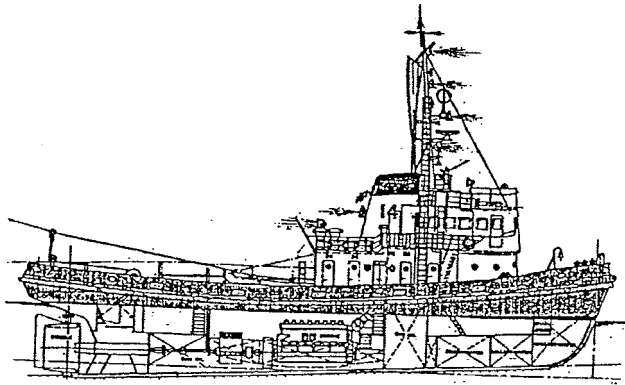
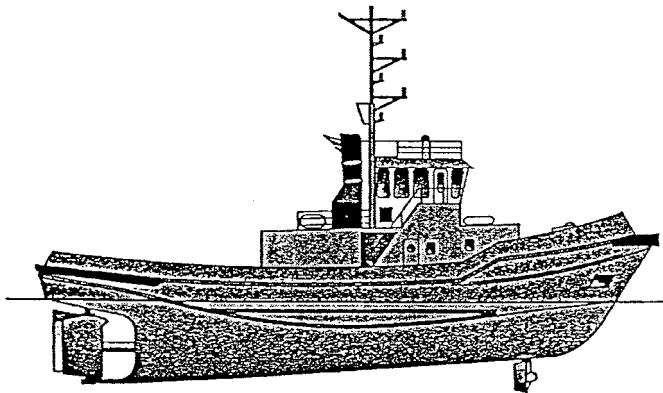


# II - DIFFERENTS TYPES DE REMORQUEURS

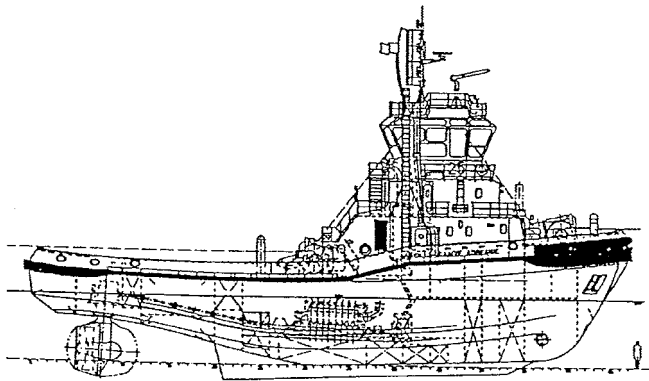
## PROPULSION A L'ARRIERE



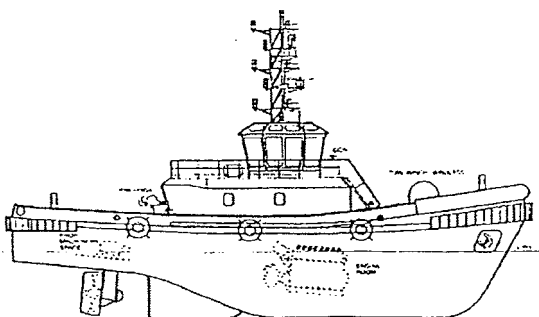
Remorqueur Classique



Remorqueur "Combi"

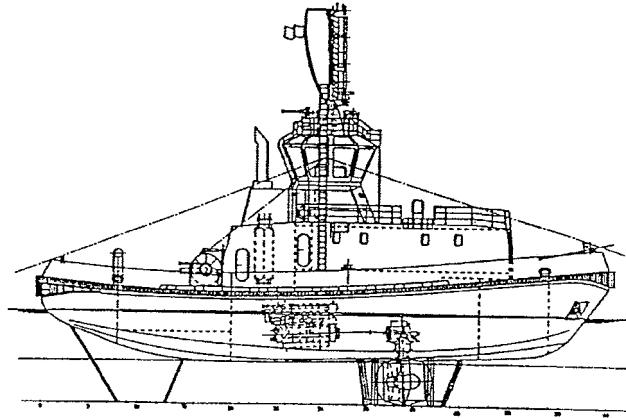


Remorqueur "Azimuth Stern Drive" (ASD)

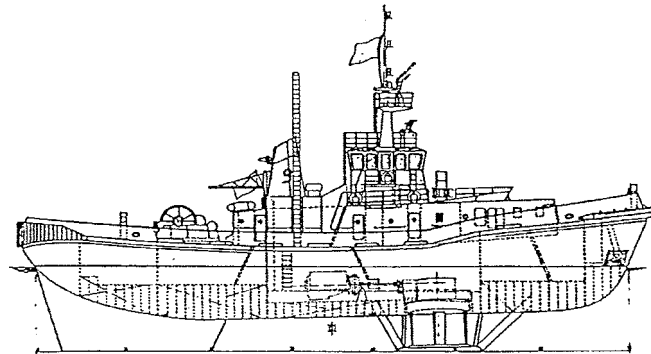


Remorqueur "Tracteur Inversé"

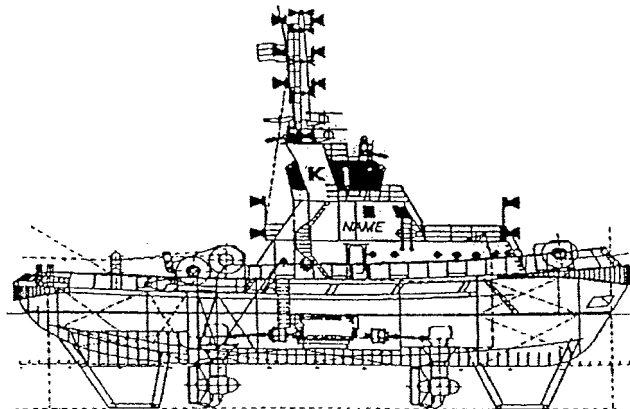
## PROPULSION A L'AVANT : TRACTEURS



Remorqueur tracteur à propulseurs azimutaux



Remorqueur tracteur à propulseurs  
"Voith-Schneider"



Remorqueur tracteur à trois propulseurs azimutaux

## 1) REMORQUEURS CLASSIQUES

### Caractéristiques communes à l'ensemble de cette famille

En général, nous trouvons,

- une seule hélice de grand diamètre, située sur l'arrière, entraînée lentement par un moteur puissant de façon à exercer progressivement une forte traction.
- un grand gouvernail leur assurant une bonne manœuvrabilité.
- un tirant d'eau important qui diminue la dérive, augmente la stabilité, et permet d'immerger l'hélice plus profondément.
- un rapport longueur/largeur faible et un  $p$ -a élevé assurant une bonne stabilité pour pouvoir être parfois déhalé, en travers, à faible vitesse.
- des superstructures peu importantes, laissant un large passavant sur le pont, de façon à ce qu'elles ne soient pas en contact avec le remorqué, même avec un peu de roulis. L'existence de ce passavant permet aussi de passer la remorque de la plage avant à la plage arrière au cours de certaines manœuvres (franchissement de l'écluse Quinette de Rochemont au Havre).
- un avant renforcé entouré d'une importante défense permettant de pousser sur la coque des navires.
- un arrière large et en porte-à-faux afin d'assurer une bonne protection de l'hélice.
- un croc de remorque à largage rapide commandé de la passerelle ou sur place, situé un peu sur l'arrière du milieu de la longueur, aussi près que possible de la verticale du centre de dérive transversal.

### Avantages

- Ces remorqueurs possèdent **une bonne force statique de remorquage** en avant variant de 1,3 à 1,5 tonnes pour 100 Cv de puissance motrice. Ils seront donc surtout utilisés comme remorqueurs "en pointe" à l'avant.
- Très bonne stabilité de cap en avant lorsque le remorqueur n'est pas "sous remorqué".
- **Prix à l'achat et coût d'utilisation moins élevés** qu'un remorqueur dit "à propulseur" de même traction au point fixe.

### Inconvénients

- Risque de chavirement (voir "Remorquage Portuaire"), la position du croc au milieu du remorqueur, de l'hélice et du gouvernail à l'arrière fait que dans certains cas le remorqueur peut être "pris en travers" et risquer de chavirer.
- La force de traction en arrière n'est que de 50 à 70 % de celle obtenue en avant.
- Dans certaines conditions de vent, il doit mouiller pour se maintenir dans une position lui permettant d'établir une remorque lors de l'appareillage d'un navire à quai.
- L'établissement d'une remorque avec un navire possédant de l'erre, est plus délicat qu'avec un remorqueur "à propulseurs" (voir "Remorquage portuaire")
- Pas de possibilité de poussée latérale.
- Longue distance d'arrêt à pleine vitesse : environ 3 fois sa longueur.
- Obligation lorsqu'il est employé comme remorqueur arrière d'utiliser une "bosse" qui ramène le point de traction sur l'arrière du remorqueur.
- En fin de transit, avant de l'étaler ou le faire éviter, le remorqueur classique, tourné à l'arrière, fera embarder le remorqué lorsqu'il passera de la position "en garde" à la position "en flèche".
- "En flèche", devant ou derrière, il imprimera au remorqué une composante de traction contraire à l'évolution souhaitée, lorsqu'on lui demandera de changer de bord. Derrière ce sera en s'appuyant sur sa bosse pour par exemple passer en "travail direct". Devant ce sera en s'appuyant sur sa remorque pour changer de bord.

### Différents types de remorqueurs classiques

Outre les caractéristiques générales énoncées ci-dessus, il existe différents types de remorqueurs "classiques". (Les chiffres qui suivent ne sont cités que pour donner un ordre de grandeur).

#### Mono hélice, pales fixes

Une seule hélice de grand diamètre, un gouvernail à grand safran situé dans l'axe.

*Avantages* : Grande simplicité de conception, prix d'achat et d'exploitation relativement moins élevés que tous les autres types.

*Inconvénients* : Danger de chavirement, rapport traction/puissance faible (1,3 t pour 100 Cv), hélice à pales fixes conçue pour des conditions d'exploitation bien déterminées, d'où un manque de souplesse dans son utilisation.

#### Mono hélice, pales fixes, tuyère fixe

Une seule hélice logée dans une tuyère fixe et un gouvernail situé sur l'arrière de la tuyère, dans l'axe.

*Avantages* : La traction est augmentée (le rapport traction/puissance passe à 1,5 t pour 100 Cv) et la poussée en avant se trouve améliorée de 30% par rapport à celle d'un "Mono hélice, Pales fixes + Safran".

### Inconvénients :

L'hélice est parfois plus vulnérable, les débris et les épaves pouvant être attirés dans la tuyère. On y remédie toutefois en utilisant des hélices de type Kaplan qui repoussent les divers objets.

