

# **MARINE NATIONALE**

## **GUIDE DE MANŒUVRE A L'USAGE DES BATIMENTS ET DES ECOLES**

<b>PRÉAMBULE</b>	<b>4</b>	
<b>TITRE 1</b>	<b>LA MANŒUVRE DU BÂTIMENT : PRINCIPES GÉNÉRAUX</b>	<b>5</b>
<b>TITRE 2</b>	<b>LA MANŒUVRE DU BÂTIMENT : MANŒUVRE DE PORT</b>	<b>123</b>
<b>TITRE 3</b>	<b>MANŒUVRES À CARACTÈRES PARTICULIERS</b>	<b>293</b>
<b>GLOSSAIRE</b>		<b>419</b>

<b>TITRE 1</b>	<b>LA MANŒUVRE DU BÂTIMENT : PRINCIPES GÉNÉRAUX</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE 1</b>	<b>NOTIONS FONDAMENTALES</b>	<b>7</b>
1.1	notions d'architecture navale	8
1.2	les forces qui agissent sur le bâtiment	29
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>GIRATION ET ÉQUILIBRE DE MARCHE</b>	<b>55</b>
2.1	le gouvernail	56
2.2	la giration	67
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LA PROPULSION</b>	<b>79</b>
3.1	généralités	80
3.2	l'hélice	80
3.3	les hélices latérales	83
3.4	les hélices à pales orientables	85
3.5	les hélices en tuyères "kort"	87
3.6	la propulsion cycloïdale "Voith-Schneider"	88
3.7	l'hydrojet	93
3.8	le propulseur transversal	94
3.9	le propulseur omnidirectionnel type "aquamaster"	95
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>LES OUVRAGES PORTUAIRES</b>	<b>97</b>
4.1	aménagements communs aux différents types d'ouvrages	98
4.2	classification des ouvrages d'accostage suivant leur mode de fondation et leur conception	102
4.3	formes de radoub - cales sèches	105
4.4	ouvrages pour les constructions et réparations navales	108
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>L'AMARRAGE DU BÂTIMENT</b>	<b>113</b>
5.1	l'amarrage des bâtiments	114
5.2	les aussières	115
<b>TITRE 2</b>	<b>LA MANŒUVRE DU BÂTIMENT : MANŒUVRE DE PORT</b>	<b>123</b>
<b>CHAPITRE 1</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES DE MANŒUVRE DES BÂTIMENTS</b>	<b>125</b>
1.1	manceuvriers et bâtiments	126
1.2	formes et caractéristiques influentes	128
1.3	généralités sur les manœuvres des bâtiments à 1 ou 2 hélices	131
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MANŒUVRES DE PORT</b>	<b>149</b>
2.1	difficultés des manœuvres de port	150
2.2	préparation d'une manœuvre de port	150
2.3	les différents types de ports	153
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LES MANŒUVRES DE PORT SANS UTILISATION DE REMORQUEUR</b>	<b>165</b>
3.1	l'accostage	166
3.2	l'appareillage	191
3.3	le mouillage	207
3.4	la navigation en cheneaux et rivières	219
3.5	les manœuvres en rivière	228
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>LES MANŒUVRES DE PORT AVEC UTILISATION DES REMORQUEURS</b>	<b>239</b>
4.1	l'emploi des remorqueurs - généralités	240
4.2	les remorqueurs de port	241
4.3	le remorquage de port	268
4.4	l'utilisation des remorqueurs	285

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>LA PRISE DE COFFRE</b>	<b>295</b>
1.1	prise de coffre - présentation	296
1.2	dispositions matérielles	298
1.3	déroulement de la séquence	302
1.4	affourchage	304
1.5	embossage	305
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>REMORQUAGE ET RAVITAILLEMENT À LA MER (GÉNÉRALITÉS)</b>	<b>309</b>
2.1	principes généraux	310
2.2	caractéristiques du remorqueur	311
2.3	la remorque	312
2.4	le matériel de remorquage	314
2.5	le remorquage par bâtiments spécialisés	324
2.6	le remorquage des bâtiments de combat	331
2.7	le ravitaillement à la mer	337
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LA MANŒUVRE EN FORMATION</b>	<b>349</b>
3.1	la tenue de poste	350
3.2	la chasse de poste	353
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>LES MANŒUVRES DE MAUVAIS TEMPS</b>	<b>361</b>
4.1	navire au mouillage par mauvais temps	362
4.2	bâtiment à la mer par mauvais temps	364
4.3	mesures de sauvegarde des petits bâtiments	367
4.4	conduite à tenir dans un cyclone	370
4.5	conduite à tenir par mauvaise visibilité	372
4.6	la navigation dans les glaces	373
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>LES MANŒUVRES POUR ÉVITER LES COLLISIONS – MANŒUVRES D'URGENCE</b>	<b>375</b>
5.1	définitions et caractéristiques de manœuvre	376
5.2	manœuvre du bâtiment privilégié	379
5.3	manœuvre du navire non privilégié	382
5.4	manœuvres des navires en routes opposées	383
5.5	conclusion	383
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>HOMME À LA MER</b>	<b>385</b>
6.1	homme à la mer	386
6.2	le matériel de sauvetage	393
6.3	aperçu sur la "survie" en mer	394
6.4	le système mondial de détresse et de sécurité en mer	395
<b>CHAPITRE 7</b>	<b>ÉCHOUEMENT - DÉSÉCHOUEMENT</b>	<b>399</b>
7.1	échouement - déséchouement	400
7.2	renflouement des épaves	403
<b>CHAPITRE 8</b>	<b>PASSAGE AU BASSIN OU SUR DOCK FLOTTANT</b>	<b>407</b>
8.1	dispositions préparatoires avant l'entrée au bassin	408
8.2	l'entrée au bassin	410
8.3	stationnement au bassin	415
8.4	avant la sortie de bassin	416
8.5	manœuvre de sortie de bassin	416

## PREAMBULE

Le "Traité de manœuvre", rédigé en 1935 par l'Ecole navale et repris en 1971 par le contre-amiral de Kerviler, a été pendant des années le document de référence des pilotes de port, des officiers de pont et des commandants des bâtiments de la Flotte. S'il reste aujourd'hui encore un ouvrage de référence, il a bien sûr vieilli, les navires et les équipements décrits ayant beaucoup évolué.

Le "Guide de manœuvre à l'usage des bâtiments et des écoles" est destiné à le remplacer dans les unités de la Marine nationale.

Cet ouvrage a été réalisé par les officiers et officiers mariniers de la direction de l'enseignement maritime de l'Ecole navale et du groupe des écoles du Poumic, avec le concours de plusieurs officiers de réserve, rappelés à cette occasion pour effectuer des travaux de recherche et de mise en forme.

Il est destiné principalement aux bâtiments mais pourra également servir dans les écoles, en particulier pour la rédaction des dossiers pédagogiques.

Fruit de l'expérience des marins qui l'ont rédigé, ce document n'a pas la prétention d'être exhaustif. Rédigé et diffusé sur support informatique, il est bien sûr appelé à évoluer à partir des observations et propositions qui émaneront des utilisateurs.

Le contre-amiral Hubert Pinon  
commandant l'Ecole navale  
et le groupe des écoles du Poumic

Signé : PINON

Le vice-amiral d'escadre Jean Moulin  
commandant la force d'action navale

Signé : MOULIN

**TITRE 1            LA MANŒUVRE DU BATIMENT :  
PRINCIPES GENERAUX**

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>NOTIONS FONDAMENTALES</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>GIRATION ET ÉQUILIBRE DE MARCHE</b>	<b>55</b>
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LA PROPULSION</b>	<b>79</b>
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>LES OUVRAGES PORTUAIRES</b>	<b>97</b>
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>L'AMARRAGE DU BÂTIMENT</b>	<b>113</b>



## CHAPITRE 1 NOTIONS FONDAMENTALES

<b>1.1</b>	<b>NOTIONS D'ARCHITECTURE NAVALE</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>LES FORCES QUI AGISSENT SUR LE BÂTIMENT</b>	<b>29</b>

## 1.1 NOTIONS D'ARCHITECTURE NAVALE

### 1.1.1 UNITES DE MESURE

#### 1.1.1.1 Le système international

Les principales grandeurs utilisées étant des masses, des longueurs et grandeurs dérivées : surfaces, volumes, et pour les forces des poids ou des poussées, leurs dimensions sont exprimées comme suit :

- les **masses** en kilogrammes (kg) ou tonnes (t)
- les longueurs, surfaces et volumes, respectivement en :
  - mètres (m) ou décimètres (dm)
  - mètres carrés ( $m^2$ ) ou décimètres carrés ( $dm^2$ )
  - mètres cubes ( $m^3$ ) ou décimètres cubes ( $dm^3$ )

NB : pour les volumes,  $1\ dm^3 = 1\ litre$

Le "tonneau" de jauge (1 tx) = 100 pieds cube =  $2,83\ m^3$

- la **masse volumique** (ou spécifique) d'un corps homogène représente sa masse par unité de volume en  $\text{kg/m}^3$ .
  - eau douce :  $\rho = 1000\ \text{kg/m}^3$
  - eau de mer :  $\rho = 1025\ \text{kg/m}^3$  (valeur moyenne variable selon la température, la salinité et la pression)
  - air :  $\rho = 1,293\ \text{kg/m}^3$  (à pression atmosphérique normale et température de  $15^\circ$ )
- la **masse surfacique** (d'une plaque homogène) représente sa masse par l'unité de surface en  $\text{kg/m}^2$ . Elle se calcule en effectuant le produit de son épaisseur par sa densité.
- les **forces** en :
  - Newton (N), poids d'une masse de 1 kg ( $\approx 9,81\ N$  pour la gravité terrestre moyenne )  
( $1\ daN = 10\ N \approx 1,02\ kgf$ )
- les pressions (et contraintes) en :
  - Pascal (Pa) =  $1\ N/m^2$  ou Mpa ( $1\ Mpa = 10^6\ Pa$   
 $1\ m\ "d'eau" \approx 10^4\ Pa$  (utilisé en construction navale comme référence de "hauteur de charge"). Le bar vaut  $10^5\ Pa$  et, couramment, 1 atm, (= 1015 millibars = 760 mm de Mercure), soit approximativement 10 m de hauteur d'eau.)
- les vitesses en :
  - mètres/seconde (m/s)  
1 nœud (nd) = 1 nautique (ou mille marin) par heure =  $1852\ m/3600\ s = 0,514\ m/s$
- les puissances en :
  - Watt (W) ou en kW (kW)  
On utilise encore parfois le CV de 75 kg.m/s (cheval vapeur : 1 CV = 735 W)

#### 1.1.1.2 Unites anglo-saxonnes

Les unités anglo-saxonnes sont aussi largement utilisées dans le domaine maritime et la littérature qui s'y rapporte. En particulier :

- pour les longueurs, surfaces et volumes
  - le pouce (inch) ( $1" = 25,4\ mm$ )
  - le pouce carré ( $1\ in^2 = 645,16\ mm^2$ )
  - le pied (foot) ( $1' = 12" = 0,3048\ m$ )
  - le pied carré ( $ft^2 = 0,0929\ m^2$ )
  - le pied cube ( $ft^3 = 0,0283\ m^3$ )
  - le gallon américain ( $1\ US\ gallon = 3,7853\ dm^3$ )
- pour les **masses**
  - la livre (pound) ( $1\ lb = 0,4536\ kg$ )
  - la short ton ( $1\ ton = 2000\ lbs = 907\ kg$ )
  - la long ton ( $1\ ton = 2240\ lbs = 1016,047\ kg$ )
- pour les **pressions**
  - la livre par pouce carré ( $1\ lb/in^2 = 6897,107\ Pa$ )
- pour les masses spécifiques
  - la livre par pied cube ( $1\ lb/ft^3 = 16,01845\ kg/m^3$ )

- pour les vitesses
  - le mille par heure (M.P.H) qui correspond au "statute mile" américain ; ou mille terrestre  
 $1 \text{ M.P.H} = 1609,3 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 0,447 \text{ m} / \text{s} = 0,869 \text{ nd}$
- pour les puissances
  - le HP de 76 kg.m/s (*horse power* : 1 HP = 746 W)

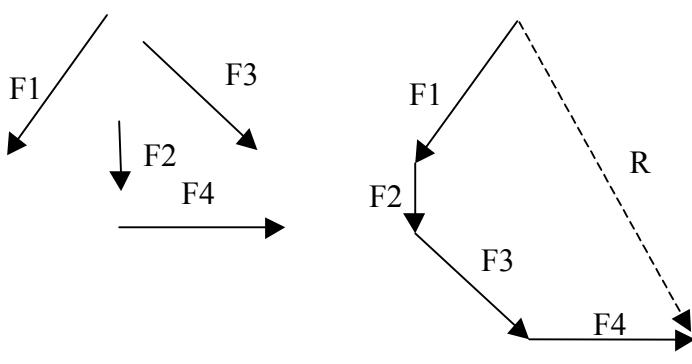
### 1.1.1.3 Notion de force

Une force est définie comme "toute cause capable de modifier l'état de repos ou de mouvement d'un corps". Elle est caractérisée par un point d'application, une direction ou un support, un sens, et une intensité ou grandeur. Elle peut donc être représentée par un vecteur. D'une façon générale, elle s'exprime comme le produit de la masse du corps par l'accélération à laquelle il est soumis :

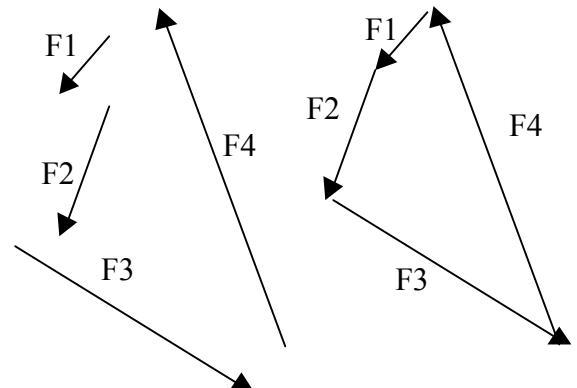
$$\mathbf{F} (\text{Newton}) = m (\text{kilo}) \cdot \gamma (\text{mètres} / \text{seconde}^2)$$

Un corps est soumis le plus souvent à un système de plusieurs forces. La **résultante** est la force unique qui produirait sur ce corps la même action que l'ensemble du système des différentes forces qui lui sont appliquées. Pour trouver la **résultante** d'un nombre quelconque de forces, on forme le **polygone des forces** représentées chacune par son **vecteur** (somme vectorielle). La résultante est nulle si le polygone est fermé (condition nécessaire et suffisante).

Si les forces sont toutes parallèles, la résultante est égale à la somme algébrique axiale des forces.



Résultante d'un système de forces



Construction d'un polygone de forces

Exemples de force :

#### a) La force de gravité

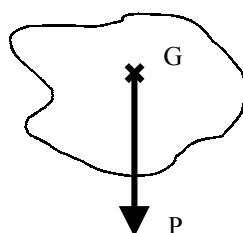
Direction verticale

Point d'application : centre de gravité

Sens : vers la terre (centre)

Intensité :  $\mathbf{P} = m \cdot g$       m = masse en kg

$g$  = accélération de la pesanteur  $\approx 9,81 \text{ m/s}^2$



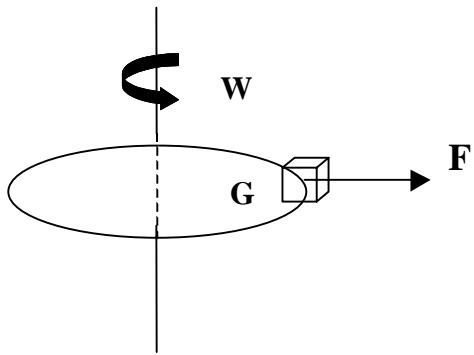
### b) La force centrifuge

Elle tend à écarter un objet du centre de rotation d'un corps ayant un mouvement circulaire  
Direction : normale au centre

Point d'application : centre de gravité

Sens : vers l'extérieur

Intensité :  $F = m \cdot R \cdot \omega^2$        $m$  = masse en kg  
 $R$  = rayon de la trajectoire  
 $\omega$  = vitesse angulaire



### c) La force d'inertie

L'inertie est la résistance que tout corps oppose à un déplacement et qui résulte de sa propre masse.

### d) La force de frottement

La force de frottement est la force qui freine un corps ou l'empêche d'avancer du fait de son contact avec un autre corps.

Point d'application : point de contact

Intensité : dépend des caractéristiques des deux matériaux en contact.

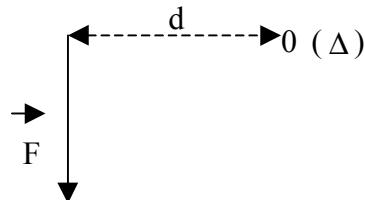
**Moment d'une force** par rapport à un point, (ou à un axe).

C'est le produit de l'intensité de la force par le bras de levier, c'est-à-dire la distance du point, (ou de l'axe), à la force selon une perpendiculaire (ou normale) à l'axe de la force.

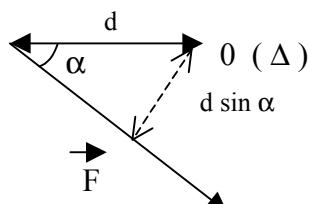
$$M \text{ (Nm)} = F \text{ (N)} \cdot D(m)$$

Le **moment** par rapport à un axe de la **résultante** d'un système de forces parallèles, est égal à la somme des moments par rapport au même axe de chacune des composantes du système :

- Cas où  $F$  est perpendiculaire à l'axe



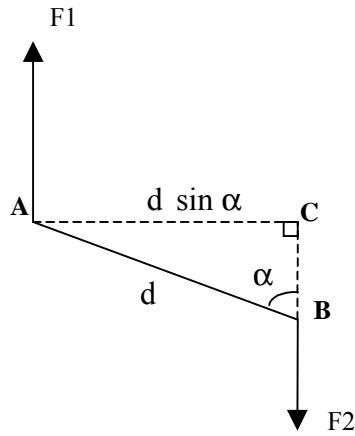
- cas général



La distance  $d \sin \alpha$  est appelée "**bras de levier**"

### Moment d'un couple

Un **couple** est un système composé de deux **forces parallèles, d'égales intensités et de sens contraires**. Le moment d'un couple est le produit de l'intensité des forces qui le composent par le bras de levier (distances perpendiculaires entre elles).



### Théorème fondamental de l'équilibre

Un corps (considéré solide, matériel et indéformable) est en équilibre si l'ensemble des forces et moments auquel il est soumis est nul. L'équilibre est **stable** si toute sollicitation tendant à écarter le corps de sa position d'équilibre engendre une réaction qui tend à l'y ramener. Il est **instable** dans le cas contraire.

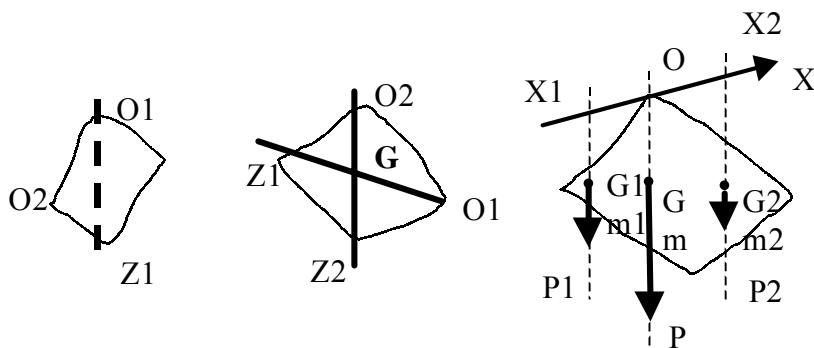
### Centre d'inertie ou de gravité (d'un corps) - Poids d'un corps

C'est le point d'application de la résultante des forces de pesanteur auxquelles sont soumises toutes les parties qui composent le corps. Cette résultante est le poids du corps, force verticale dirigée vers le bas, produit de sa masse (kg) par l'accélération de la pesanteur, soit :

$$\mathbf{P} (\text{N}) = \mathbf{m.g}$$

Pour calculer la position du centre de gravité du corps (ou d'un système matériel quelconque, par exemple de masse totale M), on utilise la propriété énoncée plus haut du moment de la résultante d'un système de forces parallèles, en décomposant le système en parties élémentaires dont on sait déterminer de façon simple (ou en tous les cas avec une approximation suffisante pour chacune d'elles) la masse (m) et la position (l) du centre de gravité, soit :

$$\mathbf{L} = \sum (\mathbf{m.l}) / \mathbf{M} \quad \text{avec } \mathbf{M} = \sum \mathbf{m}$$



Centre d'inertie ou de gravité d'un corps

### Barycentre ou centre (d'un volume, d'une surface, d'une courbe)

Les méthodes utilisées dans la pratique pour calculer les volumes (en particulier volume de carène), leur centre et caractéristiques géométriques consistent à réduire le problème du volume au calcul d'une surface, que l'on sait traiter plus simplement. Ces techniques laborieuses sont aujourd'hui largement remplacées par

l'utilisation, très tôt dans l'élaboration du projet, de moyens informatiques "C.A.O" (conception assistée par ordinateur) qui offrent des outils de représentation et de calcul parfaitement adaptés au traitement de ces problèmes.

### Contrainte, pression

Au sens le plus large, une **contrainte** est la force exercée sur un élément de surface, rapportée à l'unité de mesure de cette surface (c'est le rapport de l'intensité à la force à l'aire de l'élément de surface considéré). Si la force est normale à la surface, le rapport ainsi défini est une **pression**. La notion de contrainte s'applique surtout à l'étude de la résistance des matériaux, tandis qu'une pression correspond, plus généralement, à une force exercée par un fluide, un corps pesant... La résultante des forces de pression exprime souvent une **poussée**. On distingue :

- les pressions statiques, qui intéressent les systèmes au repos : par exemple la poussée d'Archimède est la résultante des pressions hydrostatiques de l'eau sur la carène ;
- les pressions dynamiques, qui concernent les systèmes en mouvement : par exemple, pour un voilier, la poussée développée par la voilure est la résultante des pressions dynamiques du vent sur les voiles.

#### 1.1.1.4 Brèves notions de résistance des matériaux

La matière résiste! Par exemple, une barre mise en tension sous charge croissante ne manifeste d'abord qu'un imperceptible étirement, puis elle s'étire et casse. Sous une charge inférieure à celle provoquant la rupture, chaque fibre de la barre réagit par une contrainte de traction. Dans une section transversale de la barre, la somme des contraintes, s'oppose à la force d'étirement.

Le cas de la traction est simple : la contrainte est uniforme dans chaque section, orientée suivant l'axe de la barre. Il en est de même pour la compression. La définition de la "**contrainte**" s'applique aux situations où elle varie d'un point à l'autre, dans chaque fibre de la structure.

Une poutre est en flexion si elle est soumise en tout point au moment d'un couple de forces. Dans une poutre en porte-à-faux chargée à l'extrémité, le moment de flexion  $M_f$  est dit aussi **moment fléchissant**.

Les **contraintes de flexion** sont les plus rencontrées dans les structures de navires.

Une **contrainte de cisaillement** apparaît dans les murailles de la coque surtout s'il y a des discontinuités dans le chargement.

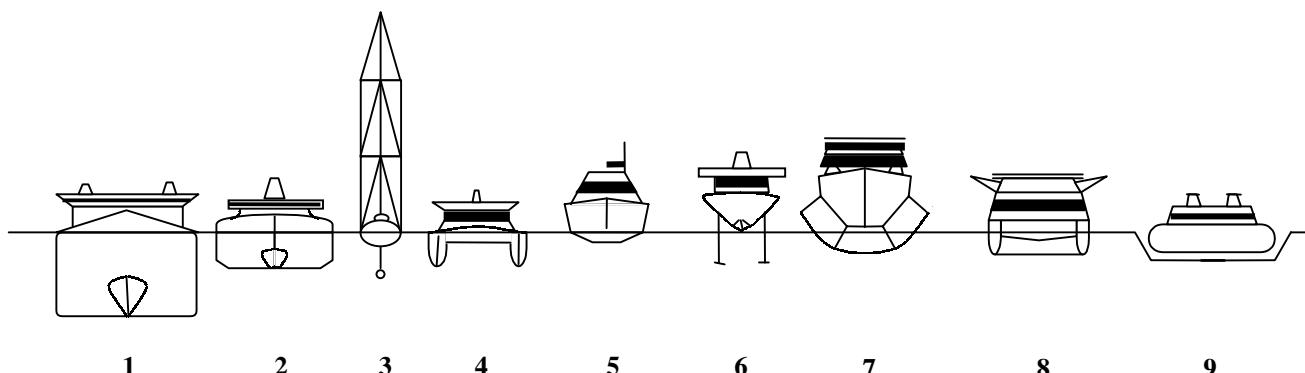
Certaines structures légères sont à examiner autant sous l'aspect des déformations que sous celui des contraintes.

#### 1.1.2 LES DIFFERENTS TYPES DE NAVIRES

Sauf pour les navires militaires qui relèvent du Ministère de la Défense, la reconnaissance "administrative" du caractère "navire" ou autre bâtiment de mer relève, dans notre pays, de la compétence des services des Affaires Maritimes.

L'évolution du progrès en matière de construction navale consiste à améliorer les performances des navires, et notamment leur vitesse maximum, ou sinon à diminuer, pour une vitesse donnée, la puissance nécessaire à leur propulsion afin d'en réduire les coûts d'exploitation.

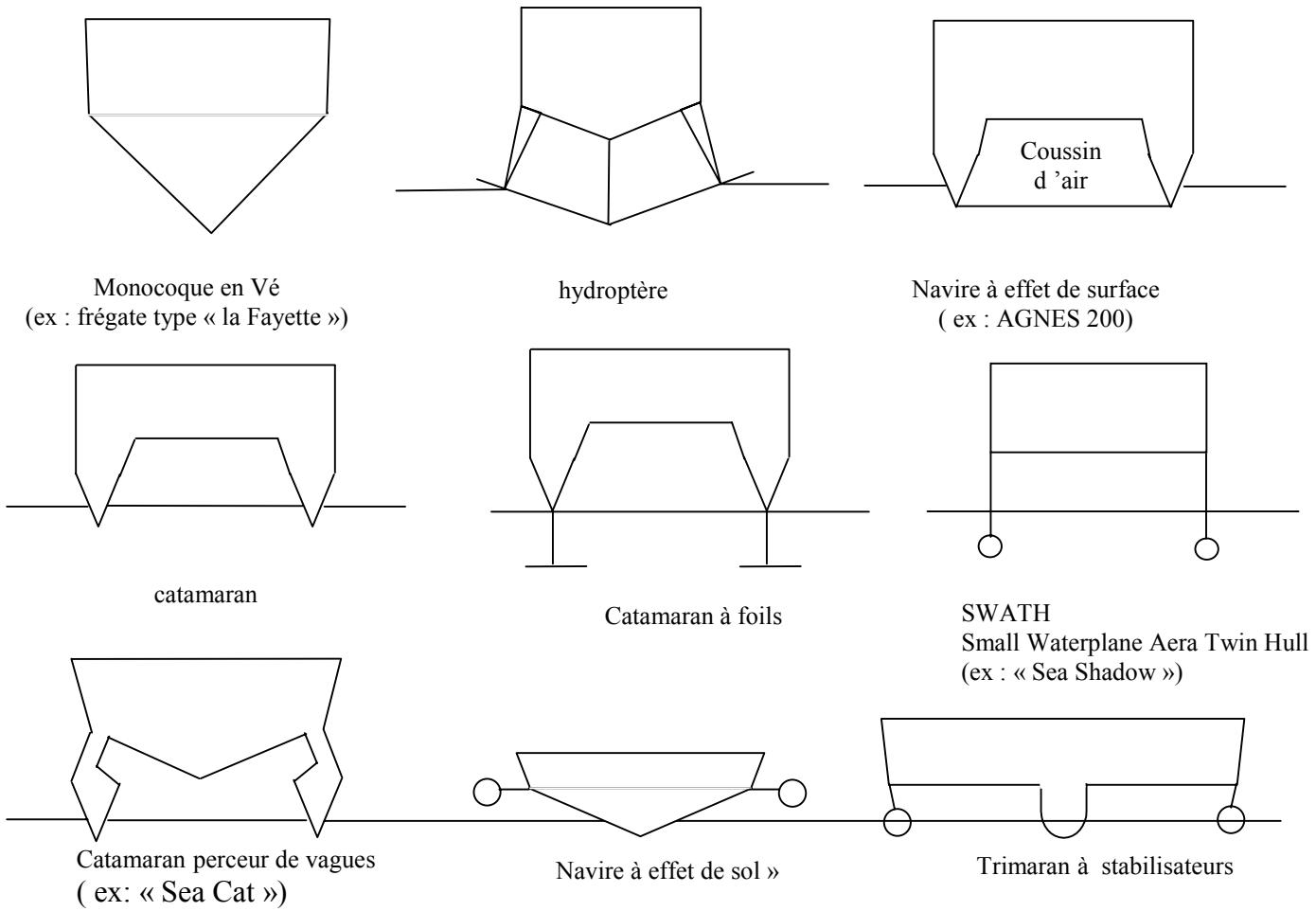
Un certain nombre de concepts se sont développés dans ce sens, correspondant à différents types de navires représentés par l'illustration suivante :



Ces navires (de toutes dimensions, du plus lent au plus rapide) sont caractérisés par leur **mode de sustentation** :

- **hydrostatique** pour les navires classiques dits "archimédiens" (ou "à déplacement"), monocoques (figures 1 à 3) ou multicoques (figure 4),
- **hydrodynamique** pour les navires à coque "planante" (figure 5) ou montée sur "hydrofoils" (figures 6 et 7),
- **aérostatique** pour les "navires à effets de surface" (NES) (figure 8) ou sur "coussin d'air" (aéroglisseurs) (figure 9).

### Quelques concepts de navires du futur



#### 1.1.3 DESCRIPTION DU NAVIRE - TERMINOLOGIE - DEFINITIONS

**Le flotteur** est un solide fermé de forme quelconque, dont le poids total est inférieur au poids du liquide dans lequel il se trouve, et qui remplirait son volume total (si son poids total est supérieur, il coule, ou plonge dans le cas d'un sous-marin ayant rempli d'eau ses ballasts).

Tout navire se compose en premier lieu d'une **coque** qui constitue le **flotteur**.

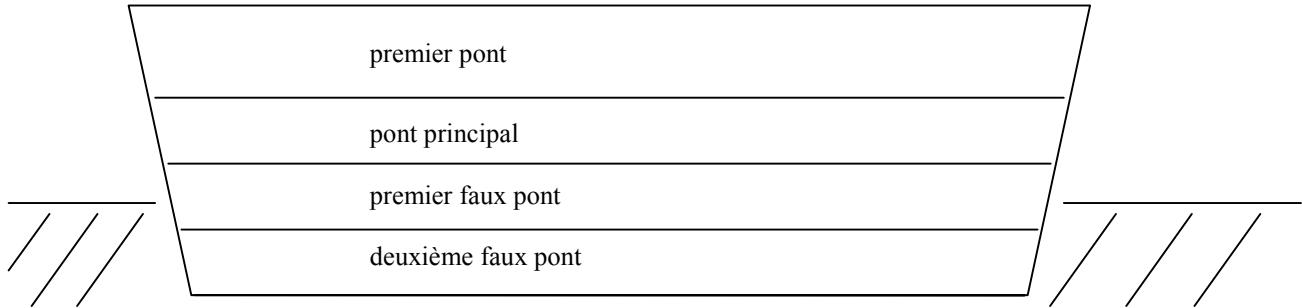
**Le pont principal** ou **pont d'étanchéité**, ou **pont de franc bord** est le premier pont continu au dessus de la flottaison.

**Le pont de résistance** est le pont continu le plus élevé.

**Le premier pont** se trouve au dessus du pont principal.

**Le premier faux-pont** se trouve au dessous du pont principal.

### Pont de résistance ( ou premier,deuxième pont )

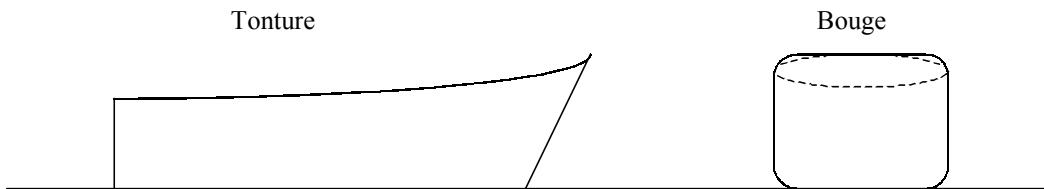


A l'avant, on trouve parfois une plate-forme surélevée appelée "**teugue**". Au milieu ou à l'arrière, on trouve le **château**.

Les **plages avant et arrière** sont des plates-formes découvertes à l'avant et à l'arrière.

La **tonture** est la courbure longitudinale.

Le **bouge** est la courbure transversale.



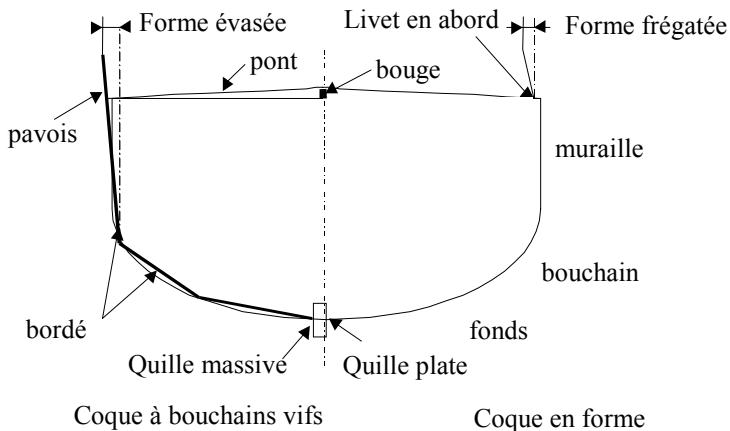
Les **appendices de coque** (gouvernail, hélices, plan anti-roulis ...) dépassent de la coque.

Le **bordé** est l'élément principal de l'ensemble coque.

Le **bordé de carène** est constitué de **virures** assemblées par soudure.

- les virures de préceintes sous le pont de résistance,
- les virures de bouchain entre muraille et fonds,
- les virures de galbord,
- la virure de quille.

La **quille** désigne la partie axiale inférieure de la coque.



**L'étrave** est la pièce qui limite l'avant sur toute la hauteur de la coque.

**L'étambot** est la pièce qui limite l'arrière, au niveau et au dessous de la flottaison.

Le **gouvernail** est l'appendice de coque servant à diriger le navire. Il est constitué d'une surface plane généralement profilée, appelée **safran**, solidaire d'un axe généralement vertical : la **mèche**, sur lequel agit la barre ou les équipements de l'appareil à gouverner pour l'orienter. La mèche peut, dans certains montages (gouvernail suspendu par exemple) constituer le support du gouvernail. Elle peut être remplacée, dans d'autres, par des **aiguillots** venant se loger dans des **fémelots**, ou en partie basse, dans une **crapaudine**, ou toutes combinaisons des précédents. La partie située juste devant la mèche peut être le prolongement du safran dans le cas d'un gouvernail "compensé", ou un **aileron** fixe.

La **barre** est le module de manœuvre du (ou des) gouvernail(s).

Les **œuvres vives** constituent la partie immergée du flotteur.

Les **œuvres mortes** en constituent la partie émergée.

La **surface de flottaison** est l'intersection entre le flotteur et la surface de la mer. Elle détermine la **ligne de flottaison**.

Le **tirant d'eau** est la profondeur maximum de la carène, le long d'une verticale donnée, dans une assiette considérée (tirants d'eau avant, milieu, et arrière).

La **longueur hors tout** est la longueur maximale du navire (y compris avec ses appendices de coque).

La **longueur entre perpendiculaires** est la longueur de la carène.

La **largeur maximale ou "largeur au fort"** est considérée pour les écluses, bassins ou chenaux. Elle peut se trouver au-dessus ou au-dessous de la ligne de flottaison.

L'**assiette** est l'angle que fait, dans le sens longitudinal, une flottaison quelconque avec la flottaison normale de référence.

La **gîte** est l'angle que fait, dans le sens transversal, le plan de symétrie du navire avec la verticale.

Le **tirant d'eau moyen** est la demi somme des tirants d'eau avant et arrière :

$$\text{TE moyen} = (\text{TE Avant} + \text{TE Arrière}) / 2$$

Il doit être égal au tirant d'eau milieu : vérification simple pour éviter les erreurs de lecture sur la coque.

La lecture des tirants d'eau est fondamentale. La projection verticale des chiffres sur la coque mesure 10 cm. Seuls sont peints les chiffres pairs.

	3.30
<u>32</u>	3.20
	3.10
<u>30</u>	3.00

Le **déplacement** est la masse du volume d'eau déplacé par la carène.

Le **déplacement à pleine charge** comprend, en plus de la coque et de toutes les installations fixes du bâtiment :

- l'équipage normal et les passagers dont l'embarquement est prévu par les capacités d'hébergement ;
- les consommables (eau douce, combustibles, vivres ...);
- les munitions (stock de combat) ;
- le lest mobile ;
- le chargement.

Le **déplacement lège** est le déplacement à pleine charge sans les consommables, mais incluant l'eau douce.

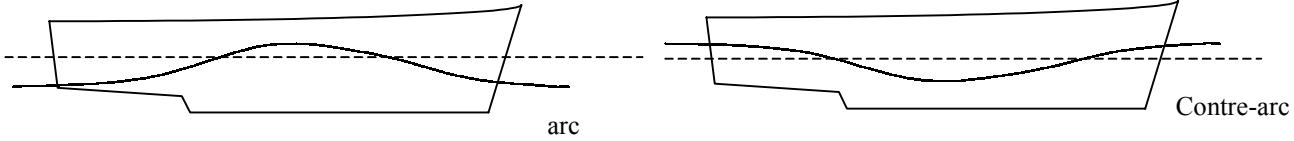
Le **déplacement moyen d'essai** est la moyenne entre le déplacement à pleine charge et lège pour un bâtiment neuf.

Le **déplacement Washington** est voisin du déplacement lège, il est exprimé en *long tons* (1016 kg) et permet de comparer les flottes de surfaces.

Le **déplacement du sous-marin en surface** (ou **déplacement Genève**) est voisin du lège. Il est exprimé en *long tons*, mesure anglo-saxonne, et permet de comparer les flottes de sous-marins.

Le **déplacement d'un sous-marin en plongée** est pratiquement constant, le volume de la coque épaisse ne variant qu'avec la pression de l'immersion selon un faible pourcentage

**La pontée bateau :** les bâtiments de guerre ont souvent une carène fine. La résistance à la flexion longitudinale est alors le principal souci lorsque le bâtiment navigue sur une houle bien formée, il arrive que le centre du bâtiment soit situé tour à tour sur une crête puis dans le creux d'une vague. Sur une crête, la partie milieu tend à se soulever et les extrémités tendent à s'affaisser. Le bâtiment prend de l'**arc**. Si au contraire, il est supporté par une crête à chaque extrémité, le milieu situé dans un creux, le bâtiment se déforme à l'inverse et prend du **contre-arc**.



## 1.1.4 HYDROSTATIQUE

"La statique du navire ne recourt jamais à de hautes théories mathématiques. Elle fait surtout appel au bon sens, et s'efforce d'attirer l'attention sur un certain nombre de points que ni le constructeur ni le marin ne peuvent se permettre d'ignorer sans faire courir au navire des risques sérieux" ( R. Frances, Statistiques du navire, ENSTA, 1976).

### 1.1.4.1 Principe d'Archimède

"Tout corps partiellement ou totalement immergé dans un fluide reçoit une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, égale au poids du fluide déplacé, appliquée au centre du volume immergé".

Cette poussée, dite poussée d'Archimède, est la résultante des poussées hydrostatiques exercées par le fluide sur la paroi délimitant le volume immergé du corps.

Lorsqu'il est immobile, le navire, considéré dans une situation de chargement déterminée, est soumis à deux forces :

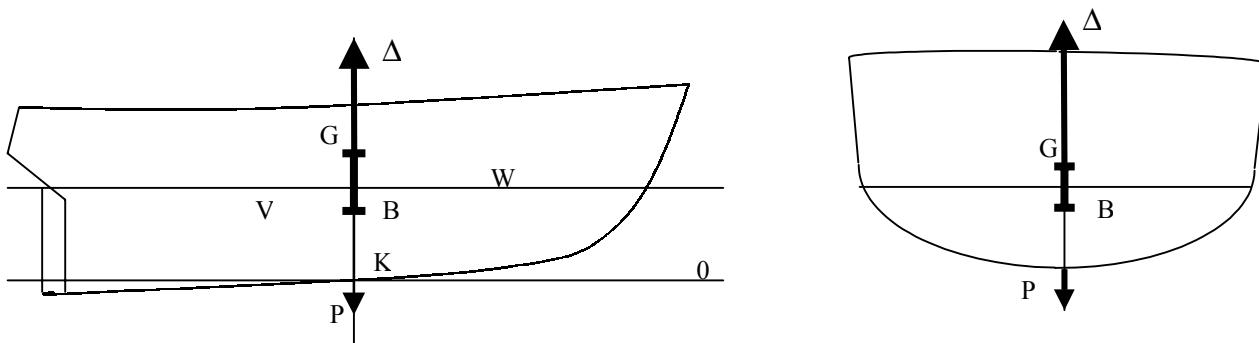
- son **poids total P**, appliqué en son **centre de gravité G**, dirigé verticalement vers le bas,
- la **poussée d'Archimède A** appliquée en son **centre de carène B**, dirigée verticalement vers le haut.

