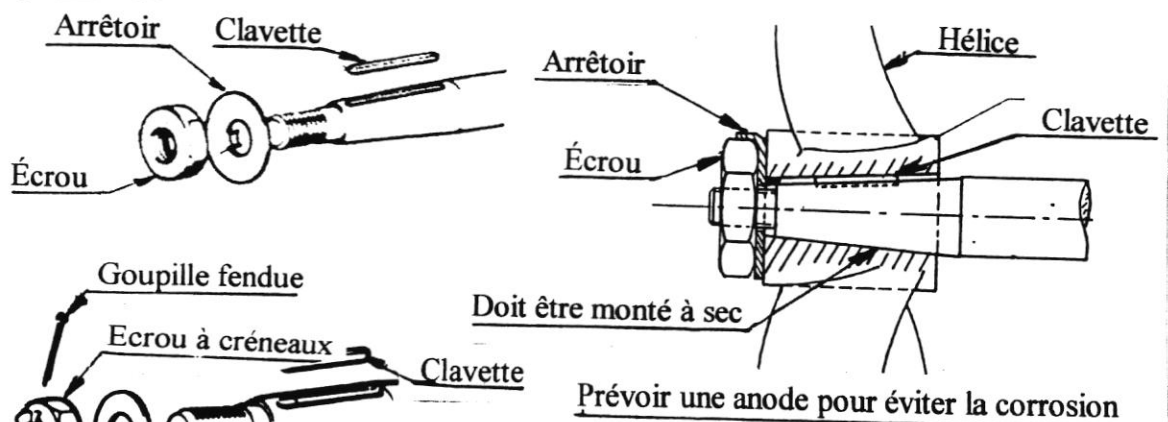
Si le sens de l'hélice monte de la droite vers la gauche vous êtes en présence d'une hélice à sens de rotation :
à gauche et de pas à gauche.



Montage de l'hélice

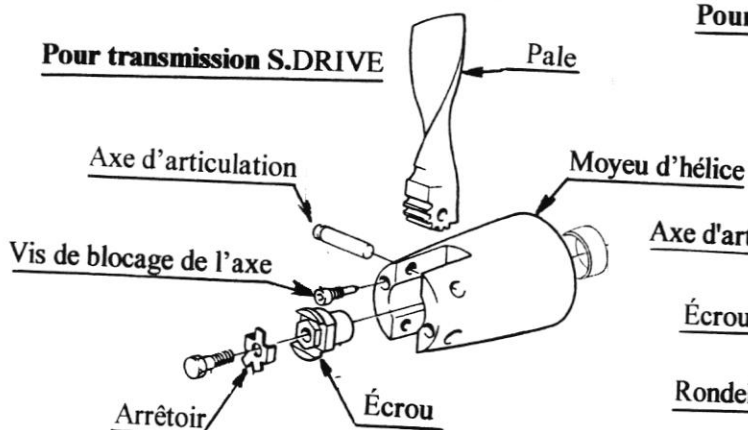
Nous avons un montage différent si l'hélice est fixe ou a pales repliables.
Les dessins vous indiquent la composition de la fixation.