### Mono hélice, pales fixes, tuyère orientable

(Voir Figure n° 1)

Une seule hélice entourée d'une tuyère mobile orientable de 35 à 40° de chaque bord.

**Avantages :** Manœuvrabilité augmentée, surtout en marche arrière.

A noter l'ajout éventuel d'un propulseur d'étrave comme le montre la figure n° 1.

### Mono hélice à pales orientables

**Avantages :** Grande souplesse d'utilisation. La variation du pas permet de s'adapter à la vitesse du remorquage en utilisant la puissance maximale et il y a donc moins de perte de traction avec l'augmentation de la vitesse.

Le gain en force statique de remorquage par rapport au remorqueur mono hélice à pales fixes est notable, passant à 1,7 t pour 100 Cv.

### Inconvénients :

Diminution de la traction en marche arrière.

L'hélice à pales orientables peut être entourée d'une tuyère fixe ou mobile, avec les avantages et les inconvénients décrits précédemment.

### Deux hélices

Deux hélices à pales fixes ou mobiles entourées ou non de tuyères fixes ou mobiles avec un ou plusieurs safrans en face des hélices ou des tuyères, parfois un propulseur d'étrave.

L'ensemble peut être combiné pour obtenir une très grande manœuvrabilité en avant et en arrière. Le système « joystick » que l'on trouve parfois sur ce type de remorqueur est un système de commande unique, relié à un ordinateur qui agit tout à la fois sur la barre, le propulseur avant, la marche avant ou arrière, le nombre de tours d'hélice et le pas. Il permet ainsi, à partir d'une manipulation unique et très simple, d'obtenir n'importe quel mouvement. On le trouve par exemple à bord des remorqueurs d'assistance.

### Trois hélices

Trois hélices entourées de tuyères fixes avec un gouvernail en face de chaque tuyère.

La multiplication des hélices permet une réduction du diamètre de chacune d'entre elles. Il en résulte une diminution du tirant d'eau du remorqueur, ce qui peut être appréciable pour l'utilisation en rivières ou lagunes. Quand toute la puissance n'est pas requise, on peut n'utiliser que l'hélice centrale et réaliser ainsi une économie certaine

La diminution du diamètre des hélices entraîne une diminution du rapport traction/puissance : 1,33 t pour 100 Cv.

## CAPITAINE JEAN THOMAS

**Armement :** Société de Remorquage Maritime de Rouen

**Année de Mise en Service :** 1994

**Longueur Hors tout :** 29 m

**Largeur hors membre :** 8,25 m

**Tirant d'eau :** 3,80 m

**Jauge Brute :** 190 TJB

**Puissance :** 1500 Cv

**Vitesse :** 12 nœuds

**Traction au point fixe :**

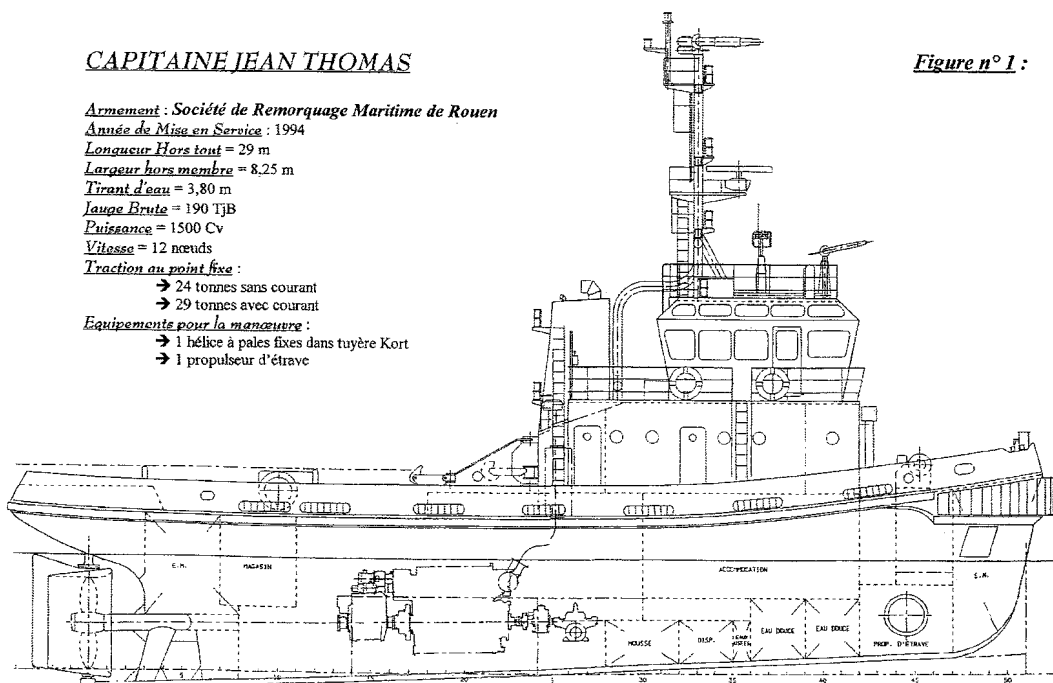
→ 24 tonnes sans courant

→ 29 tonnes avec courant

**Équipement pour la manœuvre :**

→ 1 hélice à pales fixes dans tuyère Kort

→ 1 propulseur d'étrave



**Figure n° 1 :**

Figure n° 1

## 2) REMORQUEURS TRACTEURS

### Remorqueurs Tracteurs à propulseurs "Voith-Schneider"

#### Description Générale

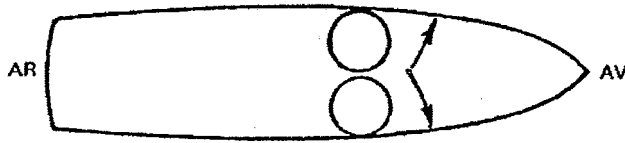
(Voir Figure n° 1 de l' "Abeille Provence" feuille suivante)

L'élément principal de propulsion est constitué par un ou plusieurs "propulseurs" horizontaux, situés généralement à environ 30 % de la longueur en partant de l'avant.

Le propulseur est dit horizontal car la rotation s'effectue dans un plan horizontal. L'installation se compose d'un tambour logé dans la coque ; celui-ci est en rotation constante autour d'un axe vertical.

A la périphérie de la partie inférieure du tambour, deux ou trois paires de pales diamétralement opposées participent au mouvement circulaire du tambour en pouvant aussi pivoter autour de leur axe de fixation.

Dans le cas des installations à deux propulseurs, placés l'un à côté de l'autre et transversalement, les sens de rotation des tambours sont opposés.



L'ensemble des propulseurs est protégé par un bouclier ou « panier » horizontal assez résistant pour supporter un choc violent ou le poids du remorqueur lors d'un échouage. Dans le but de compenser la contraction du sillage défavorable, lors de fortes charges, ce bouclier agit aussi comme tuyère : il réduit les pertes dues aux turbulences d'extrémités de pales.

On trouve à l'arrière un aileron vertical qui permet la mise sur cale et assure la stabilité de route (une amélioration récente a été apportée à cet aileron : voir paragraphe "Turbo fin"). Il a également pour rôle de déplacer vers l'arrière le Centre de Dérive Transversal.

Le croc de remorque, ou plus généralement le treuil, est situé à une distance comprise entre 15 % et 30 % de la longueur à partir de l'arrière.

Enfin en sortie de treuil la remorque passe sous un chaumard (souvent appelé "H" en raison de sa forme) situé sur l'axe passant par le milieu de l'aileron arrière.

#### Principe de fonctionnement

(Voir aussi chapitre relatif au propulseur cycloïdal : chapitre "Le Navire" page 41)

Comparé à l'hélice ordinaire ou l'action est relativement facile à comprendre, le fonctionnement du « V-S » apparaît quelque peu inhabituel. A vrai dire l'origine de la Poussée étant beaucoup plus difficile à expliquer que pour l'hélice normale, nous nous limiterons à une explication sommaire.

Une illustration assez éloignée de cette méthode de propulsion, connue de tous les marins, est celle de la godille où, en maniant l'aviron à un angle variant constamment dans l'eau, de part et d'autre de la direction du déplacement, on obtient une Poussée en avant.

Sur un "V-S" les pales sortent de la coque à 90° et tournent autour d'un axe vertical. Un mouvement de pivotement propre de chaque pale autour de son axe est superposé au mouvement uniforme de rotation du tambour, à la périphérie duquel sont fixées ces pales. L'axe d'une pale, au cours d'une révolution du tambour, décrit donc une cycloïde, d'où l'origine de l'adjectif cycloïdal donné à ce type de propulsion.

Le mécanisme de pivotement des pales étant d'une réalisation très complexe nous ne rentrerons pas dans les détails de fonctionnement qui lui permet d'obtenir un effet de godille.

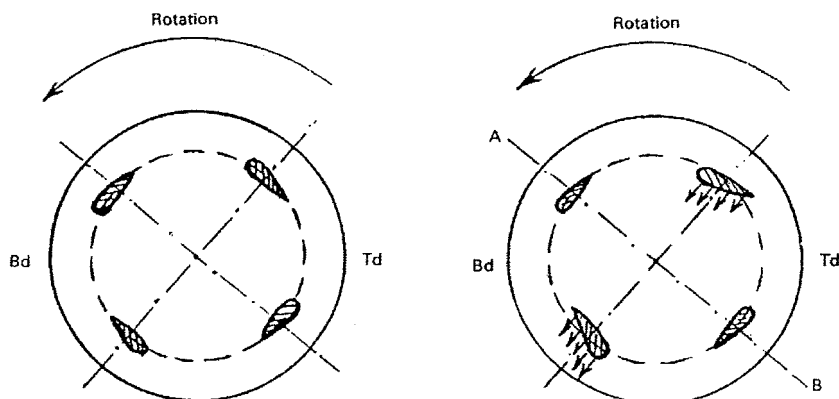
A la position zéro de la commande, les pales restent tangentes au cercle que leur fait décrire le tambour. Elles ne subissent aucun pivotement.

Comme dans le cas du pas zéro pour une hélice, le tambour tourne mais aucune poussée ne se produit.

Voir Figure n° 2 ci-dessous.

A une position quelconque de la commande, chaque pale est inclinée dans un sens pendant un demi-tour du tambour, dans l'autre sens pendant le demi-tour suivant.

Voir Figure n° 3 ci-dessous.



L'inclinaison s'annule dans les deux positions diamétralement opposées A & B qui correspondent à une poussée nulle et sont fixes par rapport au remorqueur.

Au cours d'un demi-tour, l'inclinaison part de zéro, augmente, passe par un angle maximal appelé "pas" puis diminue. La pale diamétralement opposée pivote en sens inverse et produit ainsi une poussée dans le même sens que la première.