C'est le "**déplacement**" du navire (poids du volume d'eau déplacé) qui, en toute rigueur puisqu'il s'agit d'une force, devrait s'exprimer en Newtons (N). Par commodité, on l'exprime souvent encore en tonnes (t, de 1000 kgf)

### 1.1.4.2 Conditions d'équilibre et de stabilité du flotteur

#### 1.1.4.2.1 Conditions d'équilibre

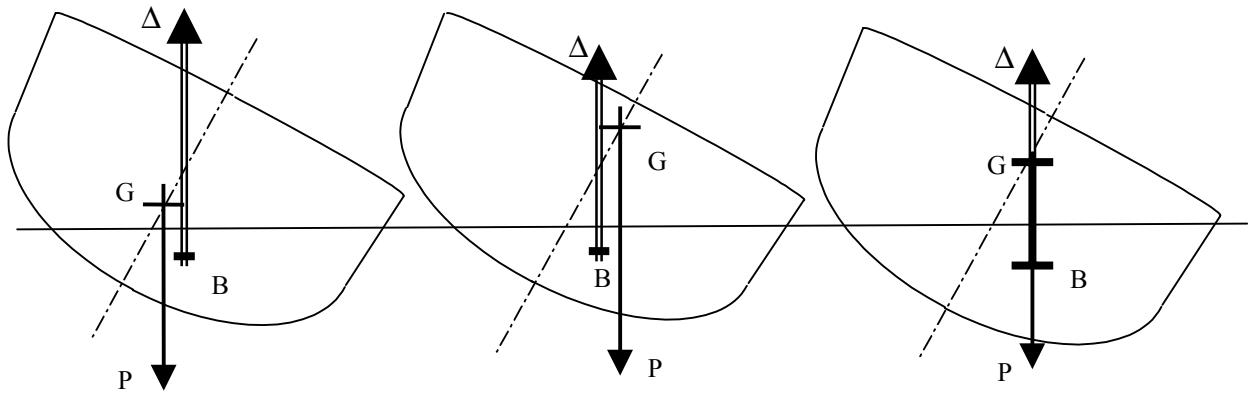
Le navire est en **équilibre statique** si d'une part P et A sont d'égales grandeurs, et si d'autre part leurs points d'application, centre de gravité G et de carène B, sont situés sur une même verticale.



Lorsque l'équilibre est possible, il s'établit automatiquement. En général, et pour des raisons évidentes de symétrie, les centres de gravité et de carène G et B se trouvent situés tous les deux dans le plan longitudinal du navire lorsque celui-ci est au repos, c'est-à-dire droit (gîte nulle).

#### 1.1.4.2.2 Conditions de stabilité

Les schémas suivants montrent, par référence à la verticale d'origine (axe de symétrie du navire), que trois cas de figures peuvent se présenter, selon la position en hauteur du centre de gravité G, pour un flotteur donné :



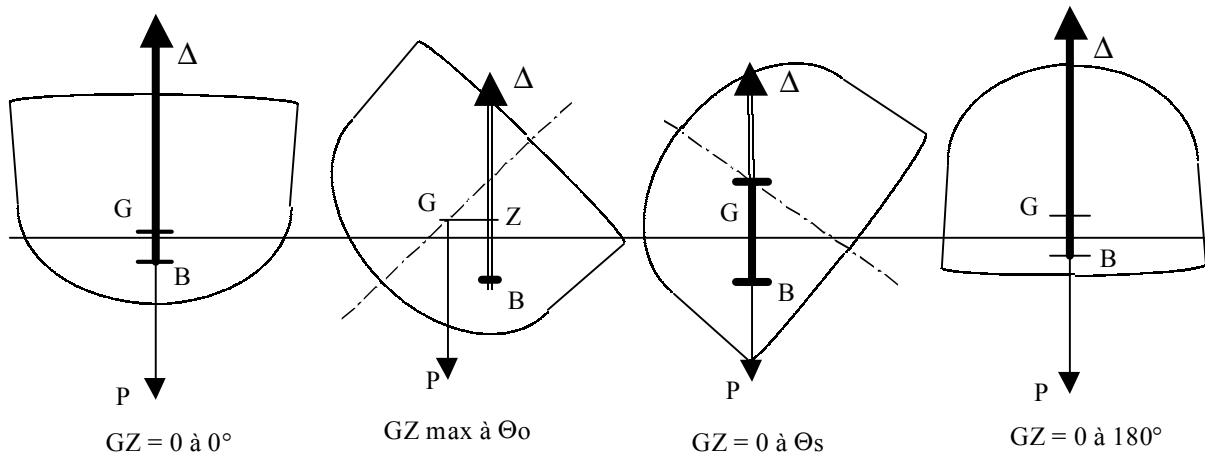
1. Stable

2. Instable

3. Neutre

1. Le centre de carène se déplace plus loin vers le bord incliné que la verticale passant par le centre de gravité. Le couple des forces "poids-poussée d'Archimète" génère un moment qui tend à s'opposer à la force "inclinante" (si on supprime la force inclinante, le navire tend à se redresser) : **l'équilibre est stable**, le moment correspondant s'appelle "**moment de redressement**".
2. Le centre de carène se déplace moins loin que la verticale passant par le centre de gravité. Le couple des forces "poids-poussée d'Archimète" génère un moment qui tend à augmenter la gîte, même si on supprime la force inclinante, le navire tend à s'incliner davantage, et à l'extrême chavirer : **l'équilibre est instable**.
3. Entre ces deux figures : le centre de carène se déplace exactement à la verticale du centre de gravité. Le couple des forces "poids-poussée d'Archimète" génère un moment qui reste nul, comme à gîte  $0^\circ$  : **l'équilibre est neutre**.

On analyse l'ensemble de la stabilité du navire en établissant une courbe qui caractérise la stabilité d'un navire. On détermine ainsi **l'angle limite de stabilité statique  $\Theta_L$** , pour lequel la valeur du moment de redressement est maximum, et **l'angle de chavirement statique  $\Theta_s$** , pour lequel le moment est nul.



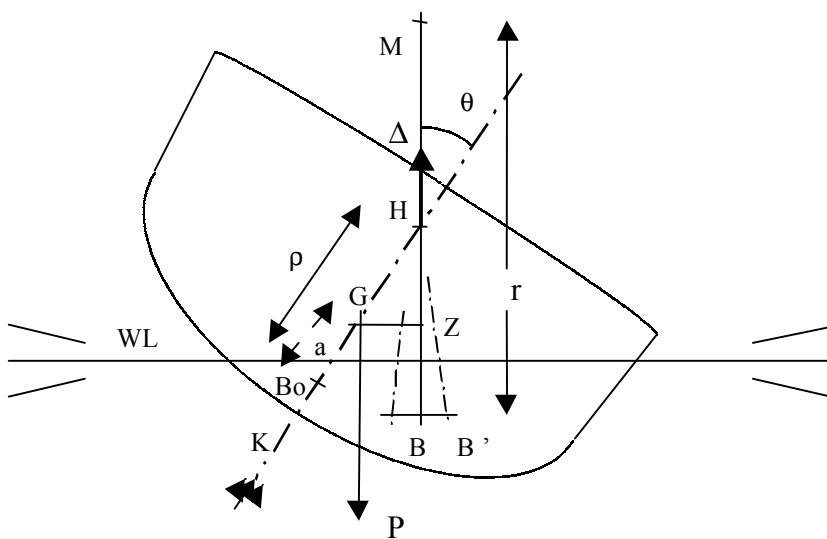
On définit aussi **l'angle limite de stabilité "dynamique"**, qui correspond à l'équilibre des énergies supposées nécessaires pour d'une part amener le flotteur à cette inclinaison et d'autre part pour lui permettre d'y résister en fonction des caractéristiques propres du navire.

#### 1.1.4.2.3 Le métacentre

Pour qu'un navire en position droite soit en équilibre stable, il faut et il suffit que le **centre de gravité** du navire soit au dessous du **métacentre transversal** (centre de la courbe décrite par le centre de carène B lors d'une inclinaison).

Dans la figure ci-dessous, l'intersection H de la verticale passant par le centre de carène B avec le plan longitudinal du navire s'appelle le **point métacentrique transversal relatif à l'inclinaison  $\theta$** , et sa distance "p" au centre de carène  $B_0$  (en gîte  $0^\circ$ ) la hauteur métacentrique correspondante. Le **centre de gravité** du navire G est repéré par sa distance "a" au centre de carène origine  $B_0$ . **L'équilibre est donc stable si "p - a" est positif**, c'est-à-dire si G est situé au dessous de H, instable dans le cas contraire. Le métacentre M est situé sur la verticale BH. Le bras de levier GZ du couple des forces P et  $\Delta$  est obtenu en fonction de l'angle considéré  $\theta$  par la relation :

$$Mt = P \cdot (\rho - a) \sin \theta$$



La courbe des bras de levier est tracée aujourd'hui pour la plupart des navires par des moyens informatiques, à partir d'un modèle de forme de carène suffisamment précis. On fixe alors une valeur du déplacement, ou poids du navire, et la position correspondante de son centre de gravité.

#### **1.1.4.2.4 Stabilité initiale**

Un navire est habituellement destiné à naviguer avec des angles de gîte relativement faibles. S'il est complexe de calculer la valeur du bras de levier pour une gîte importante, il est en revanche relativement simple de la calculer pour une gîte proche de zéro. Il est d'usage de faire ce calcul pour une gîte de 1°. Le moment correspondant - appelé pour cette raison "**moment unitaire**" , caractérise ce qu'on appelle la **stabilité initiale** du navire.

La connaissance de sa valeur, même approximative, peut être immédiatement interprétée de façon pratique puisqu'elle correspond précisément à la valeur du couple (inclinant) qui donnerait au navire une gîte de  $1^\circ$ .

Une embarcation ayant un moment unitaire de 2 t.m prendra ainsi une gîte de  $1^\circ$  si on la charge de 1 tonne à 2 mètres du plan longitudinal, ou 2 t. à 1 m., ou encore environ  $5^\circ$  si on la charge 5 fois plus aux mêmes endroits etc.

### **L'expérience de stabilité**

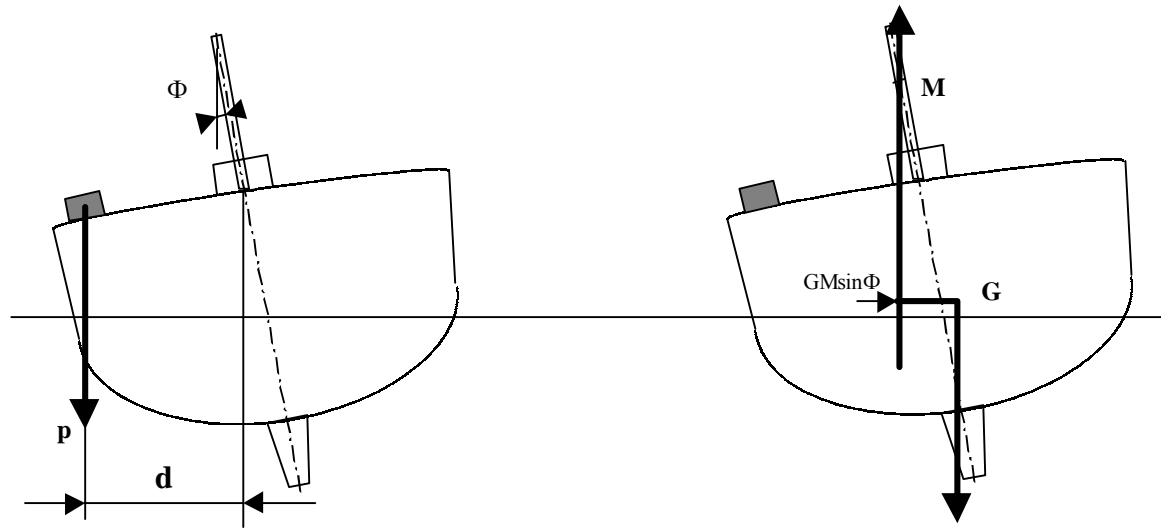
Lorsqu'un projet de navire aboutit à une réalisation, ses performances principales, par exemple sa vitesse, sont vérifiées par mesures physiques. Le déplacement et la stabilité n'échappent pas à ce contrôle.

Confiance est faite aux calculs de carène pour définir le **déplacement correspondant à une flottaison réelle** dont l'emplacement est mesuré. Le poids ainsi déterminé est rapproché de celui déduit du **devis des masses** et de la **situation de chargement** au moment de la mesure des tirants d'eau. Cela s'appelle une **vérification par pesée d'Archimède**. Son exploitation renseigne aussi sur la position en longueur du centre de gravité, puisque les calculs situent l'emplacement longitudinal du centre de carène en fonction du niveau et de la pente de la flottaison.

La recherche de la position effective en hauteur du centre de gravité nécessite une opération complémentaire. C'est l'expérience "de stabilité" qui consiste à incliner légèrement le navire, d'une manière maîtrisée.

Le moment inclinant est produit par le mouvement transversal d'un lest de masse  $p$  de part et d'autre de l'axe longitudinal à une distance  $d$ .

La variation d'inclinaison  $\theta$  en fonction de "p" et de "d" est mesurée par un pendule, ou par un appareil inclinomètre.

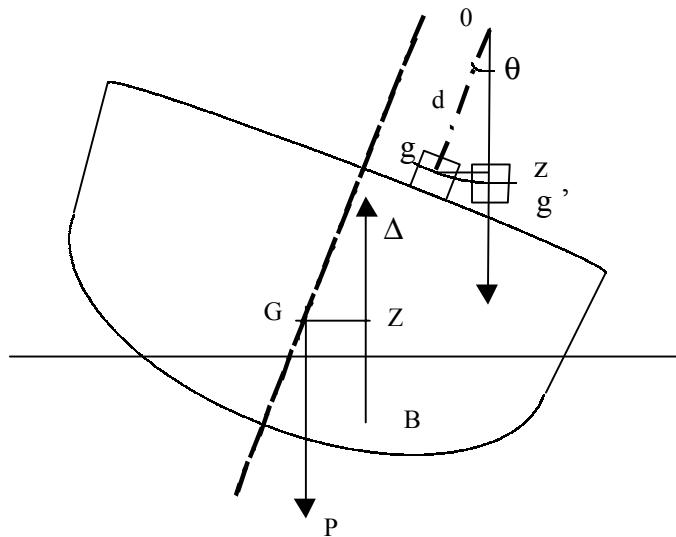


Compte tenu de la situation des poids à bord du navire au moment de l'expérience (notamment le lest d'expérience, à retrancher), des corrections permettent de situer  $G$  dans les autres cas de chargement, et de contrôler la qualité des courbes de bras de levier établies. S'il apparaît des écarts conséquents entre les centres de gravité prévus et réalisés, ces courbes devront être retracées.

Une **réserve de lestage** permet, dans de nombreux cas, de résoudre un problème de stabilité en fin de construction.

#### 1.1.4.2.5 Poids suspendu

Considérons un navire à la gîte, représenté par le schéma ci-dessous, dont le poids total  $P$  est la somme de son poids propre et d'un poids  $p$  situé par exemple sur le pont, au centre de gravité  $g$ . Si  $p$  est fixe, le moment de redressement du navire est égal, comme on l'a vu, à  $P \cdot GZ$ . Si le poids  $p$  est suspendu à un point  $O$  fixe situé à la distance  $d$  de  $g$ , ce dernier point se déplace, du côté de l'inclinaison, en  $g'$  à la verticale de  $O$ . Cette nouvelle position crée, par rapport à la situation précédente, un moment inclinant de valeur " $p \cdot gz$ " qui diminuera évidemment d'autant la valeur du moment d'origine. Le nouveau moment de stabilité s'écrit donc (par exemple pour une faible gîte) :



$$Mt = (P \cdot GM - p \cdot d) \cdot \sin \theta$$

Le module de stabilité initiale transversale du navire est devenu  $P \cdot GM - p \cdot d$ , où  $p \cdot d$  représente la perte de stabilité qui peut être très importante (d'autant plus que le point de suspension est élevé) jusqu'à présenter à

l'extrême un réel danger pour la stabilité du navire. Du point de vue de la stabilité, tout se passe comme si le poids suspendu était fixe mais situé en son point de suspension.

#### 1.1.4.2.6 Carène liquide

Bien que de nature différente, le problème des **carènes liquides** est comparable à celui des poids suspendus.

L'effet de carène liquide ne dépend pas généralement de la quantité de liquide, mais dépend du moment d'inertie de la surface libre et du poids volumique du liquide. Elle peut être considérable et présente un réel danger pour la stabilité du navire. Tout se passe comme si le poids du liquide était fixe mais remonté en son métacentre propre.

Une solution pour réduire la perte de stabilité par effet de carène liquide consiste à cloisonner dans le sens longitudinal les endroits susceptibles de poser problème de ce point de vue.

#### 1.1.4.2.7 Courbes hydrostatiques

En plus des courbes de stabilité décrites précédemment, l'ensemble des caractéristiques hydrostatiques d'un navire est représenté habituellement sous la forme d'un diagramme constitué d'un réseau de courbes appelées "**courbes hydrostatiques**". Elles définissent, pour différents niveaux d'enfoncement du navire parallèlement à la flottaison de référence (tirants d'eau) repérés sur un axe vertical (ordonnées), les valeurs correspondantes repérées sur l'axe horizontal (abscisses) du déplacement, des rayons métacentriques initiaux ( $r$  et  $R$ ), des positions des centres de carène et de flottaison, des variations de charge par centimètre d'enfoncement et un certain nombre d'autres renseignements liés à la géométrie du flotteur.

#### 1.1.4.2.8 Cas particulier de la stabilité d'un sous-marin en immersion

La position du centre de carène d'un sous-marin en immersion reste fixe quelle que soit la gîte (aux déformations de coque près selon la pression d'immersion). La **stabilité statique** du sous-marin n'est donc obtenue **que si le centre de gravité se trouve placé sous le centre de carène**. Pour une distance  $d$  entre ces deux points et une gîte  $\theta$  du bâtiment que nous supposerons bien pesé à son immersion (poids  $P$  = poussée d'Archimède), le moment de stabilité devient :

$$Mt = P \cdot d \sin \theta$$

Si la stabilité du sous-marin en immersion ne pose pas de problème du fait d'un moment de stabilité correctement calculé lors de sa conception, en revanche la prise de plongée et le retour en surface font passer le bâtiment par un état de stabilité statique nulle quand le centre de carène vient se confondre avec le centre de gravité. Une fois en surface, le sous-marin retrouve les mêmes caractéristiques de stabilité qu'un navire de surface, le centre de carène se trouvant alors placé sous le centre de gravité, et sa stabilité est définie par son «  $p - a$  » propre .

Le passage d'une navigation en surface à une navigation en plongée représente donc un moment délicat de stabilité, que le sous-marin cherchera à aborder avec une stabilité dynamique fournie par sa vitesse, ce qui entraîne une transition logique vers le paragraphe suivant.

### 1.1.5 HYDRODYNAMIQUE

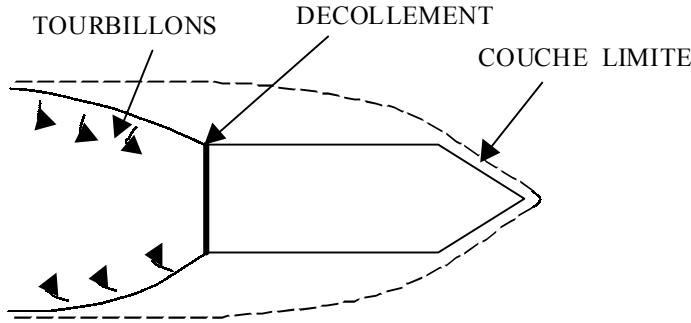
#### RAPPEL

L'hydrodynamique navale fait largement appel aux équations et théorèmes de la "mécanique des fluides" qui sont relativement complexes et ardu. On se limitera donc à en évoquer ici les notions indispensables à la compréhension du mouvement du navire dans son élément.

Lorsqu'un mobile se déplace dans un fluide, sa vitesse est limitée par la capacité qu'il a de s'y opposer, en particulier par ses caractéristiques de "**résistance à l'avancement**". Sa vitesse est stabilisée lorsque la force de propulsion équilibre l'ensemble des forces de résistance à l'avancement.

Si on considère un flotteur en mouvement, on observe qu'une petite épaisseur d'eau, appelée "**couche limite**", est entraînée par des forces tangentielles de viscosité à une vitesse sensiblement égale à celle du déplacement des particules d'eau directement en contact avec la paroi. Cette vitesse diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la paroi jusqu'à devenir, à faible distance, celle de l'eau libre. Si la carène est correctement profilée, la couche limite, d'épaisseur variable (quelques centimètres à l'avant jusqu'à plusieurs décimètres à l'arrière) l'enveloppe entièrement. C'est l'ensemble des forces mises en jeu ici qui constituent la "résistance de frottement".

Il peut arriver, si la carène présente des discontinuités de forme dues par exemple à la présence d'appendices de coque ou de coquillages, que la couche limite se décolle, générant alors des tourbillons plus ou moins importants (vortex) : c'est la "**résistance de remous**". Toutes ces forces résistantes constituent la **traînée**, dans des proportions variables selon les formes et la vitesse du navire, et sont des **forces de viscosité**.



### 1.1.5.1 Résistance à l'avancement du navire

On observe que lorsque le navire se déplace à faible vitesse, les vagues qui l'accompagnent sont rapprochées, tandis que leur distance augmente quand la vitesse du navire croît. Ce phénomène est à l'origine de ce que l'on appelle la "**résistance de vague**".

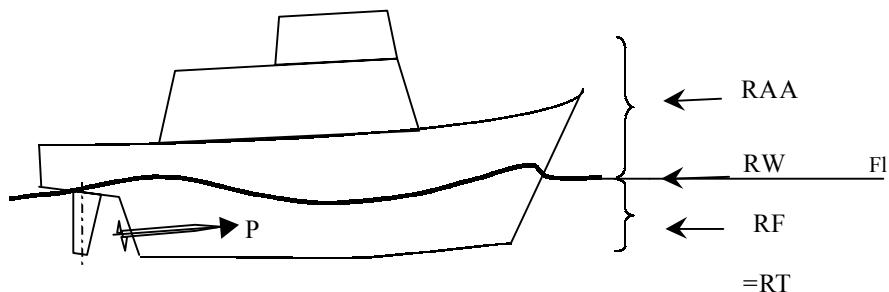
La résistance à l'avancement totale d'un navire  $R_T$ , encore appelée "**résistance de remorquage**", peut donc être considérée comme la somme des trois composantes (hypothèse de Froude) :

$$R_T = R_W + R_V + R_{AA}$$

- $R_W$  est la résistance de vague.
- $R_V$  est la résistance hydrodynamique dite "résistance visqueuse", somme de la résistance de frottement (RF) de l'eau sur la carène, qui dépend de la surface mouillée (S) et naturellement de l'état plus ou moins "lisse" de cette surface et de la résistance de remous le cas échéant.
- $R_{AA}$  est la résistance aérodynamique (souvent négligeable en première approximation, sauf fardage important).

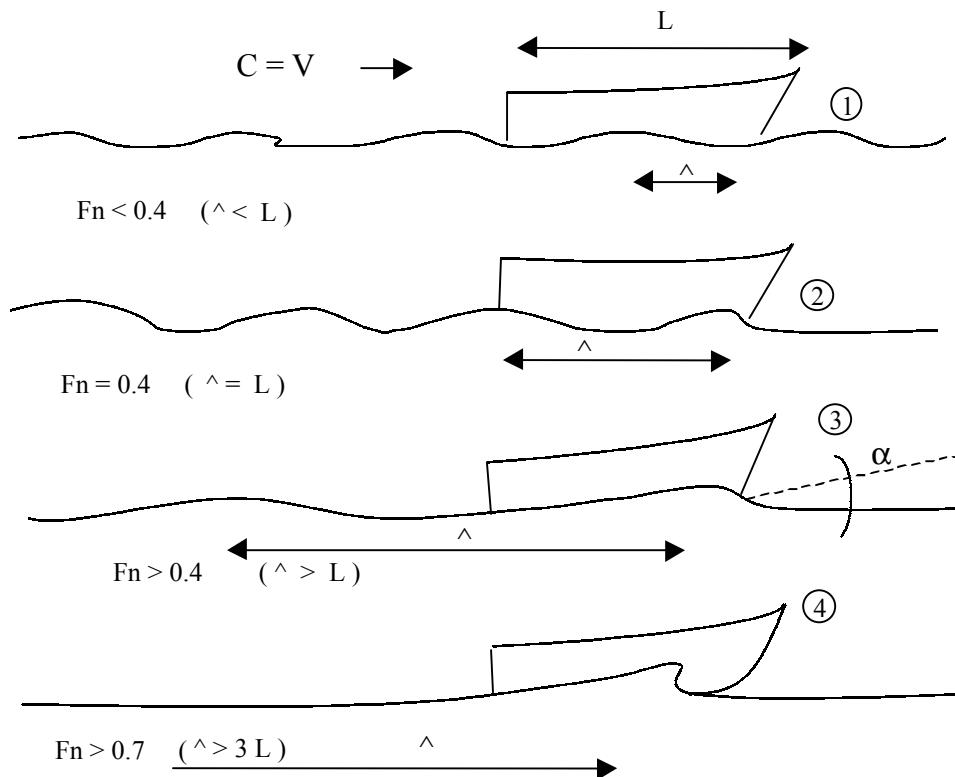
### 1.1.5.2 Résistance de vague

Lorsque le navire fait route, il entraîne à la même vitesse que lui un système de vagues, les "**vagues d'accompagnement**" qui se forment tout au long de sa flottaison, et dont la célérité "c" est égale à la vitesse "v" du navire.



On peut schématiquement distinguer quatre cas :

1. A faible vitesse, les vagues d'accompagnement ont une longueur d'onde inférieure à la longueur du navire. La résistance de vague est relativement faible, tandis que la résistance de frottement est nettement prédominante.
2. Lorsque la vitesse croît, la longueur d'onde des vagues augmente jusqu'à correspondre approximativement à la longueur du navire qui devient alors comme "porté" par une seule onde constituée d'une crête à l'avant et à l'arrière et un creux au milieu. La résistance de vague devient sensiblement plus grande que la résistance de frottement.
3. Si la vitesse augmente encore, la crête arrière s'éloigne du navire, dont la poupe n'est plus alors "portée" par la crête, mais par la "pente" de la vague entre les deux crêtes. Le navire se trouve en situation "cabrée", très défavorable du point de vue de la résistance à l'avancement. La résistance de vague est largement prédominante.



4. Enfin, à très grande vitesse, le navire peut à la limite se retrouver entièrement "porté" par sa vague avant, en situation "d'**hydroplanage**". Dans cette situation, le navire n'est plus porté sur toute sa longueur effective  $L$  mais seulement sur sa partie arrière, tandis que l'avant se trouve souvent entièrement dégagé et en surplomb au dessus de l'eau, devant la crête qui porte le navire.

Les cas 1 et 2 sont les plus fréquents et correspondent aux navires dits "archimédiens" (ou à déplacement), tandis que les cas 3 et 4 ne sont possibles que pour des navires dotés d'une puissance propulsive très importante par rapport à leur poids.

### 1.1.5.3 La houle

#### 1.1.5.3.1 Généralités sur les mouvements de la mer

La mer est un milieu liquide dont le mouvement est la résultante d'ondulations de diverses périodes et de courants généraux plus ou moins uniformes.

- \* Les mouvements ondulatoires sont :
  - la **houle** dont la période varie principalement de 0 à 20 secondes, et dont l'amplitude peut atteindre une dizaine de mètres,
  - la **marée** dont les périodes varient de 12 h à environ 18 ans, et dont l'amplitude peut atteindre sur certaines côtes une quinzaine de mètres.
  - les **seiches** qui se produisent dans certains ports, avec une période variant de quelques dizaines de secondes à quelques minutes et une amplitude de quelques décimètres,

Ces mouvements qui se traduisent par une oscillation périodique du plan d'eau entraînent des courants de même période, plus ou moins déphasés par rapport à la variation des hauteurs d'eau.

- \* Les **courants généraux** sont formés :
  - par des forces extérieures au milieu marin (vent),
  - par des forces internes du milieu marin (différences de salinité ou de température des couches d'eau).

Les courants dus aux vents forts peuvent se superposer au mouvement de la marée, et produire d'importantes surélèvements du niveau de la mer : c'est le phénomène du raz de marée bien connu sur les côtes du Japon, des Antilles etc.

Les courants généraux ont le plus souvent une faible vitesse, mais ils conditionnent les climats des régions côtières : courants froids sur les côtes EST des continents et courants chauds sur les côtes OUEST pour l'hémisphère NORD, inversion pour l'hémisphère SUD.

### 1.1.5.3.2 Phénomènes physiques de la houle

- La houle est produite par l'action du vent à la surface de l'eau : lors d'un coup de vent, la surface de la mer se couvre de rides, puis l'intensité du vent augmentant, la déformation de la surface s'accentue, en formant des ondulations d'aspect désordonné sans qu'il soit possible de distinguer une propagation dans une direction déterminée (agitation à 3 dimensions). Si le vent persiste, les vagues se forment et progressent dans la direction où souffle le vent (mer du vent); l'agitation tend à devenir un phénomène à deux dimensions en donnant une houle cylindrique. Le profil des lames est fortement dissymétrique, les crêtes étant couchées sous le vent et les creux allongés avec de faibles pentes. A partir d'une certaine force de vent (Beaufort 3 à 4), la crête des vagues se brise avec formation de rouleaux d'écume donnant à la mer un aspect moutonné.
- Les vagues de vent qui ont le caractère d'oscillations forcées provoquent à leur tour un ébranlement de la surface de l'eau produisant des ondes libres. Ces ondulations plus régulières que les précédentes constituent la **houle**.
- Les vagues se succèdent avec des amplitudes, des longueurs d'onde et des périodes différentes.
- Lorsque la houle se propage par des profondeurs variables, sa longueur d'onde, son amplitude et sa direction subissent des modifications, alors que sa période reste constante ; c'est le phénomène de réfraction.
- Lorsque la houle atteint une paroi verticale, elle se réfléchit en formant un système d'ondes stationnaires appelés "clapotis".
- Le passage de la houle à travers une passe ou à proximité d'une digue unique entraîne la rotation des crêtes et une réduction de l'amplitude par diffraction.
- Lorsque la houle atteint une côte inclinée, la cambrure des lames augmente jusqu'au déferlement qui se traduit par un effondrement de la vague avec formation d'un bouillonnement (écume) sur la face antérieure.
- Les lames déferlent en général plusieurs fois avant d'atteindre la côte en formant plusieurs lignes de rouleaux, particulièrement dangereux lors des grandes tempêtes. Le déferlement des lames s'accompagne en effet, d'une brutale libération de l'énergie de la houle, et entraîne des conséquences importantes pour la tenue des ouvrages ou des rivages et pour les embarcations qui les franchissent.

### 1.1.5.3.3 Seiches et ressac

Certains ports (Alger, Casablanca, Cap Town, ...) sont soumis à des ondes de **seiches** qui sont de lentes oscillations du plan d'eau, dont la période est comprise entre 1 et 10 minutes, la longueur d'onde de plusieurs centaines de mètres, mais dont l'amplitude ne dépasse pas quelques décimètres.

Ces ondes ne sont pratiquement pas diffractées à travers les passes d'accès aux ports et pénètrent profondément dans les darses et bassins où elles peuvent compromettre la tenue des navires à quai : on montre qu'elles soumettent les navires à des efforts alternatifs pouvant dépasser une centaine de tonnes en quelques dizaines de secondes.

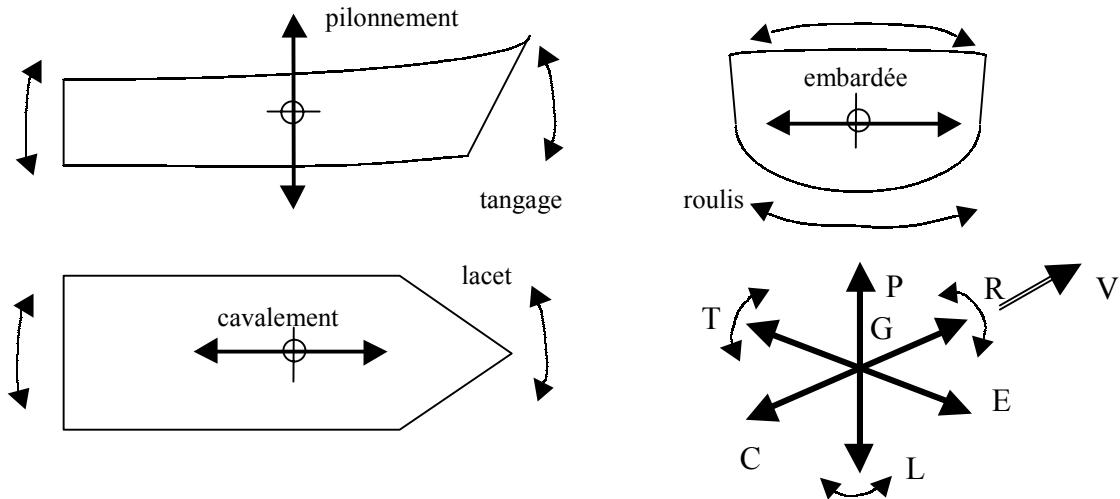
La protection contre les seiches étant très difficile en raison de leur très faible diffraction, il est nécessaire de prendre des précautions pour l'amarrage des navires en vue de limiter d'amplitude de leurs déplacements horizontaux et les réactions des amarres.

Les ondes de seiche, quelquefois appelées ressac, sont à distinguer des petits clapotis, également appelé ressac, créés à l'intérieur d'un port par une agitation résiduelle de la houle normale et réfléchie par des quais verticaux.

### 1.1.5.4 Mouvements du navire à la mer

Le navire subit, selon ses caractéristiques propres et l'état de mer qu'il rencontre, des mouvements couramment appelés "**mouvements de plate-forme**". Ce sont :

- par rapport à l'axe longitudinal :
  - en translation : le **cavalement** (accélération - décélération)
  - en rotation : le **roulis**
- par rapport à l'axe transversal :
  - en translation : l'**embardée** (bâbord - tribord)
  - en rotation : le **tangage**
- par rapport à l'axe vertical :
  - en translation : le **pilonnement** (haut - bas)
  - en rotation : le **lacet**



Tous ces mouvements trouvent leur origine dans l'état de stabilité du plan d'eau sur lequel le navire évolue. Les mouvements de tangage et de cavalement correspondent surtout à la rencontre frontale du navire avec les vagues, tandis que les mouvements de roulis et les embardées correspondent plus à leur rencontre latérale. Tous les mouvements se retrouvent, à des degrés divers, dans le cas le plus général d'une rencontre oblique du navire avec les vagues. Ils augmentent toujours sensiblement la **résistance à l'avancement** et absorbent donc de l'énergie au détriment de la propulsion. De plus, ils sont éprouvant pour le matériel et les hommes, jusqu'à devenir dangereux dans des conditions de mer difficiles.

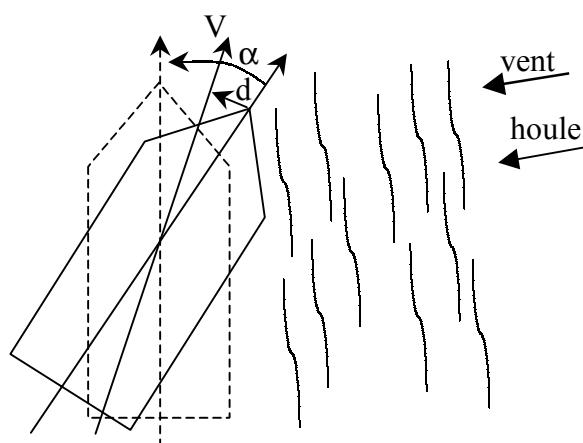
### 1.1.5.5 Tangage et roulis

#### 1.1.5.5.1 Tangage

Le tangage a son origine dans la rencontre plus ou moins frontale de la coque avec les vagues. Ce mouvement peut générer des chocs violents, surtout si la vitesse est élevée. Le tangage d'un navire est d'autant mieux amorti que les masses qui le composent sont concentrées autour de son centre de gravité.

##### Le tangage sur houle

Le tangage s'effectue pratiquement suivant la période de la houle. Le tangage absolu d'un grand navire n'a qu'une faible amplitude, tandis que celui des navires courts a une amplitude voisine de celle de la houle.



##### Action des lames

Les lames vont frapper davantage les joues d'un bord que de l'autre. Elles font dériver le navire d'un angle  $\alpha$  qui peut, parfois, être supérieur à la dérive  $d$ , due au vent. Quand la mer est très grosse, l'effet de dérive est d'autant plus important que la vitesse se réduit.

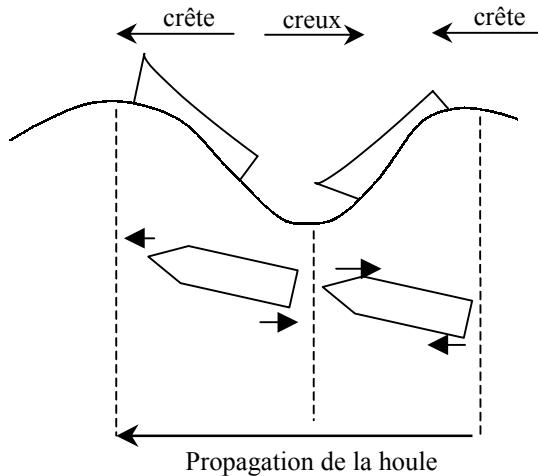
Le navire tend à tomber en travers sous l'effet des lames et il est très difficile de contrer ce mouvement. Venir bout au vent et passer le lit du vent ne pourra parfois se faire qu'en augmentant la vitesse, ce qui peut éventuellement s'avérer impossible.

Les lames venant de l'avant du travers tendent à faire abattre le navire jusqu'au vent de travers et à diminuer la vitesse.

Les lames venant de l'arrière du travers tendent, au contraire à accroître la vitesse et à faire lofer le navire jusqu'au vent de travers, mais aussi à le faire engager.

### Action de la houle

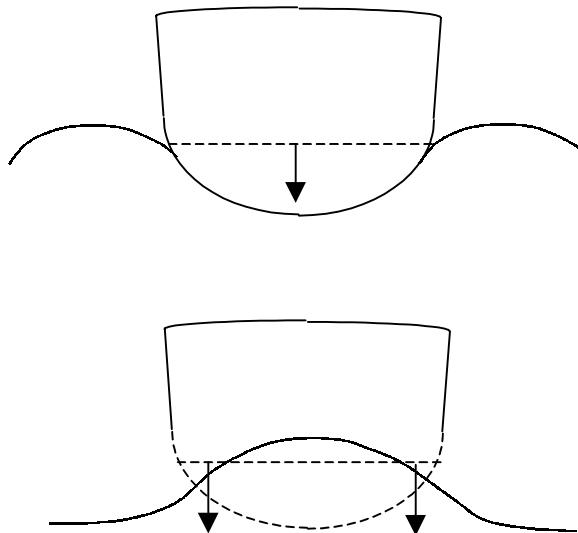
Le courant de houle est de sens inverse sur les crêtes et dans les creux. Suivant la position du navire par rapport à la houle, en cas d'embarquée ou de route oblique, les courants de houle tendent à remettre le navire sur sa route ou à l'en écarter davantage et le faire tomber de travers.



Si la vitesse du navire est sensiblement égale à celle de la propagation de la houle, le gouvernail est sans effet quand l'arrière est sur la crête. Comme le navire reste assez longtemps dans cette position par rapport à la houle, il peut être entraîné irrésistiblement en travers de la houle.

Il faut modifier la vitesse, ou la route, afin que l'arrière ne reste jamais trop longtemps sur une crête, position pour laquelle le gouvernail est sans effet.

### Fatigue du navire due au tangage



Si la houle est courte par rapport à la longueur du navire, ce dernier se trouve soutenu de façon très inégale dans sa longueur.

La charpente supporte des efforts de flexion très importants, auxquels peut alors s'ajouter le "coup de boutoir" des grosses lames frappant la partie arrière.

Un navire court, naviguant sur houle longue, fatigue beaucoup moins au tangage.

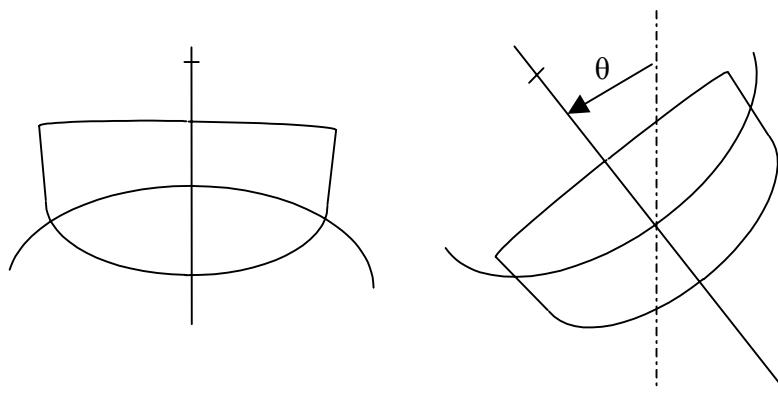
#### 1.1.5.2 Roulis

Tout navire a une période de roulis propre qui correspond, en eau calme, aux oscillations transversales qu'il prend de part et d'autre de sa position d'équilibre initiale après qu'on lui ait appliquée une force inclinante brusquement libérée.

Cette période va de quelques secondes pour les navires de petites dimensions à une dizaine ou plus pour les grands navires.

#### Le roulis sur houle

Plus la hauteur de houle est grande et la période  $T$  courte, plus la rotation des particules d'eau à la surface de la vague est rapide. Cette vitesse, ou plutôt le fait que le navire monte et descend dans les vagues à un rythme imposé par le mouvement orbital, a des conséquences importantes quand on considère les variations de stabilité. En effet, une crête de vague entraîne une diminution du moment de redressement, alors que son creux provoque une augmentation du même moment par rapport aux conditions en mer calme.

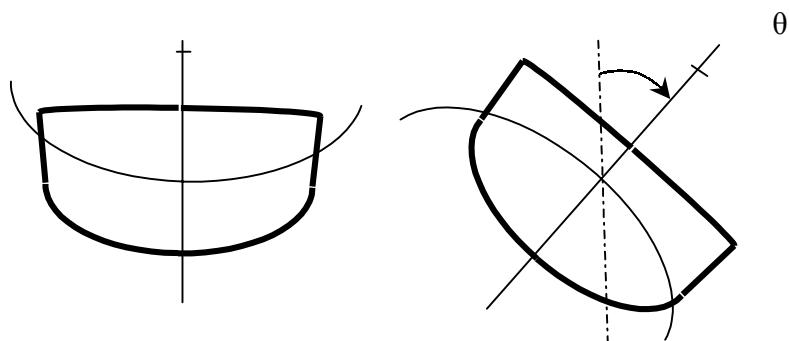


Le poids apparent du navire diminue ou augmente, dans la même proportion que la force d'Archimède, à la crête et dans le creux. Le moment de stabilité peut se trouver réduit à la crête, ou augmenté dans le creux, surtout pour des vagues importantes et cambrées.