Hélice à pales fixes

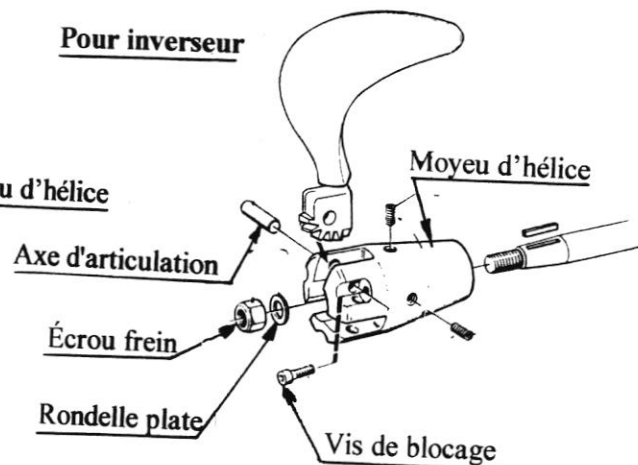


Hélices à pales repliables

Pour transmission S.DRIVE



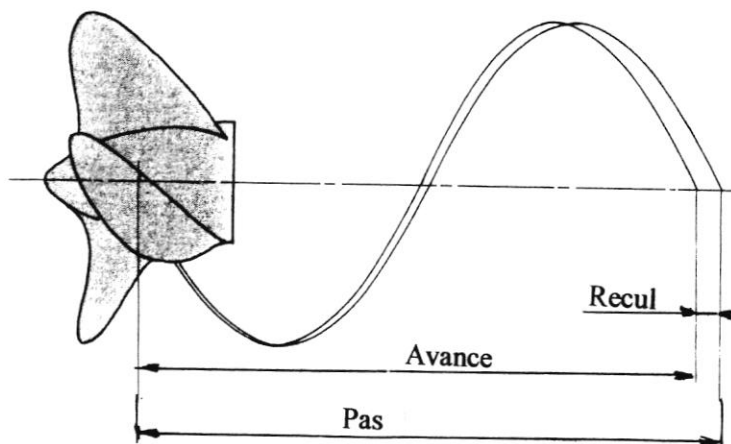
Pour inverseur



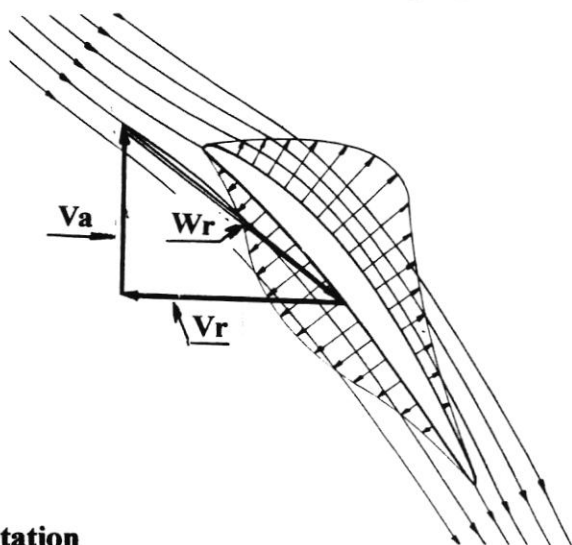
Recul

L'hélice ne fonctionne pas comme une vis dans son écrou, et l'eau n'est pas un écrou rigide. Elle parcourt une distance plus ou moins grande lorsque l'hélice fait un tour complet. Le bateau au lieu d'avancer d'une longueur égale au pas P , avance d'une distance inférieure que l'on appelle avance par tour et que l'on désigne généralement "le recul".

Ce recul est variable, il augmente avec la poussée. Pour un voilier à moteur auxiliaire le recul varie de 30 à 50 %.



Distribution des pressions sur une pale

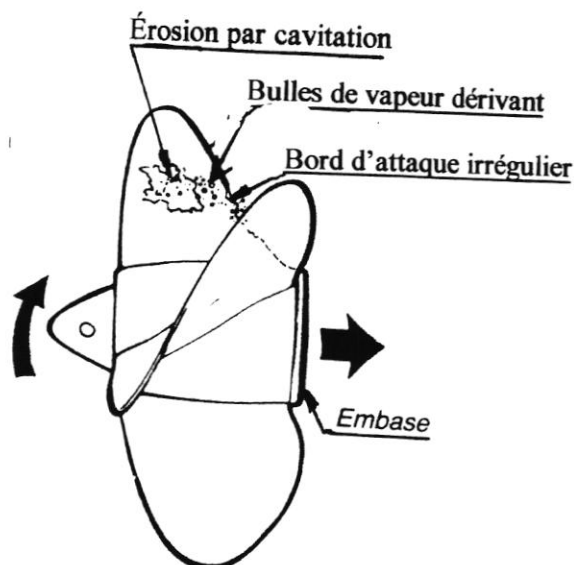


L'écoulement de l'eau autour d'un profil de pale se divise de part et d'autre de celui-ci.

Sur le dessin nous voyons que les filets d'eau qui passent au dessus de la pale (extrados) ont à parcourir un chemin plus long que les filets éloignés de l'hélice, leur vitesse va donc s'accroître et leur pression chuter.

Pour les filets d'eau situés dessous de la pale, leur trajet est moindre, leur vitesse diminue et la pression augmente (loi de Bernoulli).

Cavitation



Lorsque l'incidence de la pale devient trop forte, la dépression qui est plus importante au voisinage du bord d'attaque vient à atteindre la pression de vaporisation de l'eau qui se met à bouillir ; les filets d'eau se décollent du profil et lorsque les conditions de pression redeviennent normales, les bulles de vapeur se recondensent en implosant sur la pale et forment ainsi de véritables marteaux, desquels il peut résulter de graves dommages pour l'hélice et la transmission.

La cavitation a pour conséquences :

- Perte d'efficacité de l'hélice
- Vibration de la transmission
- Érosion de l'hélice là où les bulles sont reconduites

L'hélice peut ainsi être détériorée en quelques semaines d'utilisation.

Les protecteurs d'hélice

Les dangers sous l'eau sont nombreux quand le voilier avance au moteur. L'écoute qui traîne, les cordages divers dans l'eau etc.... Car ils ont la fâcheuse idée de s'enrouler autour de l'hélice.

Les dégâts que cela peut provoquer au groupe propulseur sont importants, sans oublier que le voilier est privé de moteur et si vous êtes près de la côte par mauvais temps, nous pouvons nous inquiéter de la suite ...

Un accessoire peut-être monté, c'est le coupe-orin dont différents modèles existent dans le commerce.

Une autre protection à prévoir, est le montage d'anodes pour éviter le phénomène de corrosion électrolytique. Cela consiste à les poser sur la ligne d'arbre d'hélice, ainsi qu'à l'extrémité de celui-ci.

LA BATTERIE

Page

FONCTION GLOBALE

BAT 1

- Principe de fonctionnement

CONSTITUTION DE LA BATTERIE - CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

BAT 2

- La tension
- La capacité
- L'aptitude au démarrage à froid

COURBES CARACTÉRISTIQUES

BAT 3

- Courbe de charge
- Courbe de décharge
- Le rendement
- Auto-décharge

LES DIFFÉRENTS TYPES DE BATTERIES

BAT 4

- Batterie de démarrage
- Batterie de servitude
- Batterie sans entretien
- Batterie à électrolyte gélifié
- Batterie de rechange

ENTRETIEN

BAT 5

- Aspect extérieur
- Contrôle
- Tension
- Densité
- Outils de contrôle
- La charge