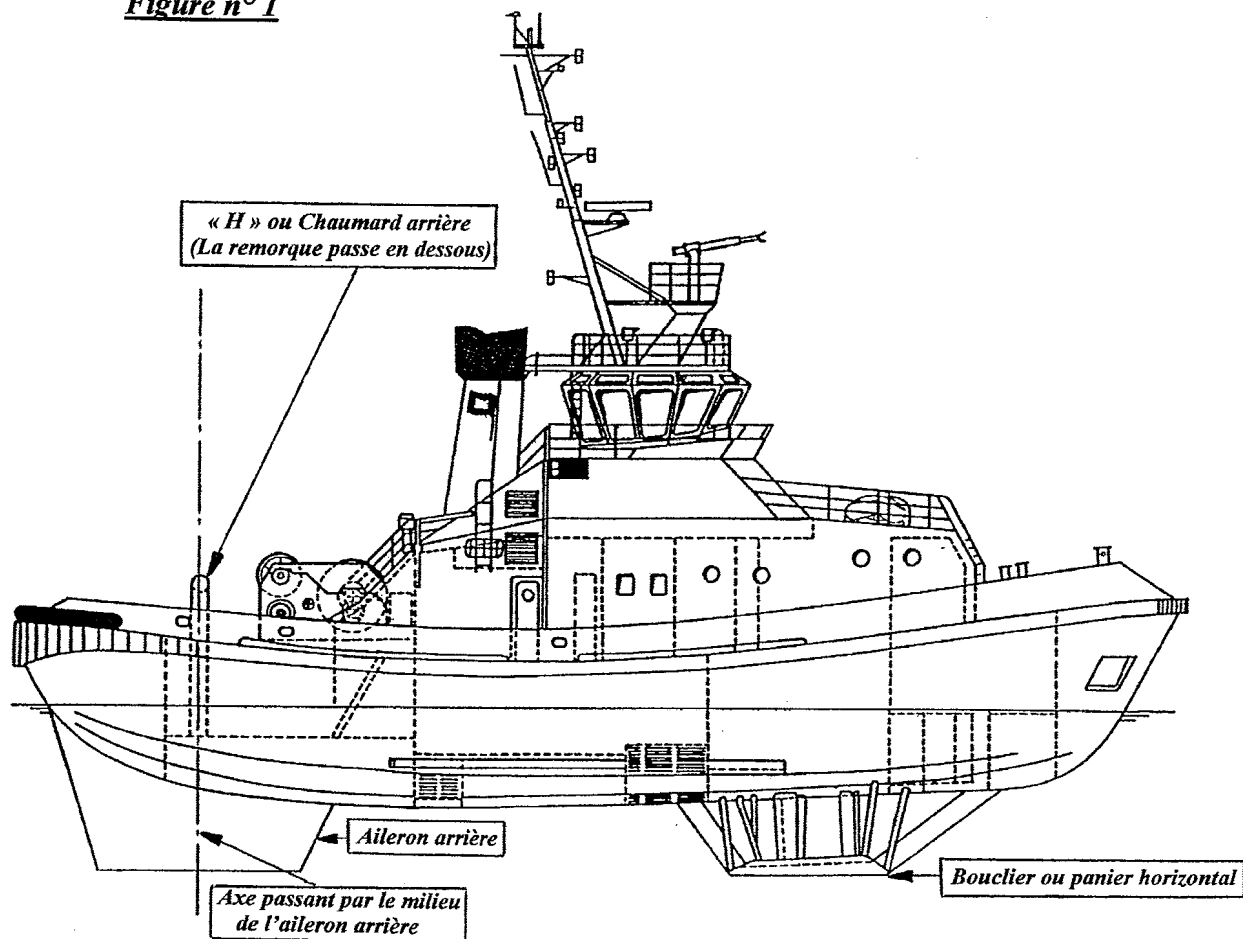
L'oscillation des autres paires de pales est réglée pour que leur inclinaison nulle se produise sur le même diamètre pour une position donnée de la commande.

La résultante des poussées de toutes les pales est ainsi perpendiculaire au diamètre AB.

L'utilisateur a deux possibilités :

- soit augmenter ou diminuer le pas, donc la poussée.
- soit faire varier l'orientation du diamètre AB par rapport à l'axe du remorqueur, donc de la direction de la poussée.

**Figure n° 1**



**Main Data**

length overall	34,87 m
beam moulded	11,52 m
depth	4,40 m
max. draught	5,48 m
displacement	720 T
tonnage	492 GRT

**Propulsion**

main engine	2 x CATERPILLAR 3606
total output	5200 H.P.
propulsion	2 VOITH GR 32 G II/200
service speed	12,5 Knots
M.D.O.	150 T

**Winch**

bollard pull	50 TBP
winch	KERDRANVAT Water fall type 2 Drums
hook	WIECKHOFF

**Builder**

year built	Breheret Leroux et Lotz Dieppe
class	1992
	L.R.S. 100 A 1 TUG LMC/UMS

**Antipollution Firefigting**

foam	30 m3
dispersant	2 x 10 m3
fire pump	1 x 1200 m3/h 2 Monitors 600m3/H

**Caractéristiques Principales**

longueur hors tout	34,87 m
largeur hors membres	11,52 m
creux	4,40 m
tirant d'eau maxi	5,48 m
déplacement	720 T
jauge brute	492 TJB

**Propulsion**

moteur principal	2 x CATERPILLAR 3606
puissance installée	5200 C.V.
propulsion	2 VOITH GR 32 G II/200
vitesse	12,5 Noeuds
M.D.O.	150 T

**Treuil**

traction	50 T B.P.
treuil	KERDRANVAT type Waterfall 2 tambours
croc	WIECKHOFF

**Constructeur**

année de construction	Breheret Leroux et Lotz Dieppe
classe	1992
	L.R.S. 100 A 1 TUG LMC/UMS

**Antipollution Incendie**

mousse	30 m3
dispersant	2 x 10 m3
pompe incendie	1 x 1200 m3/h 2 canons 600m3/H

## Manœuvre

### Tracteur à un seul propulseur :

Le capitaine dispose à la passerelle de deux organes de commande :

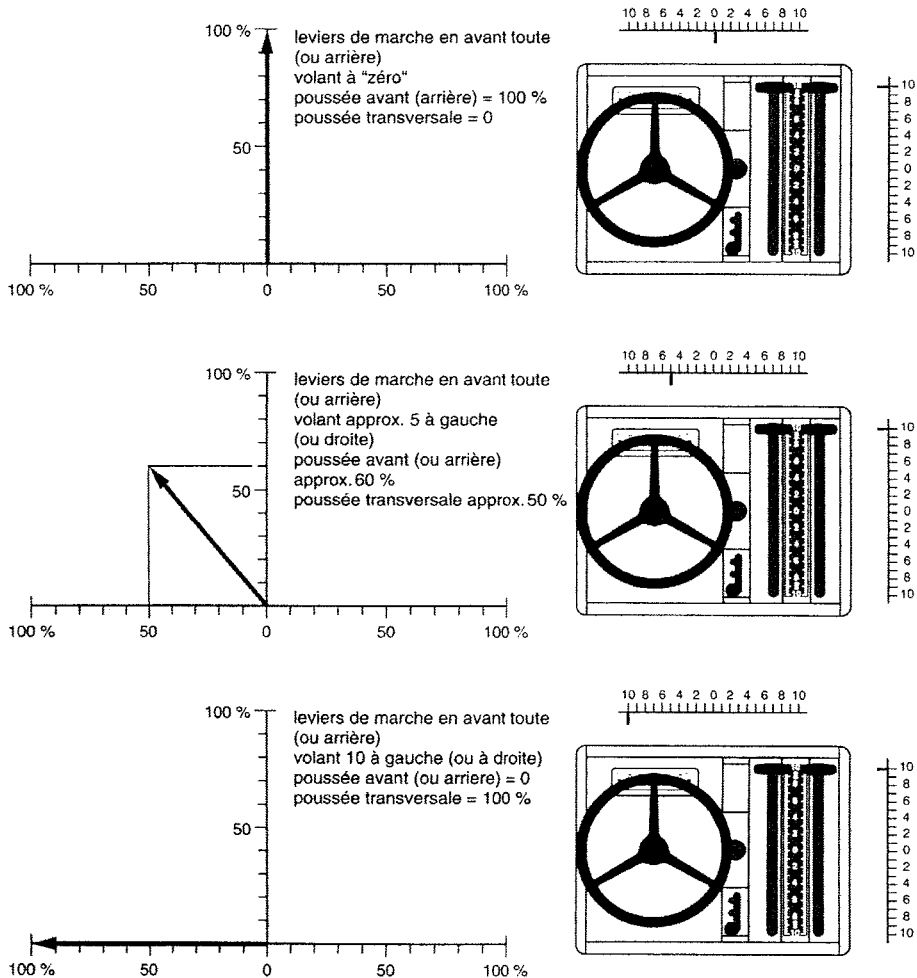
- un volant de gouverne qui contrôle le pas transversal et donne une poussée transversale. Il a un effet de direction.
- un levier de marche qui contrôle le pas longitudinal et donne une poussée longitudinale. Il a deux effets : il commande la marche avant ou arrière et, suivant sa position, augmente le pas, et donc la poussée.

Ainsi, lorsque le volant est dans l'axe, et le levier sur zéro, il ne se produit rien.

Lorsque le volant est sur 45° bâbord (ou position 5 à gauche) et le levier sur avant toute, on obtient une poussée vers l'avant de 60% de la poussée maximale, et une poussée vers bâbord de 50% de la poussée maximale.

Lorsque le volant est sur 90° bâbord (ou position 10 à gauche), il n'y a plus qu'une seule poussée dirigée sur bâbord dont on fera varier la force en déplaçant le levier de marche qui agit sur le pas.

L'illustration de ceci est donnée par la figure ci-dessous.