Un petit navire pris dans une très grosse houle peut voir sa stabilité absolue doubler dans les creux, et disparaître complètement lorsqu'il se trouve au sommet des vagues.

#### Comportement du navire

Soit  $t$  la période de roulis du navire en eau calme et  $T$  celle de la houle

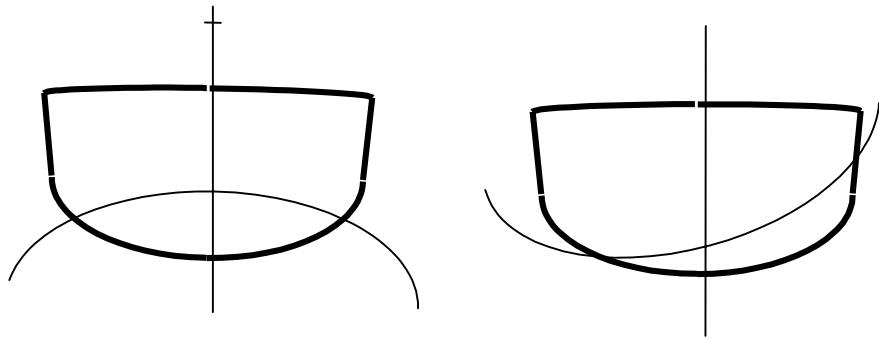


#### $t$ très petite par rapport à $T$ :

La période  $t$  est courte, le navire suit le mouvement de la verticale apparente, car s'il en est écarté, il revient très vite. Les rappels sont brutaux.

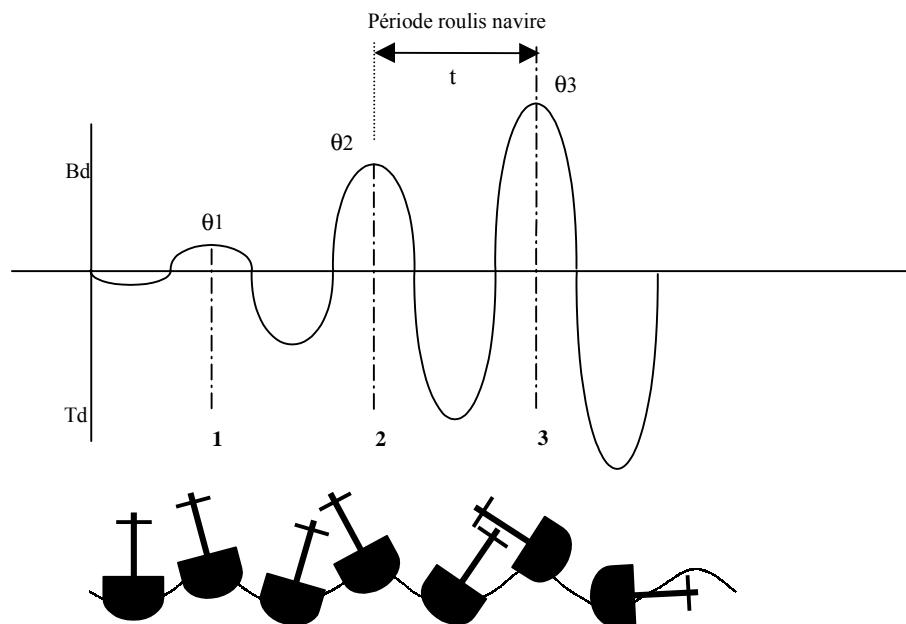
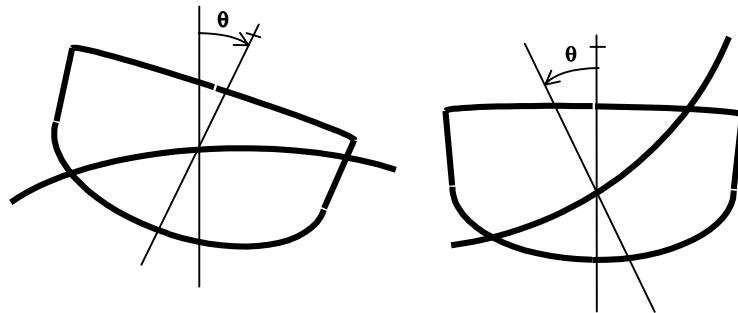
#### $t$ est très grande par rapport à $T$ :

La direction de la verticale apparente varie trop vite pour que le navire ait le temps de s'orienter par rapport à elle. Il reste presque droit et son roulis réel est faible. Grande stabilité de plate-forme.

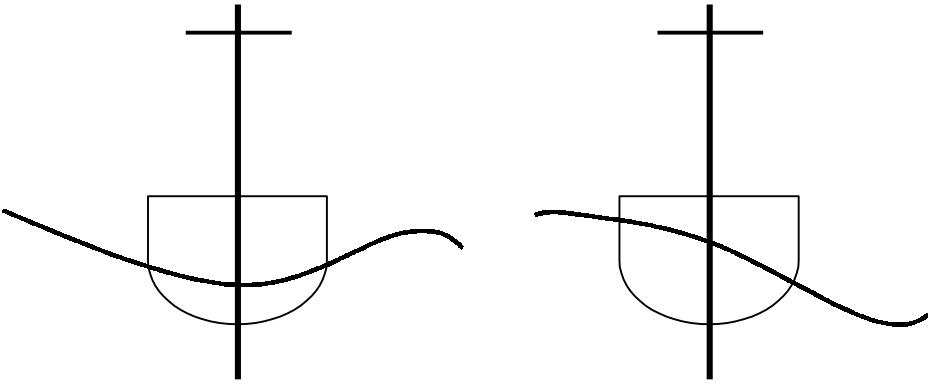


### t et T sont voisins

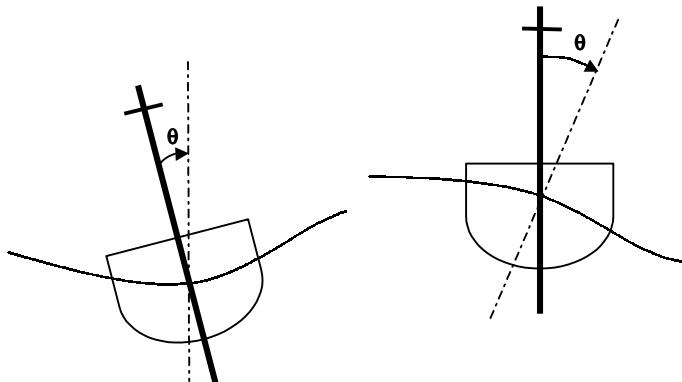
Supposons le navire incliné sur Bd quand il est dans un creux. Le sens de rotation de la normale par rapport à la houle est constamment le même que celui du couple de redressement qu'aurait le navire en eau calme : chaque ondulation de la houle donne au navire une impulsion supplémentaire, de sorte qu'il repassera dans chaque creux avec une inclinaison supérieure à celle qu'il avait au début. Le synchronisme parfait amènerait le chavirement.



Heureusement, la plupart des vagues rencontrées en mer sont irrégulières, avec des variations dans la fréquence et la propagation. Le roulis peut atteindre son maximum sur une période de plusieurs oscillations, quand le mouvement du bateau est accordé avec le train de vagues, puis un processus de désaccordement s'amorce et le roulis diminue. Les maximum successifs ne sont pas égaux et le nombre des oscillations de roulis n'est pas le même dans les cycles qui se succèdent d'un maximum à l'autre.



Cependant, la possibilité existe de rencontrer un train de vagues à peu près uniformes pour lequel les conditions de résonance sont réunies. La parade à un roulis devenant de plus en plus important consiste, s'il y a synchronisme, à **changer de route**, ce qui modifie la période apparente des vagues.



### Conclusion

La période de roulis "t" d'un navire est directement proportionnelle à sa dimension linéaire.

On a intérêt à rendre "t" aussi faible que possible sur un petit navire, de façon que celui-ci ne puisse être en synchronisme qu'avec des houles très courtes, sans danger pour lui. Les roulis seront durs, les rappels aux passages des crêtes brusques, mais on ne risquera pas d'embarquer des paquets de mer.

Pour un grand navire au contraire, dont le franc bord est élevé, "t" est grande. Il est intéressant d'avoir une période de roulis plus importante que celle des plus longues houles. Le navire s'écartera peu de la verticale vraie et on aura une bonne stabilité de plate-forme.

### 1.1.5.6 Stabilité de route

**La stabilité de route** caractérise l'aptitude qu'a un navire de rester sur sa trajectoire, c'est-à-dire conserver son cap, sans action sur le gouvernail.

En cas de forte instabilité, la trajectoire devra être corrigée par une action sur le gouvernail qui, si elle l'amène à dépasser à nouveau le cap souhaité, nécessitera immédiatement une action inverse, générant une route en lacet. Ce problème est particulièrement sensible sur les navires de petites dimensions par rapport à la longueur d'onde de la houle.

#### Effet de la houle sur la distance d'arrêt

Malgré la perte de vitesse due à la résistance accrue lorsque le navire est soumis à une houle de front, la distance d'arrêt n'est pas diminuée de façon systématique.

#### Efficacité du gouvernail

Elle est soumise à des variations fréquentes, à cause de la variation de la vitesse relative des filets d'eau sur le safran, alors que la vitesse orbitale de l'eau varie de la crête au creux de la vague.

### Mouvements de lacets

Ils deviennent sensibles pour des houles dont la longueur d'onde est supérieure à 0,7 ou 0,8 fois la longueur du navire.

### Effet de tangage

Il nuit essentiellement à la stabilité du cap. Ces forces déstabilisantes dues à la houle peuvent parfois être difficilement contrôlées par l'effet de la barre, et compromettre l'entrée d'une passe.

## 1.2 LES FORCES QUI AGISSENT SUR LE BATIMENT

### 1.2.1 ACTION D'UN FLUIDE EN MOUVEMENT SUR UNE SURFACE MINCE

Les principes généraux de manœuvre nous conduisent logiquement à entreprendre les études suivantes :

- comportement dans l'air de toutes les parties extérieures d'un bâtiment,
- comportement dans l'eau de la partie immergée du bâtiment, appelée carène.

Aux vitesses qui intéressent le navire, l'eau et l'air suivent l'une et l'autre les lois générales des fluides. C'est pourquoi nous rechercherons en premier lieu les actions subies par une surface mince dans un fluide en mouvement, et tout d'abord par une surface plane mince.

Pour nous placer dans les différents cas intéressants, nous serons obligés d'incliner cette surface par rapport à la direction de la veine fluide dans laquelle elle est plongée. Nous ferons ainsi intervenir la notion **d'angle incidence**, tel qu'il est utilisé en aéronautique (angle du plan avec la direction des filets d'air) et non dans le sens habituel des physiciens (angle de la normale à la surface avec le rayon lumineux).

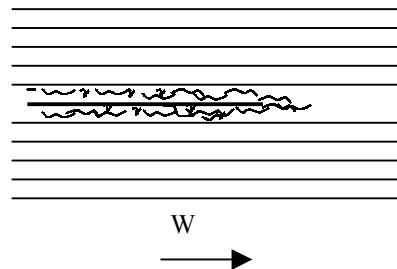
#### 1.2.1.1 Incidence nulle



La veine fluide a une vitesse  $W$ .

Une surface plane subit un effort d'entraînement  $E$  dirigé dans le même sens que  $W$ . Cette force  $E$  est la résultante de deux actions agissant dans la même direction :

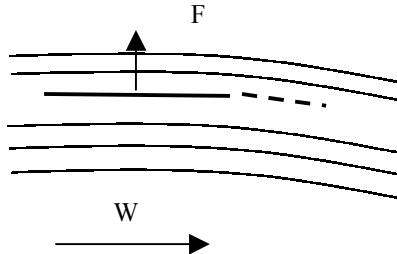
- l'une peut être appelée **résistance de forme**, elle est déterminée par le volume de fluide que la surface, si mince soit-elle, déplace. Elle correspond à l'effort que la surface déploie pour rompre la veine ;
- l'autre est une **résistance de friction** causée par les molécules adhérentes aux côtés de la surface, dont elles ont du mal à se décoller.



On peut se faire une idée du phénomène expérimentalement en déplaçant une lamelle plane plongé dans un liquide ou une veine d'air colorés ou très éclairés. Les particules colorées, ou les poussières, s'accrochent à la surface et sont entraînées dans un mouvement tourbillonnant, qui freine le liquide.

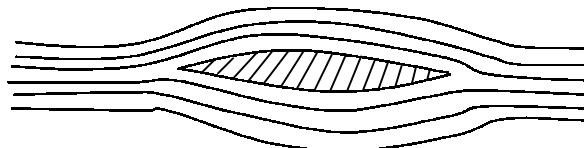
Aux faibles vitesses, cette loi reste valable pour les angles d'incidence très petits (inférieurs à 5°).

Si, au contraire, on plonge dans la même veine fluide une surface mince légèrement concave, on constate que la force d'entraînement a disparu à peu près entièrement, ou même complètement lorsque le matériau est parfaitement poli. Par contre, apparaît un mouvement dans une direction sensiblement perpendiculaire à la corde, qui prouve l'existence d'une poussée représentée sur la figure par la force  $F$ .



Renouvelant les expériences précédentes, nous constaterons que les filets des fluides suivent le contour concave, ne laissant apparaître de légers tourbillons qu'à la partie arrière, à l'endroit où la veine se reforme.

Ceci explique pourquoi les ailes des avions anciens, dont la vitesse était faible, présentaient toutes une forme plus ou moins concave. On conçoit également comment ont pris naissance les profils des coques que nous qualifions aujourd'hui d'hydrodynamiques.



Surface profilée

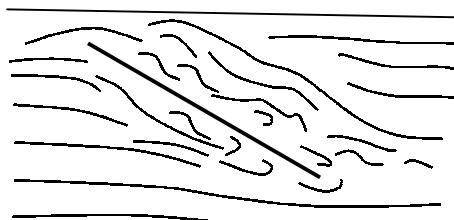
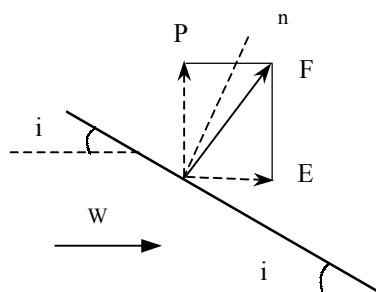
On a pu prouver que la poussée  $F$  était proportionnelle d'une part à la surface du corps mince plongé dans le fluide, et d'autre part au carré de la vitesse  $W$  de celui-ci.

### 1.2.1.2 Incidence quelconque

Revenons au plan mince .

La résultante des actions du fluide produit une force  $F$  légèrement décalée vers l'arrière par rapport à la normale et qui peut se décomposer en deux forces :

- l'une "E", orientée dans la direction du fluide, est une action d'entraînement ou encore résistante s'il s'agit d'avancement,
- l'autre "P", qui produit une poussée perpendiculaire à cette direction, et a tendance à déplacer le plan mince perpendiculairement au mouvement du fluide.



### Valeur de la force F

Les physiciens ont multiplié les expériences au tunnel aérodynamique pour évaluer cette force (Eiffel, Manfred Curry, Lilienthal) et rechercher comment on pouvait diminuer E et augmenter P. Ils ont admis que l'expression de la force F pouvait se mettre sous la forme.

$$F = K \cdot S \cdot W^2 \cdot \sin i$$

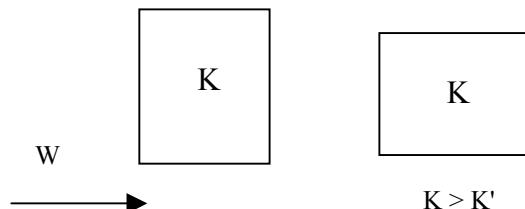
Ainsi, la force "F", pour des plans minces homothétiques, est proportionnelle à leur surface "S", proportionnelle au carré de la vitesse du fluide "W", et augmente ou diminue en même temps que l'angle d'incidence "i". Elle est maximale pour  $i = 90^\circ$ .

En outre, elle dépend du coefficient numérique "K", auquel on attribue différentes valeurs selon :

- la qualité du fluide (plus ou moins grande densité),
- la forme de la surface rapportée à un plan (proportion longueur-largeur),
- la concavité de la surface,
- la qualité plus ou moins lisse de la surface.

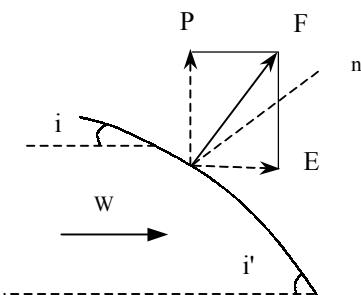
Pour un carré unitaire plan dans l'air, "K" a été évalué à 0,13Kg. Pour la même surface dans l'eau, il est 20 fois plus grand.

Une surface rectangulaire plane attaquée par la veine fluide par son grand côté sous une incidence "i" donne un coefficient "K" plus grand, donc une force "F" plus importante, que la même surface rectangulaire attaquée par son petit côté sous le même angle. D'où l'intérêt des gouvernails ou voiles plus hauts que larges.

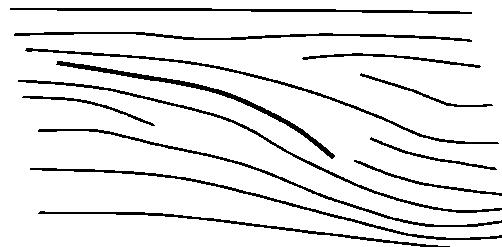


Si la surface devient concave, le coefficient "K" augmente dans d'importantes proportions :

- d'une part, la force "F" peut se diriger vers l'avant de la normale à la surface ; ainsi "P", force perpendiculaire est augmentée, et la force d'entraînement "E" diminue considérablement,
- d'autre part, la force "F" est, pour des incidences inférieures à  $25^\circ$ , multipliée en moyenne par 3 ou 4.



Ceci est dû à un meilleur écoulement du fluide le long de la surface et à la création, du côté de la convexité, d'une forte dépression (ou succion) venant s'ajouter à la pression qui s'exerce déjà dans la concavité.

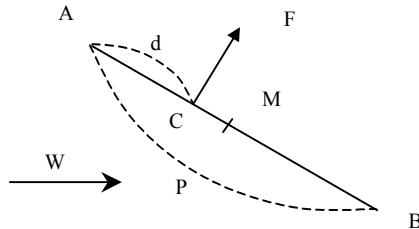


La qualité de la surface agit également sur le coefficient "K". Il n'échappe à personne qu'une carène sale présente une plus grande résistance à l'avancement. Pour la même raison, les qualités des tissus des voiles sont en constante amélioration (nylon, dacron, orlon, kevlar, mylar ...) et les voiles rigides (mats ailes) sont préférées pour les très grandes vitesses.

### Point d'application de la force "F"

Ce point s'appelle, selon le cas, centre d'effort "C", ou encore **centre de poussée**.

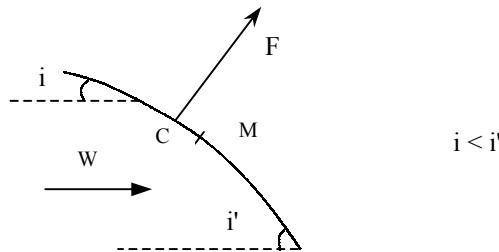
Soit AB la surface plongée dans le fluide et M son milieu. Le point C est toujours situé entre le milieu M et le côté A d'arrivée du fluide.



Si on appelle "l" la longueur AB, et "d" la distance du centre de poussée à l'arête d'attaque A, on admet généralement pour une surface plane que :

$$d = (0,2 + 0,3 \sin i) * l$$

C'est à dire que le point "C" se déplace à partir de l'avant entre le cinquième et le milieu de la surface, lorsque l'incidence augmente de 0 à 90°.



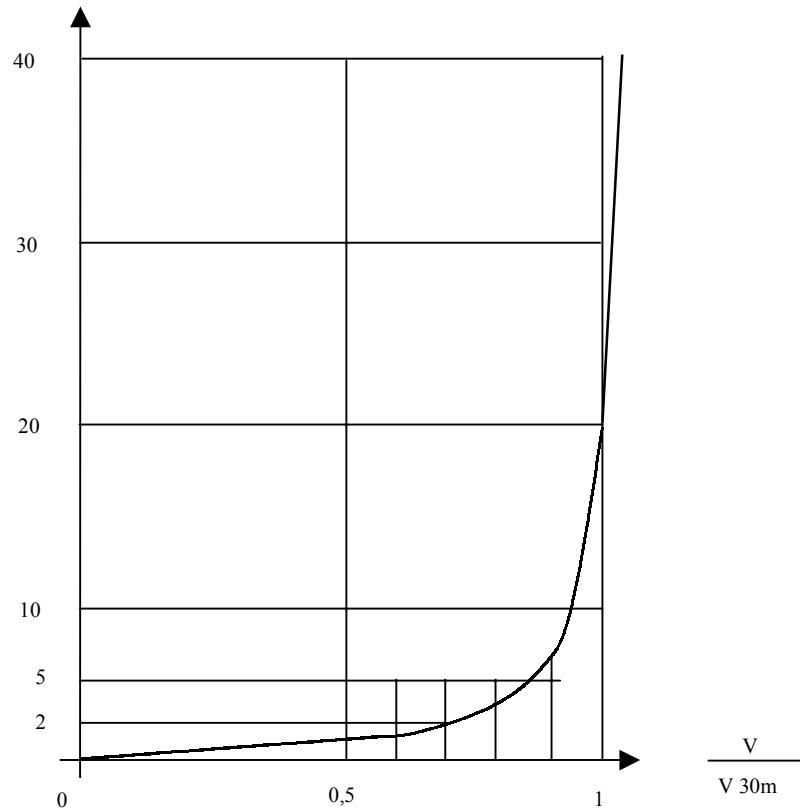
Dans le cas d'une surface concave, le point "C" reste sur l'avant du milieu, mais en est plus rapproché que dans le cas d'une surface plane (incidence plus faible de la partie avant de la surface que de la partie arrière). Les forces composantes de F sont alors plus fortes vers l'arrière que vers l'avant ; par contre, celles situées sur l'avant ont une direction en avant de la normale qui favorise P par rapport à E.

## 1.2.2 ACTION DU VENT

L'effet du vent prend une grande importance lorsqu'un navire évolue à faible vitesse, ou se trouve sans erre, ce qui est le cas aux approches des ports.

Le vent est un mouvement d'ensemble d'une masse d'air supposée se déplacer dans une direction donnée et à une vitesse déterminée. Sur les navires, ce déplacement est mesuré par un anémomètre, généralement placé dans un endroit élevé et dégagé. La direction est indiquée en gisement par rapport à l'axe du navire. La vitesse est donnée en m/sec ou en noeuds.

La vitesse du vent n'est pas constante en altitude. Dans la couche d'air qui intéresse un navire (de 0 à 30 m), elle varie suivant la courbe ci-dessous. Il s'ensuit qu'un navire est soumis à un vent équivalent aux 3/4 du vent nominal en altitude, lequel devient à peu près constant au-delà d'une hauteur d'environ 30 m.

Valeur du rapport  $V$  à  $x$  m /  $V$  à 30m

## ECHELLE DES FORCES DU VENT , OU ECHELLE BEAUFORT

Beaufort	mètres / seconde	noeuds	Dénomination	Pression Kg au m <sup>2</sup> (1)
0	< 0,2	< 1	Calme	0
1	0,3 - 1,5	1 - 3	Très légère brise	0,5
2	1,6 - 3,3	4 - 6	Légère brise	2
3	3,4 - 5,4	7 - 10	Petite brise	4
4	5,5 - 7,9	11 - 16	Jolie brise	8
5	8 - 10,7	17 - 21	Bonne brise	12,5
6	10,8 - 13,8	22 - 27	Vent frais	24
7	13,9 - 17,1	28 - 33	Grand frais	32,5
8	17,2 - 20,7	34 - 40	Coup de vent	50,5
9	20,8 - 24,4	41 - 47	Fort coup de vent	78,5
10	24,5 - 28,4	48 - 55	Tempête	110
11	28,5 - 32,5	56 - 63	Violente tempête	160
12	> 32,5	> 64	Ouragan	> 160

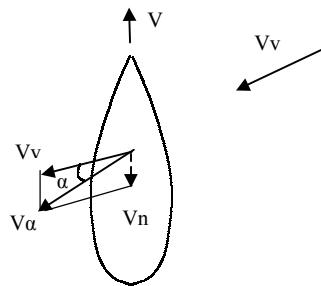
(1) Cette pression est valable pour une surface plane verticale au sol, dont le coefficient aérodynamique ne peut être assimilé à celui d'un navire.

**1.2.2.1 Effet du vent sur une voile**

La voile étant mince et légèrement concave, les lois générales énoncées au chapitre précédent s'appliquent à peu près intégralement. Il y a lieu toutefois de composer le mouvement du fluide (vent vrai) avec celui du bateau porteur de la voile pour connaître la direction du vent (vent relatif ou vent apparent) qui agit directement sur elle.

## Vent apparent

Tout navire qui utilise ses machines par vent nul ressent un vent apparent égal à sa propre vitesse et directement opposé à sa route. Il en est de même du bâtiment stoppé entraîné par un courant.



S'il existe un certain **vent vrai "Vv"** à la surface de l'eau, le navire qui se déplace dans une direction différente de ce vent avec une vitesse " $V$ ", ressent en réalité un vent " $V_a$ " qui est une résultante du vent " $Vv$ " et du vent " $V_n$ " opposé à la vitesse " $V$ " du navire. Le vent " $V_a$ " s'appelle "vent apparent". Si le navire a de l'erre en avant, le vent apparent est plus rapproché de la direction de l'avant que le vent vrai, et sa direction est matérialisée par la flamme ou la marque de tête de mât.

Sur les bateaux à voile, dont la vitesse dépend de la force du vent, l'angle " $\alpha$ " entre le vent vrai et le vent apparent " $V_a$ " ne croît pas indéfiniment ; il a une limite voisine de 2 quarts.

Par contre, sur un bâtiment rapide, où  $V_n$  peut atteindre 15 à 20 m/s, la direction du vent apparent est souvent très différente de celle du vent vrai. L'angle est voisin parfois de 180°.

C'est le **vent apparent** qui agit sur une voile, et l'incidence se compte donc toujours par rapport à ce vent.

Mais lorsqu'on dit d'un bateau qu'il navigue à 5 quarts du vent, il s'agit de la direction de la coque, par rapport au vent vrai. On doit alors considérer l'angle que fait son axe avec le vent vrai.

### En résumé :

- lorsqu'on parle d'**allure** par rapport au vent, il est question du **vent vrai**,
- lorsqu'on parle d'**incidence** du vent sur les voiles, il est question du **vent apparent**.

### Conséquences :

- un bateau à voile qui pénètre dans un courant voit le vent apparent augmenter et se rapprocher du lit du vent vrai, si le courant porte dans une direction qui s'oppose au vent. Il le voit diminuer et s'éloigner du vent vrai le cas contraire.
- un bateau à voile naviguant au plus près peut "**luffer**" à la risée. En effet, la vitesse du vent vrai augmente au moment de la risée (survente) beaucoup plus rapidement que la vitesse du voilier qui varie en fonction de son inertie. Le vent apparent se rapproche du vent vrai et permet, **en maintenant la même incidence**, de faire momentanément une **route plus près** du vent vrai.

### Action proprement dite du vent sur une voile

C'est la résultante " $F$ " des pressions qui se développent dans la concavité de la voile, et des dépressions qui prennent naissance dans la partie sous le vent.

Nous avons vu qu'elle pouvait se mettre sous la forme :

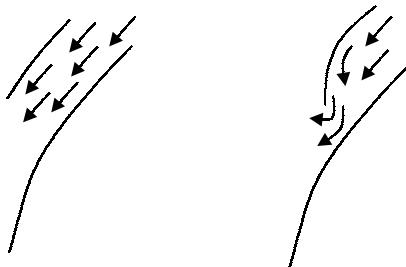
$$F = K \cdot S \cdot V^2 \sin i$$

Et nous avons détaillé quelque peu l'influence du coefficient " $K$ ".

L'étude plus approfondie de cette question nous conduit aux conclusions pratiques suivantes :

**Au plus près et au petit largue** (correspondant pour le vent apparent à une incidence comprise entre 6° et 25°)

- Pour améliorer la poussée, on ne peut augmenter trop l'angle d'incidence sous peine de ne pas faire un cap suffisant et de ne pas gagner assez dans le vent. Il n'est pas recommandé non plus de "tenir" trop près du vent, ce qui diminuerait exagérément la force "F", et par voie de conséquence la vitesse, proportionnelle à la racine carrée de "F". Il faut "faire courir"(ou "abattre"), tout en tâtant le vent fréquemment : c'est tout l'art des fins barreurs de près !
- A qualité de tissu égale, les voiles concaves ont une force propulsive supérieure et une résistance inférieure aux voiles très plates :
  - Parce que la dépression sous le vent atteint trois ou quatre fois la pression existante dans la concavité,
  - Parce que les remous, constatés avec une surface plane, n'existent à peu près pas,
  - Parce que la poussée est dirigée sur l'avant de la normale à la voile.
- Les voiles plus hautes que larges, on un meilleur rendement que les voiles carrées. Le gréement **marconi** est donc supérieur à ces allures (plus près) au gréement **aurique**. On admet généralement que le rapport (hauteur - largeur) de 3 à 1 est le plus favorable. Ceci n'est valable que pour les angles d'incidence inférieurs à 25°.
- Enfin, l'effet de dépression (ou de succion) sous le vent d'une voile est amélioré par la présence d'une autre voile bien calculée. Les filets d'air qui s'engagent entre un foc et une grande voile, par exemple, augmentent la vitesse du vent sous le vent de celle-ci (effet de cheminée). S'ils ont une direction bien tangentielle, l'effet de succion est plus puissant ; dans le cas contraire, ils déventent la grande voile et ont une action néfaste.



On conçoit aisément que le bon rendement d'une telle installation dépende :

- de la forme du foc (ou du génois),
- de la distance de son point d'amure au mât,
- de la longueur de son recouvrement,
- de la direction dans laquelle tire son écoute.

C'est une question d'architecte, de voilier, mais aussi de réglage de la part du marin.

**Au largue et au vent arrière** (correspondant pour le vent apparent à une incidence supérieure à 25°)

- Les voiles plates redeviennent sensiblement égales au voiles concaves par ce que l'effet de succion est beaucoup moins important à ces allures,
- Les voiles **auriques** (rapport hauteur - largueur sensiblement égal à 1) doivent être plus bordées que les voiles **marconi**, mais elles développent une poussée analogue,
- Contrairement à ce qu'on pourrait croire, **le maximum de poussée n'est obtenu pour aucune voile au vent arrière**. On y supplée par l'emploi de voiles spéciales de très grande surface (fortune, spinnaker ou autre), mais il y a parfois intérêt, pour obtenir une marche supérieure, à faire des routes successives légèrement en zigzag pour ne pas rester plein vent arrière.

### 1.2.2.2 Centre de voilure

C'est le point d'application "C" de la résultante de toutes les actions (pressions ou dépressions) agissant sur les différentes voiles.

Il résulte, de ce qui a été dit, que le centre de voilure ne peut se placer géométriquement d'une façon exacte sur un plan de voilure. Nous savons en effet qu'il est situé en avant du centre de gravité de la surface, mais nous pouvons ajouter :

- que sa position dépend de l'allure à laquelle on navigue, puisqu'elle est fonction de l'incidence,
- qu'à une même allure, il change de place continuellement :
  - soit parce que le vent refuse ou adonne (variation d'incidence),
  - soit parce que le bateau a pris une gîte supplémentaire par suite de la force du vent ou d'un déplacement de poids,
  - soit par suite d'un léger coup de barre (variation d'incidence),
  - soit par ce qu'on a choqué légèrement une écoute sans touche aux autres (variation de la poussée d'une des voiles).

Si on file exagérément une écoute, ou si on laisse battre une voile de l'avant, on déplace le centre de voilure vers l'arrière, le bateau devient plus ardent.

Si une voile de l'arrière n'est pas assez bordée, ou si on la choque jusqu'à la faire faséyer, on déplace le centre de voilure vers l'avant, le bateau devient plus mou.

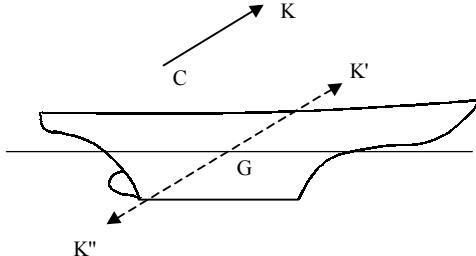
### 1.2.2.3 Action du vent sur le fardage

Le centre de gravité de l'aire du navire exposée au vent forme, avec le centre de gravité de l'aire immergée, un couple qui tend à faire évoluer le navire. Les superstructures, l'assiette et le tirant d'eau jouent un rôle important dans ces effets. L'action du vent sur les navires, après avoir joué pendant des siècles un rôle primordial, s'est trouvé relégué au second plan avec la disparition de la voile, au moins en ce qui concerne les transports maritimes et bâtiments de combat.

L'effet du vent, cependant, reprend une grande importance lorsque le navire évolue à faible vitesse ou se trouve sans erre, ce qui est le cas aux approches d'un port ou en stationnement stoppé. Bien entendu, la surface de voilure des parties émergées (œuvres mortes) joue ici le rôle essentiel.

#### Effet du vent sur la voilure d'un navire

L'action du vent sur la voilure d'un navire peut être représenté par une seule force "K", résultante des poussées positives ou négatives sur les différentes voiles, force appliquée au centre de voilure "C" qui vient d'être défini.



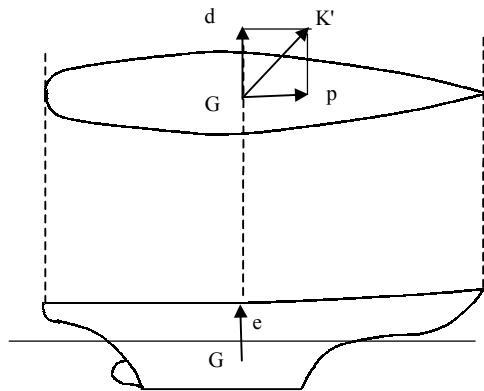
Si nous reportons au centre de gravité G du bateau deux forces "K'" et "K''" opposées, parallèles et égales à "K", il est aisé de constater que la coque est soumise à :

- une force d'entraînement "K'" (appliquée en G),
- un couple "KK'".

#### Force d'entraînement "KK"

On peut décomposer cette force K' suivant trois directions rectangulaires :

- l'axe du bateau, c'est-à-dire en réalité une **force de propulsion** "p", puisque nous savons que "K'" est dirigée sensiblement selon la normale à la voile ou même sur son avant,
- la perpendiculaire au plan vertical passant par l'axe, ou **force de dérive** d,
- la verticale passant par le centre de gravité, qui peut être, selon le cas, une force d'enfoncement ou d'enlèvement, selon qu'elle est dirigée vers le haut ou vers le bas. Elle a, dans tous les cas, un effet négligeable sur un bateau de quelque importance.

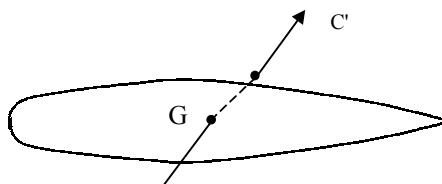


### Couple "KK"

Il peut, lui aussi, se décomposer en trois couples obtenus par projection sur trois plans rectangulaires.

- le plan horizontal passant par le centre de gravité :

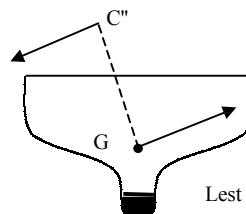
Ce couple produit une action évolutive (**auloffée ou abattée**) qui peut être diminuée par le déplacement des points "C" et "C'" en agissant sur les écoutes),



- Le plan vertical passant par le centre de gravité et perpendiculaire à l'axe du bâtiment

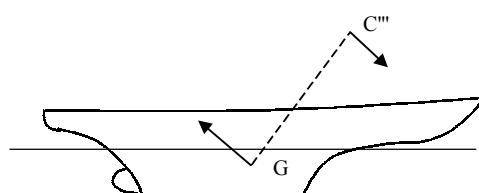
Ce couple produit une action d'inclinaison ou "**gîte**" qui peut être limitée de la façon suivante :

- abaissement du centre de voilure (diminution de la toile),
- augmentation du lest fixé à l'extérieur,
- déplacement du lest mobile vers le côté au vent en le poussant le plus à l'extérieur possible (équipier avec planche de rappel ou trapèze, ballastage).



- Le plan vertical passant par l'axe du bâtiment.

Cette action a une influence sur l'**assiette** du bâtiment produisant un effet d'immersion de l'avant, ou au contraire, d'enlèvement. Au grand largue ou vent arrière, par très forte brise, les petits bateaux qui ne planent pas doivent faire reculer leur équipage. Un tel effet, si curieux que cela puisse paraître, est assez sensible sur des bateaux de l'importance des goélettes "Etoile" et "Belle Poule" : les bateaux "piquent du nez" au grand largue.



## En résumé

De toutes ces actions, les plus importantes, et celles qui apparaissent nettement dans la pratique à l'observateur, sont :

- la force de propulsion et la force de dérive,
- le couple d'évolution et le couple d'inclinaison,

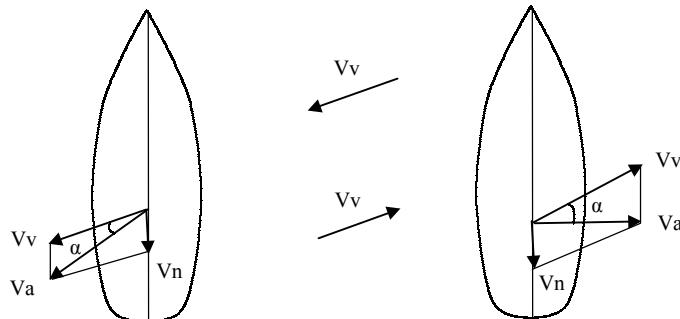
Le manœuvrier peut agir :

- soit en déplaçant le centre de voilure vers l'avant ou vers l'arrière (évolution),
- soit en améliorant la direction de la poussée de façon qu'elle se dirige plus vers l'avant (augmentation de la force de propulsion, diminution de la force de dérive),
- soit en abaissant le centre de voilure (diminution de la gîte).

## Vent vrai - vent apparent

S'il existe un vent vrai "Vv", à la surface de l'eau, le navire qui se déplace dans une direction différente à une vitesse "V", ressent en réalité un vent "Va", résultante de "Vv" et du vent "Vn", opposé à la vitesse.

Sur les voiliers dont la vitesse "V" dépend de la force du vent, l'angle  $\alpha$  entre le vent vrai et le vent apparent ne croît pas indéfiniment : il a une limite voisine de 2 quarts. En revanche, sur un navire rapide, la direction de "Va" peut varier jusqu'à 180° de celle du vent vrai. C'est le **vent apparent** qui agit sur une voile et l'incidence se compte toujours par rapport à ce vent. Mais lorsqu'on dit d'un bateau qu'il navigue à "x" quarts du vent, il s'agit du vent vrai.



## Allures par rapport au vent (vrai)

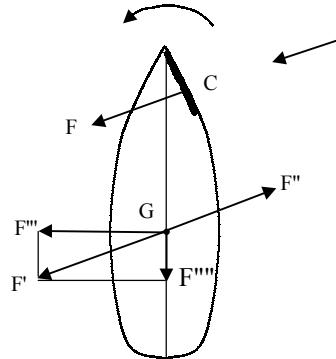
- |                       |   |
|-----------------------|---|
| • au plus près serré  | 4 à 5 quarts du vent vrai                       |
| • plus près           | 6 quarts du vent vrai                           |
| • plus près bon plein | 7 quarts du vent vrai                           |
| • travers             | 8 quarts du vent vrai                           |
| • largue              | 8 à 11 quarts du vent vrai                      |
| • grand largue        | 11 à 15 quarts du vent vrai                     |
| • vent arrière        | 1 quart de chaque bord de l'axe du vent arrière |

Nota : 1 quart = 11°25

## Action du vent sur les œuvres mortes

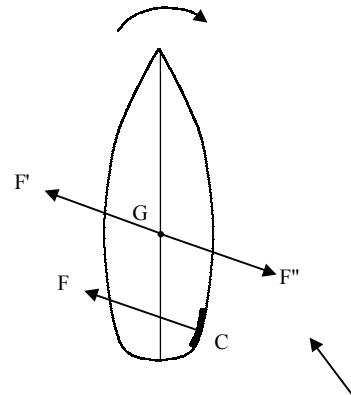
Sur la coque et le gréement d'un voilier à sec de toile, ou sur les superstructures d'un bateau à propulsion à moteur stoppé, le vent agit approximativement comme sur de véritables voiles, qui présenteraient leur convexité dans la direction d'où vient le vent.

Tout navire qui avance à une vitesse "V" par temps calme, ressent un vent apparent "Va" = "Vn" égal à sa propre vitesse et directement opposé à sa route.

Vent de quelques quarts sur l'avant

Les parties les plus au vent sont attaquées par les filets d'air avec une incidence maximale ; il en résulte que :

- le point d'application "C" de la poussée "F" est plus en avant que s'il s'agissait d'une voile. En construisant au centre de gravité "G", deux forces opposées  $F'$  et  $F''$  d'intensité égale à celle de  $F$ , on ne détruit pas l'équilibre du système.  $F'$  se décompose en une force latérale  $F'''$  qui tend à faire dériver le navire, et une force longitudinale  $F''''$  qui tend à le faire culer.
- le couple  $FF''$  tend à produire une **abattée**.