B5/1

LES ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT

BAT 6

LES INTERVENTIONS

BAT 7

- Précaution avant démontage
- Démontage d'une cosse
- Nettoyage des bornes et cosses
- Remontage des cosses
- Contrôle de la tension
- Tension de la courroie de l'alternateur
- Montage supplémentaire d'une batterie

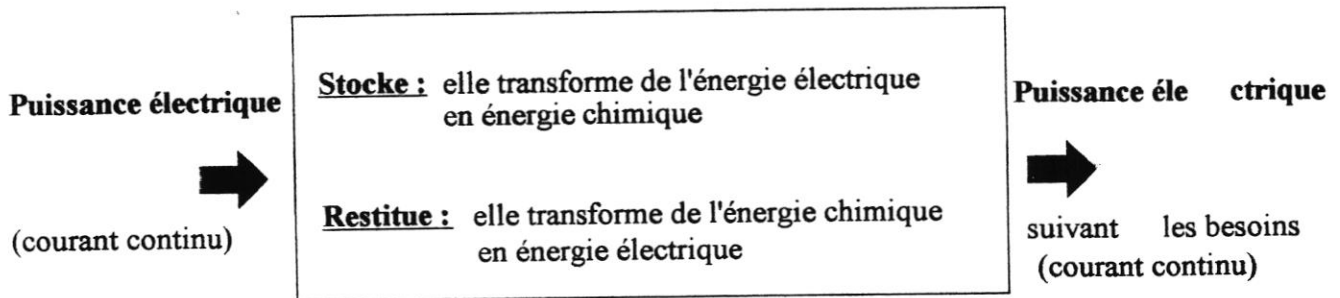
B7/1

LA BATTERIE

A bord du voilier, l'utilisation de l'énergie électrique : pour s'éclairer, alimenter les appareils électroniques qui facilitent la navigation, assurer la sécurité et permettre le démarrage du moteur diesel, est stockée à bord d'un réservoir que l'on appelle la batterie.

FONCTION GLOBALE

Dans le système batterie nous avons 2 fonctions principales :



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Deux métaux de nature différente plongés dans de l'électrolyte (mélange d'acide et d'eau distillée (dépourvue de calcaire et de sels minéraux) engendrent une réaction chimique productrice d'un courant électrique. Cette transformation est réversible.

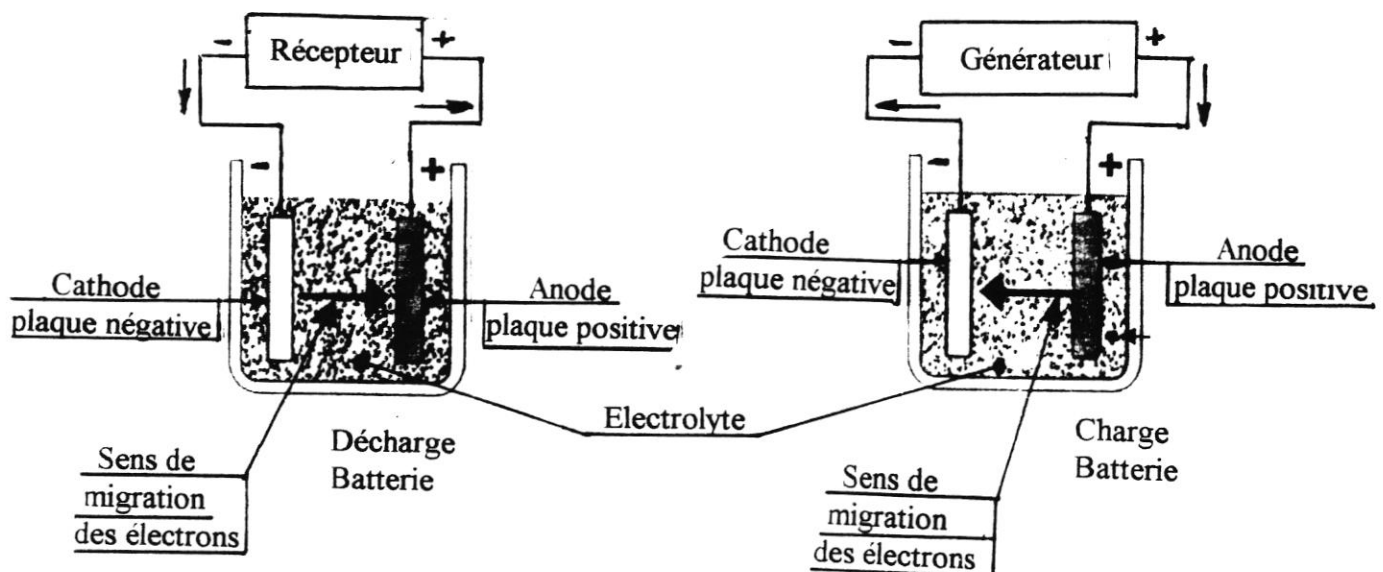
Nous avons 2 types de fonctionnement :

Fonctionnement en générateur

Si on relie les 2 électrodes à un récepteur, une réaction chimique se crée, il y a migration des électrons au travers de l'électrolyte, de la cathode vers l'anode ce qui établit un courant de décharge.