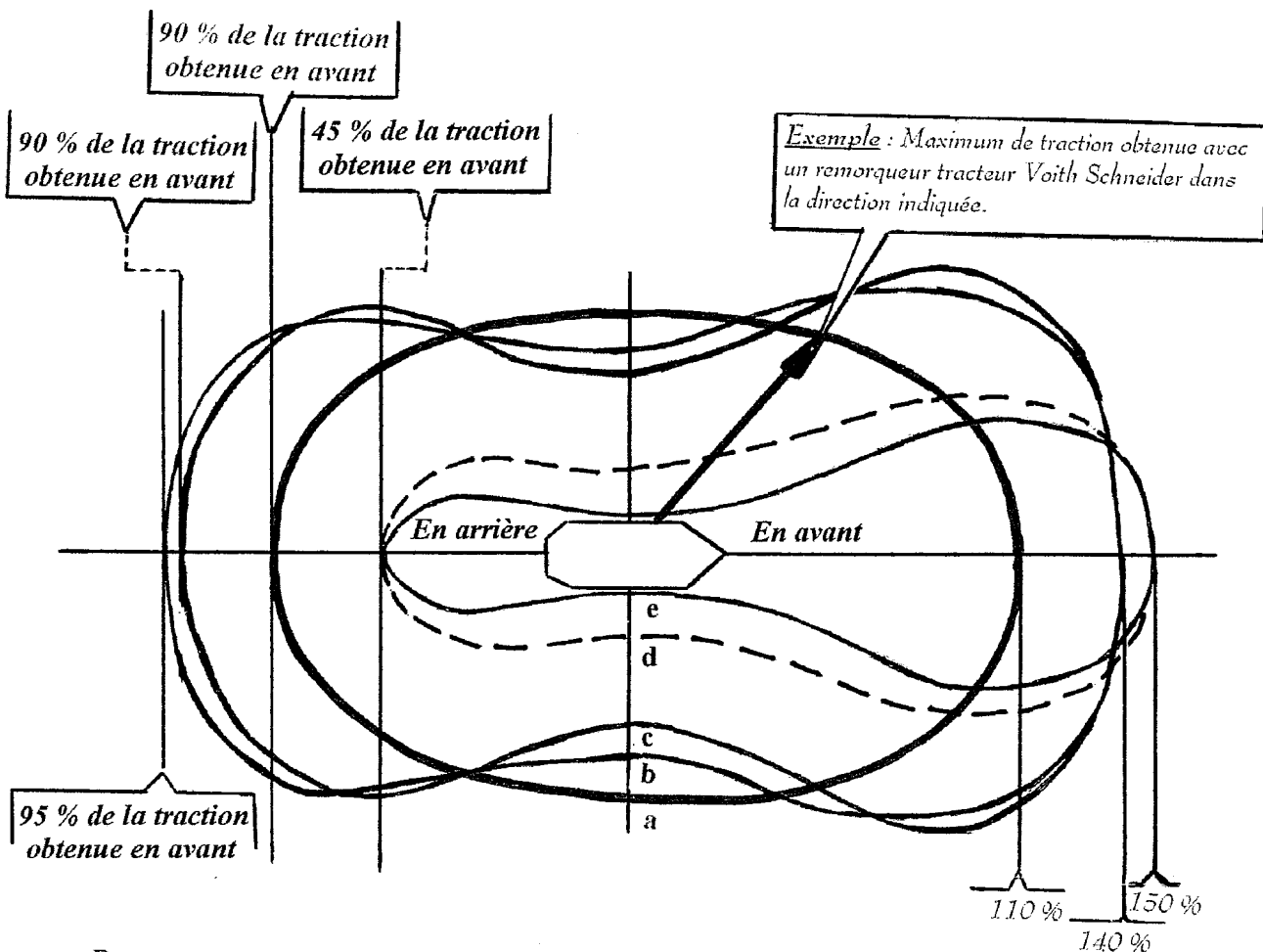
**Directive :** La poussée dans l'axe longitudinal du remorqueur diminue au fur et à mesure que l'angle de gouverne augmente. Si le volant de gouverne est amené à 90° (répétiteur sur 90°), aucune poussée longitudinale ne se produit.

Si lors d'une manœuvre une poussée AV ou AR est nécessaire, le volant de gouverne ne doit être viré que jusque environ 45° (répétiteur) pour obtenir une poussée transversale.

Une poussée longitudinale encore suffisante est ainsi toujours garantie, et le remorqueur réagit au déplacement du levier de marche.

Pour des raisons de sécurité, cette directive doit absolument être respectée par le capitaine du remorqueur.

**Diagramme de Traction : Donne un comparatif des performances de traction en statique (Vitesse nulle) de chaque type de remorqueur pour une puissance propulsive installée identique.**



a : Remorqueur tracteur Voith Schneider

b : Remorqueur tracteur à propulseurs azimutaux

c : Remorqueur ASD ( "Azimutal Stern Drive" )

d : Remorqueur classique à 2 hélices à pales orientables dans tuyères & pourvu d'un propulseur d'étrave

e : Remorqueur classique à 2 hélices à pales orientables dans tuyère sans propulseur d'étrave

*Tracteur à deux propulseurs :*

Un seul volant de gouverne mais deux levier de marche. Ceci permet d'agir séparément sur le pas de chaque propulseur et sur sa composante longitudinale.

On peut ainsi, comme le montre le schéma ci-dessous, obtenir un déplacement transversal.

Si on désire un mouvement transversal vers tribord, on déplace le levier de marche bâbord vers l'avant, le levier tribord vers l'arrière, et on braque ensuite le volant vers bâbord. Le couple résultant de la direction opposée des poussées des deux propulseurs est repris par le volant, et il s'établit un mouvement de "marche transversale"

Les deux leviers de marche peuvent être couplés.



### Performances :

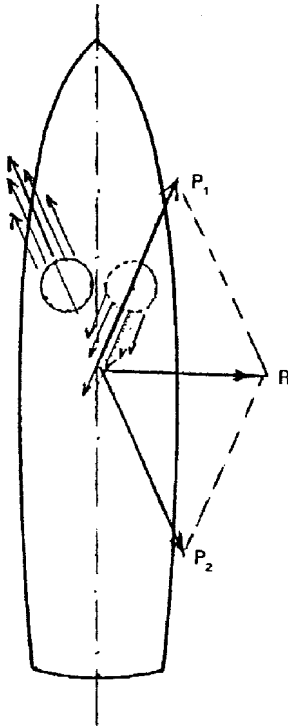
**Poussée :** Comme le montre le diagramme des tractions comparatives de chaque type de remorqueur, les remorqueurs "Voith-Schneider" perdent moins de traction que les remorqueurs à hélices quand ils ne tirent plus dans l'axe de leur remorque. La poussée transversale dans ce cas est égale à 70% de la poussée au point fixe dans l'axe de la remorque.

Leur force statique de remorquage n'est que de 1 tonne pour 100 Cv de puissance motrice alors qu'elle est de 1,5 tonne pour un classique équipé d'une hélice à pales orientables dans une tuyère.

Leur vitesse maximale peut atteindre 12,5 nœuds en avant ou en arrière ; à cette vitesse, le remorqueur s'étale sur sa longueur.

Une rotation sur 180° s'effectue en 23 secondes.

Une rotation sur 360° s'effectue en 45 secondes.



### Avantages :

- **Manœuvrabilité excellente**

- **Sécurité :** La position du (ou des propulseurs) à l'avant et du croc (ou treuil de remorque) à l'arrière, élimine tout risque de chavirement si le remorqueur est rappelé par sa remorque.

Sa manœuvrabilité excellente est bien sûr aussi un gage de sécurité.

- **Fiabilité et robustesse** des propulseurs : un remorqueur "Voith-Schneider" n'est immobilisé pour grande visite de ses propulseurs qu'une fois en 20 ans (un propulseur "Voith-Schneider" peut attendre 60 000 heures de marche avant d'être visité !) contre 1 fois en 5 ans pour un remorqueur à propulseurs azimutaux. Le remorqueur peut s'échouer, talonner (presque) sans dommage ni pour ses propulseurs qui sont bien défendus ni pour sa coque, à laquelle ils ne transmettent pas l'effort.

### Inconvénients :

- Le rapport traction/puissance de 1 t pour 100 Cv est faible par rapport aux remorqueurs classiques (1,5 t) et à propulseurs azimutaux (1,4 t).

- **Très mauvais rapport Consommation/Puissance.**

- Propulseurs chers à l'achat (Environ 3 fois plus cher qu'un propulseur azimutal.)

- Pièces de rechange et heures de main d'œuvre élevées lors des visites

- L'apprentissage de la manœuvre, sur ce type de remorqueur, requiert une longue pratique, pour en posséder toutes les ficelles.

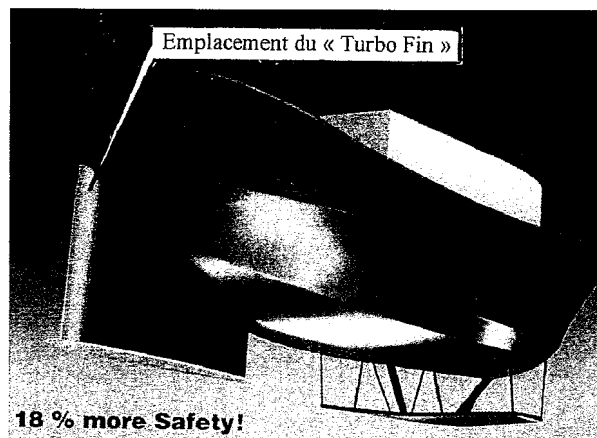
### Utilisation :

Comme pour les remorqueurs à propulseurs azimutaux (Paragraphe II - 2), les possibilités sont multiples.

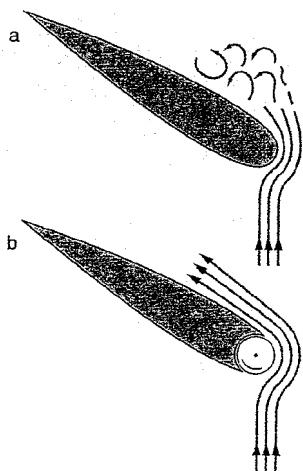
La figure montre que la poussée maximale est obtenue lorsque le remorqueur pousse avec son arrière.

### Le "Turbo Fin" :

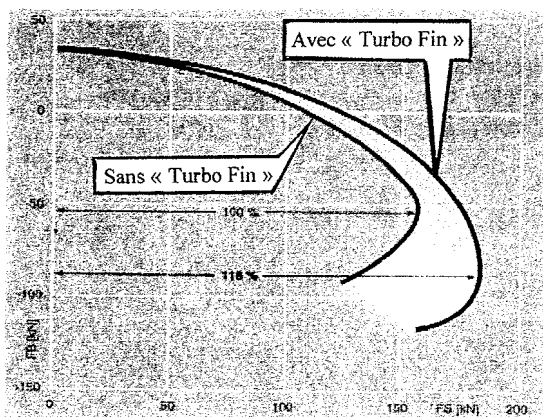
Nous verrons dans les paragraphes "Utilisation des remorqueurs" et "Remorquage d'escorte", le rôle capital de l'aileron de dérive de ces remorqueurs lorsqu'ils travaillent en portance. Rien d'étonnant que "Voith" cherche à en améliorer le rendement.



Lorsqu'un tracteur "Voith-Schneider", croché derrière, travaille en "mode indirect" ou portance, son plan de dérive est soumis aux remous provoqué par l'hélice du remorqué. A plus forte raison si la vitesse du convoi est élevée, comme dans le cas d'une escorte, il en résulte des turbulences comme le montre la figure a ci-dessous. Pour remédier à ce problème et accroître l'efficacité du remorqueur, "Voith Schneider" propose donc désormais, d'équiper le bord d'attaque du plan de dérive arrière d'un "turbo fin", c'est à dire d'un tube rotatif qui permet aux filets d'eau de s'écouler le long de la dérive sans turbulences, comme le montre la figure b.