Vent de quelques quarts sur l'arrière

Le point "C" est situé sur l'arrière :

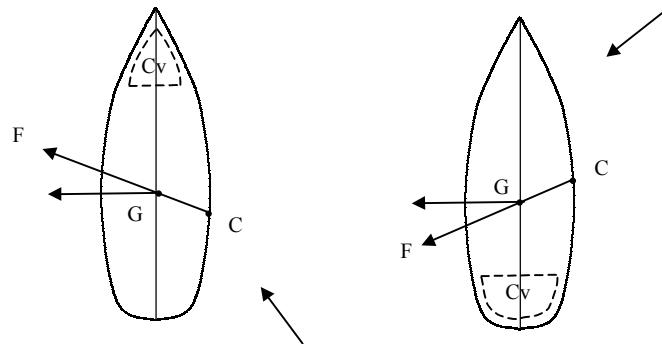
- la force "  $F'$  " tend à faire dériver et avancer,
- le couple "  $FF''$  " tend à produire une **auloffée**

**Vent aux alentours du travers**

Il existe une position du navire par rapport au vent, telle que la résultante des forces  $F$  passe par le centre de gravité  $G$  du navire. Il y a toujours dérive - il peut y avoir ou non tendance à avancer ou à culer selon que  $F$  est perpendiculaire ou non à l'axe du navire. Mais il n'y a plus de couple d'abattée ou d'auloffée produit par le vent seul.

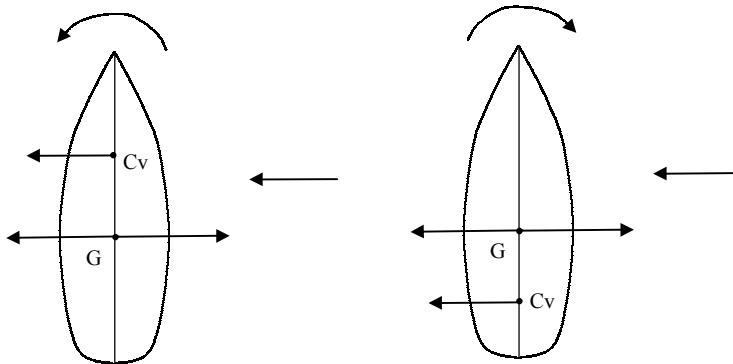
**Position du point d'application "C" centre de voilure :**

Il varie en fonction de la répartition du fardage du navire qui détermine le centre vélique  $C_v$  (centre fixe de gravité du plan de fardage projeté sur l'axe longitudinal , et en fonction de l'incidence du vent.

**a) Selon le fardage**

- Fardage prépondérant à l'avant : la résultante "F" passe par le centre de gravité "G" du navire pour un vent sur l'arrière du travers,
- Fardage prépondérant à l'arrière : la résultante "F" passe par le centre de gravité "G" du navire pour un vent sur l'avant du travers,
- Fardage également réparti : la situation d'équilibre est acquise pour un vent voisin du travers.

### b) Selon l'incidence du vent



Par analogie avec le centre vélique d'un voilier, on appelle centre vélique "C<sub>v</sub>", le centre de gravité du plan de fardage projeté sur l'axe longitudinal. Tout fardage fait dériver :

- par vent de l'avant : tendance à culer, puis à abattre,
- par vent de l'arrière : tendance à avancer et à lofer,
- par vent de travers ; si le centre vélique C<sub>v</sub> est sur l'avant du centre de gravité G, tendance à l'abattée, si le centre vélique C<sub>v</sub> est sur l'arrière du centre de gravité G, tendance à l'auloffée.

## 1.2.3 ACTION DE LA MER

### 1.2.3.1 Résistance de carène à la marche directe

La résistance à l'avancement d'un navire qui se déplace dans le sens de son axe est d'évidence plus ou moins grande suivant le tracé des lignes d'eau et l'état de sa carène.

Les formes de coque les plus favorables découlent d'expériences hydrodynamiques faites sur des séries de modèles, étudiés par moyens informatiques et testés au bassin des carènes. Mais le choix tient compte d'un certain nombre de critères classés par ordre de priorité : mission spéciale du bâtiment, vitesse de croisière ou de pointe, qualités évolutives particulières. Il en résulte un compromis tel que le plan définitif n'est pas nécessairement celui qui présente les meilleures qualités pour la marche directe, même s'il cherche également à satisfaire cette condition.

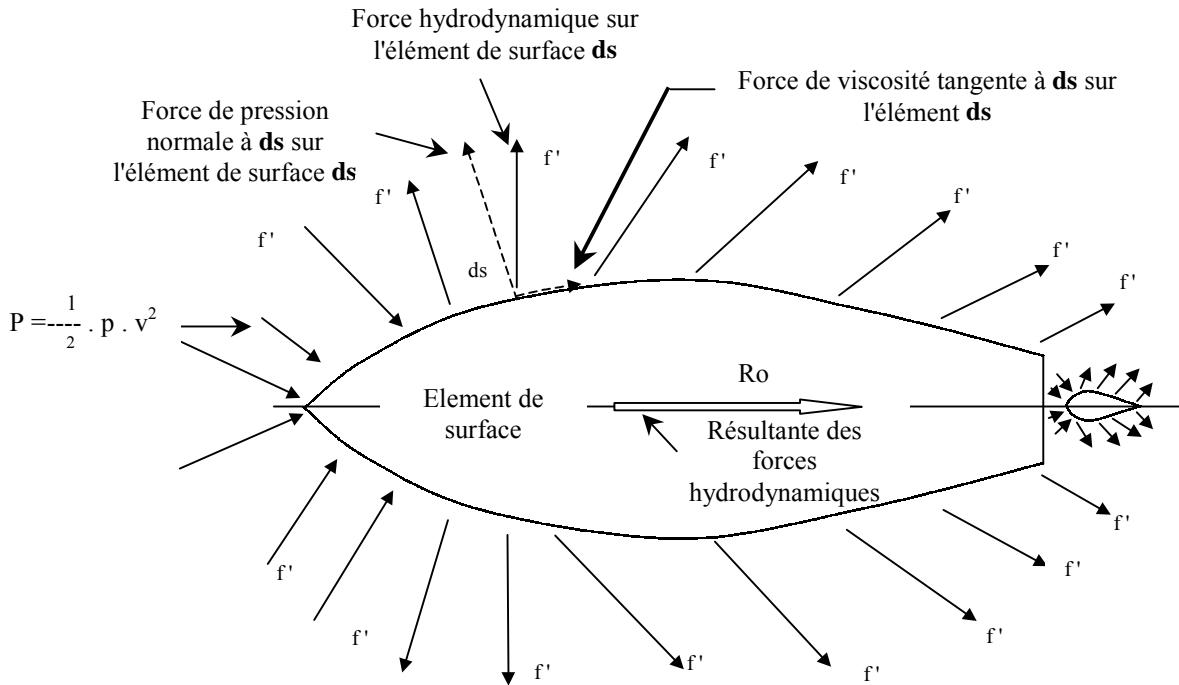
Selon la taille des navires, un **plan de carénage** est prévu afin de planifier les entretiens de la coque (corrosion pour les métaux, osmose pour les composés verre - résine, d'autre part une salissure trop importante. Dans certaines eaux, plus particulièrement dans les eaux chaudes, et lorsque le bateau reste souvent au mouillage, les herbes et coquillages poussent vite et augmentent dans des proportions très importantes la résistance à l'avancement : à poussée constante vitesse diminuée, ou à vitesse constante augmentation de la poussée (donc de la consommation).

L'emploi de plusieurs couches superposées de peintures spéciales assure une bonne conservation de la coque et réduisent les salissures de carène (attention aux normes pour respecter l'environnement !). On peut enregistrer en quelques mois, sans carénage de coque, une réduction de un nœud ou plus dans la vitesse pour le même nombre de tours d'hélices, ou jusqu'à 20% de consommation en plus à vitesse constante.

Lorsque le navire est en mouvement il est soumis à des forces de frottement de la part de l'eau dont la résultante s'appelle **résistance de carène**. La différence de nature entre l'action du vent sur les superstructures et l'action de l'eau sur la carène est primordiale. La première est **force motrice** qui agit indépendamment de la vitesse du navire (le vent exerce son action sur un navire stoppé) ; la seconde ne se manifeste que si le navire est en mouvement, elle est **force résistante**.

Résistance de carène à la marche directe : "Ro" est la résultante de deux forces :

- "Rf" : résistance de frottement de la carène,
- "Rr" : résistance de rencontre de la carène.  
(résistance de vague : résistance de pression)



### Résistance de vague

Un navire se déplaçant en eau calme engendre deux systèmes de vagues : l'un partant de l'étrave, l'autre de l'arrière et comportant chacun des vagues transversales et des vagues divergentes.

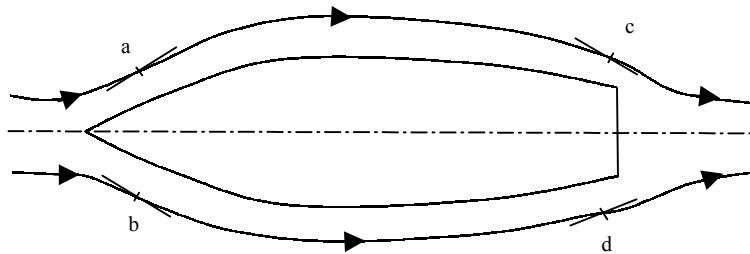
L'énergie dépensée pour créer ces vagues correspond à la résistance de vague. Cette résistance dépend des forces d'inertie et de gravité et elle est fonction de la géométrie du navire.

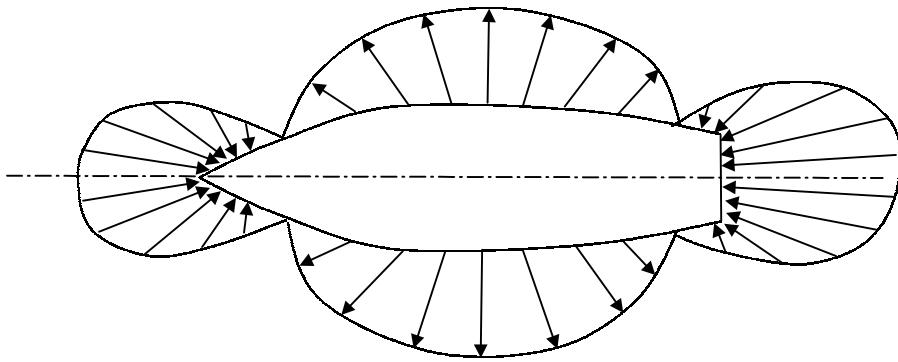
Lorsque la vitesse du navire augmente, les vagues d'accompagnement deviennent plus hautes et plus longues, la résistance augmente.

Au delà d'une certaine vitesse appelée "**vitesse limite d'une carène à déplacement**", la longueur de la vague dépasse la longueur de la flottaison, l'arrière du navire se trouve alors dans le creux et le navire se cabre. Une **partie du poids du navire s'ajoute à la résistance de vague** et la résistance à l'avancement augmente très rapidement. Certaines coques sont conçues pour pouvoir dépasser plus facilement cette vitesse limite (carènes à fonds aplatis...).

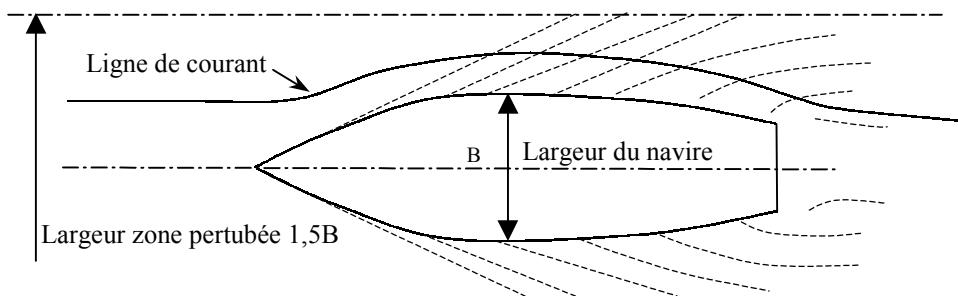
La résistance de vague peut être réduite par l'installation d'un **bulbe** à l'avant.

Nous pouvons déterminer les forces de pression et de dépression sur la carène en étudiant les trajectoires des lignes de courant qui l'entourent.





Quand la section d'un "tube de courant" diminue, à l'avant du navire, la vitesse de l'eau augmente, et inversement, lorsque la section d'un "tube de courant" augmente à l'arrière du navire, la vitesse de l'eau diminue.



### Conclusions pour un navire en déplacement rectiligne

- la composante transversale des forces de pression est nulle,
- la composante longitudinale qui s'oppose au mouvement du navire est toujours supérieure à la composante qui favorise ce mouvement (créeée en partie arrière du navire).

### Résistance de frottement de la carène (résistance de viscosité)

Si nous faisons couler de l'eau sur une plaque de verre inclinée nous constatons :

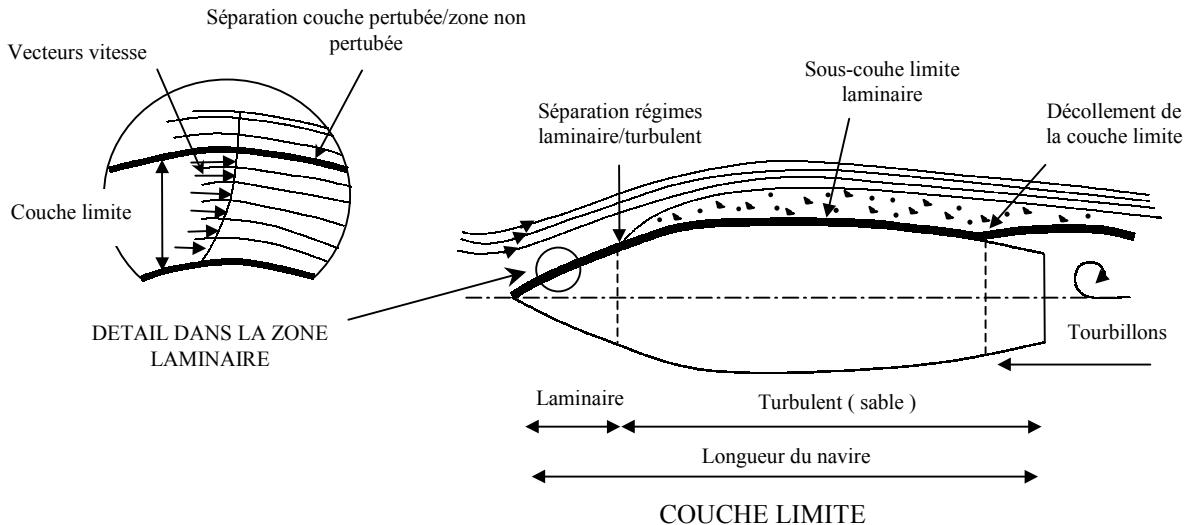
- sur une certaine distance, l'eau s'écoule parfaitement et rapidement. Il s'agit d'un **écoulement laminaire**,
- au delà de cette distance, la pellicule s'épaissit considérablement et se recouvre de **vaguelettes**. L'écoulement est moins rapide. Il s'agit d'un **écoulement turbulent**.

En fait, l'écoulement de l'eau sur la carène s'effectue de manière plus complexe. Les composantes de la vitesse ont des fluctuations (**régime turbulent**) dues à un certain nombre de causes : viscosité, inertie, rugosité de la carène...

### Couche limite

Les molécules d'eau les plus rapprochées de la coque adhèrent à celle-ci et leur vitesse relative est nulle. Au fur et à mesure que nous nous éloignons de la carène, l'eau atteint une vitesse "V'" qui tend à devenir égale à la vitesse V du navire.

Cette zone de vitesse variable s'appelle la couche limite. C'est donc la couche située entre la surface de la coque et la limite entre les écoulements perturbés et non perturbés.



La **couche limite** tend à être **laminaire** sur l'avant, elle devient **turbulente au point dit de transition**, et le décollement de la couche limite sur l'arrière entraîne l'apparition de tourbillons générateurs de très grandes forces de traînée.

### Turbulence propre au fluide

Sur un navire en route dans une mer agitée, la turbulence initiale propre du fluide entraîne une réduction de la zone d'écoulement laminaire et accélère le décollement de la zone limite, avec pour effet une augmentation considérable des forces de viscosité et plus généralement de la traînée.

### Résistance des remous

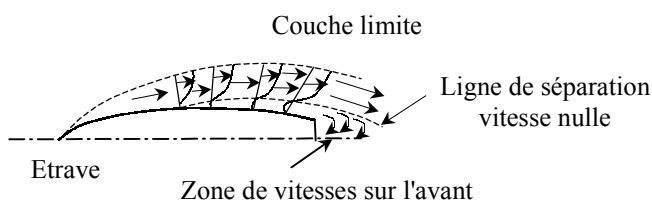
Le décollement des tubes de courant autour de la carène, en particulier vers l'arrière du navire, provoque des tourbillons et une dépression qui engendre une traînée. Cette traînée s'appelle **résistance de remous**.

Pour une carène bien profilée, la résistance de remous reste faible, de l'ordre de 20% de la résistance de viscosité.

Mais sur une coque à tableau dont l'arrière baigne dans l'eau, la résistance de remous peut devenir aussi importante que la résistance de viscosité.

### Gradient de vitesse et décollement de la couche limite

Plus la vitesse est grande, plus le point de décollement de la couche limite se déplace vers l'avant de la coque.



### 1.2.3.2 Résistance de carène à la marche oblique

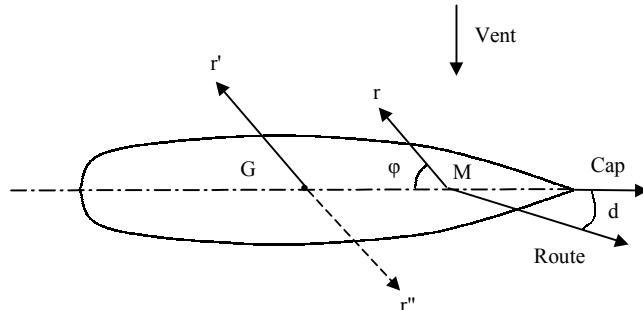
#### En marche avant

La dérive se produit vers la droite, cas de la figure ci-dessous, lorsque le bâtiment reçoit le vent par bâbord (vers la gauche dans le cas contraire).

Si nous assimilons la carène à un plan mince, et lui appliquons les lois énoncées au chapitre I, nous constatons que son déplacement dans l'eau sous l'angle d'incidence "d" donne naissance à une poussée "r" (ici résistante) appliquée en un point M situé sur l'avant du centre de gravité. Si la carène était véritablement assimilable à un plan vertical mince et parfaitement lisse, la résistance r serait dirigée perpendiculairement à l'axe ; en réalité, elle est inclinée par rapport à cet axe d'un angle " $\varphi$ " très supérieur à l'angle "d". Cette force

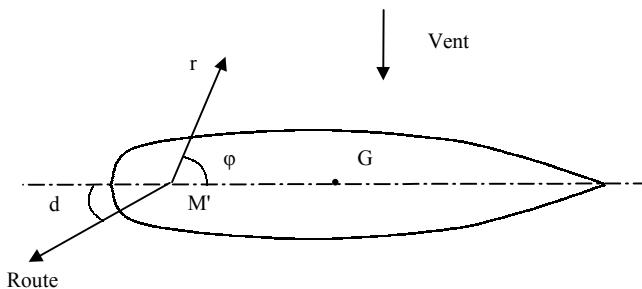
"r" (reportée en  $r'$  au centre de gravité) s'oppose légèrement à la propulsion et beaucoup à la dérive. Elle donne, en outre, naissance à un couple ( $rr''$ ) dont les trois projections rectangulaires créent :

- un couple d'évolution dans le plan horizontal, qui est de beaucoup le plus important, et le plus intéressant pour le marin : **couple d'auloffée**,
- - un couple d'inclinaison dans le plan vertical transversal, dont nous retrouverons l'existence en étudiant les **girations**,
- un couple d'enfoncement, ou d'enlèvement, dans le plan vertical axial.



### En marche arrière

Le point d'application de la poussée "r" se trouve en un point M' situé assez en arrière, du fait de la forme très arrondie de la hanche du bâtiment, de la résistance des hélices, du tirant d'eau arrière et de la surface du gouvernail.



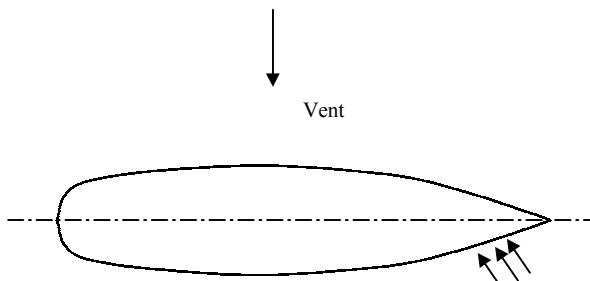
Le couple d'évolution est alors un **couple d'abattée** très énergique, produisant un effet beaucoup plus net que celui qui apparaît en marche avant avec même dérive et même vitesse ; cette différence provient de la longueur plus importante du bras de levier.

### Variation du point d'application et de la valeur de la poussée "r"

Conformément aux lois générales des fluides, en marche avant comme en marche arrière, la poussée sur la carène augmente proportionnellement au carré de la vitesse du bâtiment; elle croît également proportionnellement à la surface de la projection verticale de la carène.

Les tendances à l'auloffée (ou à l'abattée) déjà signalées sont donc beaucoup plus importantes à grande vitesse.

Le point d'application de la poussée se déplace en outre vers l'avant lorsque le navire prend de la bande sous l'action du vent : ceci est dû à un accroissement de la surface mouillée vers l'avant. La tendance à l'auloffée augmente alors considérablement.



Sur un petit bateau, les déplacements de poids permettent de faire varier la surface mouillée avant par rapport à celle de l'arrière dans un sens comme dans l'autre. Si on charge l'avant d'un petit voilier, le point d'application des résistances de carène se rapproche de l'étrave, la tendance à l'autoloffée augmente et le voilier devient plus ardent. Si on recule l'équipage, il devient au contraire plus mou.

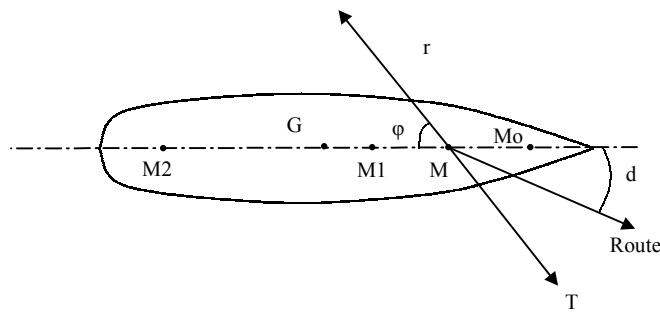
Nota : Ces phénomènes se vérifient de façon encore plus nette sur les voiliers dont les formes de l'avant sont plus pincées . Ils deviennent très ardents par brise fraîche :

- au largue, par suite du grand accroissement de vitesse,
- au plus près, quand leur gîte est trop accentuée.

### 1.2.3.3 Le centre de dérive

Expérimentalement, on peut réaliser différents essais de marche oblique en utilisant une remorque dont on fait varier le point d'attache. La tension de la remorque "T" fait alors équilibre aux autres forces agissant sur le bâtiment, de sorte qu'en projection horizontale "T" est directement opposée à "r".

- Pour les très faibles angles de dérive ( $4 \text{ à } 5^\circ$ ), on constate :
  - qu'en marche avant, le point d'application de la remorque se trouve au point  $M_0$ , situé généralement à assez faible distance de l'étrave,
  - qu'en marche arrière, il est situé au point  $M_2$ , très rapproché de l'arrière.



- Pour des angles de dérive quelconque,  $M$  se déplace sur l'axe du bâtiment entre ces deux points extrêmes :  $M_0$  qui a pris le nom de **centre de dérive initial avant**, et  $M_2$  qui s'appelle **centre de dérive initial arrière**.
- Pour un angle  $\alpha$  de  $90^\circ$  (marche transversale), le point d'application de la remorque se trouve en  $M_1$ , qui correspond, dans le langage courant, à l'appellation **centre de dérive**. Il est généralement peu éloigné du centre de gravité  $G$  de la surface obtenue par projection de la carène sur un plan longitudinal.

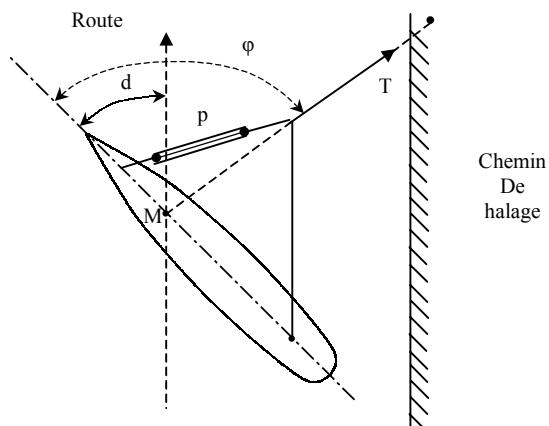
### 1.2.3.4 Applications pratiques des résistances de carènes

- **Point d'application de la remorque sur un remorqueur**

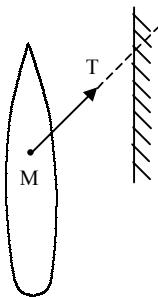
On place volontairement le point d'application de la remorque très en avant de la poupe du remorqueur, à peu de distance du centre de dérive transversal, pour permettre des évolutions plus aisées malgré la tension de la remorque ( il autorise un angle " $\varphi$ " important).

- **Halage à la cordelle**

Il s'agit d'un remorquage en rivière au cours duquel les péniches doivent se déplacer parallèlement à la berge malgré une traction oblique effectuée sur le chemin de halage.



On amarre l'aussière sur l'arrière, et un palan p, situé à l'avant, permet de faire passer le prolongement de la tension "T" par un point fictif M, tel que l'angle " $\varphi$ " corresponde pour la vitesse considérée à un angle de dérive "d". On peut faire varier légèrement le point d'application fictif M de la tension en agissant sur le palan. Le remorquage s'effectue alors **gouvernail à zéro, parallèlement à la berge**.



Dans d'autres remorquages analogues, le long d'une rive, on adopte un point moyen M pour la fixation de la remorque, et on maintient le bateau en route en utilisant le gouvernail ; il suffit alors d'un angle de barre peu important ; c'est le remorqueur dit "Embelle" ou "en embelle" (résistance à l'avancement plus importante que dans le cas précédent).

### 1.2.3.5 Action de la houle et des lames sur la carène

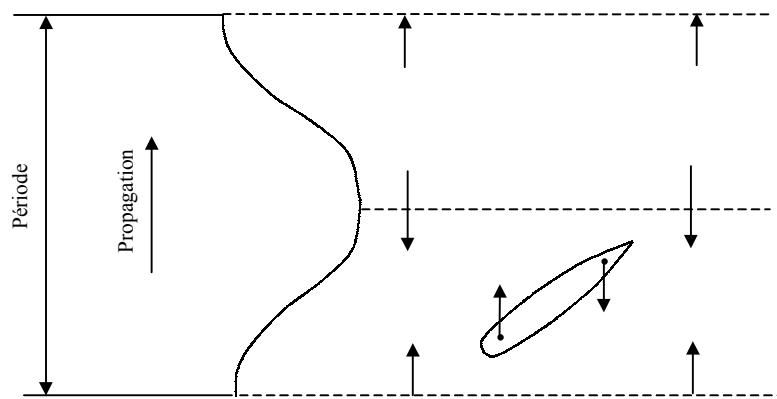
A l'action du vent, qui produit la dérive et engendre les réactions de carène que nous venons d'étudier, s'ajoutent les effets de la mer sur la coque du bâtiment, qui peuvent agir soit sur les œuvres vives, soit sur les œuvres mortes.

#### 1.2.3.5.1 Action de la houle non déferlante

La coque ayant été étudiée pour que l'écoulement des filets d'eau soit optimisé (mer 0, vent nul), tout mouvement du bâtiment produit un effet de freinage, qu'il s'agisse de tangage, de changement d'assiette dû à la houle, ou de roulis.

Au vent arrière, cet effet de freinage n'est généralement pas compensé par l'action du vent tendant à pousser le bâtiment.

De plus, la houle entraîne dans le sens de sa propagation la partie du navire qui se trouve sur une crête, et en sens inverse celle qui se trouve dans un creux.



Le bâtiment subit ainsi des actions évolutives alternées qui lui font effectuer une **route en lacet**. Cet effet est d'autant plus prononcé que la houle est plus creuse et que la longueur du bâtiment est plus voisine de sa demi-période.

Il n'y a en général rien à craindre tant que la houle ne déferle pas. Si l'amplitude du roulis devient trop importante, au grand largue surtout, il faudrait diminuer l'allure de façon à adopter une vitesse assez différente de celle de la propagation de la houle.

#### 1.2.3.5.2 Action de la houle déferlante ou des lames

Lorsque le vent force et que la houle se creuse, la mer produit sur la coque du bâtiment des efforts très importants, dont il est absolument indispensable de tenir compte.

### **lames de l'avant et du travers**

Elles frappent parfois brutalement la partie avant du navire presque perpendiculairement. Il est alors conseillé de diminuer l'allure pour éviter des avaries sur l'avant de la coque. Les chocs sont beaucoup moins brutaux sur l'arrière qui est attaqué de biais. En outre, celui-ci peut être en partie protégé par les lames de sillage ou la dérive. Ces "coups de boutoir" sur l'avant tendent à faire abattre et dériver le bâtiment qui peut tomber travers au vent si la vitesse est faible.

Pour évoluer du vent de travers au vent debout, une bonne vitesse est alors indispensable, de façon à augmenter à la fois l'action d'autoréfraction due au vent et l'influence du gouvernail. Cette règle d'augmentation de vitesse pour venir vent debout s'oppose à la faible vitesse nécessaire pour éviter les avaries de coque. Une décision de commandement devra évaluer les risques et avantages de chaque option.

### **lames de l'arrière du travers**

Leur action tend à augmenter l'erre du navire et à le faire loffer. Elle est particulièrement énergique au grand largue lorsque le bâtiment fait route à vitesse voisine de celle de la houle\*. L'arrière peut alors rester longtemps sur une crête pendant que l'avant se maintient dans un creux. Le couple créé tend à faire venir le navire en travers du vent et devient très puissant.

Un petit bâtiment naviguant dans ces conditions peut venir effectivement travers à la houle, et prendre sur sa pente une bande dangereuse. La manœuvre consiste à stopper rapidement pour laisser passer le danger, et à remettre en route ensuite à plus faible vitesse.

A l'inverse, lorsque l'avant du navire se trouve sur une crête et l'arrière dans un creux, on constate un effet d'abattée, mais il est toujours très inférieur à celui d'autoréfraction, dont il vient d'être question.

En définitive, le navire navigue en effectuant des embardées plus importantes vers le côté d'où souffle le vent, ce qui, non seulement annule la dérive, mais peut entraîner le bâtiment au vent de la route fixée.

Par contre, les augmentations de vitesse et freinages successifs dûs à la houle se compensent sensiblement, et la vitesse estimée ne subit que de petites variations tant que le roulis reste faible.

### **Résumé des principes**

1. Tout bâtiment qui dérive en avançant à tendance à loffer,
2. Tout bâtiment qui dérive en culant à tendance à abattre, action beaucoup plus vigoureuse que la précédente,
3. Les lames qui déferlent en venant de l'avant ont tendance à augmenter la dérive due au vent, à diminuer l'erre et à faire abattre jusqu'au vent de travers,
4. Les lames qui déferlent en venant de l'arrière du travers, ou une houle très creuse de la même direction ont tendance à faire loffer le bâtiment jusqu'au vent de travers et à le faire engager.

## **1.2.4 LA POSITION D'EQUILIBRE DU BATIMENT**

On nomme **position d'équilibre** toute situation pour laquelle les actions du vent, de l'eau, des hélices et du gouvernail s'annulent, et permettent ainsi au navire de suivre une route rectiligne à vitesse constante, ou de rester stoppé à un cap stable.

Les moyens évolutifs des bâtiments (gouvernail, hélices) que nous étudierons dans les chapitres suivants interviennent généralement pour maintenir la position d'équilibre, mais quels sont les effets combinés du vent et des résistances de carène? Habituellement, plus un navire sera éloigné de sa position d'équilibre, plus l'action qui tend à l'y ramener sera forte .

### **1.2.4.1 Position d'équilibre stoppé**

L'étude séparée de l'**action du vent** et de la **résistance de carène** a simplifié l'exposé, mais il est nécessaire de combiner les deux effets puisqu'ils ont inséparables dans la réalité.

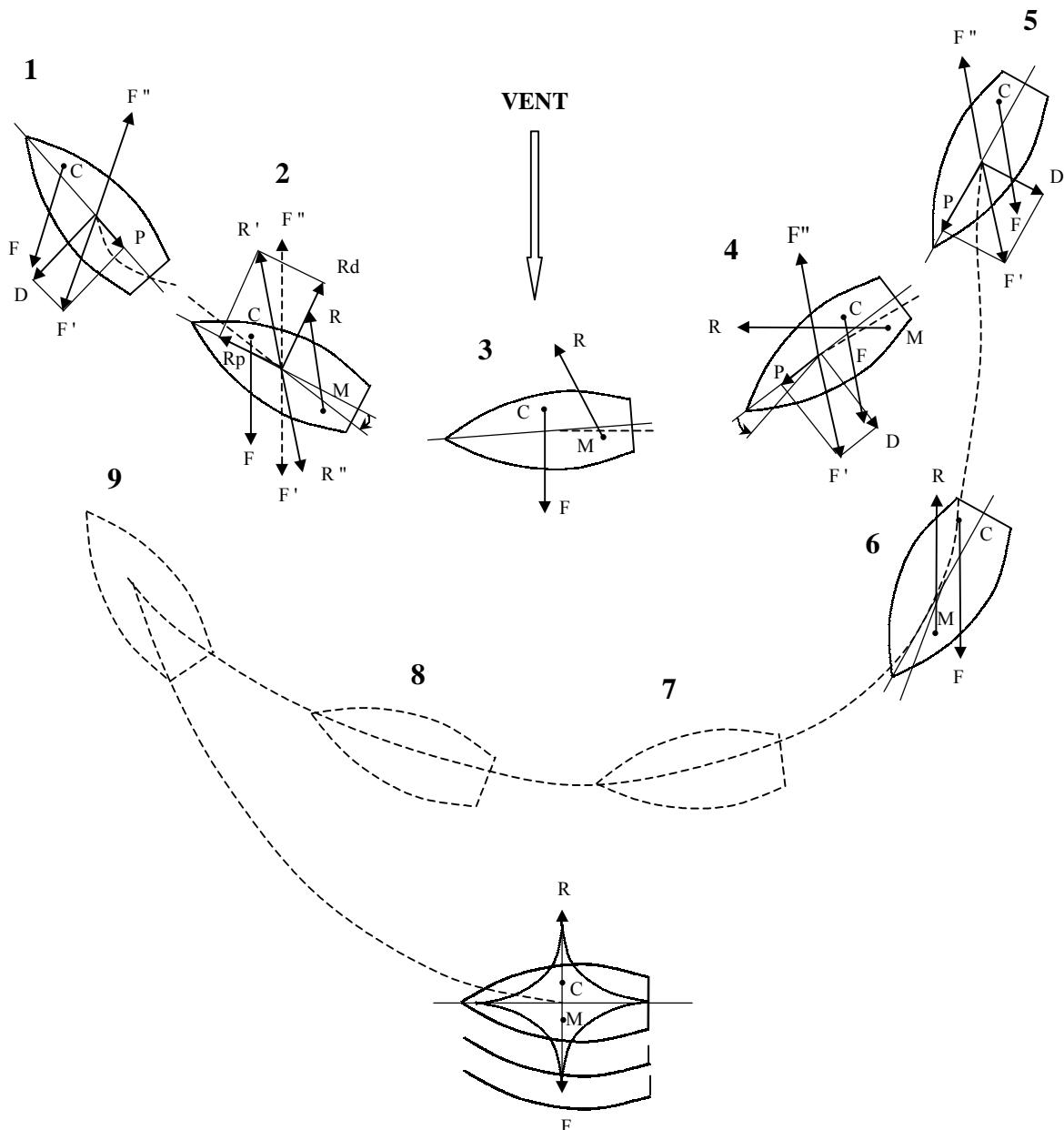
Dans un premier temps, nous considérerons que les facteurs internes propres au navire n'agissent pas (c'est-à-dire gouvernail dans l'axe et propulsion stoppée). Nous constaterons que le navire gagne une position d'équilibre stable.

Ensuite seulement, l'action des facteurs internes sera envisagée.

---

\* Il est bon de savoir que dans du mauvais temps établi, la vitesse de la houle est inférieure à celle du vent. Les vitesses approximatives sont en Méditerranée de 25 noeuds pour la lame de fort Mistral, et de 18 noeuds en Atlantique pour la grosse houle de suroît.

Considérons un navire dont les superstructures sont également réparties entre l'avant et l'arrière.



#### Position d'équilibre stoppé de quelques types de bâtiments

1. Au début de l'observation, il est immobile dans une position quelconque par rapport au vent. Supposons qu'il reçoive le vent par tribord franchement sur l'avant du travers. Sa vitesse étant nulle, il ne ressent pas de résistance de carène.

La force  $F$  du vent appliquée en  $C$  est la seule à agir, nous savons qu'elle est équivalente au système :

- Composante  $P$  = force de propulsion dirigée vers l'arrière
- Composante  $D$  = force de dérive orientée sur bâbord
- Couple  $FF''$  = couple d'abattée

Le navire prend de l'erre en arrière, il dérive sur bâbord, il abat.

2. Le navire ayant pris de la vitesse, la résistance de carène se manifeste. L'action de  $F$  se maintient comme en 1. L'action de  $R$  en  $M$  est équivalente au système :

- Composante  $Rp$  = force de freinage
- Couple  $RR''$  = couple d'abattée

Le navire se trouve ralenti dans sa marche en arrière et dans sa dérive, mais l'effet d'abattée est renforcé.

3. Le navire passe vent de travers ; la composante P s'annule mais le navire poursuit son mouvement par inertie.
4. Le vent souffle sur l'arrière du travers :
  - Composante  $P$  = force de propulsion dirigée vers l'avant
  - Composante  $D$  = force de dérive ; toujours dirigée sur bâbord
  - Couple  $FF''$  = couple d'auloffée

La force de propulsion contrarie le mouvement en arrière ; le couple l'auloffée s'oppose à l'abattée due à la résistance de carène.

Il arrive un moment où le navire s'immobilise.

5. Le navire est stoppé : R disparaît mais F appliquée en C agit toujours comme en 4. Cette position ne dure pas et le navire repart bientôt en avant.

Remarquons que le navire aurait pu s'immobiliser exactement vent arrière en prenant le vent par bâbord. Dans ce dernier cas, il serait réparti sur sa gauche.

6. Dès que le navire repasse vent de travers (7) puis reçoit le vent sur l'avant du travers, il est freiné (8), s'immobilise (9) et recommence un autre cycle.

Finalement il se stabilise travers au vent et conserve uniquement une vitesse de dérive transversale.

#### Position d'équilibre stoppé de quelques types de bâtiments.

- Les porte-avions et les pétroliers ont une position d'équilibre stoppé, vent de travers ou au maximum un quart sur l'arrière du travers.
- les frégates, corvettes, avisos ont une position d'équilibre stoppé, 1 ou 2 quarts sur l'arrière du travers, et conservent en général un peu d'erre en avant en dérivant.

#### Conséquences pour la manœuvre

- un bâtiment qui n'est pas en position d'équilibre au moment où il stoppe se rapproche de celle-ci, la dépasse par inertie, puis s'en rapproche de nouveau. Il ne la rallie définitivement qu'après plusieurs oscillations, au cours desquelles il dérive sans cesse, avance par moments, recule dans d'autres. Cette position ne sera vraiment stable, quand il l'aura prise, que si aucune modification n'intervient dans la direction et la force du vent et dans l'action de la mer. S'il y a des vagues, le choc qu'elles produisent et qui est intermittent, peut écarter momentanément le navire de sa position d'équilibre.
- En position d'équilibre si le bateau a un peu d'erre en avant (cas des petits bâtiments), le gouvernail est susceptible d'agir. On peut obtenir une position d'équilibre plus arrivée d'un ou deux quarts en mettant de la barre dans le sens qui tend à écarter la route du lit du vent, ou à l'inverse, plus proche du plus près, en mettant de la barre dans le sens convenable pour loffer.
- Certaines manœuvres courantes, pour lesquelles il y a intérêt à ne pas embarquer (mise à l'eau ou hissage d'embarcation, passage de remorque, etc.) seront exécutées beaucoup plus aisément si, connaissant la position d'équilibre de son bateau, le commandant l'étale dans cette position, qui est stable. De toutes façons, les légers écarts pourront alors être corrigés facilement par quelques tours d'hélice.

#### **Navire à une hélice ( pas à droite )**

L'action du vent est surtout prépondérante pour le navire, qui, ayant de l'erre en avant, fait machine arrière :

- vent par tribord, sur l'avant du travers :

Si le navire est en train d'abattre sur bâbord, cette abattée ne se trouvera que peu ralentie et se développera à nouveau dès qu'il commencera à prendre de l'erre en arrière. Si le navire est en train d'abattre sur tribord, cette abattée s'arrêtera dès qu'il n'aura plus d'erre en avant.

Si le navire suit une route droite, il ne bougera pas jusqu'au moment où il prendra de l'erre en arrière.

- vent par tribord, sur l'arrière du travers ;

Si le navire est en train d'abattre sur bâbord, cette abattée sera stoppée et il viendra ensuite sur tribord jusqu'au moment où, l'erre ayant été cassée, l'abattée sur bâbord réapparaîtra.

Si le navire est en train de venir sur tribord, cette abattée sera ralenti jusqu'à ce qu'il ait perdu son erre, puis il abattra de nouveau sur bâbord.