Fonctionnement en récepteur

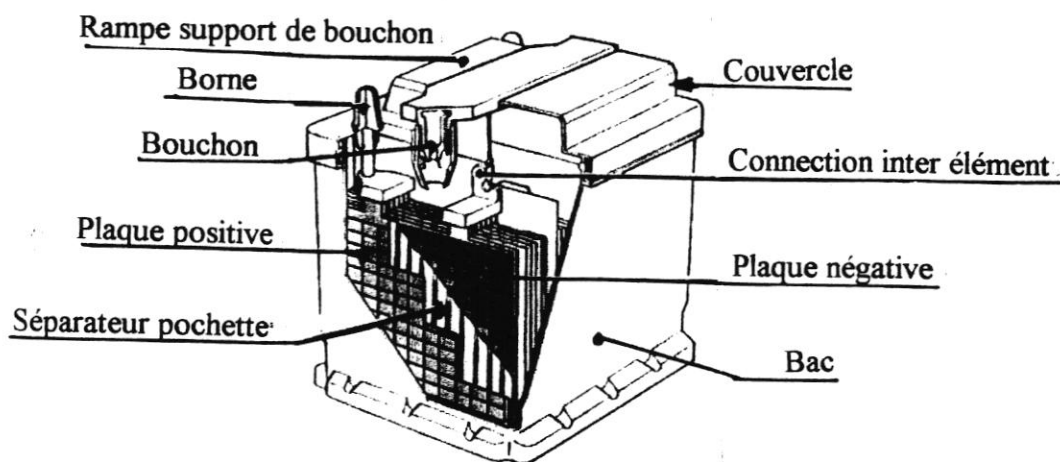
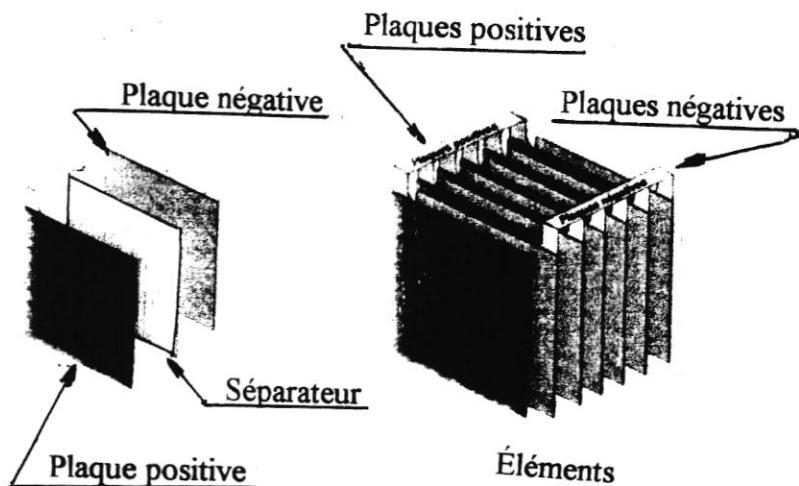
Inversement l'application d'un courant de source extérieure aux électrodes leur permettant de retrouver leur état initial. Il y a migration des électrons au travers de l'électrolyte, de l'anode vers la cathode ce qui établit un courant de charge.



CONSTITUTION DE LA BATTERIE

Un accumulateur au plomb se compose de plaques positives et de plaques négatives avec un séparateur en plastique microporeux permettant de les isoler en laissant une libre circulation des électrons.

Un groupe de plaques positives et négatives forment un élément. Une batterie de 12 volts comporte 6 éléments indépendants montés en série et reliés ensemble par des barrettes formant la tension nominal. Le tout est assemblé dans un bloc en matière inattaquable à l'électrolyte.

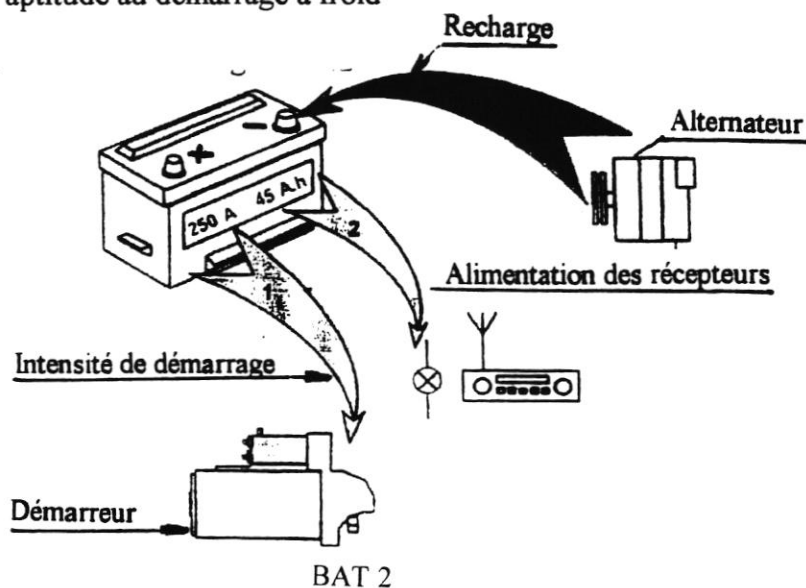


L'électrolyte à une densité comprise entre 1,26 et 1,28 kg/dcm³ et doit couvrir les plaques d'une certaine hauteur. Sur le couvercle se trouve 2 bornes, la plus grosse est la borne positive avec le signe **plus**, l'autre est la négative avec le signe **moins**.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES

La batterie est caractérisée par :

- La tension
- La capacité ou capacité nominale
- L'aptitude au démarrage à froid



La tension

Exprimer en volts (V), elle dépend du nombre d'éléments constituant la batterie. Chaque élément fournit 2,1 volts soit pour 6 éléments une tension théorique de 12,6 volts mais la norme désigne : batterie de 12 volts.