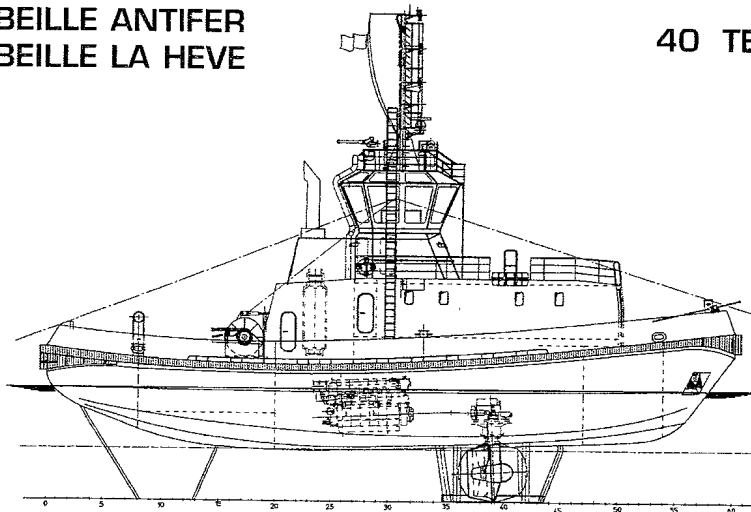


La force de gouverne que le remorqueur "Voith" ainsi équipé est capable de développer se trouve notablement améliorée (18%) comme le montre le diagramme ci-dessous :



**ABEILLE ANTIFER**  
**ABEILLE LA HEVE**

**40 TBP**



**ABEILLE ANTIFER**  
**ABEILLE LA HEVE**

**40 TBP**

**Main Data**

length overall	30 m
beam moulded	10,40 m
depth	3,11 m
draught of hull	5,10 m
displacement	430 T
gross tonnage	313 UMS

**Propulsion**

main engine	2 X ABC type 6 DZ 1000
total output	2576 kw (3500 C.V.)
propulsion	2 X Aquamaster US 1401
service speed	12 knots
DO	57 m <sup>3</sup>

**Winch**

winch	400 m of steel wire Ø 50
hook	MANPAY type DCX 50/65

<b>Antipollution Firefighting</b>	1 X 300 m <sup>3</sup> /H à 12 bars + waterspray dispersant
	8,68 m <sup>3</sup>

<b>Builder</b>	ALSTOM Leroux Naval
year built	1999
class	B.V. I - 3/3 - E.AUT-MS ✕ deep sea

**Caractéristiques Principales**

longueur hors tout	30 m
largeur hors membres	10,40 m
creux	3,11 m
tirant d'eau maxi	5,10 m
déplacement	430 T
jauge brute	313 UMS

**Propulsion**

moteur principal	2 X ABC type 6 DZ 1000
puissance installée	2576 kw ( 3500 C.V.)
propulsion	2 X Aquamaster US 1401
vitesse	12 Noeuds
DO	57 m <sup>3</sup>

**Treuil**

treuil AMGC	400 m de fil d'acier Ø 50
croc	MANPAY type DCX 50/65

<b>Antipollution Incendie</b>	1 X 300 m <sup>3</sup> /H à 12 bars + autoprotection dispersant
	8,68 m <sup>3</sup>

<b>Constructeur</b>	ALSTOM Leroux Naval
année de construction	1999
classe	B.V. I - 3/3 - E.AUT-MS ✕ Haute mer

Description Générale :

L'élément principal de propulsion est constitué par une ou plusieurs hélices verticales, ayant le même sens de rotation, orientables sur 360° et situées généralement, à un peu plus des 2/5<sup>ème</sup> de la longueur en partant de l'avant.

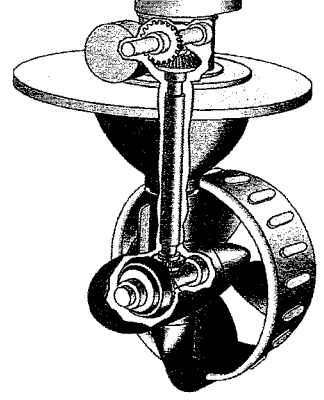
La ou les hélices sont entourées d'une tuyère pour augmenter la poussée. Cette poussée est disponible dans toutes les directions.

Plusieurs fabricants proposent des propulseurs azimutaux (Schottel, Aquamaster, Ulstein etc ...) ce qui dans le langage courant se traduit par l'appellation du remorqueur selon la marque de ses propulseurs.

Les propulseurs azimutaux se classent en deux grandes familles :

- Les propulseurs azimutaux à hélice à **pales fixes** : on fait alors varier la vitesse de rotation du moteur pour faire varier la traction.

- Les propulseurs azimutaux à hélice à **pales orientables** : le moteur attelé à ce type de propulseur tourne à vitesse constante et on fait varier le pas pour faire varier la traction.



La figure ci-dessous présente un propulseur azimutal à pales fixes  
 L'ensemble des propulseurs est protégé d'avaries éventuelles par un bouclier horizontal, assez résistant pour supporter un choc violent ou le poids du remorqueur, lors de l'échouage. Ce bouclier est relié à la coque par des supports de forme hydrodynamique. On trouve à l'arrière un aileron vertical assurant la stabilité de route en marche avant.

Le croc de remorque, ou le chaumard de remorque, si le remorqueur est équipé d'un treuil de remorque, est situé à environ 1/5° de la longueur à partir de l'arrière. Comme sur les remorqueurs classiques et pour les mêmes raisons, le rapport longueur/largeur est faible et le (r - a) important, le passavant est large, l'avant et l'arrière sont renforcés, et la coque est ceinturée par une importante défense permettant de pousser sur une coque de navire dans n'importe quelle position.

Manœuvre :

Le capitaine utilise deux poignées de commande, une par propulseur (voir la description de ces poignées figures n° 1 à n° 3 des pages suivantes).

Poignée de commande d'un propulseur azimutal

**Figure 1 :** Les 30 premiers degrés d'inclinaison de la poignée n'agissent que sur le glissement de l'embrayage du propulseur.  
 Au delà l'embrayage du propulseur est fait et l'augmentation de l'inclinaison de la poignée agit sur le nombre de tours moteurs quand le propulseurs azimutal est à pales fixes.  
**Figure 2 :** Pour gouverner il suffit alors d'orienter la poignée du côté où l'on souhaite aller.

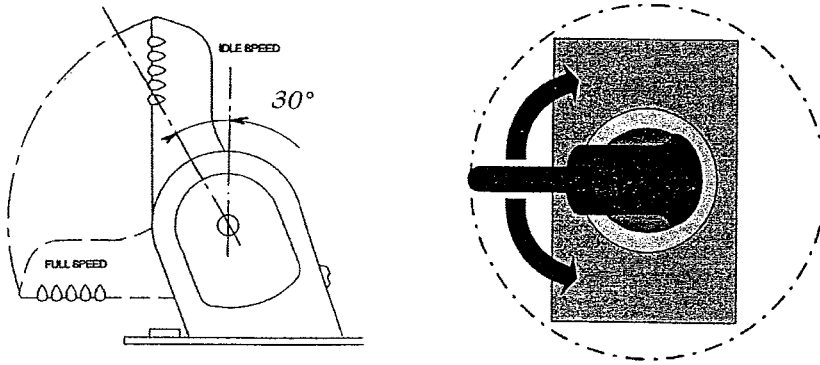


Figure 1 : Vue de coté de la poignée

Figure 2 : Vue de dessus de la poignée

Indicateur du sens de poussée et de Vitesse

**Figure 3 :** A côté de chaque poignée se trouve ce type d'indicateur lumineux qui renseigne le Capitaine sur la position de ses propulseurs.  
 En plus de la position du propulseur l'indicateur fourni par l'intermédiaire de diodes rouges une information optique sur la poussée exercée par son propulseur. Poussée donnée en pourcentage de la poussée nominale.

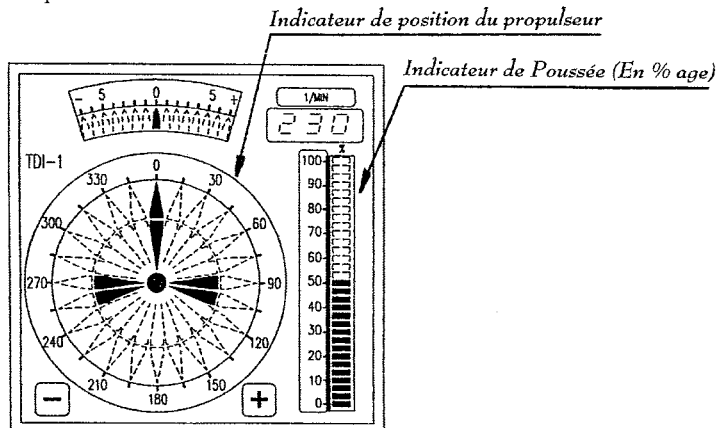


Figure 3

### Performances :

La Poussée est obtenue dans toutes les directions et la force statique de remorquage est de 1,3 à 1,4 t pour 100 Cv.

Vitesse maxi (en avant ou en arrière) : 12 nœuds

A cette vitesse le remorqueur s'écarte sur un peu moins de sa longueur par inversion de la poussée. Cette inversion est obtenue par une rotation de 180° du propulseur qui dure environ 11 secondes. Le remorqueur peut s'éviter sur sa longueur. La rotation sur 360 ° dure 45 à 50 secondes.

### Avantages :

**Manœuvrabilité :** l'examen des figures précédentes, met en évidence les extraordinaires qualités manœuvrières de ce type de remorqueur.

**Sécurité :** Le risque de chavirement est pratiquement éliminé. La position du croc sur l'arrière et celle des propulseurs sur l'avant implique que le remorqueur peut être tiré par l'arrière sans danger de chavirer, son axe venant naturellement dans la direction de la remorque.

Bonne stabilité de Cap même sous remorque.

Bon rapport traction/puissance : très légèrement inférieur à celui d'un remorqueur classique avec tuyère (voir tableau comparatif) du seul fait du diamètre de ses hélices qui est inférieur à celui des classiques.

Poussée totale obtenue dans presque toutes les directions sauf par le travers puisque les deux propulseurs sont placés transversalement l'un à coté de l'autre.

**Rapport Consommation/Puissance** nettement meilleur que celui des "Voith-Schneider".

**Propulseurs moins chers à l'achat** que ceux des "Voith-Schneider"

### Inconvénients :

- A force de traction équivalente, le prix d'acquisition et le coût de maintenance sont plus élevés que ceux des remorqueurs à hélice.