On voit donc que dans ces deux cas, la règle est vérifiée : tout navire qui a de l'erre en avant cherche à venir en travers du vent. Dans le deuxième cas, cette tendance se trouve accentuée par l'effet giratoire de l'hélice.

- vent par bâbord, sur l'avant du travers :

Quand on mettra en arrière, l'avant tombera rapidement sur tribord et cette abattée ne fera que s'accentuer lorsque le navire prendra de l'erre en arrière. S'il était en train de venir en grand sur bâbord, cette abattée ne serait pas enrayée avant qu'il n'ait perdu son erre.

Il en sera de même si l'on reçoit le vent par le travers, à cela près que le navire ne tombera pas aussi vite sur tribord, tant qu'il aura de l'erre en avant.

- vent par bâbord, sur l'arrière du travers :

Quand on bat en arrière, le navire viendra en premier lieu sur bâbord, mais dès qu'il aura perdu son erre, cette abattée fera aussitôt place à une rapide abattée sur tribord. S'il était en train de venir sur tribord, l'abattée sur bâbord pourrait ne pas s'amorcer.

### Conclusion

#### **Navire à une seule hélice**

Par vent modéré, ce navire peut éviter sur place, d'un bord comme de l'autre, en s'écartant du vent mais doit avoir de l'erre en avant pour s'approcher à nouveau du lit du vent.

En revanche, si le vent souffle de tribord avec force, il ne faut pas essayer d'éviter selon la méthode habituelle sur tribord, car même avec de l'erre en avant, le navire n'abattra que difficilement. En effet, une fois l'erre cassée, l'avant s'écartera à nouveau du vent. La solution consiste à éviter sur place en mouillant du bord de l'évitage choisi.

#### **Navire à deux hélices (non HPOR)**

Pour éviter le plus rapidement possible, il est préférable que le navire ait de l'erre en avant pour se rapprocher du vent, de l'erre en arrière pour s'en écarter. L'hélice du bord vers lequel on souhaite abattre doit être en arrière dans les deux cas.

- Pour se rapprocher du vent :

Un évitage par vent fort nécessite de l'erre en avant car, malgré la puissance demandée aux machines et l'action des hélices, dès que le navire n'avance plus, son avant s'écarte du vent. Bien qu'avec de l'erre en avant, on soit aidé par la tendance naturelle du navire à venir vent de travers, le gouvernail et le couple produit par les hélices, la manœuvre demande beaucoup de place.

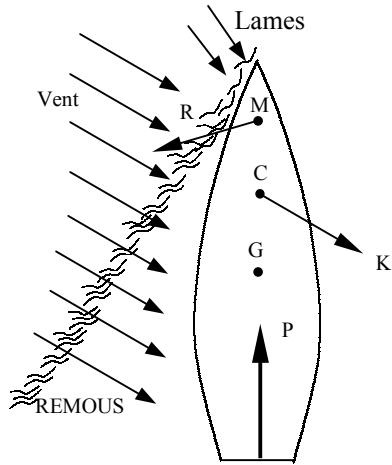
- Pour s'écartier du vent :

Il ne faut, dans ce cas, que très peu de place, car dès que le navire a un peu d'erre en arrière, l'avant tombe avec rapidité sous le vent, tandis que l'arrière remonte dans le vent. Remarquons qu'avec deux hélices, il est facile de réduire à volonté l'erre en avant en augmentant l'allure de celle des hélices qui tourne en arrière, mais il faut se souvenir que si on laisse le navire prendre de l'erre en arrière, l'arrière de ce dernier cherchera à remonter dans le vent d'autant plus irrésistiblement que le vent est fort. Mais dès que l'on cesse d'avoir de l'erre en arrière, le navire abattra de nouveau dans l'autre sens.

#### **1.2.4.2 Position d'équilibre en marche avant**

Si partant de la position d'équilibre stoppé on met en marche avant barre à zéro, le bâtiment est soumis aux actions suivantes :

- action des résistances de carène R qui augmente et dont le point d'application M se déplace vers l'avant, ce qui tend à faire lofer le bâtiment,
- action d'abattre K produite par le vent sur le fardage. Elle s'équilibre entre la tendance à augmenter du fait de la vitesse, et à diminuer du fait de l'incidence plus faible du vent apparent,
- action des lames qui s'ajoute à l'action du vent,



Le bâtiment vient prendre une position d'équilibre lorsque les trois forces suivantes s'annulent :

- P : poussée de l'hélice,
- R : résistance de carène,
- K : action du vent

Cette position d'équilibre varie en fonction des éléments suivants :

- profils du fardage et plan de dérive,
- vitesse du bâtiment,
- force du vent et état de la mer.

#### Position d'équilibre en marche avant de quelques types de bâtiments

- Porte-avions, pétroliers (PRE), frégates

Ces bâtiments sont ardents. Position d'équilibre en marche avant : 2 ou 3 quarts du vent. Vent debout pour le porte-avions.

Conséquences :

- *par brise fraîche, vent de travers, il faut lutter contre cette tendance à lofer en utilisant la barre,*
- *par vent très fort et à faible vitesse, on peut avoir du mal à laisser porter jusqu'au vent de travers,*
- *la stabilité de route est bonne.*
- Avisos, chasseurs de mines

Position d'équilibre en marche avant aux environs de 4 à 5 quarts du vent, du fait de leur fardage avant prédominant.

Conséquences :

- *si la mer est forte, il peut être difficile de lofer et de franchir le lit du vent. Les lames créent, en effet, une nette tendance à l'abattée ; les actions des résistances de carène et du gouvernail qui s'y opposent peuvent être insuffisantes si la vitesse est trop faible,*
- *par contre, on abat facilement jusqu'au vent de travers.*

Vent debout : la stabilité devient douteuse parce qu'un coup de mer peut faire dévier le bâtiment de sa route, et qu'à partir de ce moment il tend fortement à abattre.

Vent arrière : bien que les efforts soient symétriques, la moindre embardée est difficile à arrêter parce que le gouvernail et les hélices sont peu immergées et que la mer engendre une forte tendance à l'auloffée dès qu'elle se présente par la hanche.

#### **Conclusion sur l'équilibre de route en marche avant**

Chaque bâtiment a une position d'équilibre en marche avant, qui est stable. Elle doit être parfaitement connue de tout commandant et de tout officier chef du quart. A ce cap, une action très faible du gouvernail maintient aisément le bâtiment en route rectiligne. Le même navire ne tient son cap aux autres allures par brise fraîche ou mer forte qu'en utilisant des angles de barre beaucoup plus importants.

Plus la route choisie est éloignée de la position d'équilibre, plus l'action du gouvernail doit être énergique.

### 1.2.4.3 Position d'équilibre en marche arrière

La seule position pour laquelle les effets du vent, des résistances de carène et de la mer s'équilibrerent est le "VENT ARRIERE".

Cette tendance du bâtiment à venir vent arrière quand il cule, que les hélices tournent ou non, est particulièrement nette. Le gouvernail, même utilisé avec un grand angle, ne peut la compenser si la brise est fraîche.

Il est essentiel de tenir compte de ce principe en manœuvre de port, en respectant l'angle de barre maximum en marche arrière.

#### Utilisation des positions d'équilibre

Par définition, les positions d'équilibre sont des positions stables. Le bâtiment cherche à s'y maintenir lorsqu'il s'y trouve et à les retrouver lorsqu'il en est écarté. Cette tendance a rallier la position d'équilibre est d'autant plus forte, qu'on s'en trouve plus éloigné.

- les manœuvres au voisinage de la position d'équilibre peuvent s'effectuer aisément, sans utiliser des moyens énergiques pour faire évoluer le bâtiment,
- lors des manœuvres demandant une certaine stabilité de cap, il faut se rapprocher de cette position : passage de remorque, mise à l'eau d'embarcation, mis à l'eau de matériels divers...
- les évolutions vers la position d'équilibre seront facilitées, la tendance naturelle du bâtiment s'ajoutant aux actions que le manœuvrier met en œuvre,
- les évolutions "à contre" c'est-à-dire qui écartent le bâtiment de sa position d'équilibre sont rendues difficiles et nécessitent de manœuvrer énergiquement. C'est une épreuve de force, sachant que la "manœuvre en souplesse" reste l'idéal à rechercher.

Résumé : positions d'équilibre de quelques types de bâtiments

	<b>STOPPE</b>	<b>MARCHE AV</b>	<b>MARCHE AR</b>
Porte-avions Pétrolier	Vent de travers à 1/4 sur l'arrière du travers	Vent debout 2 à 3 quarts du vent	
Frégate Corvette Aviso	1 à 2 quarts sur l'arrière du travers	2 à 3 quarts du vent	Toujours Vent arrière

### 1.2.4.4 Equilibre de route des voiliers

A la différence de tout bâtiment à propulsion mécanique qui ne possède qu'une seule position d'équilibre à condition météo et vitesse données, le voilier peut agir sur l'orientation de ses différentes voiles, par suppression ou ajout de certaines d'entre elles pour suivre des routes diverses et s'y maintenir sans utiliser le gouvernail.

Nous anticiperons quelque peu sur l'étude du gouvernail, qui fera l'objet du chapitre suivant, en notant que son utilisation avec un grand angle de barre, produit un freinage très énergique. Il est donc indispensable de chercher à naviguer en utilisant le gouvernail le moins possible et en tout cas avec de faibles angles de barre. Par suite de leur grand fardage, les voiliers doivent toujours conserver une bonne vitesse pour évoluer facilement. On doit donc, pour bien naviguer à la voile, rechercher l'équilibre de route en faisant appel uniquement aux voiles et aux résistances de carène, le safran du gouvernail restant dans l'axe du voilier.

#### 1.2.4.4.1 Au plus près

Un voilier est conçu pour être équilibré au plus près avec toutes ses voiles convenablement bordées, c'est-à-dire fournissant leur maximum de force propulsive. Cela revient à dire que le centre de voilure est sensiblement sur la verticale du centre de dérive pour cette allure. Toutefois, nous avons constaté que l'un et l'autre de ces centres de poussée ou de résistance étaient quelque peu mobiles. Il y aura donc lieu dans chaque circonstance particulière de vent et de mer d'opérer quelques ajustements pour parfaire l'équilibre. Ceux-ci peuvent consister dans un étarquage plus ou moins prononcé des voiles, une tension plus ou moins forte du pattaras (ou des bastaques), mais surtout dans la manœuvre des écoutes.

Dans le cas du bateau trop mou qui présente une tendance continue à abattre, il est nécessaire soit de border davantage les voiles de l'arrière (augmentation de leur incidence et, par conséquent, de leur poussée) soit, ce qui produira le même effet sur l'équilibre, de choquer davantage celles de l'avant (diminution de l'incidence et de la poussée). L'observation d'un loch fournit la vitesse instantanée renseignera utilement le manœuvrier.

Dans le cas d'un bateau trop ardent, qui a toujours tendance à loffer, il faut soit border moins les voiles de l'arrière (diminuer l'incidence), soit border davantage celles de l'avant (augmenter l'incidence).

Si l'équilibre ne peut être atteint au plus près par l'une de ces manœuvres, il y a lieu soit de modifier, le plan de quille (changement du plan de dérive pour les dériveurs), soit de modifier le plan de voilure, c'est-à-dire en somme de balancer les surfaces pour qu'au plus près le centre de voilure soit très sensiblement sur la verticale du centre de dérive (modification de la quête du mat ou des surfaces de voiles par changement de voiles et prises de ris).

Nous venons d'indiquer l'équilibre idéal pour la bonne marche d'un voilier; particulièrement recherché pour la régate et la course croisière. Les architectes orientent en général ainsi leurs calculs :

- les grands voiliers légèrement "mous",
- les petits bateaux (canots, dériveurs, pêcheurs peu pontés) légèrement "ardents".

Il s'agissait pour les premiers, principalement pour ceux à phares carrés ou à hunier, d'éviter qu'ils ne masquent et ne virent de bord sans le vouloir à l'occasion d'une fausse risée ou d'une inattention de l'homme de barre. Un tel incident aurait pu devenir catastrophique s'il s'était produit alors que tout l'équipage n'était pas à son poste pour effectuer les manœuvres normales du virement de bord. Mais naviguant toujours avec un peu de barre dessous, il leur arrivait de ne pouvoir franchir le lit du vent et de manquer à virer. C'est également la raison, pour laquelle, avec un bateau un peu lourd, on laisse porter avant un virement de bord, de façon à prendre une bonne vitesse qui augmente l'action du gouvernail.

Pour les petits bateaux, dont la surface de voilure est forte relativement à leur stabilité, il est nécessaire qu'ils puissent loffer facilement pour se redresser, si une survente menace de les coucher.

#### **1.2.4.4.2 Au vent arrière**

Les actions des résistances de carène sont symétriques et le bâtiment navigue généralement droit. On s'efforce de maintenir le centre de voilure dans le plan vertical passant par son axe :

- soit en mettant les voiles en ciseaux,
- soit en utilisant des voiles supplémentaires :
  - *fortune, sur les goélettes et autres grands voiliers,*
  - *spinnaker et autres voiles dérivées.*

Ainsi, le couple d'autoloffée dû à la voilure est diminué, et le bateau peut gouverner avec un angle de barre raisonnable.

#### **1.2.4.4.3 Aux allures voisines du largue**

C'est l'allure à laquelle la plupart des voiliers sont ardents par brise fraîche, même s'ils sont bien équilibrés au plus près avec le même vent. Ceci est dû aux résistances de carène :

- prépondérance de l'action de la partie avant du bateau située sous le vent,
- augmentation de la vitesse.

Les goélettes de l'Ecole navale, ou les grands voiliers, qui ont un plan de dérive très long (longueur de quille peu différentes de la longueur totale) ont une meilleure stabilité de route à cette allure que beaucoup d'autres bâtiments à voile.

Les pêcheurs, petits caboteurs ou yachts remédient à cet inconvénient en utilisant de grands focs de largue (géniois, gennaker, etc...) qui, augmentant la surface de toile sur l'avant, font avancer le centre de voilure et le maintiennent ainsi sensiblement sur la verticale du centre de dérive.

Dans les autres cas, il est parfois nécessaire de choquer les écoutes (ou les poulies des barres d'écoutes) des voiles arrières à l'extrême limite et de border au contraire un peu plus les voiles de l'avant.

#### **1.2.4.4.4 Cas particulier : diminution de la voilure, panne.**

##### **Diminution de voilure**

Lorsqu'on est amené à diminuer la surface de voilure quand le vent forcit, on doit essayer de maintenir son voilier équilibré. Cela consiste à diminuer en même temps la voilure de l'avant et la voilure de l'arrière.

Ainsi, les goélettes de l'Ecole navale, par vent force 6, sont équilibrées au plus près en roulant deux tours dans la grand voile, trois à quatre tours dans le hunier, et en amenant le grand foc

Un yacht met un foc plus petit, lorsqu'il prend des ris dans la grand-voile.

##### **Panne**

C'est une position d'équilibre qui permet à un voilier de diminuer franchement sa vitesse pour attendre un pilote, perdre du temps, amener ou hisser une embarcation, etc.

Elle se prend de la façon suivante :

- sur les goélettes :
  - *venir au plus près,*
  - *contrebrasser le hunier à 45° environ,*
  - *mettre la barre dessous (25° environ).*

Quand il n'y a pas de mer, le bâtiment dérive et prend une position à peu près stable. Il avance à peine et se maintient à 4 ou 5 quarts du vent environ.

S'il y a de la mer, il oscille de 15 à 20° autour de cette position, par moment avance et par moment cule. On peut rendre la panne plus molle en diminuant l'angle de barre ou en choquant un peu l'écoute de grand-voile. Le bateau avance davantage, mais sa route est plus stable.

- sur les yachts :
  - *venir au plus près,*
  - *border le foc au vent, ou au moins dans l'axe,*
  - *choquer l'écoute de grand voile à la demande selon la vitesse souhaitée,*
  - *surveiller la dérive due au vent, qui est alors importante.*

On peut modifier la vitesse, la route et la stabilité de la panne en agissant légèrement, soit sur les écoutes de foc ou de grand voile, soit sur l'angle de barre. A ce point de vue, chaque type de yacht possède ses qualités propres, que le propriétaire doit s'efforcer de connaître en effectuant des essais systématiques.

### Résumé des principes

1. Aux environs de la position d'équilibre "arrêté", la tendance d'un bâtiment est insignifiante ; il peut facilement loffer ou abattre de deux quarts avec très peu d'erre soit en s'aidant de la barre, soit en utilisant quelques tours d'hélices.
2. Un navire en marche a toujours tendance à rallier la position d'équilibre correspondant à la force du vent, à sa vitesse et à l'état de la mer.  
Cette tendance est d'autant plus forte que le navire est plus éloigné de sa position d'équilibre. A petite vitesse, un bâtiment de faible tonnage peut avoir du mal à franchir le lit du vent.  
Un bâtiment qui cule abat toujours rapidement par brise fraîche et tend à venir vent arrière.
3. Quelle que soit sa route, un voilier bien équilibré peut facilement loffer jusqu'au plus près. Pour franchir le lit du vent, il lui faudra une bonne vitesse et s'aider de la manœuvre des voiles pour augmenter le couple évolutif dû au gouvernail.

## **CHAPITRE 2 GURATION ET EQUILIBRE DE MARCHE**

<b>2.1</b>	<b>LE GOUVERNAIL</b>	<b>56</b>
<b>2.2</b>	<b>LA GURATION</b>	<b>67</b>

## 2.1 LE GOUVERNAIL

### 2.1.1 ROLE DU GOUVERNAIL

Le **gouvernail** est un appareil sensiblement plan plongé dans l'eau à une certaine profondeur, et situé en général à l'extrême arrière du bâtiment. Il permet de maintenir celui-ci sur une route rectiligne lorsque le vent ou la mer tendent à modifier son cap ; il sert à le faire évoluer dans les chenaux et à changer de route à la mer.

Il subit des efforts intenses, c'est pourquoi il est nécessaire soit de l'armaturer, soit de le réaliser sous forme de caisson, plus rigide et plus résistant qu'une simple tôle.

Sans moyen de gouverne, un bâtiment ne peut ni tenir un cap ni changer de direction. Le safran, partie essentielle du gouvernail, est généralement un aileron orientable et procure une portance dirigée au besoin d'un bord ou de l'autre.

Lorsque le mode de propulsion comporte lui-même un système d'orientation de poussée, l'appendice de gouverne est inutile. Il en est ainsi dans la plupart des installations de jet, de Z-drive et de propulseurs épicycloïdaux. L'action de gouverne est alors très vive puisque c'est la force propulsive qui est exercée obliquement et non pas une portance hydrodynamique. L'effet giratoire est dans ce cas indépendant de la vitesse du bâtiment. Un résultat analogue est obtenu lorsqu'il existe autour de l'hélice une tuyère orientable, montée comme un gouvernail. Par commodité de compréhension du mode d'action du gouvernail, il ne sera question dans la suite que du gouvernail classique associé à un mode de propulsion non orientable.

Le même bâtiment peut avoir plusieurs gouvernails. Dans le cas d'une propulsion à deux hélices, il est d'ailleurs favorable de disposer d'un gouvernail derrière chaque hélice afin de bénéficier de la vitesse des filets d'eau créés par les hélices.

Le vocable **gouvernail** désigne un assemblage d'éléments :

- le **safran**, plan mince ou volume peu épais, profilé à sections d'aile, d'un tracé efficace au point de vue de la portance dès les faibles incidences,
- la **mèche**, arbre vertical ou peu incliné entraînant le safran en rotation,
- les **paliers** supportant l'ensemble safran / mèche,
- l'**appareil à gouverner**, exerçant un effort de rotation sur la mèche. Parfois réduit à une barre franche, sinon comportant une transmission mécanique, électrique ou hydraulique reliée au dispositif de timonerie, roue ou manette.

Dans le cas où l'action est exercée manuellement sur la roue, la transmission s'effectue par câbles (les drosses) ou par une suite pompe / tuyaux / vérin. Si pour un tour de roue, le gouvernail s'oriente de  $\alpha$  degrés, le rapport  $360 / \alpha$  exprime le coefficient multiplicateur entre le moment de la force manuelle exercée sur la roue par rapport à son axe et le moment du couple agissant sur la mèche.

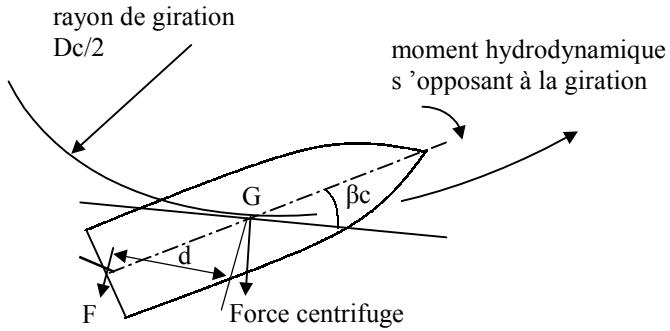
Dans les autres cas, le plus classiquement la pression du fluide hydraulique dans le vérin (ou les vérins, ou un vérin rotatif) est produite par une électro-pompe ; le contrôle du flux régissant le mouvement du gouvernail est assuré par une légère orientation de la roue, laquelle reste reliée à une pompe manuelle intervenant si l'électro-pompe est défaillante. Sur les grands navires l'effort manuel serait insuffisant et un appareil à gouverner de secours est adjoint : la roue peut être remplacée par un simple levier de commande.

Il existe de multiples dispositions de gouvernail, qui sont détaillées aux chapitres 2.1.4 et 2.1.5.

### 2.1.2 FORCES EN JEU DANS LA GIRATION

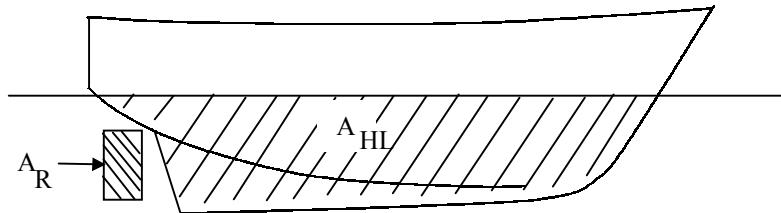
La mise en équation des forces s'exerçant dans l'évolution en giration, depuis son amorçage jusqu'au mouvement circulaire continu, est complexe mais réalisable. L'exploitation directe des formules est très rarement possible. On retiendra ici que durant la giration le centre de gravité parcourt un cercle de diamètre  $D_c$ , l'axe du navire formant un angle  $\beta_c$  avec la tangente à ce cercle.

L'influence de l'hélice, suivant son centre de rotation, n'est pas ici prise en compte. Elle n'est pas négligeable dans la pratique.



Le moment de force  $F \times d$  créé par le gouvernail s'oppose au moment des forces hydrodynamiques sur la carène, ce dernier dépendant directement de la position plus ou moins avancée du point d'application de la résultante des forces hydrodynamiques sur la carène.

D'autre part, en projection sur une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe du navire (l'angle  $\beta_c$  est en fait petit), la composante transversale de la force hydrodynamique exercée sur le safran et la force centrifuge (inversement proportionnelle à  $D_c$ ) s'opposent à la force de dérive exercée sur la carène (inversement proportionnelle à  $D_c^2$  après résolution des principales équations du mouvement). De cette égalité, il ressort qu'une augmentation de l'effet du gouvernail entraîne une diminution de  $D_c$  ( donc du rayon de giration ).

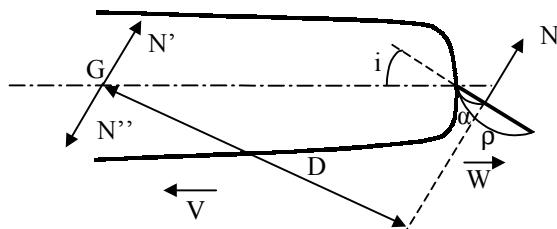


La résistance qu'offre la carène à la giration est liée à ses dimensions, à sa surface en projection longitudinale  $A_{HL}$  ("surface de dérive") et à sa forme. L'effet du safran est proportionnel à sa surface  $A_R$ . Il est démontré que pour deux navires semblables (dimensions de carène et de safran proportionnelles) ou quasi-semblable le rapport du diamètre de giration  $D_c$  à la longueur de flottaison  $L$  est sensiblement le même, la vitesse ayant peu d'effet sur ce résultat. C'est dire toute l'importance du rapport  $A_R / A_{HL}$ . La valeur de ce rapport, est le principal guide dans le choix de la surface raisonnable à accorder au safran. Elle varie selon les qualités manœuvrières requises, en relation avec la fonction du navire. Quelques repères moyens sont donnés ci-dessous. S'il y a plusieurs gouvernails,  $A_R$  désigne le total des surfaces de safran.

### 2.1.3 MOMENT DU COUPLE SUR UN GOUVERNAIL

Le safran se comporte, dans la situation où il est le plus sollicité, comme une aile portante à grande incidence, à la limite du décrochement. Il est admis que l'angle de décrochement, à partir duquel la portance diminue brutalement, se situe à 35 degrés. C'est à cette orientation, où la force est maximale, que l'on étudie la résultante des effets hydrodynamiques. Pour des incidences inférieures la portance est approximativement proportionnelle à l'angle d'orientation par rapport à ces 35 degrés.

#### 2.1.3.1 Action des filets d'eau sur un gouvernail arrière



Soit  $W$  la vitesse des filets liquides égale et opposée à celle du bâtiment  $V$ , et  $S$  la surface du gouvernail. Si nous inclinons le safran d'un angle  $i$ , les lois générales nous permettent d'écrire que la poussée exercée sur le plan est de la forme :

$$N = K S V^2 \sin i$$

$$V = W$$

Et qu'elle est appliquée en un point  $C$  situé en avant du centre de gravité de la surface, à une distance  $d$  de l'arête telle que :

$$d = (0,2 + 0,3 \sin i) l$$

$l$  = largeur du gouvernail

Cette poussée  $N$  agit de deux façons :

- d'une part, elle crée un **couple de moment**  $N \times d$  qui tend à redresser le gouvernail et que l'appareil de manœuvre doit vaincre (moment de redressement),
- d'autre part, si nous reportons en  $G$ , centre de gravité du bâtiment, deux forces opposées égales et parallèles à  $N$ , nous constaterons que le bâtiment sera soumis aux actions :
  - *de la force  $N'$ ,*
  - *du couple  $NN''$ , de bras de levier  $D$  (moment d'évolution).*

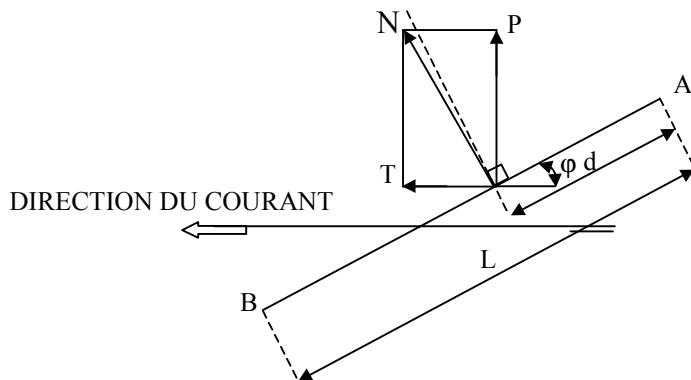
#### Etude du plan mince

L'action hydrodynamique peut se représenter par la force  $N$ , sensiblement perpendiculaire à la plaque et ayant pour valeur :

$$N = (K S V^2 \sin i) / (0,2 + 0,3 \sin i)$$

Appliquée à une distance  $d$  du bord d'attaque telle que :

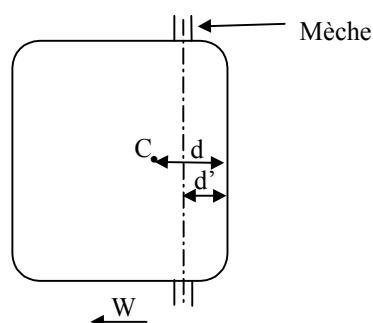
$$d = (0,2 + 0,3 \sin i) L$$



Cette force se décompose en deux forces :

- la **portance**  $P = N \cos i$  (perpendiculaire au courant)
- la **traînée**  $T = N \sin i$  (dans le sens du courant)

#### 2.1.3.2 Moment de redressement $N \times d$



L'expression de N montre que le moment de redressement est d'autant plus important que la vitesse V et l'angle d'incidence sont plus grands.

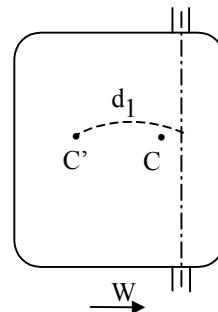
C'est pourquoi les dispositions suivantes ont été adoptées, afin de ne pas dépasser certains efforts sur la mèche et les organes de commande :

- limitation de l'angle d'incidence à un maximum de  $35^\circ$ ,
- calcul des organes de manœuvres et de la structure du gouvernail lui-même, en fonction de sa surface et de la vitesse maximum du bâtiment considéré,
- affaiblissement du moment de redressement, pour les bâtiments rapides, en diminuant le bras de levier d, c'est-à-dire qu'au lieu de placer la mèche à l'extrémité avant du gouvernail elle est située à une distance d' de l'arête. Le moment de redressement est alors :

$$N(d-d')$$

De tels gouvernails sont appelés "**compensés**". Tous les bâtiments de guerre d'une certaine importance en sont munis ; et seul le rapport de compensation varie d'un type à l'autre. Actuellement, le moment de redressement est légèrement négatif pour les petits angles ; le rapport des surfaces, voisin de  $1/4$ , varie selon la forme et le nombre des safrans.

#### Moment de redressement avec de l'erre en arrière :



Le point d'application du centre de poussée ne se trouve plus en C, mais en C', situé à la distance d1 de l'axe de rotation.

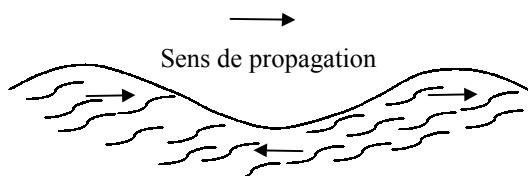
Pour une même vitesse du bâtiment et un même angle d'inclinaison du gouvernail, la surface du safran n'ayant pas changé, le **moment de redressement devient plus du double de celui de la marche avant**. On pallie cet inconvénient par l'observation de consignes d'utilisation très strictes :

- ne jamais dépasser une certaine vitesse en arrière,
- en recommandant de ne pas utiliser de grands angles de barre en marche arrière, lorsque le bâtiment doit prendre une certaine erre.

Faute de suivre ces consignes, on risque de fatiguer les organes de manœuvre du gouvernail, ou même de se trouver dans l'impossibilité de le redresser.

#### Moment de redressement par mer de l'arrière

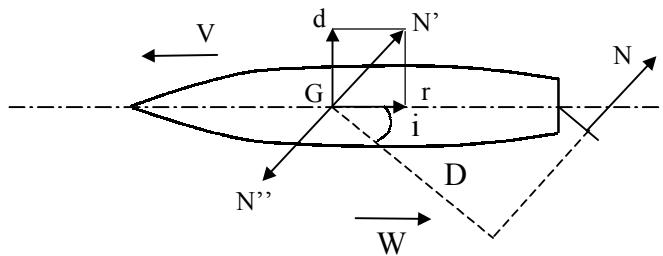
Il ne faut pas oublier que, par grosse mer, un navire fuyant vent arrière rencontre dans le creux des lames un courant relatif dont la vitesse est approximativement égale à la somme des vitesses du navire et de la propagation de la houle. Il convient dans ces circonstances de ne pas employer de trop grands angles de barre, sous peine de faire subir aux appareils des efforts imprévus pouvant amener la rupture de certaines pièces.



### 2.1.3.3 Les forces en jeu dans la giration. Le moment d'évolution

#### Moment d'évolution

La force  $N'$ , que nous avons reportée au centre de gravité G, agit comme force d'entraînement qui peut se décomposer suivant deux directions rectangulaires :



- une **force de dérive**  $d$ , perpendiculaire à l'axe du bâtiment,
- une **force résistante**, ou de freinage  $r$ , dirigée suivant l'axe du bâtiment.

Il ne faudra donc pas s'étonner de constater que le navire tend à sortir de sa courbe de giration vers l'extérieur, et que sa vitesse linéaire diminue.

Plus l'angle de barre est grand, plus le freinage est puissant.

Mais l'action la plus importante sur le bâtiment est due au couple  $NN''$ , qui crée un moment d'évolution  $N \times D$  tendant à faire tourner le navire.

Si  $L$  est la longueur du bâtiment :

$$D = (L/2) * \cos i$$

Ce moment d'évolution, si le safran était mince, parfaitement poli, et rectangulaire, varierait donc comme  $\sin i \cos i$ , c'est-à-dire qu'il serait maximum pour  $i = 45^\circ$ .

En réalité, ce maximum se produit dans la plupart des cas pour un angle sensiblement égal à  $36^\circ$ . Pour les gouvernails étroits et hauts de certains cargos, il a lieu pour  $28^\circ$ . Le fort moment d'évolution correspond donc, à peine de chose près, à l'angle limite que nous nous sommes fixé pour ne pas dépasser certains efforts sur le gouvernail ; il permet également de ne pas enregistrer une trop forte diminution de vitesse pendant la giration.

#### Moyens d'améliorer les qualités évolutives

Un moment d'évolution aussi fort que possible conditionne une giration rapide. De tout ce qui vient d'être dit, il découle qu'il sera amélioré par une augmentation de la surface du safran, mais ceci n'est possible que sur les bâtiments de faible vitesse, sur les autres, avec un safran de trop grandes dimensions, on risquerait des avaries à la mèche ou aux appareils de manœuvre soit par gros temps, soit en marche arrière. Aussi les constructeurs de grands bâtiments rapides ont-ils été amenés à répartir les efforts des organes de commande en utilisant deux gouvernails.

Pour accroître par ailleurs les qualités évolutives d'un bâtiment, on choisit, à la suite des conceptions par ordinateur et d'essais au bassins des carènes, les formes les plus favorables aux girations. L'architecte s'efforce d'éviter les trop grandes surfaces planes défavorables à l'écoulement des filets d'eau d'un bord à l'autre, et, à cet effet, relève autant que possible la ligne de quille à l'avant et à l'arrière.

Les gouvernails sont donc le résultat de la compilation des différentes influences et on aboutit à distinguer trois principales catégories de gouvernails : les **gouvernails à mèche**, les **gouvernails semi-suspendus** et les **gouvernails suspendus**. Avec certaines variations relatives à la forme de l'étambot arrière et au nombre d'aiguillots, nous obtenons ainsi les six types de gouvernails les plus employés.

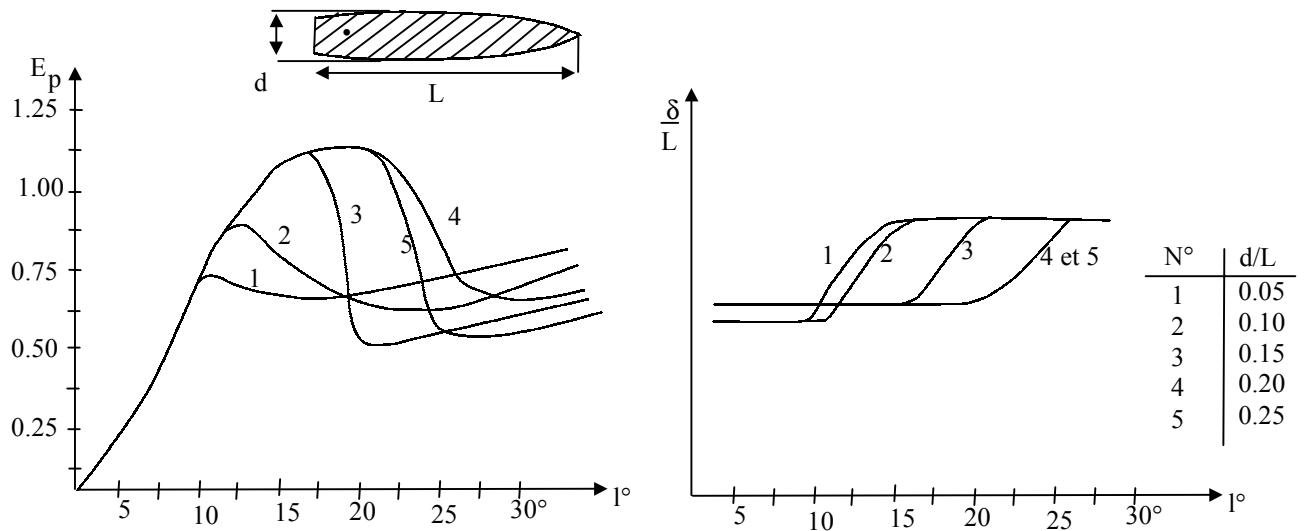
Bien entendu, le choix du gouvernail et de ses caractéristiques est fait en tenant compte des résultats à la mer de bâtiments analogues. Pour les bâtiments nouveaux, l'étude sera faite par calculs et modélisation informatiques, puis sur modèle au bassin de giration, ou en soufflerie.

#### Gouvernail profilé

Si sur les petits navires, chalands, péniches, on utilise des gouvernails à simple tôle, la plupart des navires ont maintenant des gouvernails profilés qui offrent une résistance mécanique élevée et une faible trainée; ils sont traités en soufflerie tout comme les ailes d'un avion.

### Influence de l'épaisseur du profil

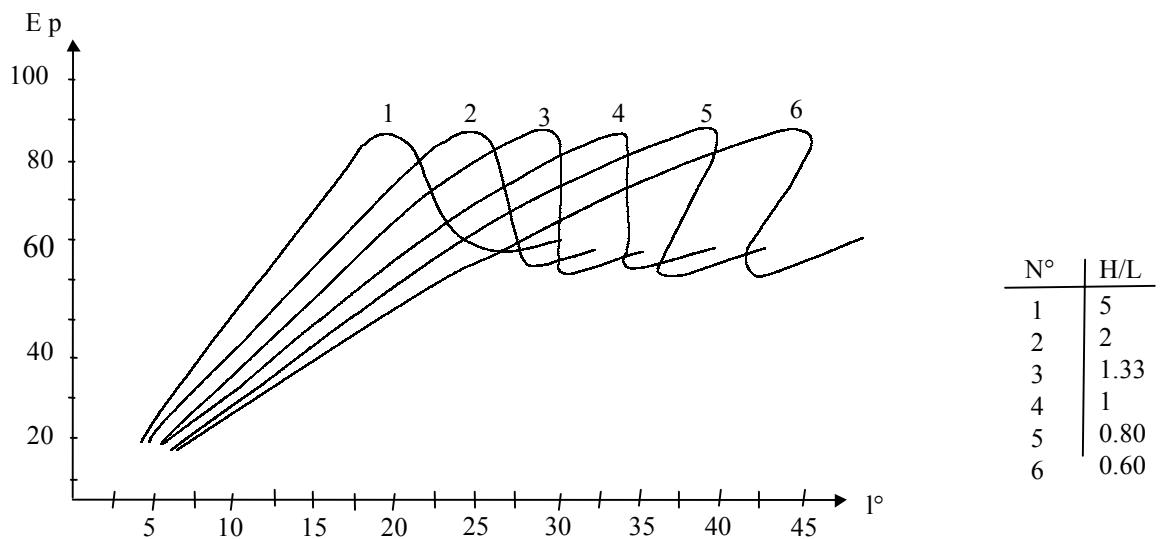
Le décrochement apparaît d'autant plus retardé que le profil est épais. La portance maximale passe de 0,75 à 1,1 quand  $d/L$  varie de 0,05 à 0,20. Puis la portance retombe pour tous les profils aux environs de 0,75.



#### 2.1.3.4 Influence de la hauteur du safran, de sa position par rapport à l'hélice

##### Influence de la hauteur des safrans H par rapport à sa longueur L

Elle est considérable. On constate que l'angle de décollement passe de 15° à 40° quand  $H/L$  passe de 5 à 0,67.



##### Position du gouvernail par rapport à l'hélice

Si le gouvernail est placé juste derrière l'hélice, on peut obtenir une majoration de 50% de la portance et des couples d'orientation car la vitesse intervient au carré.

##### Angle maximal du gouvernail

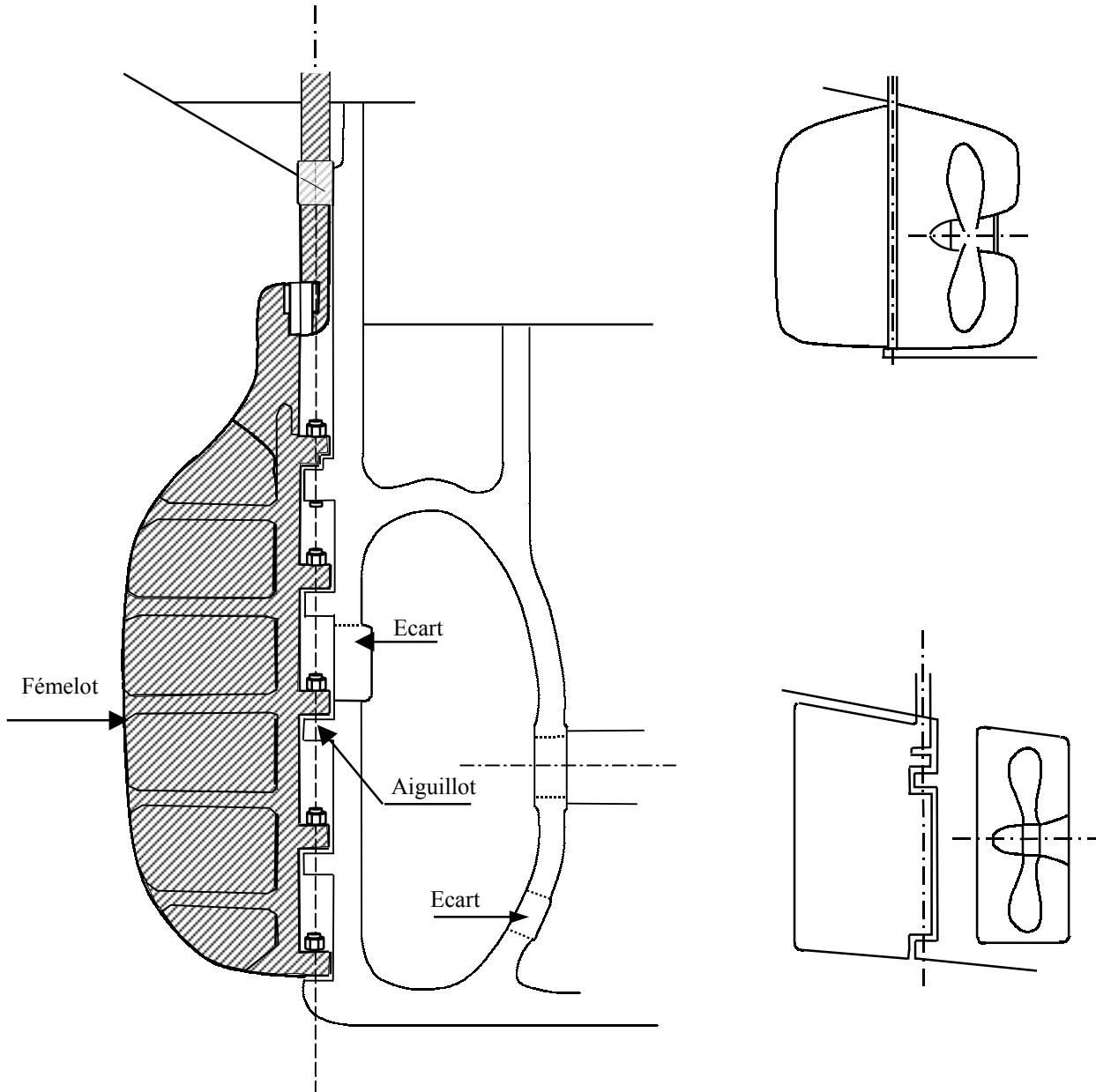
Il est en général de 35° à vitesse maximum. Dans des cas particuliers et pour améliorer la capacité d'évitage à faible vitesse, l'augmentation jusqu'à 50° de l'angle maximal sera plus efficace que l'augmentation de la surface du safran.