La capacité

Exprimer en ampères-heure (Ah), elle définit la courant électrique (ampère) que la batterie est capable de fournir pendant un temps déterminé jusqu'à ce que sa tension de décharge atteigne un certain seuil.

Cette capacité dépend de la quantité de matière active et du volume de l'électrolyte.

Exemple : en théorie une batterie de 50 Ah doit diffuser 2,5 A pendant 20 heures.

L'aptitude au démarrage à froid

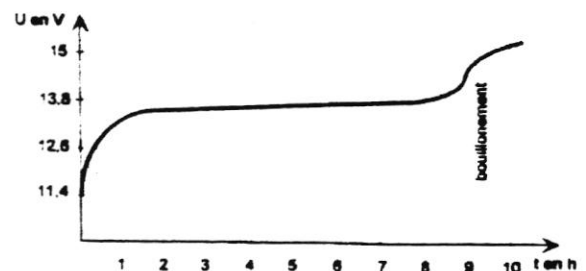
Cette caractéristique définit le comportement de la batterie en situation de démarrage par basse température. La norme indique : Batterie de 250 A doit pouvoir apporter un courant de 250 A pendant au moins 60 secondes à une température de moins 18°C sans que sa tension ne baisse au dessous de 8,4 V. Il faut savoir que plus la température diminue, la capacité de la batterie diminue.

COURBES CARACTERISTIQUES

La lecture des courbes permet de connaître comment se comporte la batterie en charge et décharge.

Courbe de charge

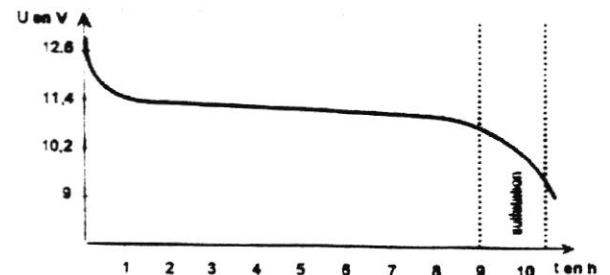
Durant la charge, la tension monte progressivement au dessus de 14 V, la batterie est chargée et l'énergie électrique fournie ne sert plus qu'à séparer l'eau de l'électrolyte (électrolyse de l'eau séparation de l'oxygène et de l'hydrogène) ce qui entraîne un dégagement dangereux risque D'explosion, s'il y a une source de chaleur à proximité.



Courbe de décharge

A la décharge, la tension chute rapidement pendant la première heure, puis, elle est progressive jusqu'à 9 heures environ.

En fin de décharge, le risque de sulfatation des plaques (formation de poudre) sur celles-ci apparaît mettant hors de service la batterie, si rien n'est arrêté.



Le rendement

Cette notion souvent négligée est importante pour connaître l'énergie consommable. Elle doit être prise en compte lors de l'établissement du bilan électrique.

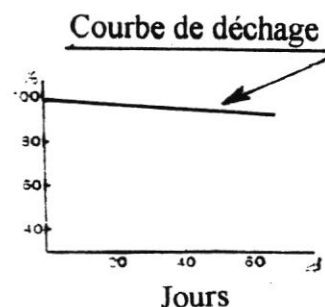
De la capacité nominale, il faut retirer la perte au vieillissement, de la décharge en fin de cycle, etc...

Nous prenons une valeur de 75 % qui peut être ramenée à 60 % si la batterie approche des 4 années de service :

soit une batterie de 100 Ah, nous avons que
$$= \frac{100 \times 75}{100} = 75 \text{ Ah}$$
 ce qui est différent.

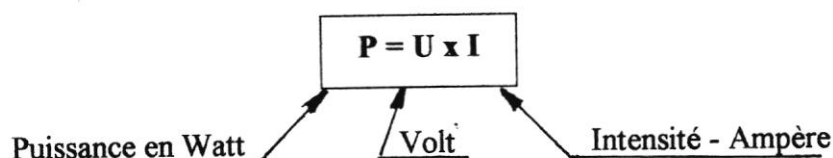
Auto-décharge

C'est la perte de capacité d'une batterie lorsqu'elle n'est pas utilisée. Avec les nouvelles technologies le taux d'auto-décharge est de 2,7 à 3 % par mois, ce qui permet de laisser pratiquement sans entretien les batteries pendant l'hiver à condition de bien les charger en fin de saison.

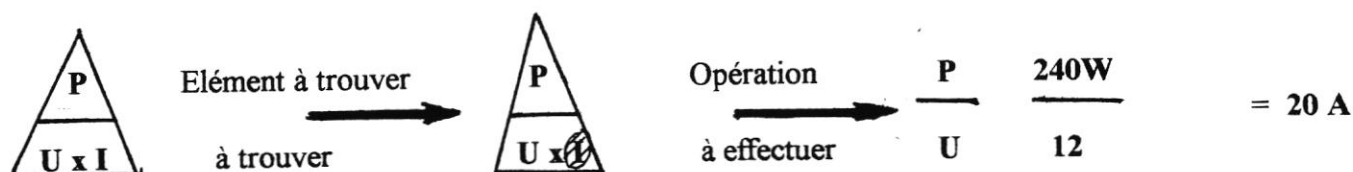


A titre de rappel

Pour les non initiés à l'électricité une formule de base est à retenir



Pour trouver un élément de cette formule, la disposition en triangle permet de connaître quelle opération nous devons effectuer en cachant l'élément dont on veut trouver la valeur.