- Restriction en utilisation comme pousseur : en poussant transversalement à couple d'un navire avec l'un de ses cotés, le remorqueur ne peut utiliser toute sa puissance. En effet, le point d'application de la poussée étant, dans un plan vertical, éloigné du centre de gravité, il en résulte un fort couple donnant une gîte importante au remorqueur.

- **Ensemble propulseur relativement exposé et fragile.** S'il échoue ou talonne, un remorqueur à propulseurs azimutaux subira non seulement des dommages aux propulseurs mais également à la coque à laquelle ils sont fixés par un plateau fragile.

Réalisation mécanique (renvois d'angle, roulements et système d'étanchéité) plus complexe et plus vulnérable que celle d'un remorqueur à hélices ou d'un "Voith-Schneider". Du fait de ses propulseurs, un remorqueur à propulseurs azimutaux aura un temps d'immobilisation plus important : 1 fois tous les 5 ans au lieu d'une fois tous les 20 ans pour un "Voith-Schneider".

### Utilisation :

Les possibilités sont multiples.

- **Remorqueur avant :** Le danger, lors de la prise de remorque, d'être pris dans les formes ou par l'étrave du navire peut être facilement évité grâce à une grande manœuvrabilité. Le danger d'être pris en garde ou en travers est aussi considérablement diminué. Un changement de direction de la traction peut être obtenu sans devoir s'appuyer sur la remorque. Ceci évite de donner, dans un premier temps au remorqué, une abattée inverse de celle souhaitée, comme cela se passe avec un remorqueur classique.

- **Remorqueur arrière :** Pour la prise de remorque, la présentation se fait en marche arrière. Une fois sous remorque, grâce à la position du croc sur l'arrière le remorqueur reste parfaitement manœuvrant et en sécurité.

## **FORCES STATIQUES DEVELOPPEES PAR LES DIFFERENTS TYPES DE REMORQUEURS**

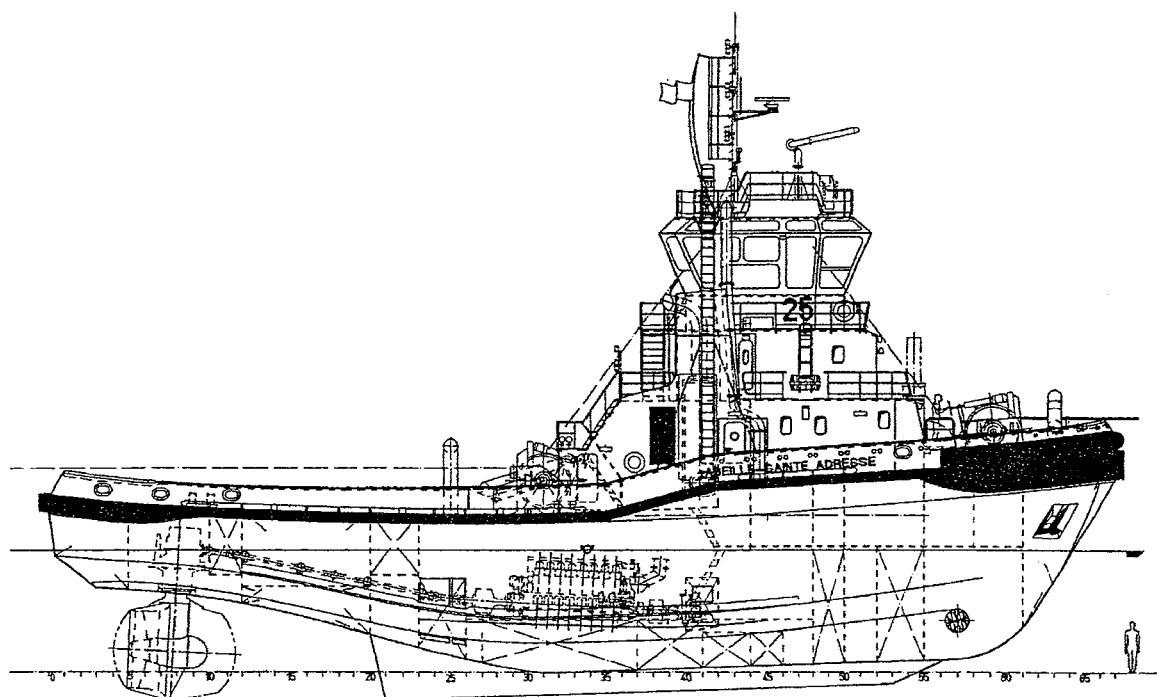
Type de Remorqueur	Force Statique de Remorquage pour 100 Cv	Force Statique de Remorquage pour 100 Kw
Tracteur Voith-Schneider	1 t	1,4 t
Classique (Hélice fixe sans tuyère)	1,3 t	1,8 t
Tracteur Azimutal avec hélice dans tuyère	1,4 t	1,9 t
Classique (Hélice à pales orientables & Hélice à pales fixes dans tuyère)	1,5 t	2 t

### **A titre de comparaison :**

Propulseur d'étrave Navire stoppé sans erre	1,1 t	1,5 t
---	-------	-------

# ABEILLE STE ADRESSE ABEILLE DEAUVILLE

## 65 TBP



Web studios.fr Tel 02.35.42.04.51

# ABEILLE STE ADRESSE ABEILLE DEAUVILLE

## 65 TBP

### Main Data

length overall	36,82 m
beam moulded	10,60 m
depth	5,60 m
draught of hull	5,50 m
displacement	850 T
gross tonnage	487 UMS

### Propulsion

main engine	2 X ABC type 8 MDZC
total output	3680 Kw ( 5000 C.V.)
propulsion	2 X Aquamaster US 3001stern drive Schottel type STT 110LK 200 Kw
service speed	12,5 knots
DO	159 m <sup>3</sup>

### Winch

forward AMGC	Pt steel lite
	St 300 m de steel Wire Ø 50
aft AMGC	400 m of steel Wire Ø 50
hook	MANPAY type DCX 50/65

**Antipollution Firefigthing** 2 X 1200 m<sup>3</sup>/H to 12 bars  
dispersant 9 m<sup>3</sup>

**Builder** ALSTOM Leroux Naval  
**year built** 2000  
**class** B.V. I - 3/3 - E.AUT-MS ✘ deep sea FIFI 1

### Caractéristiques Principales

longueur hors tout	36,82 m
largeur hors membres	10,60 m
creux	5,60 m
tirant d'eau maxi	5,50 m
déplacement	850 T
jaugé brute	487 UMS

### Propulsion

moteur principal	2 X ABC type 8 MDZC
puissance installée	3680 Kw ( 5000 C.V.)
propulsion	2 X Aquamaster US 3001stern drive
propulseur d'étrave	Schottel type STT 110LK 200 Kw
vitesse	12,5 Noeuds
DO	159 m <sup>3</sup>

### Treuil

treuil avant AMGC	Bd textile
	Td 300 m de fil d'acier Ø 50
treuil arrière AMGC	400 m de fil d'acier Ø 50
croc	MANPAY type DCX 50/65

**Antipollution Incendie** 2 X 1200 m<sup>3</sup>/H à 12 bars  
dispersant 9 m<sup>3</sup>

**Constructeur** ALSTOM Leroux Naval  
**année de construction** 2000  
**classe** B.V. I - 3/3 - E.AUT-MS ✘ Haute mer FIFI 1

## Description générale d'un remorqueur "ASD" :

Ces remorqueurs sont équipés d'un ensemble propulsif situé à environ 10% de la longueur à la flottaison en partant de l'arrière. Cet ensemble propulsif se compose de deux propulseurs azimutaux du même type que ceux équipant les remorqueurs "Tracteurs". Ces propulseurs peuvent être soit à hélices à pales fixes soit à hélices à pales orientables.

Selon les versions certains remorqueurs disposent d'un propulseur d'étrave. Celui-ci s'avère très utile lorsque le remorqueur doit faire de l'attente le long d'un quai sans avoir à s'y amarrer (Cas de l'attente en sassement dans une écluse) bien que même sans propulseur d'étrave, il soit possible de rester en attente le long d'un quai en différenciant les deux propulseurs.

Mais l'originalité de ces remorqueurs tient surtout au fait qu'ils disposent de plusieurs treuils de remorques qui leur permettent de servir les navires dans de multiples positions.

Sur le pont ces remorqueurs sont équipés :

**plage avant** : d'un treuil de remorque comportant généralement deux tourets :

- un touret garni d'une remorque souple en matière synthétique (voir caractéristiques dans la partie "Appareux de remorquage")

- un touret garni d'une remorque en fil d'acier avec allonge en nylon (voir caractéristiques dans la partie "Appareux de remorquage")

**plage arrière** : d'un deuxième treuil de remorque placé quasiment à la verticale du centre de dérive transversal c'est à dire au niveau de la perpendiculaire milieu. Cette disposition rappelle bien sûr celle des classiques.

Lorsque le remorqueur travaille par l'arrière sa remorque passe sous un grand "chaumard" (parfois appelé "H" en raison de sa forme).

Certains remorqueurs ASD, comme les classiques, disposent d'un treuil de bosse plage arrière alors que d'autres disposent d'un chaumard "à vérins télescopiques" pour limiter le glissement de la remorque non tendue.

### Remorqueur "ASD" : Avantages :

L'avantage principal de ces remorqueurs est d'avoir un tirant d'eau réduit grâce à la disposition des propulseurs dans la voûte arrière. Comparé à celui d'un remorqueur tracteur de type "Voith-Schneider" ou celui d'un "Tracteur azimutal" de même puissance, le tirant d'eau d'un ASD est inférieur de 2 mètres environ.

Grâce à leurs remorques avant et arrière, ces remorqueurs offrent de multiples combinaisons d'emploi :

- on peut les employer comme des remorqueurs classiques lorsqu'ils doivent remorquer sur de longues distances des colis dépourvus de propulsions (barges, plates-formes, coque de navire ...).

- une plage arrière dégagée leur permet d'embarquer des conteneurs munis de matériel pour le sauvetage ou l'anti-pollution (pompes type "FRAMO", barrages anti-pollution, appareils de récupération de nappes d'hydrocarbure etc...).

- en utilisation portuaire ils travaillent essentiellement :

-en "Bow to Bow" ou Tête bêche à l'avant

-en "Push Pull" ou "pousse-tire" (crochés à l'épaule avant ou à la hanche arrière)

-en flèche dans l'axe derrière, crochés par le treuil avant.

-en "classique" crochés par l'arrière sur l'avant du remorqué. Cette position est rarement utilisée en manœuvre portuaire.

La figure n° 2 ci-après montre et décrit ces différentes possibilités.