### Gouvernail en marche arrière

Le gouvernail placé derrière l'hélice se trouve au contraire devant l'hélice en marche arrière. Il en résulte que la majoration de la vitesse d'entrée d'eau ne joue plus et que l'efficacité propre du safran diminue considérablement. L'action du gouvernail en marche arrière est très limitée.

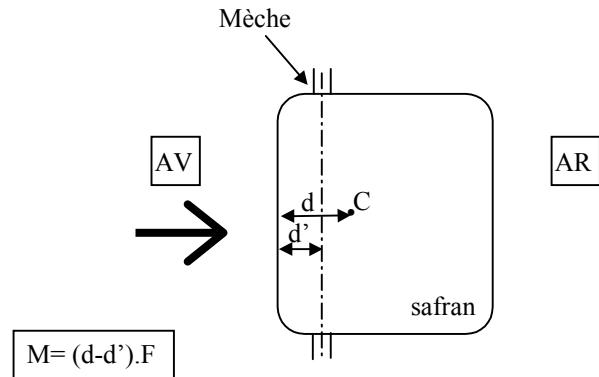
### 2.1.4 LES DIFFERENTS TYPES DE GOUVERNAILS CLASSIQUES

#### 2.1.4.1 Le gouvernail non compensé



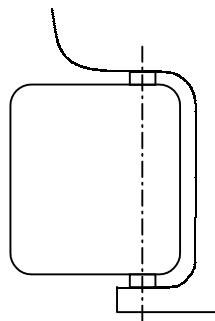
### 2.1.4.2 Le gouvernail compensé

#### En marche avant

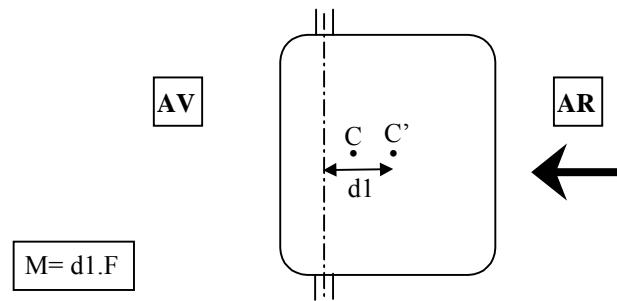


Permet de réduire le bras de levier entre le point d'application de  $F$  et l'axe de la mèche. A la construction, on diminue le moment de redressement en marche avant en réduisant son bras de levier. Pour cela, on place la mèche à une distance  $d'$  de l'arrêté plutôt qu'à l'extrême AV du safran. Le moment de redressement devient alors égal à  $(d - d') \times F$ .

#### Gouvernail compensé



#### En marche arrière



En marche AR la poussée n'est pas appliquée en  $C$  mais en  $C'$  à une distance  $d1$  de l'axe de rotation

$$D1 > d - d'$$

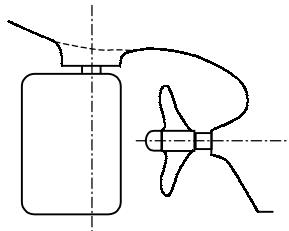
Le moment de redressement est doublé. En marche AR, il faut donc limiter l'angle de barre (entre 10° et 15° maximum) et la vitesse. L'inobservation de ces consignes fatiguera les organes de manœuvres du gouvernail, et il pourra même être impossible de redresser le gouvernail dans l'axe.

Attention à la navigation mer de l'arrière, un navire fuyant mer de l'arrière peut rencontrer dans le creux des lames un courant relatif qui conduira à limiter l'angle de barre sous peine d'avarie.

### 2.1.4.3 Gouvernail compensé à aileron



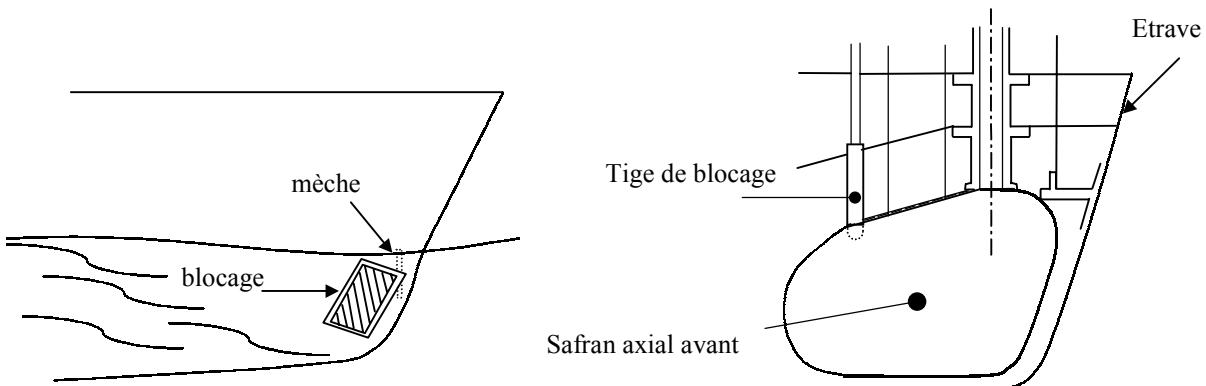
### 2.1.4.4 Gouvernail compensé suspendu



## 2.1.5 AUTRES TYPES DE GOUVERNAILS

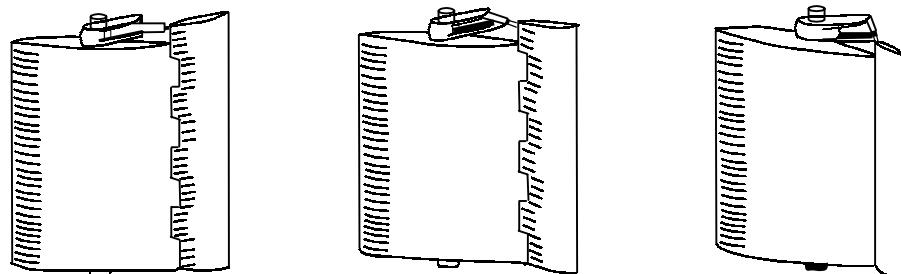
On a étudié à certaines époques d'autres gouvernails d'un modèle particulier, ou placés à l'avant.

On a ajouté parfois un safran axial avant, disposé à l'intérieur de la partie effilée de l'étrave. La mise à l'angle pouvait être conjuguée avec celle du gouvernail arrière pendant les manœuvres de port ou les dragages ; à la mer, le safran avant était normalement débrayé et bloqué dans l'axe. Par suite de sa fragilité, ce système a été supprimé.

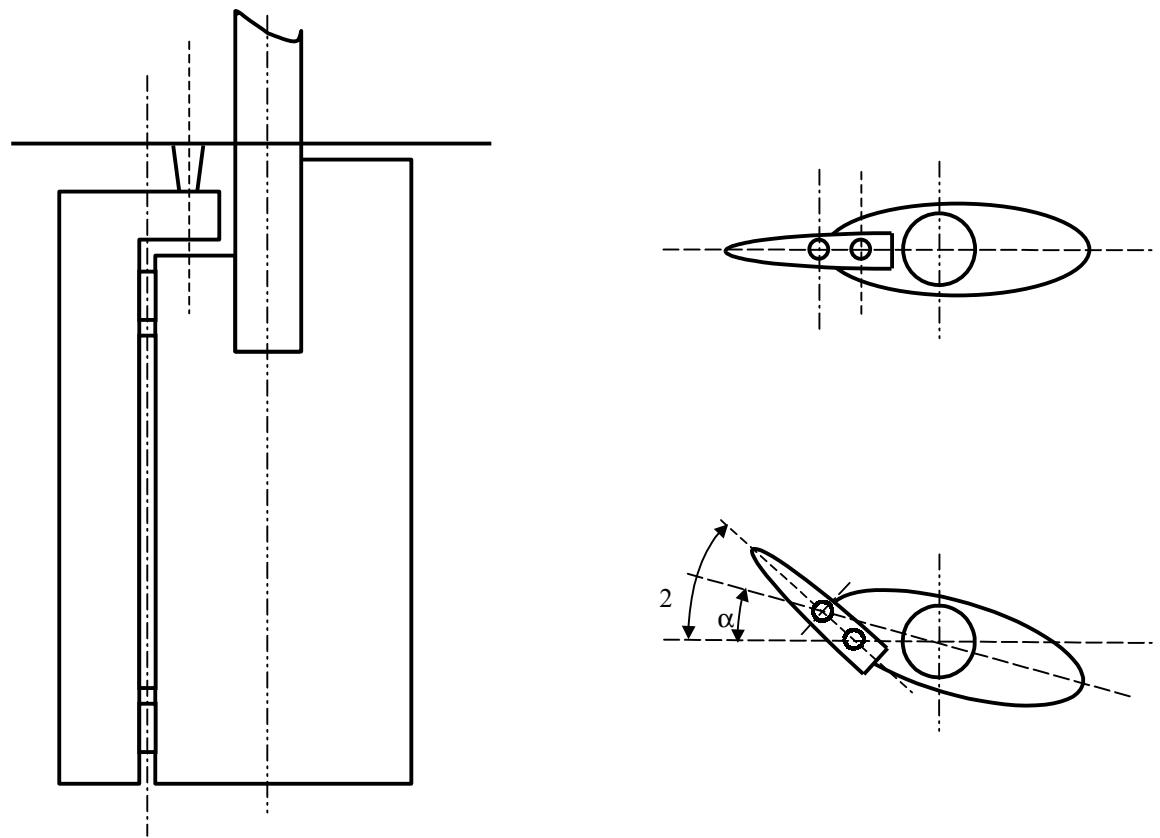


### 2.1.5.1 Gouvernail à volets (type BECKER)

Un aileron articulé est fixé sur le bord de sortie du gouvernail principal. Ce système permet de réduire la surface du gouvernail :

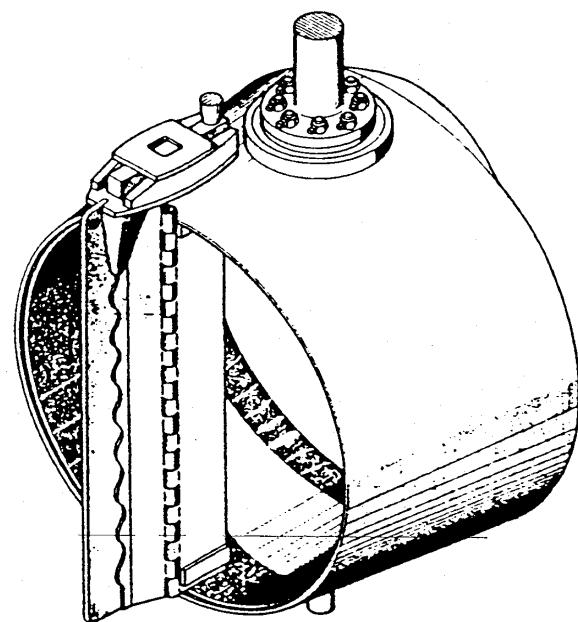


- entre 0 et  $35^\circ$ , le gouvernail et l'aileron varient du même angle,
- au delà de  $35^\circ$  et jusqu'à  $45^\circ$ , l'aileron peut seul varier, retardant encore l'angle de décrochage des filets d'eau.



Gouvernail BECKER en tuyère

Permet d'améliorer encore les qualités évolutives



Les RR 4000 disposent de ce système de gouvernail.

## 2.1.5.2 Gouvernail actif (G.A)

Le gouvernail actif possède en bout de safran un propulseur comportant une hélice en tuyères, entraînée par un moteur électrique immergé.

Ce système équipe les CMT (chasseurs de mines tripartites) pour des raisons de discréetion acoustique et de manœuvrabilité en chasse aux mines.

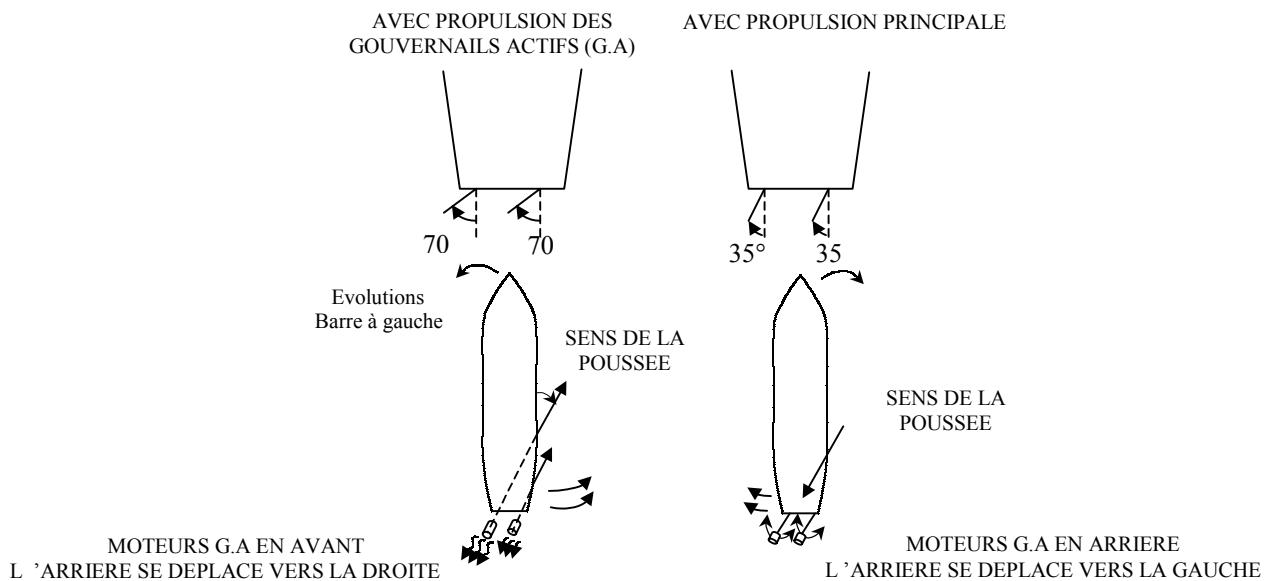
Il constitue également la propulsion "auxiliaire" utilisable de 0 à 7 nœuds.

L'orientation des safrans est limitée à 70° de deux bords.

### Principes d'utilisation

Rappel : on ne peut pas différencier les gouvernails actifs (G.A)

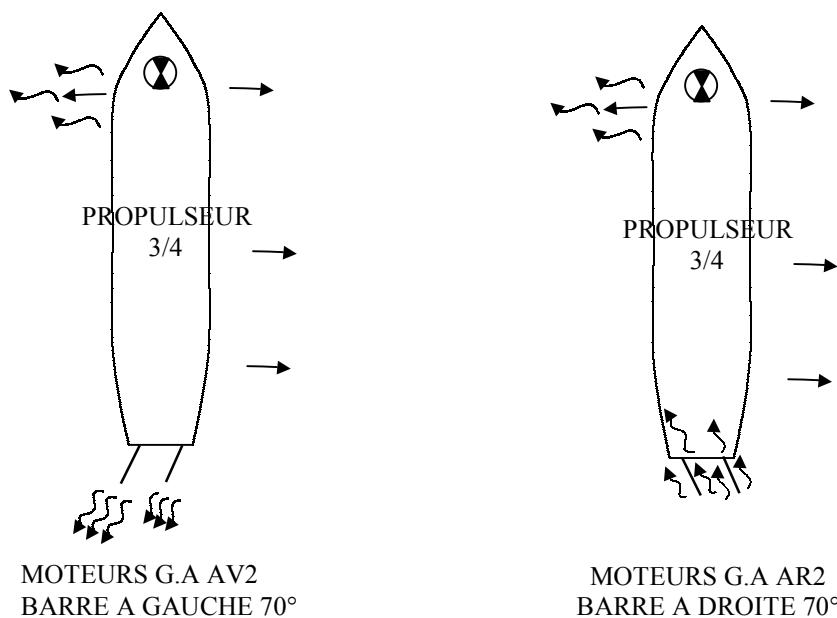
#### Angles de barre :



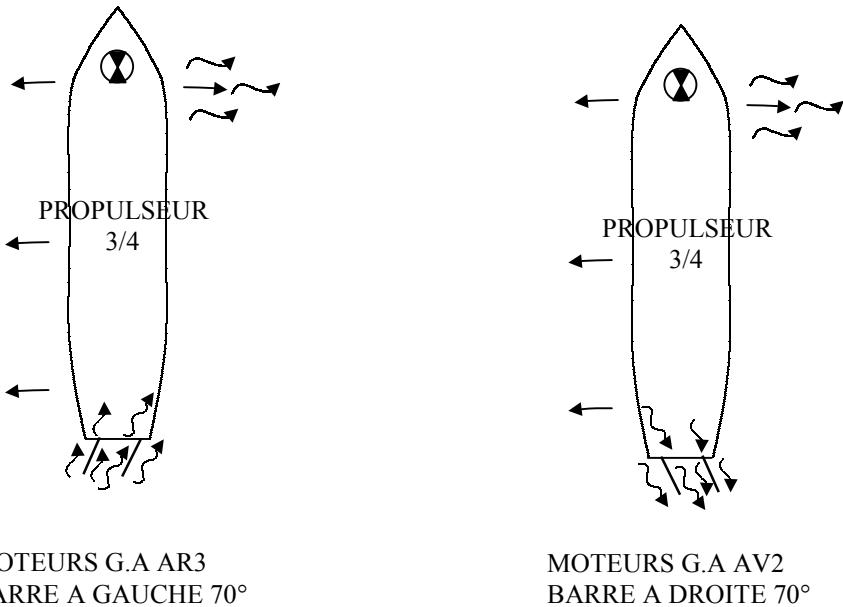
### Manœuvres

#### Transferts latéraux

- vers tribord



- vers bâbord



### 2.1.5.3 Gouvernail à ailerons redresseurs

Afin de redresser le mouvement hélicoïdal des molécules d'eau chassées par l'hélice, on utilise des ailerons horizontaux soit sur le safran, soit sur la corne (principe utilisé pour les barres de plongée arrières des sous-marins).

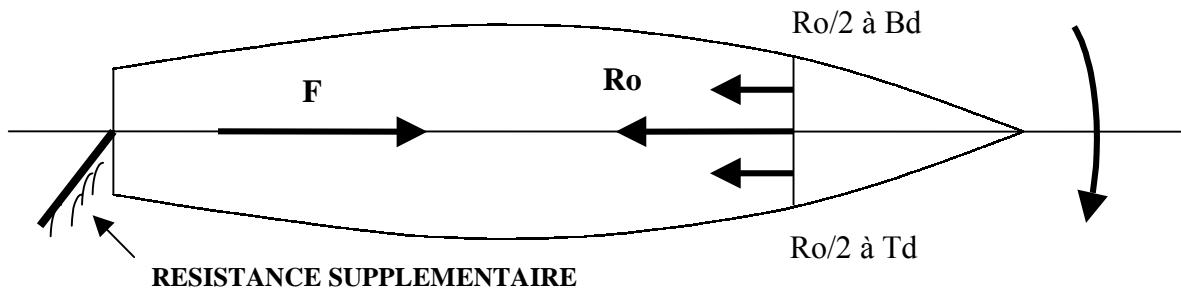
## 2.2 LA GIRATION

La giration commence pendant la mise à l'angle de la barre ; elle se poursuit par une période dite "d'évolution", correspondant à un mouvement de rotation accélérée, et continue ensuite, par une giration circulaire et uniforme. Nous étudierons successivement ces trois périodes.

### 2.2.1 PRINCIPES DE LA GIRATION

Le navire se déplaçant à vitesse uniforme sous l'effet du propulseur développant une force  $F$ , reçoit de la part de l'eau une résistance  $Ro$  : résistance à la marche directe. On peut considérer que  $Ro$  est la résultante de deux forces résistantes  $Ro/2$ , situées à bâbord et à tribord, égales et parallèles (symétrie du navire par rapport à l'axe longitudinal).

### PRINCIPE DE GIRATION

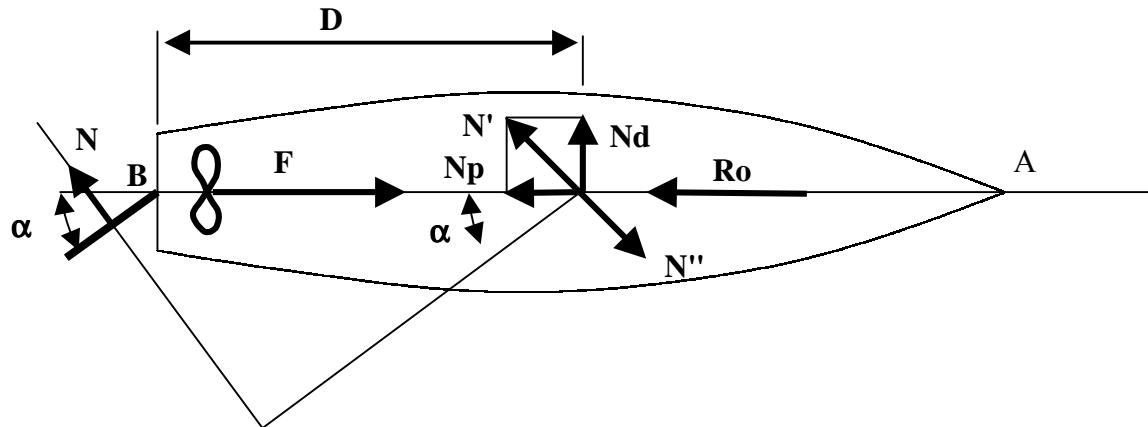


Pour faire évoluer le navire, il faut modifier cette symétrie : la solution consiste à augmenter la résistance d'un bord pour voir le navire évoluer de ce côté ; tel est l'objet du gouvernail.

Examinons plus en détail son fonctionnement, en insistant sur le fait qu'il n'exerce une force résistante que dans la mesure où il reçoit l'action des filets d'eau, soit que le navire se déplace, soit que l'hélice projette sur lui des filets d'eau le navire étant stoppé.

L'étude du mouvement se décompose en trois phases.

### 2.2.1.1 Première phase ou phase initiale (période de mise à l'angle de la barre)



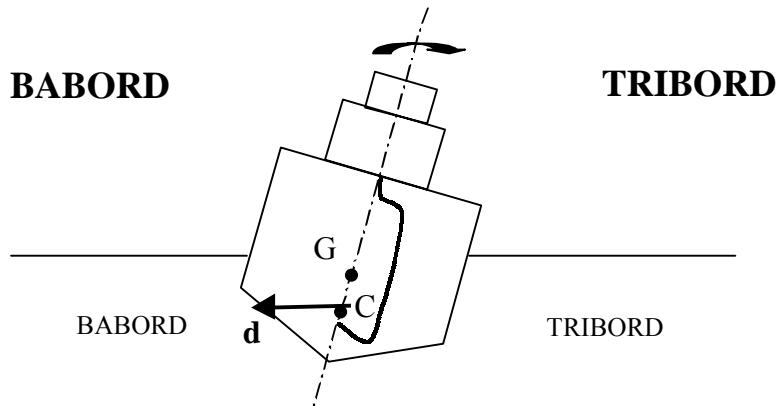
Le navire suit une route rectiligne, le gouvernail vient d'être orienté sur tribord.

Soit  $N$  la résistance du safran considéré comme un plan mince mobile autour de la mèche verticale  $B$ . Sa réduction au centre de gravité donne le système équivalent :

Composante	$Nd$	= résistance de dérive
	$Np$	= force de freinage
Couple	$NN''$	= couple de giration

Le navire est ralenti dans sa marche et amorce sa giration sur la droite

Effets secondaires : outre le ralentissement qui vient d'être signalé, le navire subit un couple inclinant sur tribord ; en effet la composante  $Nd$  appliquée au milieu du safran est approximativement à mi-tirant d'eau (niveau voisin du centre de carène) donc sous le centre de gravité et dirigée vers bâbord : le navire "salue" à l'intérieur du cercle de giration.



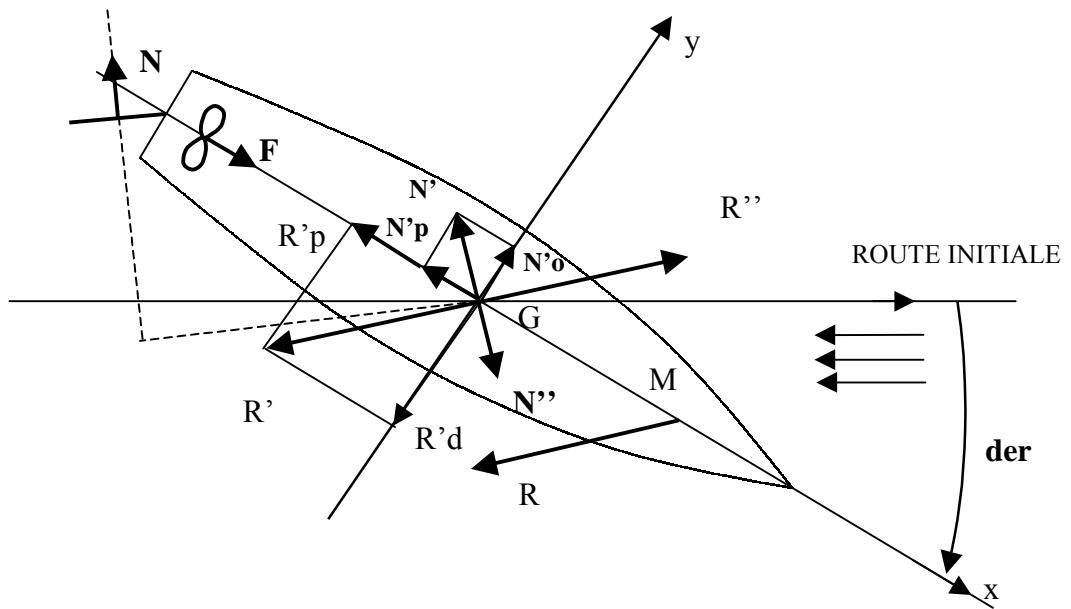
$$\text{Moment de giration : } M^l \equiv N.D \cos\alpha$$

$$\text{d'où } Mt = (kSV^2D) * [(\sin \alpha \cos \alpha) / (0,2 + 0,3 \sin \alpha)]$$

Ce deuxième terme est indépendant du navire ; il prend sa valeur maximum pour  $\alpha \approx 36^\circ$ . C'est la raison pour laquelle l'angle de barre est limité à cette valeur.

### 2.2.1.2 Deuxième phase ou phase d'accélération (période d'évolution)

Le mouvement d'évolution qui s'est amorcé pendant la mise à l'angle de la barre, continue à s'accélérer pendant les premiers 60 à 90 degrés d'abattée, selon les bateaux. Cette période est très intéressante parce qu'elle correspond aux évolutions les plus courantes ; elle donne lieu à une diminution continue de la vitesse linéaire.

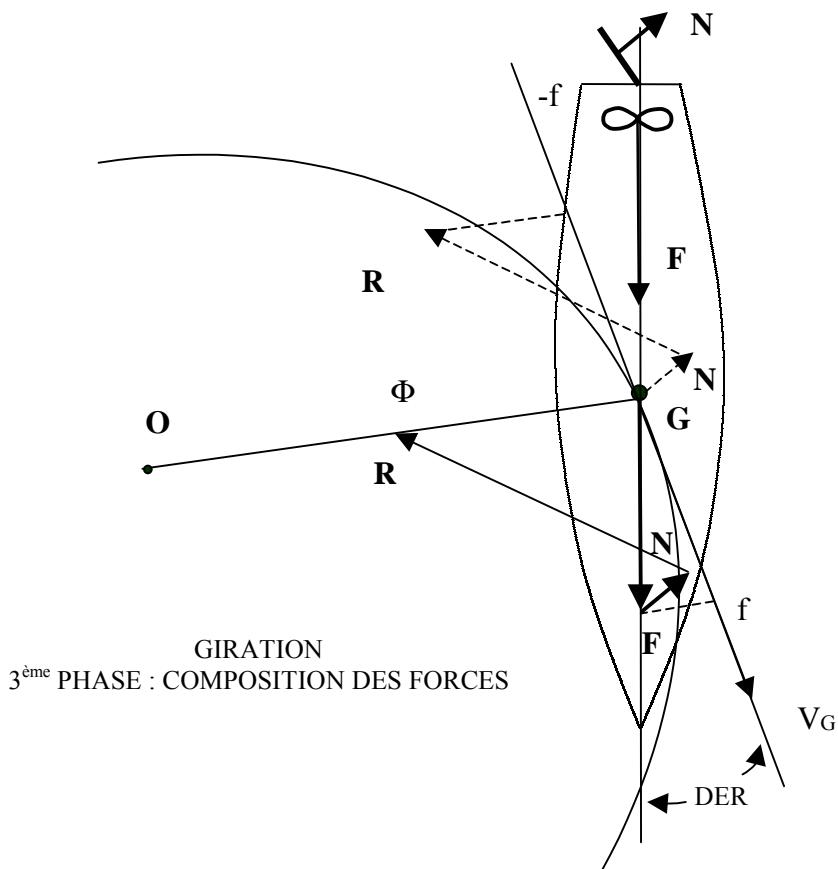


G suit sensiblement la route initiale. Comme le navire a amorcé sa giration, il se présente obliquement à l'action des filets d'eau, d'où apparition d'une résistance à la marche oblique et d'une dérive. R en M réduit en G donne le système :

- Composante       $R'p$  = force de freinage
- Composante       $R'd$  = résistance à la dérive
- Couple             $RR''$  = couple de giration

- On remarque que le couple de giration est fortement amplifié, il y a donc accélération de la rotation,
- Durant cette période l'effet de la composante transversale  $R'd$  devient supérieur et s'oppose à celui de  $N'd$ . Un moment inclinant commence donc à se développer vers l'extérieur de la courbe. La gîte va donc s'annuler puis s'inverser. Le bâtiment prend de la gîte vers l'extérieur de la courbe.
- En conclusion, durant cette deuxième phase :
  - *le mouvement de rotation est accéléré,*
  - *la vitesse diminue,*
  - *le bâtiment gîte vers l'extérieur (ici sur bâbord)*
  - *le bâtiment dérive sur tribord.*

### 2.2.1.3 Troisième phase : rotation uniforme (période de giration)



Pendant la rotation uniforme, les forces qui s'exercent sur le navire sont uniquement les suivantes :

$F$  = force de propulsion due à l'hélice

$N$  = force résistante du gouvernail

$R$  = force résultante à la marche oblique

Soit  $\phi$  la résultante de ces trois forces au centre de gravité :

$$\phi = F + N + R$$

Pour que la rotation soit uniforme, il faut que cette force soit orientée vers un point fixe O : centre instantané de rotation.

La trajectoire de chaque point du navire est un cercle de centre O. En particulier G se déplace sur un cercle appelé " cercle de giration".

La vitesse de G, tangente à ce cercle est normale à  $\phi$  ; soit  $\omega$  la vitesse angulaire dans la rotation, on a :

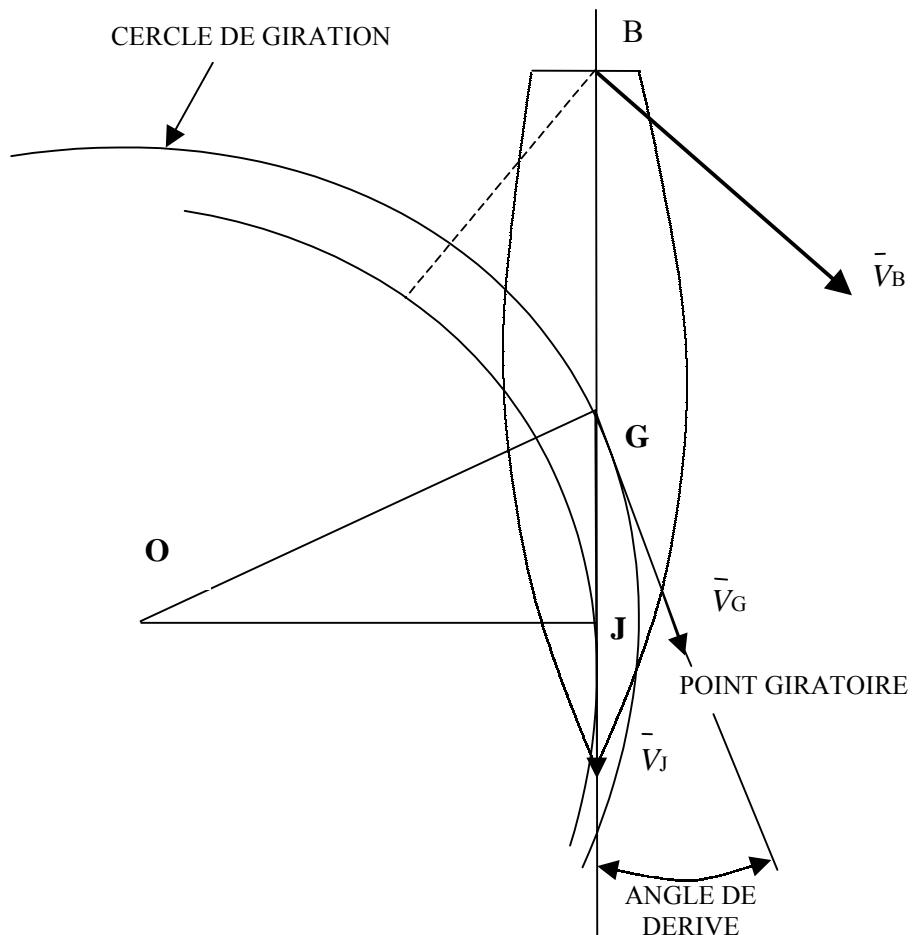
$$V_g = R\omega \quad \text{avec } R = \text{rayon de giration}$$

Nous remarquons que la dérive est en dehors du cercle de giration et que l'arrière "chasse" en dehors de ce cercle.

### 2.2.2 POINT GIRATOIRE

Pendant la giration, tous les points du bâtiment tournent autour du point O à la vitesse angulaire  $\omega$ . Leur vitesse linéaire est fonction de leur distance R au centre de rotation :

$$V = R \cdot \omega$$



### GIRATION 3<sup>ème</sup> PHASE : MOUVEMENT UNIFORME

En particulier, la vitesse du centre de gravité est dirigée à l'extérieur du centre de giration

$$\mathbf{Vg} = \mathbf{Rg}\omega$$

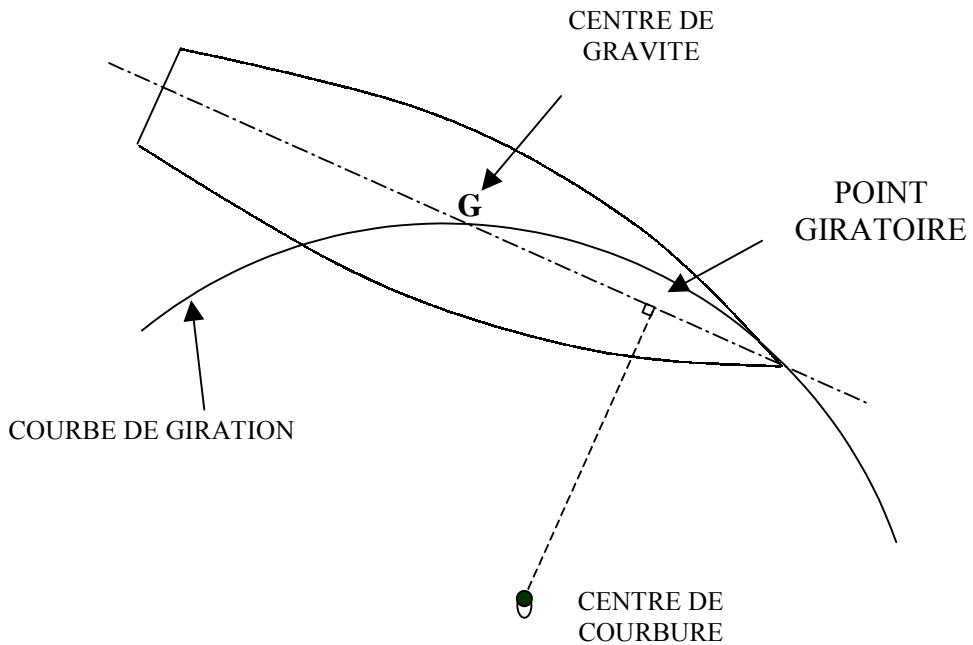
L'angle de  $V_g$  avec la direction de l'axe longitudinal est l'angle de dérive.

Il en est de même pour le point B, arrière du bâtiment dont la vitesse  $V_a$  est orientée franchement à l'extérieur du cercle.

Il existe un point J pour lequel la vitesse  $V_j$  est portée par l'axe longitudinal du bâtiment. C'est le pied de la perpendiculaire abaissée de O sur cet axe longitudinal. Ce point se trouve près de l'avant du bâtiment, il peut se trouver devant l'étrave, c'est le "point giratoire".

#### Position du point giratoire au cours d'une giration

Le point giratoire est le pied de la perpendiculaire abaissée du centre de courbure à un instant donné de la courbe de gyration, sur l'axe longitudinal d'un navire en giration au même moment.



Pendant la période d'évolution, le point giratoire se déplace de plus en plus vers l'avant. Sa position varie avec la vitesse du bâtiment et avec l'angle de barre. Si on augmente l'angle d'incidence de l'axe du bâtiment, par construction, le point giratoire avance.

#### **Conséquence pour la manœuvre**

Le point giratoire est l'endroit idéal où devrait se placer le manœuvrier. En général, il n'est pas placé à ce point, bien qu'il ait la sensation de s'y trouver.

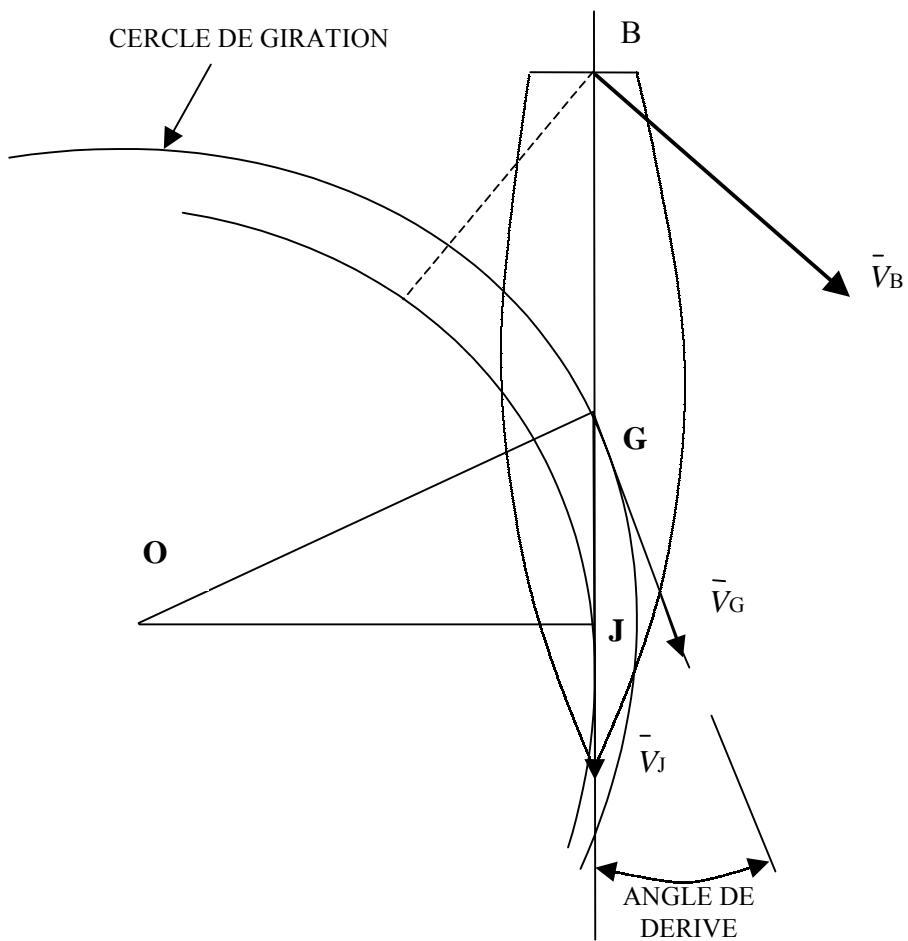
Il doit donc corriger cette sensation et s'efforcer de se représenter la route suivie par la passerelle, route qui n'est pas dirigée dans l'axe du bâtiment, mais est à l'extérieur de la courbe de giration.