LES DIFFERENTS TYPES DE BATTERIES

Les bateaux sont équipés de différents types de batterie selon l'usage qui leur est destiné.

Nous avons :

- Batterie de démarrage
- Batterie de servitude
- Batterie sans entretien
- Batterie à électrolyte gélifié
- Batterie de rechange

Batterie de démarrage

Les plaques sont plus nombreuses et plus minces pour permettre une décharge plus rapide et importante lors de la mise en action du moteur.

Batterie de servitude

Les plaques sont plus épaisses permettant une décharge lente. Le rendement est tout à fait adapté aux usages à bord (éclairage, signalisation, radar, sondeur, radio V.H.F ou B.L.U. Etc...)

Batterie sans entretien

L'usage sur les bateaux des batteries sans entretien est devenu courant. La conception a porté sur la matière des plaques, un plus grand volume de l'électrolyte, l'étanchéité avec le milieu extérieur est très améliorée, presque étanche. Suivant les fabricants, la partie supérieure ne comporte plus de bouchons, le couvercle est soudé, si ceux-ci sont présents l'étanchéité est très poussée pour éviter les écoulements éventuels de l'électrolyte.

Batterie à électrolyte gélifié

Dans certaines réalisations, l'électrolyte est absorbé dans les séparateurs ou sous forme de gel permettant l'utilisation de la batterie dans des positions inclinées ou inversées, un voyant de couleur (pèse acide intégré) indique l'état de charge de la batterie.

Batterie de rechange

C'est un compromis dans la conception des plaques ce qui permet de les utiliser dans les 2 fonctions démarrage et servitude, les caractéristiques étant les mêmes.

ENTRETIEN

Aspect extérieur

Ne doit pas présenter d'écoulement d'électrolyte, pas d'oxydation aux bornes et aux cosses. Vérifier si la batterie est toujours bien fixée.

Contrôle

Celui-ci portera sur la tension et la densité de l'électrolyte.

Tension

Celle-ci sera vérifiée à l'aide d'un contrôleur pour éviter d'atteindre le seuil critique de 9 V ainsi que la tension maxi de 13,7 V.

Densité

Si la batterie le permet, contrôler la densité de l'électrolyte à l'aide d'un densimètre. Ce petit appareil est le meilleur diagnostic qui complète les indications données par le contrôleur sur l'état de la santé de la batterie. Cette mesure est plus complète, plus précise, elle donne l'état de chaque élément car le contrôleur ne donne que la tension globale.

L'ÉTAT DE CHARGE ET LES TENSIONS EN FONCTION DE LA DENSITÉ

Densité électrolyte	1 260	1 240	1 230	1 210	1 200	1 175	1 150
Décharge en %	0	20	30	40	50	60	80
Tension de la batterie 12 V	12,7	12,5	12,4	12,3	12,2	12,1	10,8
Eléments de 2 V	2,15	2,1	2,06	2,05	2,03	2	1,8

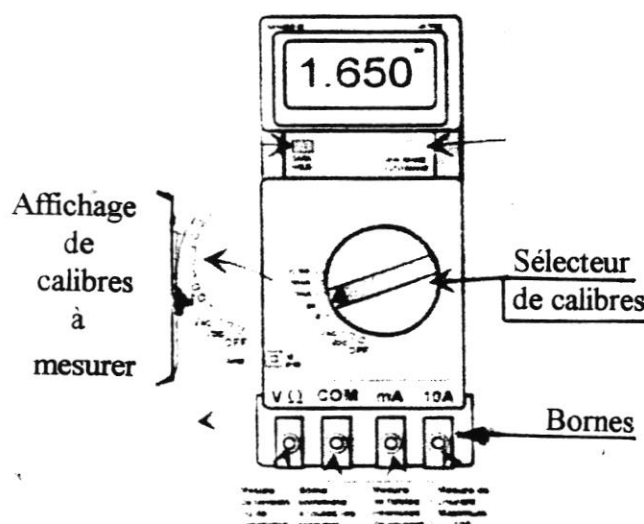
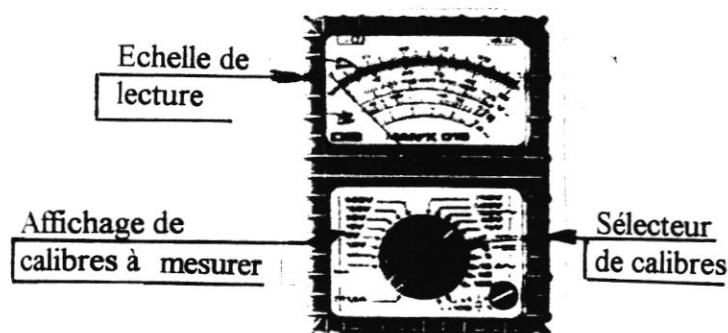
Outils de contrôle

Le contrôleur

Nous sommes en présence de 2 modèles qui ne diffèrent que par l'affichage, l'un est à aiguille, l'autre digital.

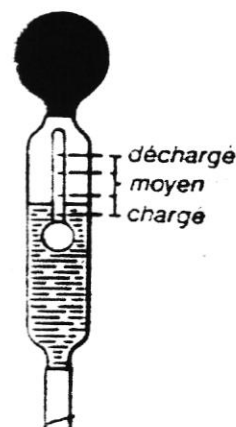
Le deuxième modèle est préférable, moins fragile, plus simple d'emploi et lecture directe de la valeur.