- leur treuil avant étant à enroulement/déroulement rapide (voir tableau comparatif dans la partie "Appareux de remorquage") il leur est facile, crochés à la hanche ou à l'épaule, de pousser puis de tirer, ou l'inverse, sans délai. Crochés "en flèche" devant ou derrière, ils peuvent venir s'appuyer sur la coque et pousser en très peu de temps

- le fait de disposer de trois remorques embarquées (2 sur le treuil avant et 1 sur le treuil arrière) est le garant d'une grande fiabilité.

- enfin les périodes critiques de largage de la remorque, se trouvent grandement sécurisées lorsque ces derniers sont crochés par le nez au tableau arrière : faisant route en marche avant, une bonne stabilité de route leur permet d'attendre en toute sécurité un largage qui serait anormalement lent et laborieux ; les propulseurs se trouvant, protégés dans la voûte, à l'extrémité arrière, les ASD ne craignent pas non plus un largage "en vrac" que leur treuil pourtant rapide (voir caractéristiques de leurs treuils) n'aurait pu éviter. Pour cela il leur suffit de venir en appui sur le tableau arrière du navire pour embrasser le mou de la remorque. Pour le pilote c'est un soucis en moins et un avantage qui l'autorise à adopter la vitesse la mieux adaptée à son environnement.

### Remorqueurs "ASD" : Inconvénients :

Lorsque ces remorqueurs sont crochés à l'avant d'un navire comme un remorqueur classique (utilisation de la remorque arrière du remorqueur) le risque d'être pris en garde reste présent. Pour pallier ce risque on croche ces remorqueurs par le nez à l'avant du navire (Méthode dite "Tête Bêche") pour se retrouver dans une configuration plus proche de celle d'un remorqueur de type "Tracteur". Toutefois, les propulseurs se trouvant à l'extrémité (10% de la longueur) et non au 1/3 de la longueur, la conduite du remorqueur dans cette position s'avère difficile au delà d'une vitesse de 7 nœuds. Pour cette raison quand la flottille de remorqueurs est composite, on préférera placer un "tracteur" à l'avant et un "ASD" à l'arrière.

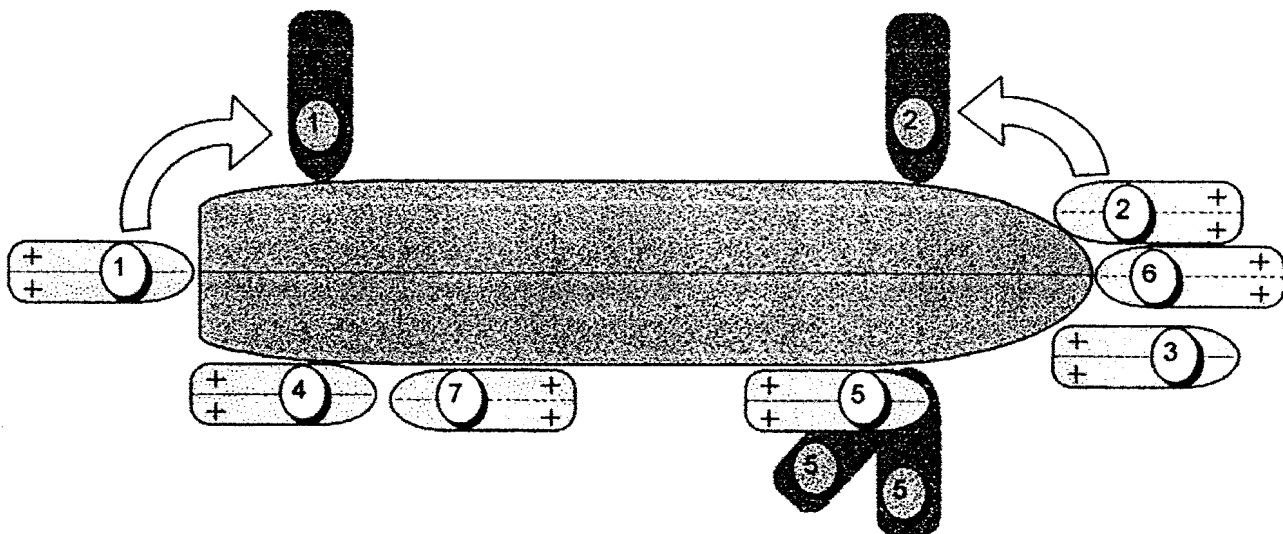


Figure 2

- 1 Croché à l'arrière, comme en 1 un remorqueur "ASD" est capable de passer sa remorque jusqu'à une vitesse de l'ordre de 9 nœuds, si sa vitesse maximale est de l'ordre de 13 nœuds (cette vitesse permet de garder de la puissance en réserve, la vitesse maximale sur un moteur étant de 9 nœuds). Sa stabilité de route est nettement meilleure que celle d'un remorqueur "tracteur" son capitaine pouvant facilement compenser les effets des remous et des mouvements de barres du navire assisté. Le capitaine du remorqueur et le pilote se trouvent ainsi davantage en confiance. En outre l'étrave du remorqueur "ASD" étant bien défendue, il peut venir, sans se faire larguer, se positionner en pousseur sur les hanches du navire dans la position 1. Une fois la remorque crochée, des actions peuvent être immédiatement demandées au remorqueur sans aucune perte de temps et ceci dans le sens général de la marche du convoi.
- 2 Dans la position dite "**Tête Bêche**" ("*Bow to Bow*"), l'"ASD" travaille comme un remorqueur de type "Tracteur inversé". Le passage de remorque peut être délicat si la vitesse du navire est trop élevée (# 7 nœuds). Son temps de réaction est bien meilleur qu'en 3 et en cas de problème, ses défenses sont tournées vers le remorqué. L'emploi d'un ASD dans cette position est très utile lorsque le navire remorqué doit s'éviter puis culer vers son poste. L'"ASD" peut alors venir en pousseur sur les épaules du navire sans qu'il soit nécessaire de larguer sa remorque.
- 3 Un ASD peut être utilisé à l'avant comme un remorqueur classique, avec un meilleur temps de réaction que ce dernier.
- 4 Un ASD peut être positionné de manière sûre à la hanche tribord d'un navire même si le navire remorqué vire sur bâbord. Si le navire remorqué bat en arrière l'"ASD" n'est pas gêné par les remous et peut compenser l'effet de pas.
- 5 Dans cette position, à une vitesse de 3 nœuds, un "ASD" est deux fois plus efficace qu'un remorqueur classique. La différence s'accroît encore quand la vitesse augmente mais à partir de 5 nœuds il est préférable de réduire l'angle car on constate une perte de poussée quand le remorqueur est à 90° de la coque du navire et que ses œuvres vives agissent comme un safran latéral.
- 6 En poussant directement sur l'étrave comme en 6 un navire sans bulbe peut être arrêté. Toutefois la vitesse à laquelle l'"ASD" peut venir en contact avec l'étrave du navire ne doit pas excéder 3 nœuds. Cette possibilité s'avère intéressante mais sans doute pas facile à réaliser. Enfin pour les entrées en cale de radoub l'"ASD" peut être positionné en pousseur au tableau arrière en étant bridé en pâte d'oie.

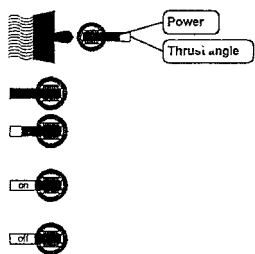
#### Les remorqueurs "Tracteurs Inversés" :

Ces remorqueurs présentent les mêmes caractéristiques d'œuvres vives que les remorqueurs "ASD" mais se distinguent de ces derniers par une conception beaucoup plus simple au niveau des équipements de pont. Ainsi ils disposent d'un treuil plage avant mais contrairement aux "**ASD**" ne disposent plage arrière que d'un simple croc de remorquage. En raison de cette nuance impliquant des restrictions d'emploi certains ouvrages emploient alors le terme de "*Reverse-Tractor Tugs*" soit littéralement "Remorqueurs tracteurs inversés".



## Manoeuvre avec l'Aquapilot, deux Propulseurs Orientables Aquamaster® à l'arrière

### Symbole des diagrammes de manoeuvre



Le symbole représentant le levier de commande Aquapilot® donne les informations sur la puissance et l'angle de poussée.

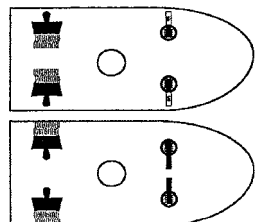
Poussée maximum

Forte poussée

Faible poussée

Poussée nulle

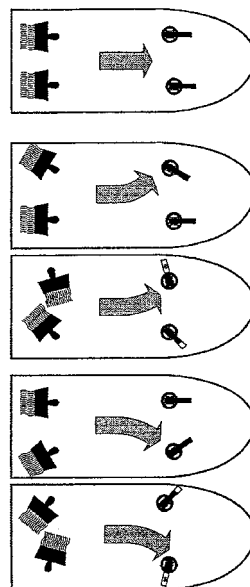
### Maintien sur place



**Maintien sur place à faible puissance**  
Éviter que l'hélice ne soit déviée par le courant.  
Des niveaux de puissance élevés sont déconseillés en raison des vibrations. Il faut davantage d'entraînement, mais il est également possible de manoeuvrer le bateau de cette façon.

**Démarrage et maintien sur place**  
A n'importe quelle puissance, mais les deux moteurs primaires doivent tourner à la même puissance.  
Le réglage de faible poussée doit être le même pour éviter que le bateau ne tourne lorsque la puissance est fixée au minimum. Pour tourner sur place, augmenter la puissance d'un des Aquamaster.

### Marche avant



**Ligne droite**  
A n'importe quelle puissance, les deux moteurs primaires doivent tourner à la même puissance.  
Si les deux hélices tournent dans le même sens, un léger angle contraire peut être nécessaire pour gouverner en ligne droite.

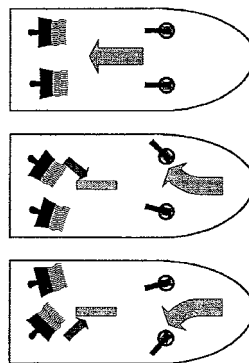
**Virage à bâbord**  
Il est recommandé d'utiliser l'Aquamaster côté bâbord, car l'Aquamaster côté tribord participe alors au virage en exerçant une poussée à partir du coin extérieur.

**Virage à bâbord, courant minimum**  
Poussée minimum du moteur côté bâbord, poussée supplémentaire du moteur côté tribord.  
Supplément de puissance si le remous de l'hélice heurte la coque du bateau.

**Virage à tribord**  
Il est recommandé d'utiliser l'Aquamaster côté tribord, car l'Aquamaster côté bâbord participe alors au virage en exerçant une poussée à partir du coin extérieur.