La connaissance de la position du point giratoire est utile pour l'estimation de l'espace nécessaire pour effectuer une manœuvre dans un espace restreint.

Pour diverses raisons, soit militaire (situation des pièces d'artillerie), soit de confort (amplitude du tangage), soit de sécurité (paquets de mer), la passerelle ne se trouve pas au point giratoire, mais s'en rapproche autant que possible.

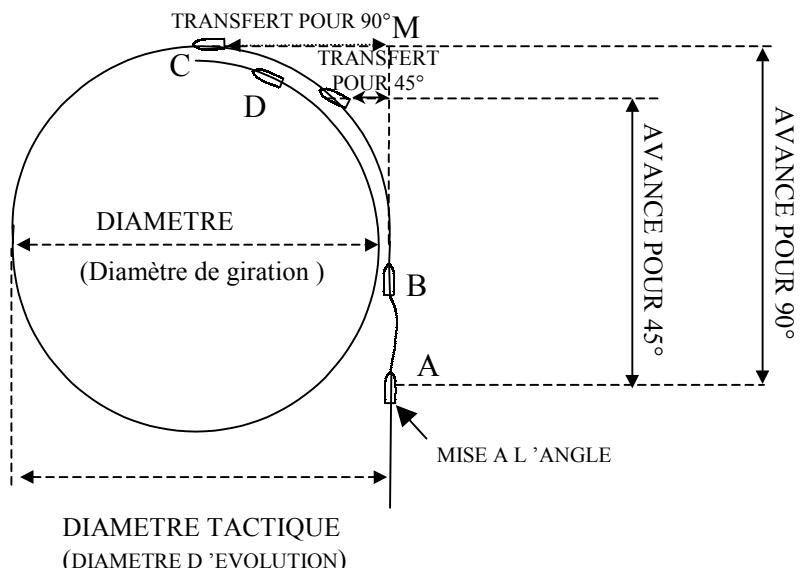
### 2.2.3 LE DIAMETRE DE GIRATION - L'AVANCE - LE TRANSFERT

#### Période de giration



Après avoir évolué de  $60^\circ$  à  $90^\circ$  vitesse angulaire et vitesse linéaire deviennent uniformes. Le bâtiment décrit une circonférence et revient légèrement en dedans de la courbe après avoir effectué un tour complet.

L'étude du mouvement se décompose en trois phases :



AB : période de mise à l'angle de barre      BC : période d'évolution

CD : période de giration

AM : avance

CM : transfert (distance perpendiculaire à la route initiale)

### Dérive de l'arrière dans les évolutions

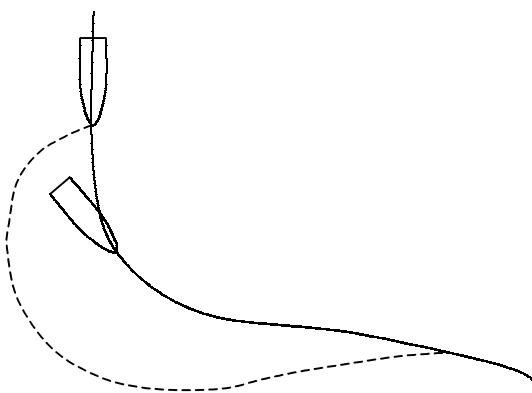
Les points voisins de l'arrière ont leur vitesse dirigée nettement en dehors de l'axe du navire, et parcourent une courbe franchement extérieure à la courbe de giration.

Dans les chenaux, dans les ports, dans les manœuvres effectuées à proximité de petits fonds ou d'autres bâtiments, il importe de tenir compte de ce mouvement de la partie arrière, qui balaye l'eau d'autant plus loin de la courbe de giration que le rapport du diamètre de celle-ci à la longueur du bâtiment est plus petit. Ce rapport est d'ailleurs une des caractéristiques des qualités évolutives d'un navire. Il est de l'ordre de 3 à 4 sur la plupart des bâtiments de guerre français. On admet dans ces conditions qu'une distance de sécurité égale à la demi-longueur du bâtiment doit toujours être prévue entre la courbe de giration et l'obstacle pour une évolution avec un grand angle de barre (25 à 35°).

Pour la navigation en eaux resserrées et la manœuvre en espace restreint, les éléments intéressant le manœuvrier sont l'**avance** et le **transfert** pour chaque amplitude de changement de route.

- l'**avance** est la distance parcourue sur l'avant, dans la direction de la route initiale, au moment d'atteindre une certaine amplitude d'évolution
- le **transfert** est la distance parcourue sur le travers, perpendiculairement à la route initiale.

Avance et transfert dépendent de la vitesse et de l'angle de barre. Ces caractéristiques doivent figurer dans le fichier de passerelle sous forme de graphiques ou de tableaux.

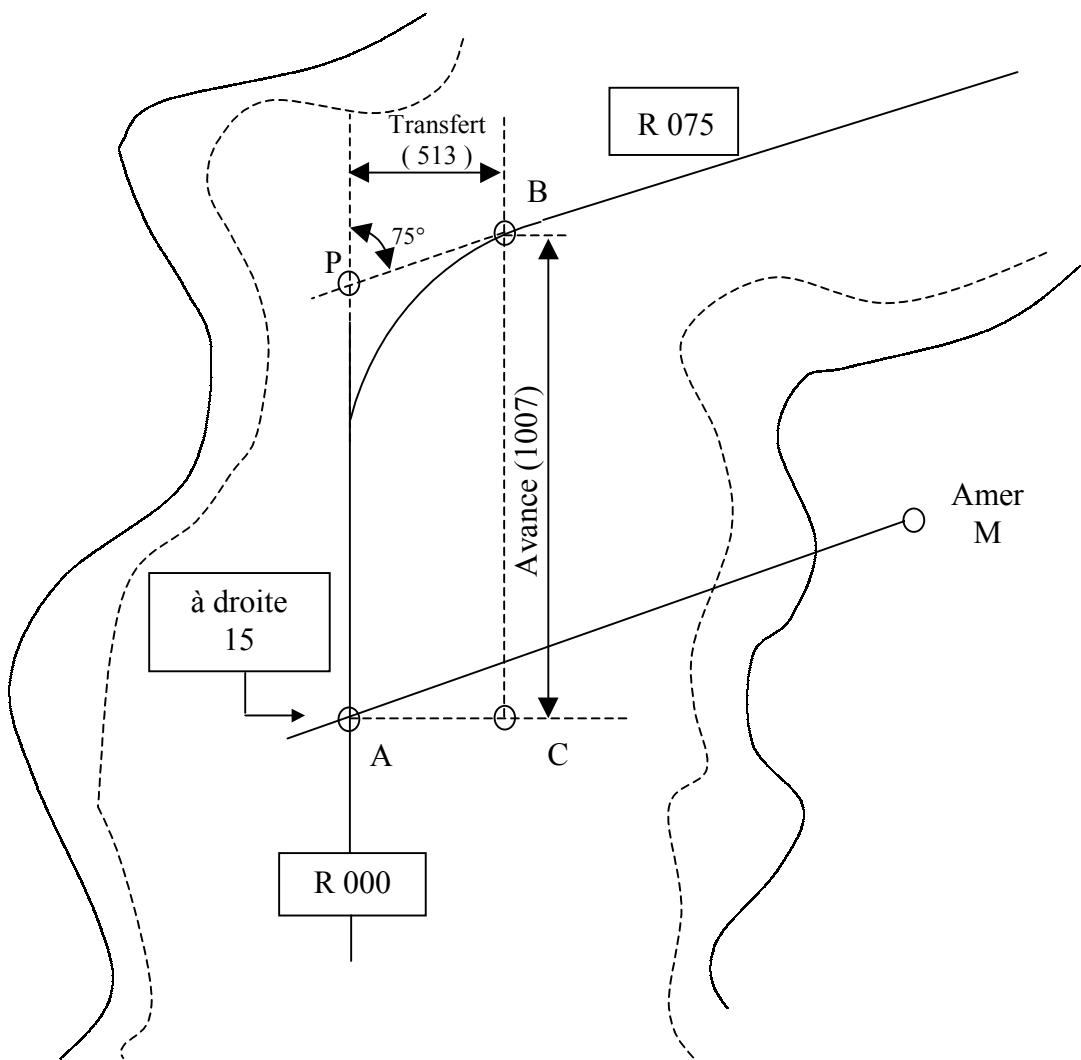


CHANGEMENT DE ROUTE	AVANCE	TRANSFERT	CHANGEMENT DE ROUTE	AVANCE	TRANSFERT
15	500	38	105	993	853
30	6800	100	120	923	1013
45	827	207	135	827	1140
60	940	347	150	687	1247
75	1007	513	165	533	1313
90	1020	687	180	357	1340

#### 2.2.3.1 Emploi pour un changement de route

Un bâtiment faisant par exemple route au nord dans un chenal doit faire un changement de route autour d'une pointe pour venir au 075.

Il faut déterminer le relèvement de l'amer M auquel il faut commencer l'abattée pour se retrouver en fin de giration au point B, route 075.



Pour cela :

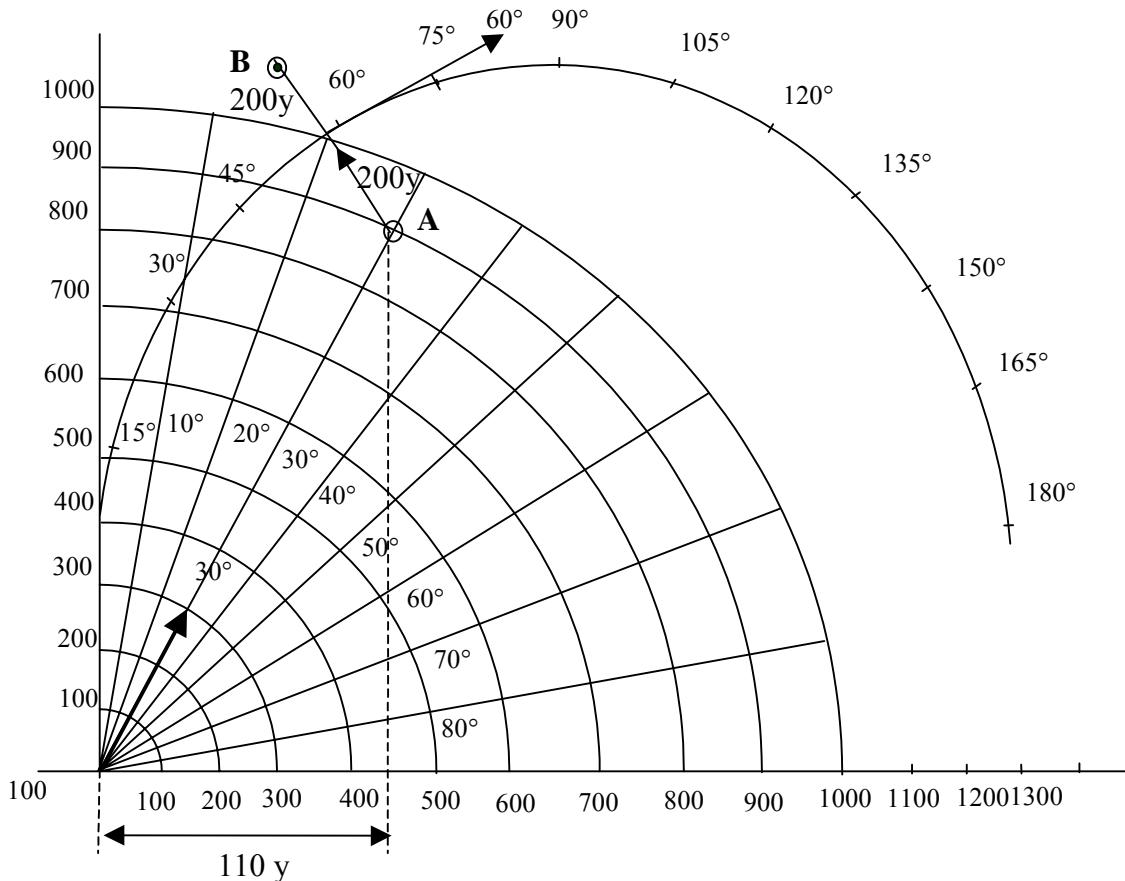
- tracer parallèlement à la route initiale au nord, une droite décalée de cette route de la valeur du transfert pour un changement de route de  $75^\circ$  (513 yards d'après le tableau précédent) ; ceci détermine le point B, intersection de cette parallèle avec la route au 075, ce point étant l'endroit où se termine la giration,
- sur cette parallèle, porter à partir de B la valeur de l'avance pour  $75^\circ$  (1007 yards), on obtient ainsi le point C,
- de C, on mène la perpendiculaire à la route d'origine . On obtient le point A. Ce point est celui où l'on ordonne l'angle de barre. Il est donnée par l'observation du relèvement de l'amer M au 072.

### 2.2.3.2 Emploi pour passer à une distance donnée d'un point

On peut calculer à quel moment on doit mettre la barre pour se trouver à un cap donné à une distance donnée d'un point, balise ou bouée. Ce procédé étant souvent nécessaire pour suivre un chenal marqué par une suite de bouées ou de balises.

On peut opérer de la façon suivante :

- porter sur un graphique les éléments du tableau (si on ne possède pas ce graphique),
- porter à partir du point de ce graphique correspondant à l'abattée voulue (par exemple le point où le changement de route est de  $60^\circ$ ) et perpendiculairement à cette nouvelle route la distance à laquelle on veut passer du point, soit A si on le laisse par tribord, ou B par bâbord.
- On détermine ainsi qu'il faut pour passer à 200 yards de A après  $60^\circ$  de changement de route, à 10 noeuds et  $15^\circ$  de barre :
  - se présenter à la route actuelle comme si on devait laisser A à 440 yards par le travers,*
  - ordonner  $15^\circ$  de barre quand A est au gisement  $30^\circ$*



Pour une manœuvre effectuée avec la barre "toute", il faudra laisser une distance de sécurité à l'extérieur de la courbe égale à environ une demi-longueur de bâtiment.

#### Diamètre et durée de la giration suivant l'angle de barre et la vitesse :

- si on augmente l'angle de barre, le diamètre et la durée de giration diminuent. Le bâtiment tourne plus court et plus vite,
- si on augmente la vitesse pour un angle de barre donné, la durée de giration diminue et le diamètre de giration augmente. Le bâtiment tourne plus vite, mais plus large.

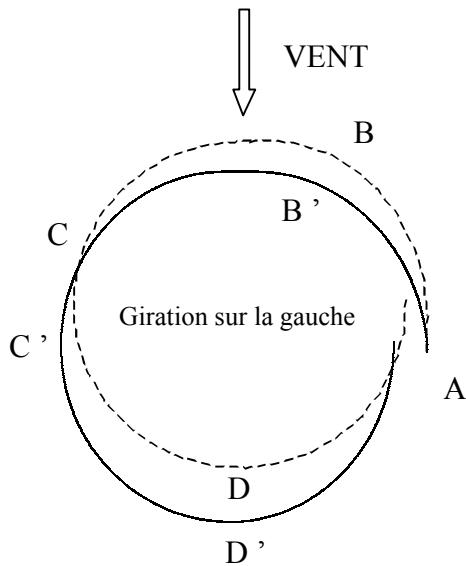
La durée de giration importe peu en général. Par contre, il est souvent nécessaire de tourner court. On obtiendra ce résultat en employant un grand angle de barre et en manoeuvrant à faible vitesse. Ceci par temps calme uniquement, car par fort vent, un navire ne tourne convenablement qu'avec de la vitesse.

#### 2.2.4 INFLUENCE DU VENT ET DE LA MER SUR LA GIRATION

##### Action du vent et de la mer

Le tracé de la nouvelle courbe varie selon le type de bâtiments et les conditions de temps ; il correspond aux actions suivantes :

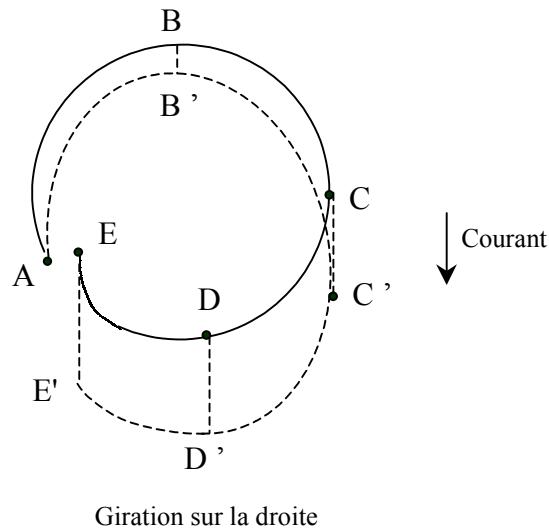
- dérive pendant toute la giration,
- partant du vent debout, plus grande facilité d'abattée au début jusqu'à la position d'équilibre en marche avant B',
- de B' en C', plus grande difficulté d'abattée, la giration se ralenti,
- de C' en D', facilité d'autoloffée, la giration s'arrête,
- de D' en E', difficulté d'autoloffée à partir de la position d'équilibre en marche avant, surtout pour les petits bâtiments.



### 2.2.5 ACTION D'UN COURANT UNIFORME SUR UNE COURBE DE GIRATION

Lorsqu'un navire évolue sur une masse d'eau animée d'une vitesse uniforme, sa courbe de giration A, B, C, D conserve sa forme sur la surface de l'eau, mais les points B C D E occupent réellement, par rapport au fond, des positions B', C', D', E', d'autant plus distantes des positions correspondantes que le courant est plus violent et que le temps pendant lequel il agit est plus long :

$$EE' > DD' > CC' > BB'$$



Dans les parties de la courbe, où le navire reçoit le courant par l'avant, on observe sur le fond une diminution du rayon de giration ; à l'inverse, celui-ci augmente considérablement dans les zones où le bâtiment se présente courant de l'arrière.

#### Facilité d'évolution courant de l'avant

Supposons un bâtiment entrant dans une rivière ou un chenal, où il reçoit sur le nez un courant de 2 noeuds.

Si sa machine tourne pour 6 noeuds, vitesse qu'il réalise effectivement sur l'eau, il ne se déplace par rapport au fond qu'à la vitesse de 4 noeuds. Il utilise donc en réalité une faible vitesse (4 noeuds) par rapport aux obstacles fixes (bouées, quais, etc.) mais par contre son gouvernail reçoit les filets d'eau correspondant à une vitesse de 6 noeuds. Il a donc une bonne action évolutive.

## Difficultés d'évolution courant de l'arrière

Au contraire, un bâtiment qui désire sortir d'une rivière peu encombrée, et dont le chenal est sinueux, alors qu'il existe un courant descendant de 3 noeuds, peut avoir des difficultés à gouverner. Si une vitesse de 6 noeuds par rapport à l'eau (c'est-à-dire vitesse des filets d'eau par rapport au gouvernail) s'avère nécessaire pour bien gouverner, le bâtiment marchera dans ces conditions à 9 noeuds par rapport au fond, ce qui est beaucoup. S'il diminue pour limiter cette vitesse à 6 noeuds, sa machine ne tournera plus que pour 3 noeuds et l'action de son gouvernail risque d'être insuffisante.

Le manœuvrier doit tenir le plus grand compte de ces considérations dans les manœuvres de port. Il en sera question plus longuement dans la suite de ce traité. Dans certaines rivières, et pour des navires d'une certaine taille, il n'est possible d'entrer qu'à l'étale ou en jusant, et de sortir qu'à l'étale ou en flot. Dans d'autres, pour faciliter la manœuvre d'amarrage, il est recommandé, malgré les inconvénients signalés ci-dessus, d'effectuer la remontée ou la descente avec un léger courant de l'arrière (Saïgon par exemple).

## 2.2.6 PHENOMENES LIES A LA GIRATION

### 2.2.6.1 Gîte en giration - La bande

Lorsqu'on vient d'ordonner un angle de barre, le navire étant encore en marche rectiligne, la seule force nouvelle est la poussée sur le gouvernail. La composante transversale de cette poussée est approximativement au centre de gravité de la surface du gouvernail. Si, comme c'est le cas général, ce point est au-dessous du centre de gravité du navire, il en résulte un couple d'axe horizontal situé dans le plan longitudinal qui a pour effet de donner une gîte initiale du côté où on a mis la barre. Cet effet est peu sensible en général à cause de la proximité en hauteur des deux points considérés.

En régime permanent de giration, le phénomène est beaucoup plus complexe, la seule force connue avec précision étant la force centrifuge appliquée au centre de gravité. Contrairement à ce que l'on pourrait penser cette force atteint des valeurs considérables.

Exemple : pour un navire de 150 m de long , de 5000 t de déplacement, dont le diamètre de giration à 20 noeuds est de 900 m, le rapport  $V^2/R$  atteint 0,236, ce qui donne une force centrifuge de 1.180 tf (près de 11.000 N).

Pour la plupart des navires, les points d'application en hauteur des diverses forces sont disposés de telle façon que le navire est soumis à un couple inclinant de signe contraire à celui de la période prégiratoire et qu'il prend une gîte vers l'extérieur. Il est évident que, selon la stabilité du navire, cette gîte sera plus ou moins accentuée.

### 2.2.6.2 Dérive de l'arrière dans les évolutions

Les points voisins de l'arrière ont leur vitesse dirigée nettement en dehors de l'axe du bâtiment, et parcourent une courbe franchement extérieure à la courbe de giration : l'arrière chasse vers l'extérieur.

Il est nécessaire d'en tenir compte lors des manœuvres à proximité d'obstacles.

Pour une manœuvre effectuée avec la barre "toute", il faudra laisser une distance de sécurité à l'extérieur de la courbe égale à environ une demi-longueur de bâtiment.

### 2.2.6.3 Inertie giratoire

Si au cours d'une évolution ou d'une giration, la barre est mise à zéro, le navire continue à tourner pendant un certain temps. Ce phénomène est appelé **inertie giratoire** et se mesure par le nombre de degrés dont le navire a tourné après que la cause de la giration ait été supprimée. Cette inertie est souvent assez grande pour que l'on soit obligé de renverser la barre pour arrêter l'évolution.

Elle présente des inconvénients en route libre (instabilité de route) mais elle est intéressante dans les manœuvres de port au cours desquelles il est souvent avantageux, une fois le navire lancé franchement dans une évolution, de le laisser continuer de lui-même.

Bien entendu, l'effet de l'inertie giratoire est rapidement freiné s'il se produit contre l'effet d'une force extérieure, le vent notamment. Inversement, il est prolongé s'il se produit dans le même sens.

#### Réduction de la vitesse

La poussée sur le gouvernail n'a pas la même valeur en giration qu'en ligne droite puisque l'incidence moyenne a diminué, mais elle conserve une composante de traînée suivant l'axe du bâtiment qui a pour effet de ralentir la marche. Il en résulte que la vitesse linéaire en giration est inférieure à la vitesse initiale en ligne droite. La perte de vitesse, en mettant la barre toute d'un bord peut varier de 15% à 30%.

## CHAPITRE 3 LA PROPULSION

<b>3.1</b>	<b>GÉNÉRALITÉS</b>	<b>80</b>
<b>3.2</b>	<b>L'HÉLICE</b>	<b>80</b>
<b>3.3</b>	<b>LES HÉLICES LATÉRALES</b>	<b>83</b>
<b>3.4</b>	<b>LES HÉLICES À PALES ORIENTABLES</b>	<b>85</b>
<b>3.5</b>	<b>LES HÉLICES EN TUYÈRES "KORT"</b>	<b>87</b>
<b>3.6</b>	<b>LA PROPULSION CYCLOÏDALE "VOITH-SCHNEIDER"</b>	<b>88</b>
<b>3.7</b>	<b>L'HYDROJET</b>	<b>93</b>
<b>3.8</b>	<b>LE PROPULSEUR TRANSVERSAL</b>	<b>94</b>
<b>3.9</b>	<b>LE PROPULSEUR ORIENTABLE "AQUAMASTER"</b>	<b>95</b>

### 3.1 GENERALITES

Les propulseurs sont généralement classés en trois grandes catégories :

- les **hélices** : hélice à pas fixe, hélice à pas variable, hélice placée dans une tuyère, hélice simple et hélice travaillant en contre rotation,
- les **hydro-propulseurs (hydrojet, waterjet)** pour lesquels la force propulsive est fournie par un jet d'eau refoulé à grande vitesse à travers une tuyère immergée ou non,
- les propulseurs à axe de rotation vertical (épicycloïdes)

Une hélice propulsive est comme une vis à plusieurs filets dont on n'aurait conservé qu'une fraction de chacun d'eux appelé **pale**.

L'hélice marine comporte généralement de deux à cinq pales disposées régulièrement autour d'un moyeu central dont le diamètre est de l'ordre du cinquième du diamètre extérieur D de l'hélice.

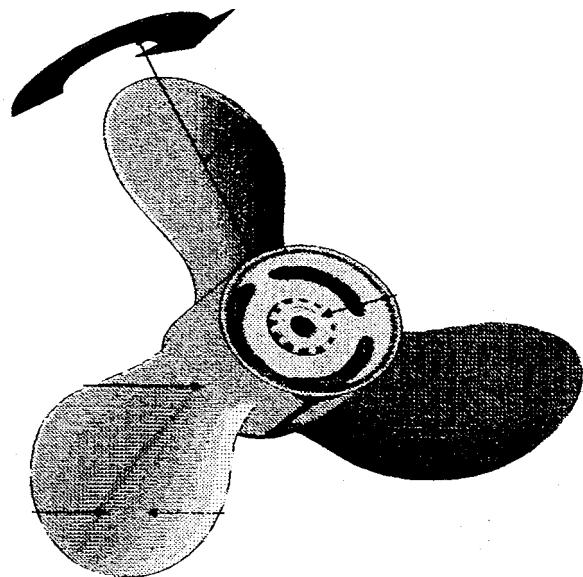
Les pales peuvent être, soit fixes sur le moyeu, c'est l'hélice classique, soit orientables autour d'un rayon de l'hélice au moyen d'un mécanisme disposé dans le moyeu et actionné depuis le navire, c'est l'hélice à pales orientables.

La pale est l'élément actif de l'hélice.

Une hélice est dite "**pas à droite**" lorsque, pour un observateur placé derrière le navire, elle tourne en marche avant dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans le cas inverse, il s'agit d'une hélice "**pas à gauche**".

La cavitation est la formation de bulles de vapeur de très petite taille dans un liquide mis en dépression (hélice, rouet de pompe). Ces bulles sont extrêmement instables et disparaissent par implosion provoquant une érosion des surfaces solides environnantes.

### 3.2 L'HELICE



Une hélice se caractérise principalement par :

- son diamètre,
- son pas,
- son nombre de pales,
- sa surface.

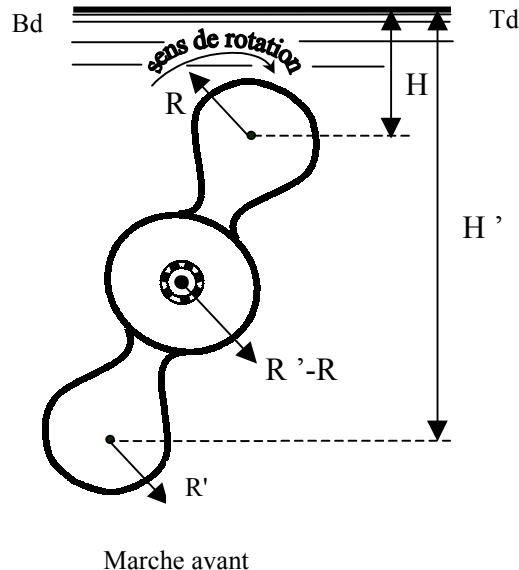
### 3.2.1 ACTION EVOLUTIVE DE L'HELICE AXIALE

Outre son action propulsive dans l'axe, qui est la principale, l'hélice axiale en rotation produit un effet évolutif qui tend à faire venir le bateau tantôt d'un bord, tantôt de l'autre, selon qu'elle tourne en marche avant ou en marche arrière.

#### Hélice unique de pas à droite

##### En marche avant

La plupart des bâtiments à hélice unique possèdent une hélice de pas à droite, c'est-à-dire que, vue par l'arrière, elle tourne, en marche avant, dans le sens des aiguilles d'une montre. Pour plus de commodité, représentons une hélice à deux pales; pendant la rotation, l'eau exerce une réaction  $R$  sur la pale supérieure et  $R'$  sur la pale inférieure, formant un couple résistant qui s'oppose au mouvement.

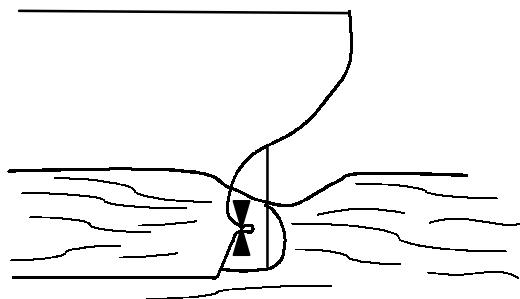


Si nous explicitons les valeurs de  $R$  et  $R'$ , nous devons faire appel à la pression par unité de surface, due à la colonne d'eau  $H$  située au-dessus de la pale. Il en résulte que  $R'$  est supérieur à  $R$ , d'une quantité approximativement égale à  $(H' - H) \times S$ , c'est-à-dire variable avec la position des pales ( $S$  étant la surface d'une pale).

En dehors du couple résistant, les réactions  $R$  et  $R'$  produisent donc une force appliquée au centre de l'hélice égale à  $(R' - R)$  et dirigée dans le sens de  $R'$ .

**L'arrière est entraîné vers tribord et l'avant vers bâbord**; c'est ce qu'on appelle **l'action du pas de l'hélice**.

Cette tendance est d'autant plus sensible que le diamètre de l'hélice est plus grand et que la pale supérieure affleure davantage la surface de l'eau. Dans ce dernier cas, se produit une dénivellation de la surface due à la succion de l'hélice. La réaction sur la pale supérieure est encore diminuée.



Cet effet est plus particulièrement mis en évidence sur les cargos, lorsqu'ils naviguent à lèvre. Il arrive même parfois sur ces bateaux qu'une pale sorte de l'eau et travaille en milieu non homogène. L'action évolutive augmente alors considérablement.

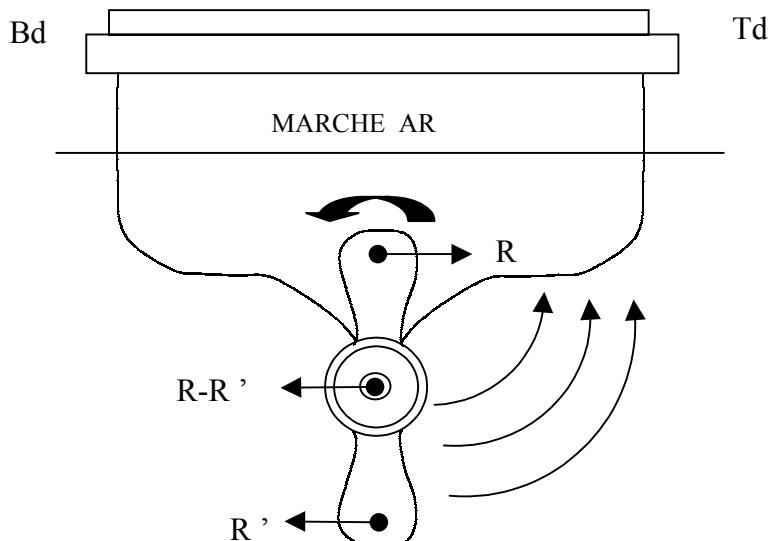
Toutefois, cet effet d'abattée sur bâbord se contrôle, en général, assez facilement au moyen du gouvernail, même si le bateau n'a pas d'erre, car l'eau mise en mouvement par l'hélice est projetée rapidement sur le safran. D'une part, quelques degrés de barre (1 ou 2°) suffisent à contrebalancer l'effet évolutif du pas de l'hélice, d'autre part, le gouvernail utilisé avec un angle de 10 à 30° produit un effet évolutif très énergique, avant même que le bateau n'ait pris de l'erre. Cette action est utilisée couramment dans les manœuvres de port. C'est ce qu'on appelle le **coup de fouet**.

### En marche arrière

Le phénomène de pas se produit, mais en sens inverse, c'est-à-dire que l'arrière est entraîné sur bâbord et l'avant sur tribord. Il est beaucoup plus énergique et prend une importance capitale pour la manœuvre des bâtiments dans les ports. Cet effet puissant s'explique aisément pour les raisons suivantes :

- l'eau projetée par la pale supérieure a un mouvement latéral qui vient frapper à tribord la partie arrière de la coque, la repoussant vigoureusement vers bâbord,
- le gouvernail ne peut contrebalancer cet effet, car il ne reçoit pas les filets d'eau générés par l'hélice comme dans la marche avant. Il agit seulement lorsque le bâtiment a pris une erre appréciable en arrière.
- la force "R", résultante du pas de l'hélice.

L'importance de cette question ne doit pas échapper au manœuvrier, car l'exiguïté des ports ne permet pas toujours de prendre suffisamment de vitesse en arrière, d'autre part, le navire commence par amorcer une abattée si nette que, pour des raisons d'inertie, elle ne sera arrêtée ensuite que difficilement. Il faudra réellement beaucoup d'erre en arrière (3 à 4 noeuds) avant de pouvoir revenir en sens inverse avec un angle de barre important.



Un bâtiment à une seule hélice "pas à droite", tournera court sur tribord en manœuvre de port : coup de fouet en marche avant et pas d'hélice en marche arrière.

Il en résulte :

- **le bord favorable d'évitage sera : tribord,**
- **le bord favorable d'accostage sera : bâbord** (une marche arrière pour casser l'erre rapprochera l'arrière du quai).

Après avoir pris de l'erre en arrière, un bâtiment viendra l'arrière dans le lit du vent.

### 3.2.2 LE COUP DE FOUET

Un bâtiment à une seule hélice de **pas à droite** ne peut tourner dans un espace restreint que sur **tribord**. Il utilise alors en marche arrière le pas de l'hélice, et en marche avant le coup de fouet. S'il n'y a pas de vent, cette évolution peut se faire sur place, en battant alternativement en arrière et en avant barre toute à droite.

### 3.3 LES HELICES LATERALES

#### 3.3.1 ACTION EVOLUTIVE DE L'HELICE LATERALE

L'action de pas d'hélice étudié ci-dessus subsiste en avant comme en arrière pour chaque hélice prise individuellement.

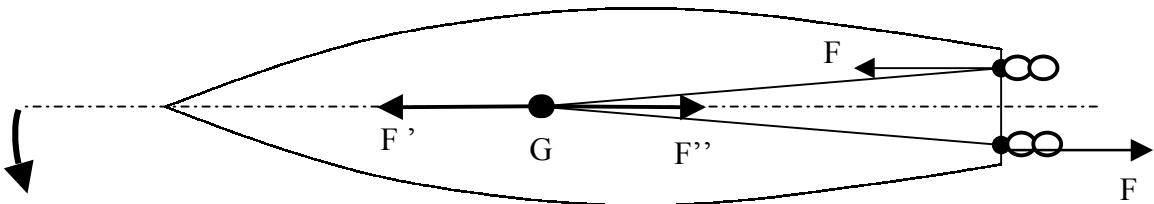
Toutefois, il faut signaler qu'en marche avant le "coup de fouet" n'existe pas, si le bâtiment ne possède qu'un gouvernail axial, car les filets d'eau projetés par les hélices en rotation ne rencontrent pas directement le safran. Si le navire possède un gouvernail derrière chaque hélice, il peut manœuvrer comme avec une hélice axiale unique et évoluer rapidement en marche avant sans prendre d'erre.

A l'action du pas vient d'ajouter un effet d'excentricité. La poussée  $P$  d'une hélice latérale peut être remplacée par une poussée  $P'$  appliquée au centre de gravité, et un couple  $PP''$ . Celui-ci croît avec la longueur du bras de levier, c'est-à-dire lorsque l'arbre est plus écarté de l'axe du bâtiment. Dans le cas présent (tribord en avant), le navire vient sur bâbord. Ce couple n'existe que si une seule hélice est en mouvement à la fois ; il disparaît si les deux hélices tournent pour le même sens de marche et à la même vitesse. Il est doublé si une hélice tourne en avant et l'autre en arrière à des nombres de tours produisant des poussées égales.

Toutefois, il ne faut pas se faire d'illusions sur la valeur de ce couple évolutif, car la distance d'un arbre à l'axe du bâtiment n'est jamais bien grande en comparaison de la longueur de quille de celui-ci. En marche avant avec une machine stoppée, on pourra tenir en route rectiligne généralement avec 5 à 7° de barre.

#### Utilisation de la symétrie des hélices latérales

Sur les bâtiments à deux ou quatre hélices, les effets de pas sont rendus symétriques en avant comme en arrière, c'est-à-dire que les hélices tournent en sens inverse pour un même sens de marche.



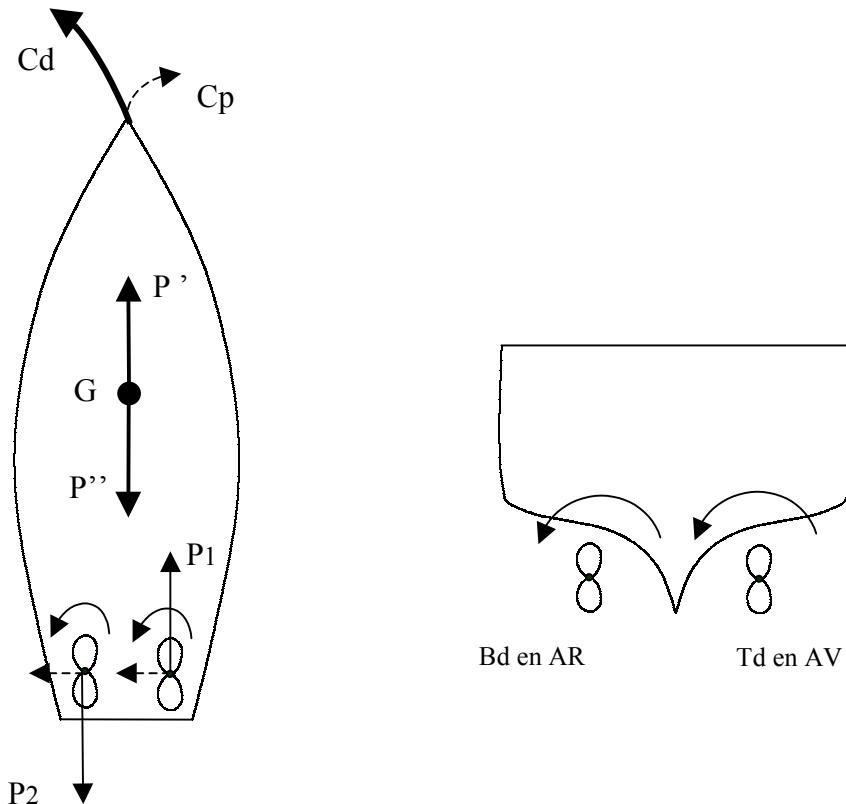
A l'heure actuelle, on adopte presque uniformément des hélices "**supra-divergentes**" en marche avant (voir figure). Cette disposition permet, lorsqu'une seule hélice "tourne en arrière", d'avoir une projection d'eau importante contre la coque, ce qui procure un effet évolutif puissant qui vient s'ajouter à l'effet de pas de l'hélice, et à celui plus faible de son excentricité.

#### 3.3.2 HELICES SUPRA-CONVERGENTES

Pour s'éviter, par exemple sur bâbord, on met tribord en AV, bâbord en AR, le couple de différenciation ( $C_d$ ) amène le bâtiment sur la gauche.

Par contre les effets évolutifs de pas de l'hélice (tribord en Av - bâbord en Ar) s'ajoutent et amènent le bâtiment sur tribord ( $C_p$ ). Ils contrarient le couple de différenciation.

Ce montage ne favorise pas la manœuvre, mais on le crédite d'un meilleur rendement de propulsion.



$$Cd = P_1 P'' + P_2 P'$$

### 3.3.3 HELICES SUPRA-DIVERGENTES

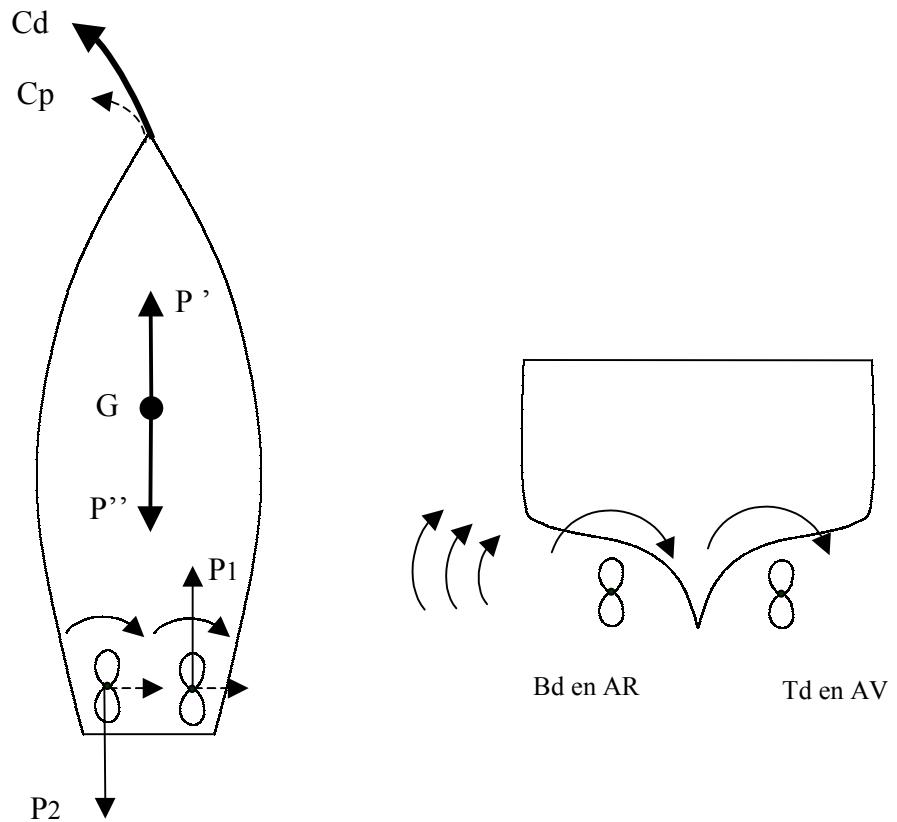
Ce montage, très répandu dans la Marine nationale, est le plus favorable pour les manœuvres de port.