Cet appareil à plusieurs fonctions suivant ce que l'on veut mesurer : ampèremètre, voltmètre, ohmmètre.



Le densimètre

C'est un flotteur tubulaire en verre lesté de grains de plomb et employé dans une pipette avec laquelle on aspire une dose suffisante d'électrolyte pour que le flotteur puisse plonger plus ou moins profondément dans le liquide suivant sa densité, il ne reste plus qu'à lire cette valeur sur l'échelle graduée.



La charge

La charge de la batterie est réalisée, soit directement sur le bateau par l'alternateur, soit sur la batterie démontée avec un chargeur, ceux-ci se trouvant à l'extérieur du bateau. Le chargeur doit être automatique de préférence ce qui enlève tout souci, pas de problème de surcharge, de sulfatation des plaques.

Pour connaître quelle intensité de charge que vous allez prendre, la méthode est simple c'est 10% ou 20% de la capacité de la batterie soit 8 ampères pour une batterie de 80 Ah ou 4 Ah, c'est le temps de charge qui est double dans ce cas là. Choisir de préférence la durée la plus lente mais elle ne doit pas excéder 14 heures afin d'éviter des problèmes à l'intérieur de la batterie.

Vous pouvez utiliser les chargeurs de bord prévus à cet effet, mais vous devez prendre la charge la plus faible.

Si vous utilisez le courant 230 volts d'une borne de quai vous devez démonter les 2 cosses de la batterie avant de brancher les pinces venant du chargeur afin d'éviter une détérioration des diodes de l'alternateur.

Pour permettre une charge normale, éviter de descendre la capacité en dessous de 10 V, autrement vous devez charger sous une intensité très faible si le chargeur le permet.

Par courtoisie ne pas charger une batterie, moteur tournant au port.

LES ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT

ANOMALIES	CAUSES POSSIBLES	REMÈDES
L'électrolyte à tendance à bouillonner sur tous les éléments	Tension de décharge trop élevée	- Vérifier le régulateur de l'alternateur par un spécialiste
L'électrolyte ne bout que sur un élément	Élément défectueux	- Changer la batterie
Niveau d'électrolyte trop bas	Vérifier état du bac	- Si non refaire avec de l'eau déminéralisée. - Autrement changer de batterie
Charge incomplète	Système de recharge faible	- Voir un spécialiste
La tension ne monte pas aux bornes	Système de recharge défectueux	- Vérifier tension sortie alternateur (spécialiste) - Vérifier la tension de la courroie de l'alternateur
La batterie ne tient plus la charge	- Sur une batterie de plus de 5 ans - Sur une batterie neuve, plaques sulfatées	- A changer - Voir le vendeur pour la garantie - A changer de préférence
Batterie est hors d'usage au bout d'un an	- Utilisation au delà de sa capacité - Tension trop faible au moment de l'hivernage	- Prévoir une plus grande capacité - Bien hiverner (tension niveau électrolyte)
Voyant reste éteint	- Serrage des cosses insuffisant et présence d'oxydation	- Nettoyer les bornes ou les cosses puis resserrage et graissage léger
Bouillonnement immédiat dans l'électrolyte après un chargement avec chargeur mobile	- Etat des plaques Ou - Manque d'électrolyte	- Changer la batterie - Faire le plein et vérifier après charge

LES INTERVENTIONS

Précaution avant démontage

Quand vous intervenez sur le circuit électrique vous devez obligatoirement retirer en premier la cosse de la borne **moins** de la batterie.

Démontage d'une cosse

Après desserrage du boulon, si la cosse ne bouge pas, utiliser un tournevis, mettre le plat dans l'espace des pattes, puis tourner celui-ci pour les écarter, la cosse doit sortir sans effort.

Nettoyage des bornes et cosses

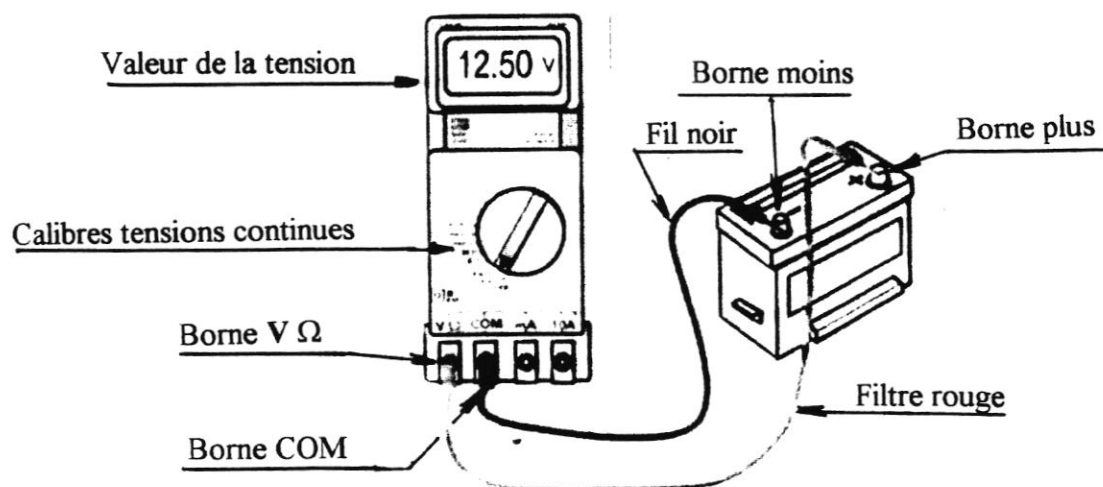
Enlever les dépôts de graisse sur les bornes et à l'intérieur des cosses.
Puis prendre du papier abrasif (grain de 1000), et enlever à sec l'oxydation.
Vous pouvez utiliser des outils du commerce, le seul valable est la brosse avec fils en laiton.