**Virage à tribord, courant minimum**  
Poussée minimum du moteur côté tribord, poussée supplémentaire du moteur côté bâbord.  
Supplément de puissance si le remous de l'hélice heurte la coque du bateau.

### Marche arrière

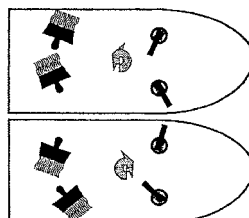


**Ligne droite**  
A n'importe quelle puissance, mais les deux moteurs primaires doivent tourner à la même vitesse.  
Selon la forme de la coque, il est recommandé d'utiliser pour la manoeuvre les deux Aquamaster, si les deux hélices tournent dans le même sens, une légère embardée peut se produire à vitesse élevée.

**Virage à bâbord**  
Il est plus efficace d'utiliser les deux Aquamaster pour effectuer la manoeuvre.  
Il est recommandé d'utiliser les deux Aquamaster pour effectuer la manoeuvre, mais l'Aquamaster se trouvant à l'intérieur du virage doit tourner davantage pour éviter que le remous de l'hélice ne heurte la quille.

**Virage à tribord**  
Il est plus efficace d'utiliser les deux Aquamaster pour effectuer la manoeuvre.  
Il est recommandé d'utiliser les deux Aquamaster pour effectuer la manoeuvre, mais l'Aquamaster se trouvant à l'intérieur du virage doit tourner davantage pour éviter que le remous de l'hélice ne heurte la quille.

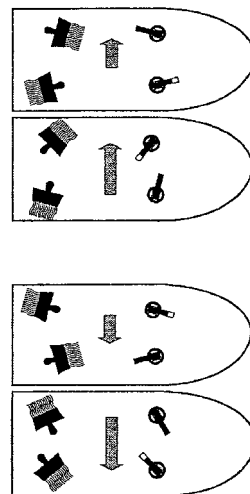
### Virage sur place



**Virage à bâbord**  
Éviter des angles de 90-270, car le remous de l'hélice de l'un des Aquamaster® ira droit sur l'autre Aquamaster® et provoquera une cavitation à vitesse élevée.

**Virage à tribord**  
Éviter des angles de 90-270, car le remous de l'hélice de l'un des Aquamaster® ira droit sur l'autre Aquamaster® et provoquera une cavitation à vitesse élevée.

### Déplacement latéral



**Déplacement latéral lent**  
La puissance des deux moteurs est à peu près la même. Légèrement supérieure pour l'Aquamaster côté bâbord, pour éviter un mouvement vers l'avant.

**Déplacement latéral rapide**  
Moins de puissance côté bâbord que de l'autre côté.  
Selon la forme de la coque et la longueur du bateau, déclinaison d'environ 40-45 vers l'arrière pour l'Aquamaster® intérieur, et d'environ 20-30 vers l'avant pour l'Aquamaster® extérieur, et un peu plus de puissance pour l'Aquamaster côté extérieur. Le mouvement d'avant en arrière et l'embarquée sont contrôlés en réglant l'angle et la puissance de l'Aquamaster extérieur.

**Déplacement latéral lent**  
La puissance des deux moteurs est à peu près la même. Légèrement supérieure pour l'Aquamaster côté tribord, pour éviter un mouvement vers l'avant.

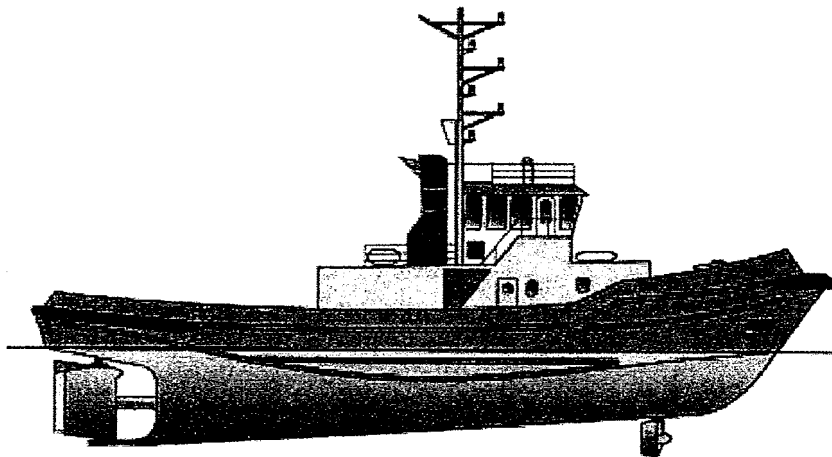
**Déplacement latéral rapide**  
Moins de puissance côté intérieur que de l'autre côté.  
Selon la forme de la coque et la longueur du bateau, déclinaison d'environ 40-45 vers l'arrière pour l'Aquamaster® intérieur, et d'environ 20-30 vers l'avant pour l'Aquamaster® extérieur, et un peu plus de puissance pour l'Aquamaster côté extérieur. Le mouvement d'avant en arrière et l'embarquée sont contrôlés en réglant l'angle et la puissance de l'Aquamaster extérieur.

#### 4) LES REMORQUEURS "COMBI" ET LES REMORQUEURS À TROIS PROPULSEURS AZIMUTAUX

##### Les remorqueurs "Combi" :

###### Description :

Ce sont des remorqueurs classiques auxquels on a rajouté un propulseur azimutal rétractable à l'avant. (Voir figure 1 ci-dessous).



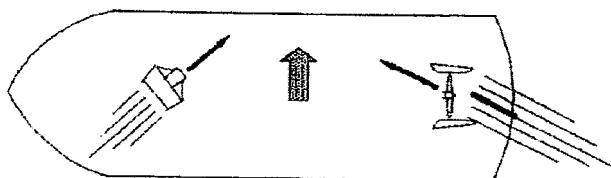
###### Avantages :

Ce propulseur supplémentaire améliore leur manœuvrabilité à savoir :

- possibilité de se déplacer transversalement (voir figure 2 ci-dessous).
- possibilité de tourner sur place (voir figure 3 ci-dessous).
- meilleure stabilité de route en marche arrière (le propulseur azimutal avant faisant office de safran) (voir figure 4 ci-dessous).

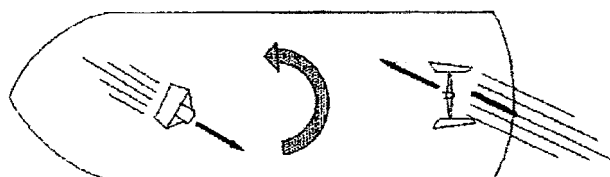
En outre lorsque le propulseur azimutal avant est orienté dans le sens de la marche, la traction totale exercée augmente. A titre d'exemple un remorqueur équipé d'un propulseur azimutal de 400 Cv à l'avant voit sa traction augmenter de 5 tonnes

**Figure 2**



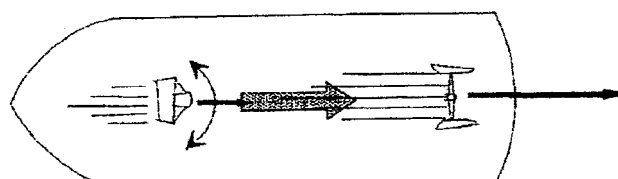
***Déplacement latéral***

**Figure 3**



***Evitage sur place***

**Figure 4**



***En route en marche arrière***

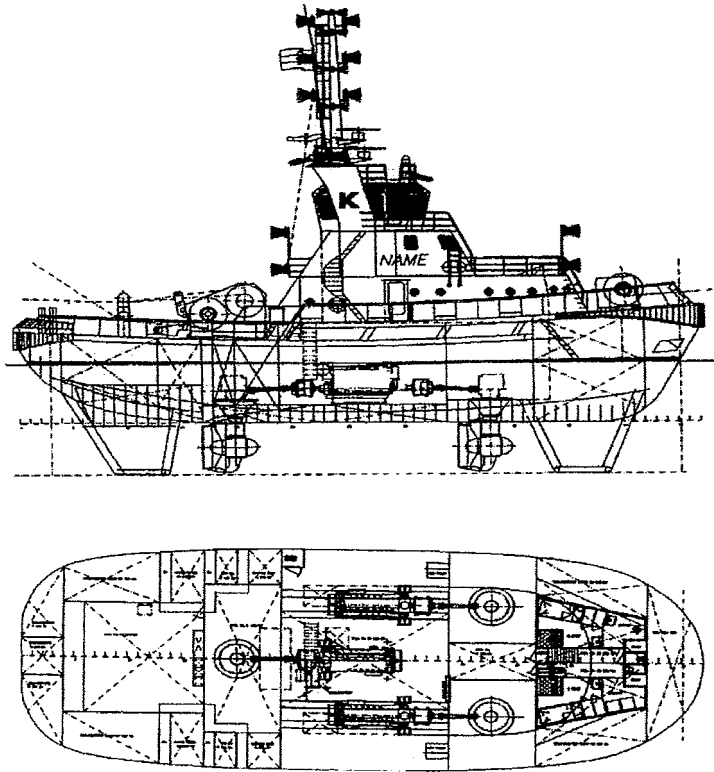
###### Inconvénients :

Fragilité du propulseur azimutal avant lorsqu'il doit être utilisé dans des endroits où le clair sous quille est faible.

## Les remorqueurs à trois propulseurs azimutaux ou "Rotor Tugs" :

### Description :

Ces remorqueurs sont à la base des remorqueurs tracteurs à propulseurs azimutaux mais ils se différencient de ces derniers par le remplacement du plan de dérive arrière par un troisième propulseur azimutal (voir figure ci-après).



### Avantages :

- Excellente manœuvrabilité.
- Gain en traction au point fixe ou en comparaison traction identique pour un tirant d'eau moindre
- Amélioration de la fiabilité puisqu'en cas d'avarie sur un propulseur le remorqueur demeure opérationnel pour une utilisation journalière, la réparation sur le troisième propulseur pouvant être reportée ultérieurement.
- Forte poussée latérale (de l'ordre de 95 % de la traction au point fixe !) ce qui rend ces remorqueurs très utiles à couple pour le passage d'écluses, ponts ou autres.
- En remorqueur d'escorte ils peuvent indifféremment être crochés par l'avant ou par l'arrière sans que cela nuise à la vitesse de transit du convoi.
- Meilleur contrôle du remorqueur quand celui-ci est croché par son arrière au tableau arrière du navire remorqué. En effet comparativement aux remorqueurs tracteurs "Voith-Schneider" ou "à propulseurs azimutaux", soumis à l'influence des remous de l'hélice du navire remorqué sur leur plan de dérive arrière, les "Rotor Tugs" peuvent contrer cet effet sur leur carène grâce à ce propulseur azimutal arrière.

### Inconvénients :

- En mode indirect (à barder) on ne peut utiliser les forces hydrodynamiques générées par le plan de dérive arrière.
- Complexité de la prise en main du remorqueur.