A n'employer que très rarement

Remontage des cosses

Brancher en premier la cosse sur la borne **plus** puis sur la borne **moins**. Appuyez chaque cosse sur leur borne conique. Serrer le boulon sans déformation des pattes de la cosse, et celle-ci ne doit pas bouger. Après serrage mettre la vaseline sur l'ensemble, ne pas oublier de poser la protection sur la borne **plus**, si la batterie en était équipée.

Contrôle de la tension



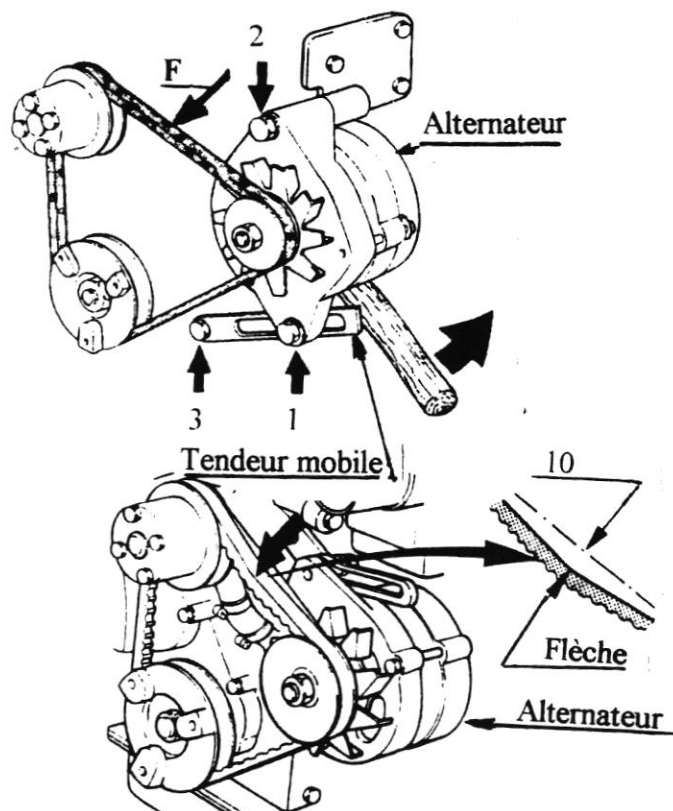
Le sélecteur est positionné sur le calibre de mesure des tensions continues. Le fil noir est relié à la borne **COM** le fil rouge est relié à la borne [**V-Ω**]. Puis dans l'ordre branchez sur la batterie la pince du fil rouge sur la borne **plus**, ensuite la pince du fil noir sur la borne **moins**.

Tension de la courroie de l'alternateur

Par sécurité enlever la clé du contacteur de démarrage, mais laisser les cosses serrées sur les bornes

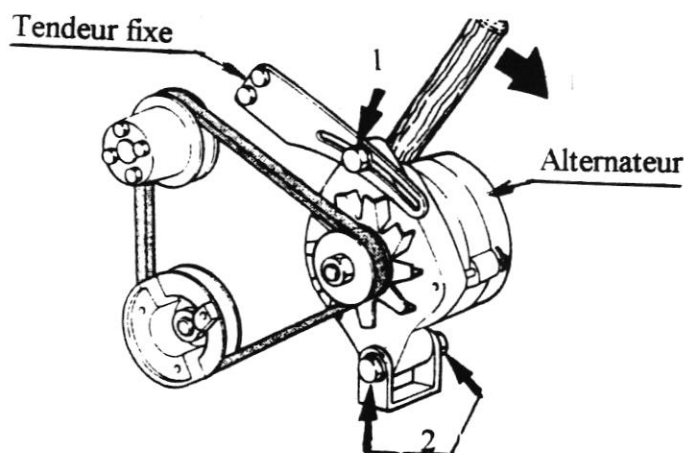
① Alternateur avec tendeur mobile

Desserrer de quelques tours les vis 1 - 2 - 3, faites pivoter l'alternateur pour tendre la courroie, puis serrer dans l'ordre : la vis 1 puis la 3 et la 2 en dernier. Vérifier la flèche de la courroie qui doit être de l'ordre de 10 millimètres sous la pression du pouce au maximum suivant F.



② Alternateur avec tendeur fixe

Procéder comme en 1 mais en agissant que sur les vis 1 et 2



Montage supplémentaire d'une batterie

Le montage supplémentaire de la batterie entraîne une insuffisance de charge de l'alternateur, ce qui oblige de faire tourner le moteur plus longtemps ou de prévoir le montage d'un deuxième alternateur. Deux solutions mécaniquement valables, soit sur le moteur si le fabricant a prévu un emplacement ou sur l'inverseur.

Cette disposition entraîne le montage d'un répartiteur de charge ainsi que la modification de la câblerie.