Les effets évolutifs ( $C_p$ ) s'ajoutent au couple de différenciation ( $C_d$ ) et dans l'exemple, amènent le bâtiment sur la gauche.

La projection des filets d'eau sur la hanche, par l'hélice en marche AR, produit un effet évolutif puissant qui s'ajoute à l'effet de pas et à celui d'excentricité.

Les effets seraient également cumulatifs pour un évitage sur la droite.

Nota : il faut signaler qu'en marche avant, le "coup de fouet" n'existe pas si le bâtiment ne possède qu'un gouvernail axial, car les filets d'eau projetés par les hélices en rotation ne rencontrent pas directement le safran.



$$Cd = P_1 P'' + P_2 P'$$

### 3.4 LES HELICES A PALES ORIENTABLES

Cette hélice tourne dans le même sens en marche avant et en marche arrière. Si elle est de pas à droite, elle a donc, en marche arrière, les caractéristiques d'une hélice à pales fixes, dite "de pas à gauche". Son effet évolutif porte toujours l'arrière sur tribord, et ceci avec plus de force en marche arrière. Le bâtiment vire en espace restreint sur bâbord.

Au pas nul, l'hélice en tournant freine le bâtiment et masque le gouvernail, si celui-ci est placé dans son axe. La barre demeure alors sans effet quelle que soit l'erre du bâtiment qui doit être manœuvré par "coups de fouet".

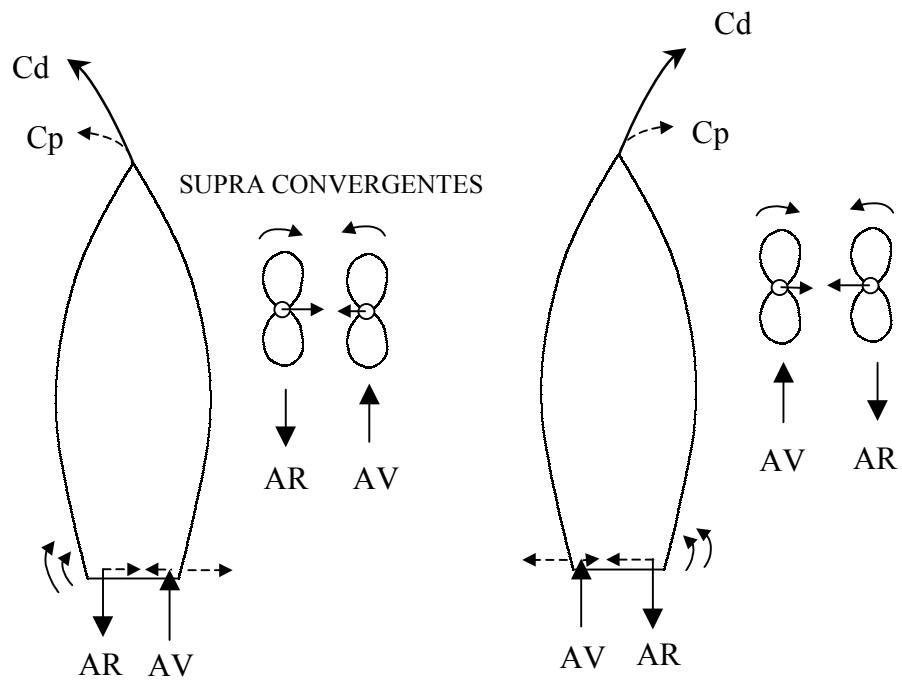
Utilisation pratique

Les paramètres de manœuvre sont :

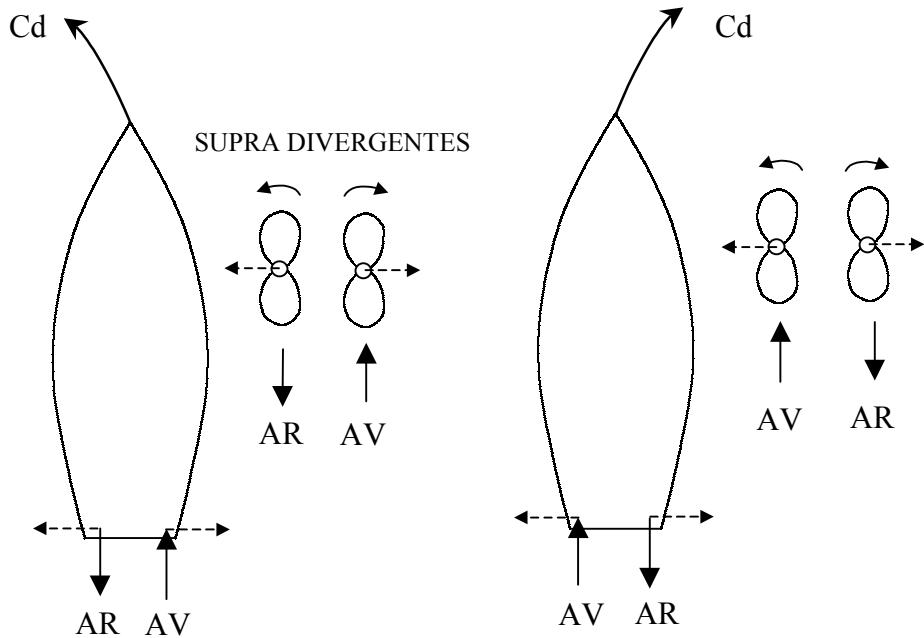
- le nombre de tour de l'hélice,
- le pas de l'hélice.

#### 3.4.1 LES HELICES "SUPRA-CONVERGENTES"

Pour les hélices à pales orientables, le montage "supra-convergent" est le plus favorable pour les manœuvres, car tous les effets s'additionnent quelque soit le bord de l'évolution.



### 3.4.2 HELICES "SUPRA-DIVERGENTES"



Dans le cas des hélices à pales orientables "supra-divergentes" en marche AR, l'effet de pas s'oppose au couple d'évolution.

Ainsi, par exemple tant que le bâtiment n'a pas pris une erre significative en arrière, l'arrière a tendance à venir sur tribord lorsque l'on met tribord AR 0 ; bâbord étant stoppé.

#### **Particularités de manœuvre des bâtiments dotés d'hélices à pales orientables**

Au pas zéro, la rotation permanente des hélices entraîne la création d'un mur d'eau qui freine l'écoulement des filets d'eau, le long de la coque et masque le gouvernail qui a alors très peu d'effet.

Le bâtiment manque de stabilité de route lorsqu'il courre sur son erre, les deux hélices étant réglées au pas zéro.

Un léger déséquilibre entre les réglages des pas d'hélices, le passage dans une veine de courant ou une risée soudaine peuvent créer une impulsion giratoire qui ne pourra pas être compensée par le gouvernail, masqué

par le mur d'eau. Il faut donc pour maintenir la stabilité de route conserver une ou deux hélices en AV le plus tard possible. Les délais de réaction de la machine étant très brefs (inversion de pas), la méthode présente peu de risques.

Outre les effets sur la stabilité de route, leur rotation permanente augmente le risque d'engager les hélices en manœuvre (lance-amarre, aussière, câble ...). Il faut donc être particulièrement attentif à conserver les hélices claires en permanence en débrayant le bord intérieur dès que les aussières essentielles sont passées, on réduit ainsi les risques. La vigilance doit être encore plus grande dans le cas où le bâtiment est remorqueur.

### **3.5 LES HELICES EN TUYERES "KORT"**

La tuyère est composée d'un anneau circulaire à l'intérieur duquel l'hélice tourne avec un jeu très faible (< 1cm).

L'hélice sans tuyère se comporte comme une pompe qui accélère l'eau dans une section de diamètre S inférieur au diamètre réel de l'hélice.

But de la tuyère : contrôler direction et vitesse des filets d'eau. Ce contrôle directionnel évite la contraction du jet de l'hélice après celle-ci.

De ce fait, la section S2 du jet qui intervient directement dans le rendement est plus grand que la surface du disque de l'hélice.

La vitesse de l'eau augmente de l'entrée de la tuyère au plan de l'hélice, elle provoque une succion énergique sur les parois de la tuyère. La résultante de cette dépression dirigée dans le même sens que la poussée s'ajoute à celle-ci.

La tuyère procure un gain de traction très appréciable par rapport à l'hélice en eau libre, calculée dans les mêmes conditions. La poussée est nettement supérieure. Cependant en route libre, la tuyère constitue un appendice supplémentaire, et on est amené à réduire la longueur de tuyère pour des vitesses d'emploi moyennes.

Une tuyère peut être :

- fixe. Elle améliore les conditions de fonctionnement de l'hélice et dans une certaine mesure, sa protection mécanique. Sur l'arrière de la tuyère fixe se trouve un gouvernail à safran,
- mobile, montée sur une mèche à axe vertical. Il s'agit alors d'une tuyère orientable qui dévie le courant d'eau propulsée par l'hélice et joue ainsi également le rôle de gouvernail.

#### **Particularités des ensembles (hélices - tuyère)**

Le diamètre de l'hélice en tuyère est plus faible que celui de l'hélice en eau libre.

La tuyère ne joue son rôle que si le jeu en bout de pale est faible.

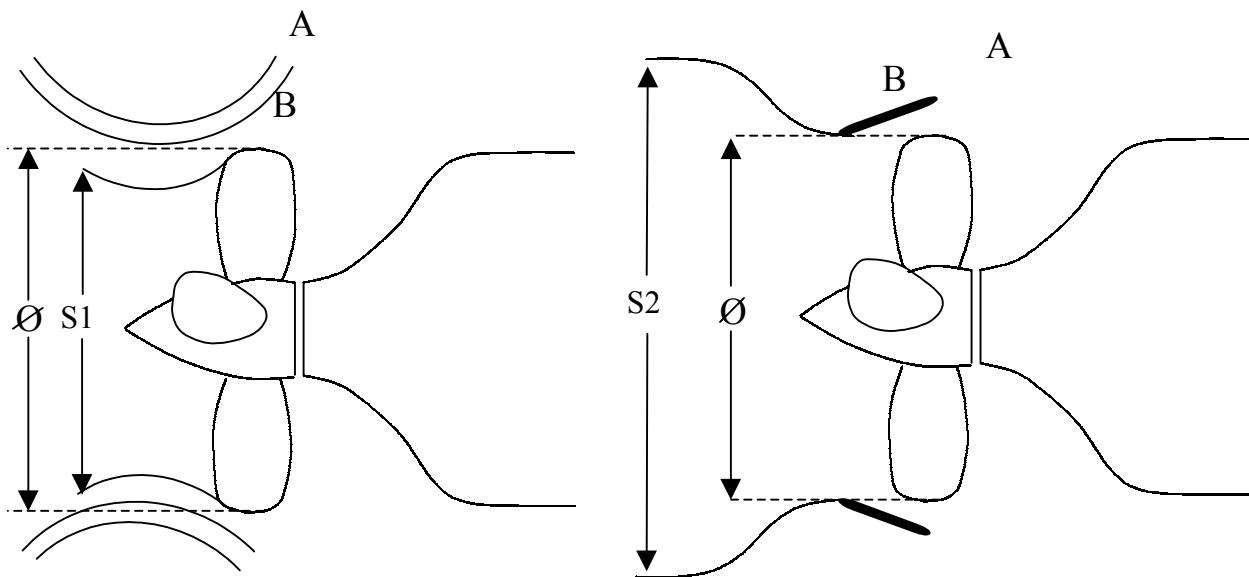
Elle doit être placée le plus loin possible de la coque.

L'avantage principal de la tuyère est d'augmenter la traction au point fixe (de l'ordre de 30 % pouvant atteindre 40 %). Elle supprime les vibrations.

La tuyère orientable réduit considérablement le rayon de giration. Elle augmente l'aptitude du navire à gouverner quand il court sur son erre ou que l'hélice bat en arrière.

Lorsque le bâtiment accuse un fort tangage, la tuyère normalise le fonctionnement de l'hélice qui est toujours alimentée par un flux d'eau.

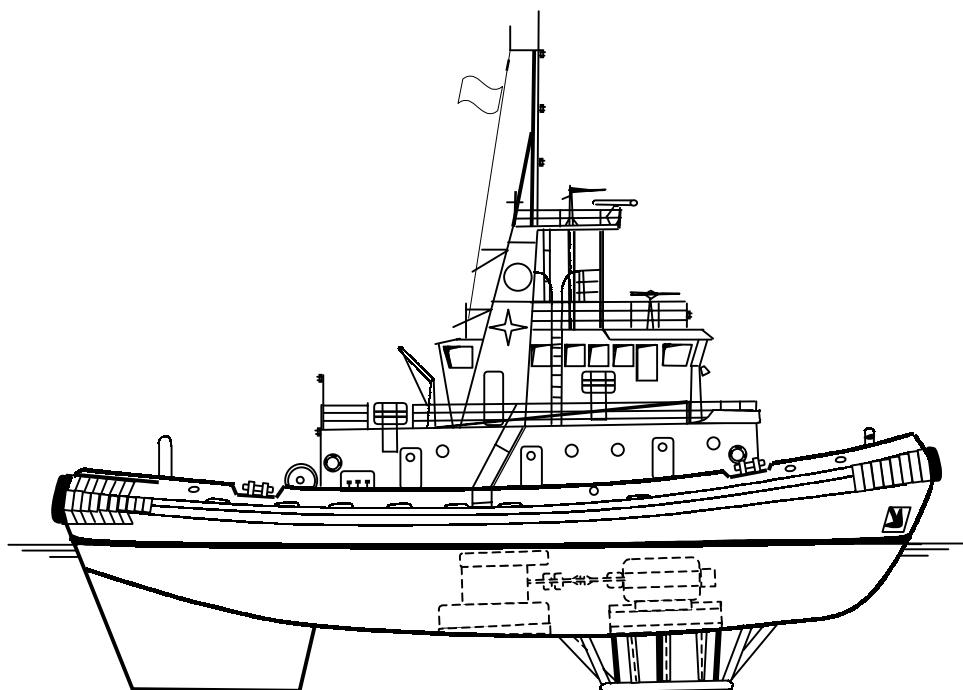
On ne trouve ce genre de tuyère orientables (tuyère KORT) que sur certains remorqueurs (RHM et RC1 1000 CV).



### 3.6 LA PROPULSION CYCLOÏDALE "VOITH-SCHNEIDER"

#### Historique

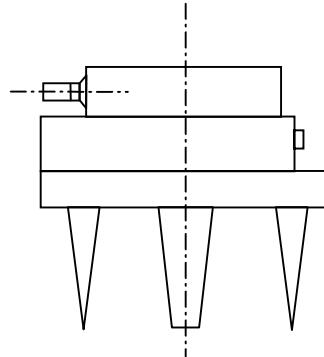
Le développement du système se fit surtout à partir de 1925 en Allemagne, avec l'invention d'une roue à pas variable par monsieur Schneider, ingénieur autrichien. Voith, compagnie allemande spécialisée dans la construction de machines diverses et notamment de turbines à eau, acquit le brevet de cette invention et en assura le développement. Alors qu'initialement l'inventeur espérait pouvoir utiliser cette roue dont les pales à pas variable permettaient la réalisation d'une turbine hydraulique réglable, il fut vite reconnu que son utilisation roue-pompe offrait de très nombreux avantages comme propulseur de navire,. Cette invention permettait en effet d'orienter la poussée dans toutes les directions par une simple influence sur l'orientation du mouvement d'oscillation. Le gouvernail du navire devenait alors superflu. De plus l'amplitude de ce mouvement étant réglable, elle permettait d'obtenir une poussée progressive.



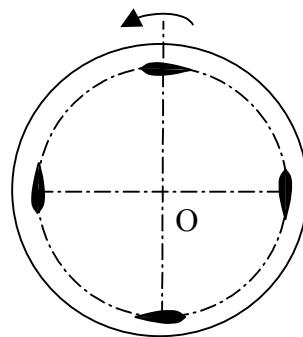
### Principes de la propulsion cycloïdale

L'installation se compose d'un stator et d'un rotor. Ce dernier, constitué d'un tambour logé dans la coque, est mis en rotation constante autour d'un axe sensiblement vertical. A la périphérie de la partie inférieure du tambour se trouvent les pales qui participent au mouvement circulaire du tambour et peuvent en outre, pivoter sur leur axe de fixation.

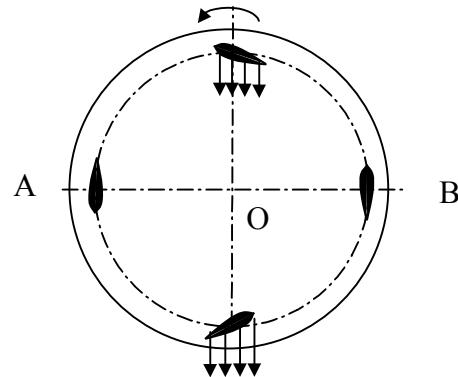
Le mécanisme de pivotement est d'une réalisation assez complexe, et permet d'obtenir un effet de "godille".



1. A la position O de la commande, les pales restent tangentes au cercle que leur fait décrire le tambour. Elles ne subissent aucun pivotement et aucun effet ne se produit. Le tambour tourne, mais aucune force n'apparaît, le bâtiment reste stoppé.



2. A la position quelconque de la commande, chaque pale est inclinée dans un sens pendant 1/2 tour du tambour et dans l'autre sens pendant le 1/2 tour suivant. L'inclinaison s'annule dans deux positions diamétralement opposées A et B qui correspondent à une poussée nulle.

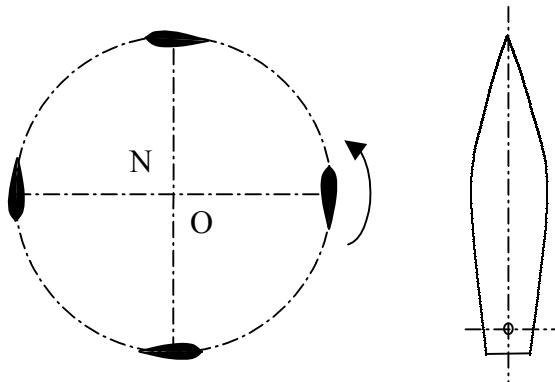


Au cours d'un demi-tour, l'inclinaison part de zéro, augmente, passe par un angle maximum puis diminue. La pale passant par le point diamétralement opposé pivote en sens inverse et produit ainsi une poussée dans le même sens que la première. L'oscillation des pales est réglée pour que leur inclinaison nulle se produise sur le même diamètre pour une position donnée de la commande.

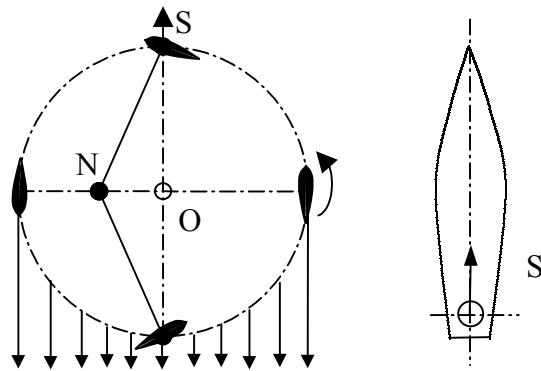
La résultante des poussées de toutes les pales est ainsi perpendiculaire au diamètre AB.

### Fonctionnement du propulseur VS

Le propulseur tourne dans le sens de la flèche. Le point N se trouve au centre du cercle. Les pales conservent leur position tangentielle durant la révolution : le propulseur tourne à vide sans poussée.

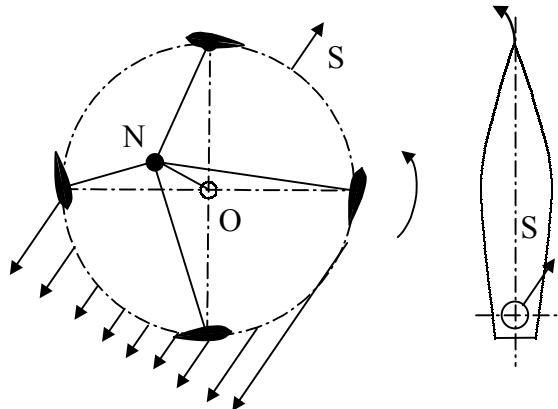


Le point N est excentré vers bâbord et les pales sont commandées pour que les normales aux axes des profils de pales passent par le point N. Chaque pale exécute un mouvement d'oscillation sur son axe, à savoir avec le bord d'attaque vers l'extérieur dans la phase AV et vers l'intérieur dans la phase AR. De ce fait, l'eau est accélérée dans le cercle des pales dans la phase AV et hors du cercle des pales dans la phase AR. Il se produit un sillage vers l'arrière et comme réaction une poussée S : la propulsion vers l'avant. Le bâtiment est en marche AV.

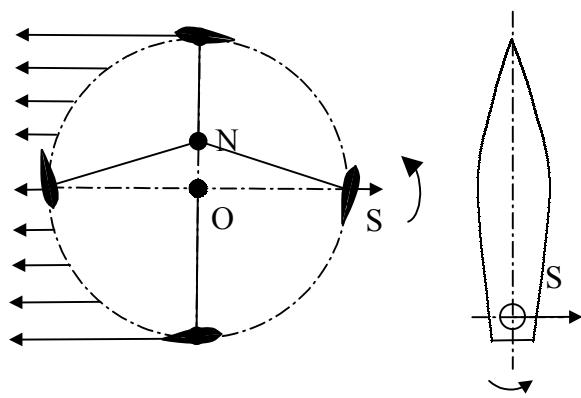


La direction de la poussée est perpendiculaire à l'axe 0-N et son importance proportionnelle à cette distance 0-N. En vertu de la symétrie de rotation autour de l'axe du propulseur, ceci est également valable pour toutes les autres positions possibles du point N.

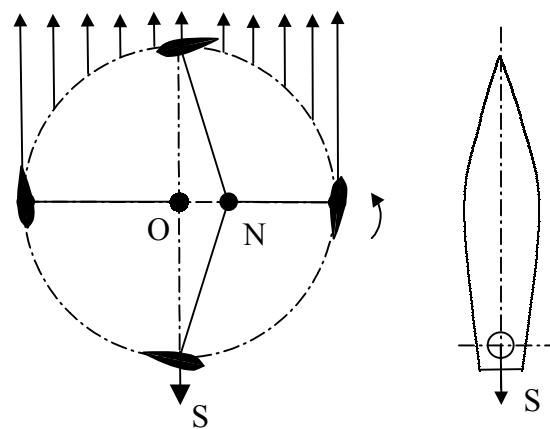
Le point N est excentré vers bâbord et conjointement vers l'avant. Le sillage du propulseur et la poussée S sont à nouveau perpendiculaires à l'axe O-N. Outre une composante en direction axiale, la poussée possède une composante transversale, donc un effort de giration. Le bâtiment décrit un cercle vers bâbord.



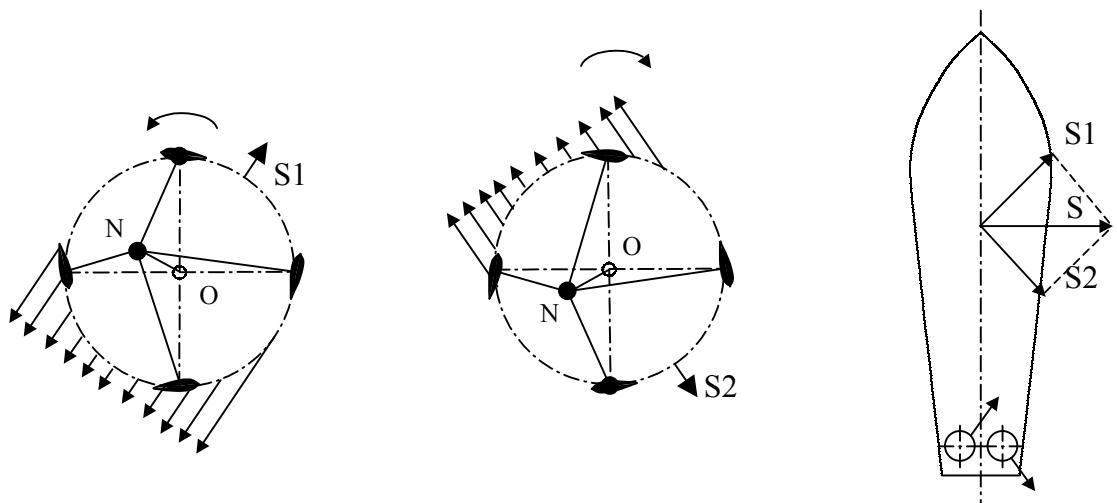
Le point est excentré vers l'avant, une poussée transversale agit sur tribord : le bâtiment vire cap pour cap.



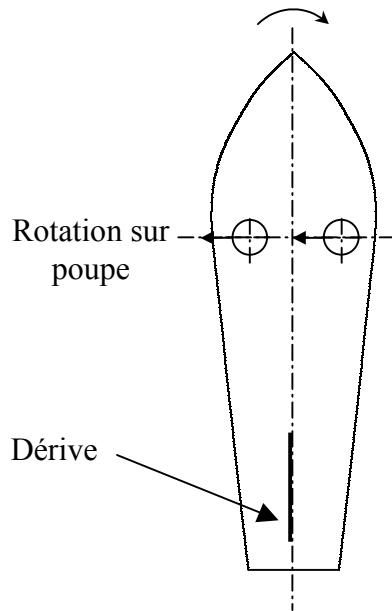
Le point N est excentré vers la droite, les conditions sont contraires à celles de la figure 33 : la poussée est dirigée vers l'arrière et le bâtiment est en marche AR.



Si, un bâtiment est doté de deux propulseurs, un propulseur peut tourner pour "AV en biais" et l'autre sur le même côté pour "AR en biais". La résultante des poussées partielles S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> est une poussée transversale attaquant à peu près au milieu du bâtiment qui se déplace en travers.



La combinaison des poussées permet d'effectuer des manœuvres absolument impossibles avec une ou deux hélices traditionnelles. Le gouvernail est supprimé ; la conception de la commande des pales est relativement complexe, mais celle-ci est largement compensée par les possibilités de manœuvres offertes.



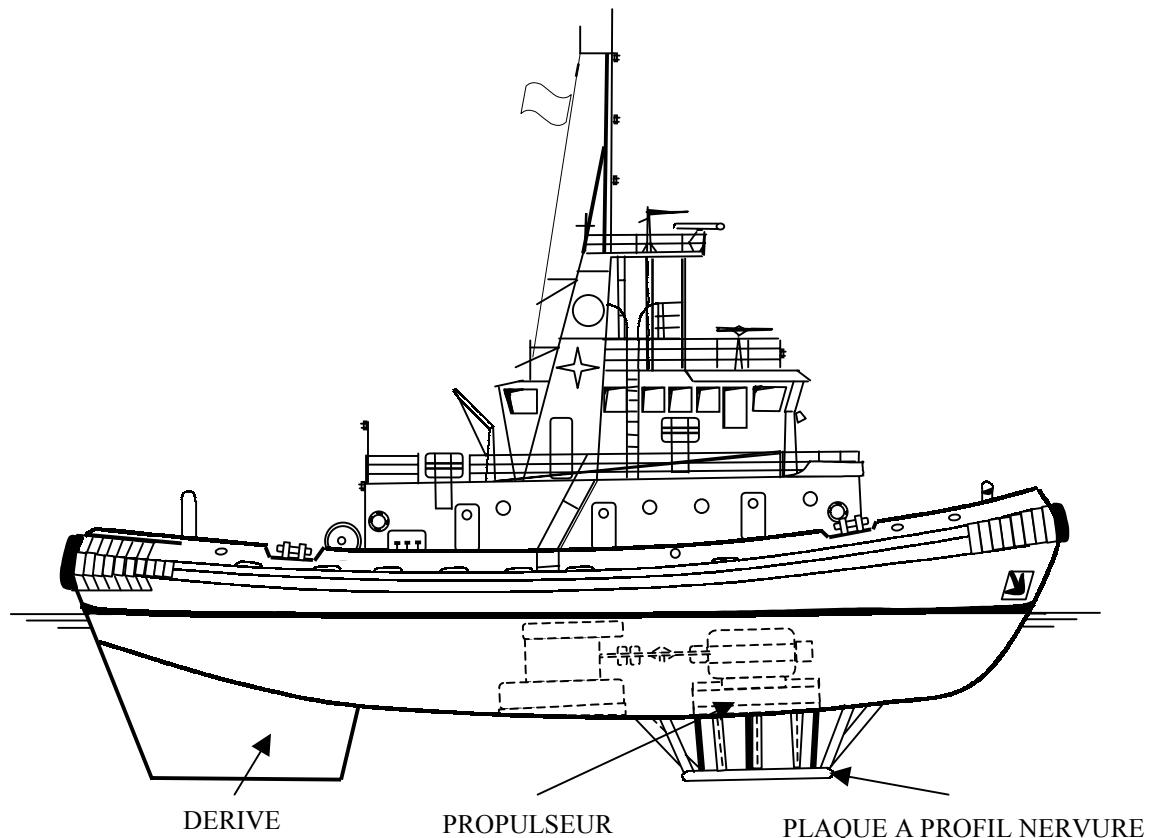
### Les propulseurs à bord des bâtiments

Des essais au bassin et de nombreuses recherches dans le domaine de la manœuvrabilité ont démontré que pour un remorqueur, la position des propulseurs pour un rendement optimal de ceux-ci, est situé au premier tiers avant du bâtiment.

Avec la propulsion Voith-Schneider, l'action d'un gouvernail situé dans le sillage d'une hélice n'est plus nécessaire. Par contre, pour les bâtiments de faible longueur et équipés de propulseurs, il est recommandé de prévoir une dérive fixe, de dimensions voisines de celles d'un gouvernail, derrière le propulseur. Cette dérive a pour effet d'attirer vers l'arrière le centre de résistance latérale et d'augmenter la stabilité du navire.

Pour obtenir un effet de tuyère supplémentaire, une plaque à profil nervuré est positionnée sous chaque propulseur.

De plus, l'ensemble : dérives plus plaques, est nécessaire afin d'échouer le navire au bassin.



## Conclusion

On conçoit qu'un tel propulseur puisse conférer à un bâtiment des qualités évolutives exceptionnelles.

La combinaison de deux propulseurs sur un bâtiment rend possible toutes les évolutions inimaginables avec la plus grande aisance : marche avant, en arrière, en crabe, pivotement sur place...

Le propulseur cycloïdal présente donc les avantages des systèmes à gouvernails actifs et hélices transversales, mais avec l'intérêt supplémentaire d'appliquer aux mouvements transversaux toute la puissance de propulsion.

## 3.7 L'HYDROJET

Le concept est ancien et date de bien avant la dernière guerre mondiale. Mais les hydrojets de cette époque avaient des performances médiocres.

Ce n'est qu'au début des années 50, à partir d'études rationnelles basées sur la recherche du meilleur rendement propulsif que naquit l'hydrojet moderne conçu pour la propulsion des coques légères et rapides.

Les deux principales idées étaient que :

- sur une coque planante la prise d'eau ne doit pas nécessairement dépasser de la carène,
- l'éjection de l'eau peut très bien se faire à travers le tableau arrière, au dessus de la flottaison étant donnée que le jet n'appuie pas sur l'eau pour propulser le bateau, mais agit par effet de réaction, à l'instar de la fusée.

Ce système équipe une partie de la drome de la Marine nationale.

### Principe

La poussée et donc le déplacement, s'effectuent par accélération de l'eau dans le corps du propulseur. Un moteur diesel classique entraîne le rotor qui produit l'accélération du "jet" d'eau.

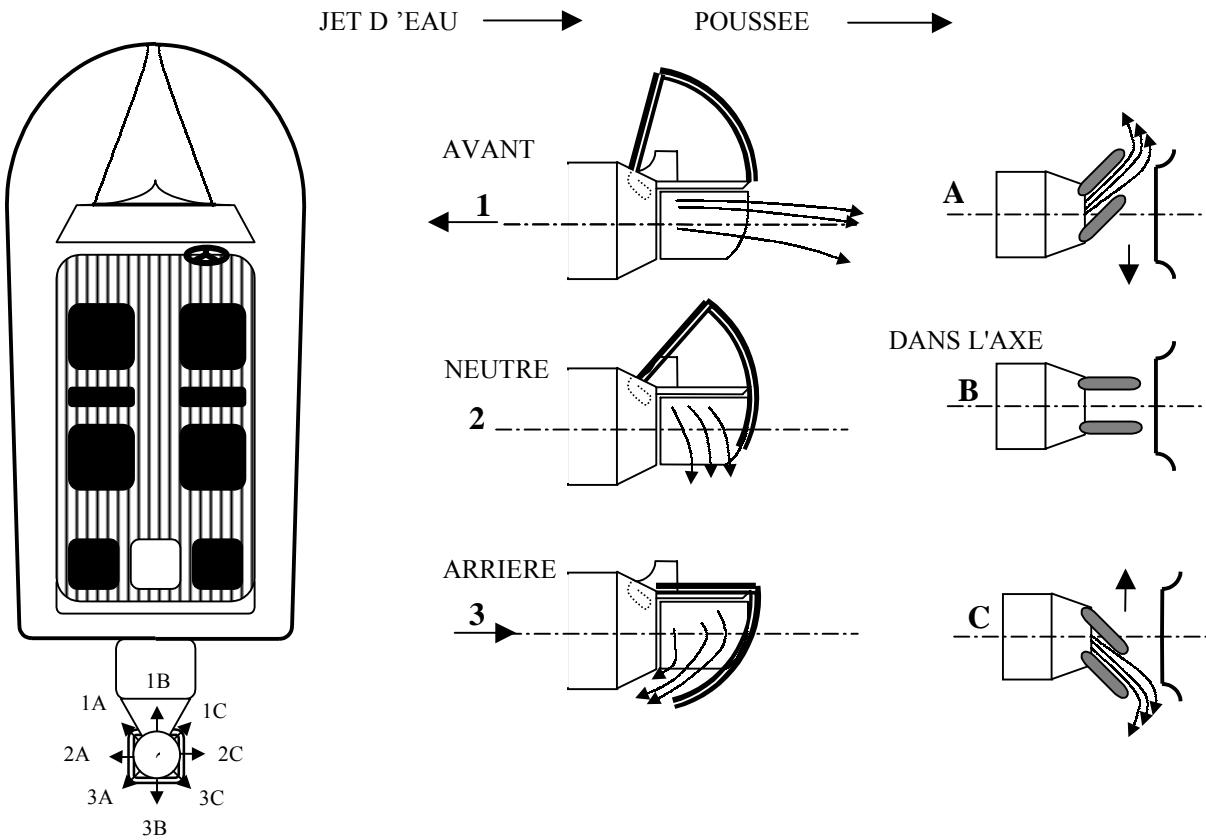
### Caractéristique de manœuvre

L'hydrojet équipe des coques planantes que le faible tirant d'eau rend sensible à petite vitesse à la dérive due au vent. Une nette tendance au "dérapage" dans les évolutions s'observe également pour cette raison.

La possibilité d'orienter le "jet" sur 360° (dans certains cas) et le fait qu'il n'y ait pas d'inversion de rotation dans la propulsion confèrent à ce type d'engin des qualités évolutives incomparables (évitage sur place, arrêt sur la longueur sans réduction du régime moteur...).

### Modes d'utilisation en manœuvre :

- déflecteur levé (1) en marche avant
  - 1A - *l'avant vient à droite, l'arrière vient à gauche (chasse)*
  - 1C - *l'avant vient à gauche, l'arrière vient à droite (chasse)*
- déflecteur en position neutre (2)
  - 2B - *le bâtiment reste immobile*
  - 2A - *pivote sur son axe à droite*
  - 2C - *pivote sur son axe à gauche*
- déflecteur abaissé (3) en marche AR
  - 3A - *tout en culant l'arrière vient à gauche, l'avant vient à droite*
  - 3B - *le bâtiment cule droit*
  - 3C - *tout en culant, l'arrière vient à droite, l'avant vient à gauche.*



**Orientation de la poussée :** le bateau ne reste immobile que dans la position 2A. Dans les positions 2B, il pivote sur son axe

### En résumé

1. Barre à droite  
Déflecteur levé ou abaissé, la poussée est exercée vers la gauche et le bâtiment s'évite rapidement sur la droite en manipulant le déflecteur alternativement en position levée puis abaissée.
2. Barre à gauche  
Déflecteur levé ou abaissé, la poussée est exercée sur la droite et le bâtiment s'évite rapidement sur la gauche en manipulant le déflecteur alternativement en position levée puis abaissée.
3. Déflecteur en position neutre  
Barre dans l'axe : le bâtiment reste immobile  
Barre à droite : le bâtiment s'évite sur place, à droite  
Barre à gauche : le bâtiment s'évite sur place, à gauche.

## 3.8 LE PROPULSEUR TRANSVERSAL

Encore appelé **propulseur d'étrave**, il est installé à l'avant des bâtiments dont on veut améliorer la maniabilité (BSR, certains remorqueurs, BEM MONGE, BIN GLYCINE, EGLANTINE, chasseurs de mines...).

Il permet de faciliter les manœuvres du bâtiment sans demander le concours de remorqueurs. Il permet également de manœuvrer à vitesse nulle ou à faible vitesse quand le gouvernail a perdu son efficacité.

L'hélice dont l'axe de rotation est perpendiculaire à l'axe du bâtiment est installée dans un conduit formant tuyère. Elle peut être à pales fixes ou à pales orientables.

Le propulseur agit selon le principe de la propulsion par réaction dû à l'éjection d'une masse d'eau dans le sens opposé à celui qu'on veut imprimer.

Une certaine quantité de fluide est aspirée à l'avant de la tuyère et rejetée vers l'arrière à une vitesse plus élevée.

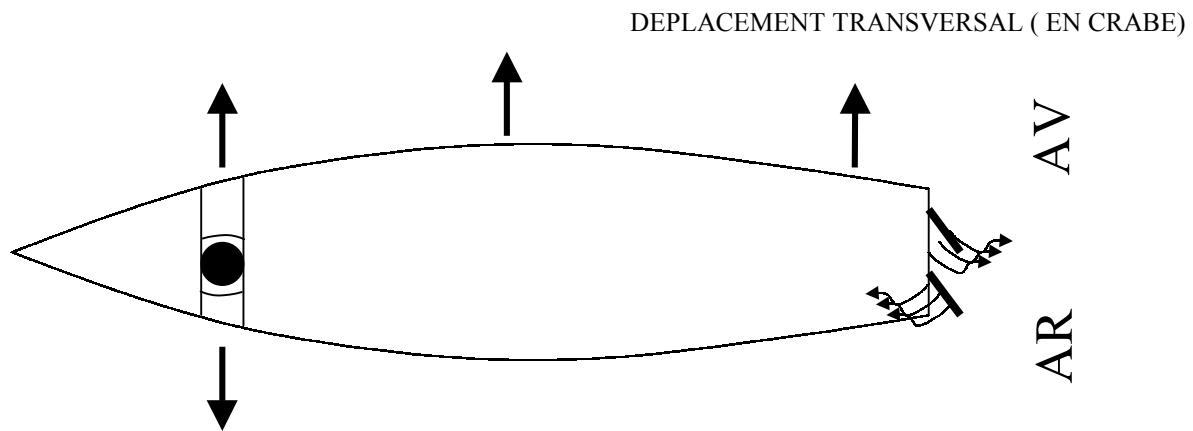
Lorsque la vitesse du bâtiment augmente, l'efficacité diminue. L'effet est nul ou presque, à des vitesses surface supérieures à 3 ou 4 nœuds.

Seul un propulseur en "Y" installé dans le bulbe d'étrave peut exercer une action sur un bâtiment ayant une vitesse entre 5 et 15 noeuds. C'est en général sans intérêt car l'action du gouvernail est alors bien plus efficace.

### Utilisation

Pour faciliter ou effectuer une giration, s'il agit dans le même sens que la barre.

Pour obtenir un déplacement transversal ("en crabe") à cap constant en combinant son action avec celle de l'hélice et de la barre agissant à contre.

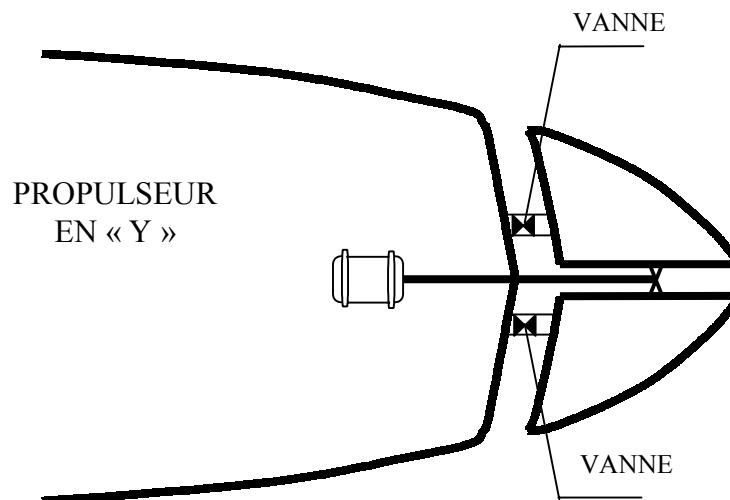


### Quelques inconvénients

Il arrive qu'une vérine ou une amarre s'engage dans la tuyère.

Dans certains ports, il n'est pas permis d'utiliser un propulseur contre un quai.

Les orifices latéraux sur la coque augmentent un peu la résistance de carène à l'avancement (sillage tourbillonnaire). Pour diminuer cette résistance, des volets peuvent venir obturer l'orifice du tunnel lorsque le bâtiment est en route libre.



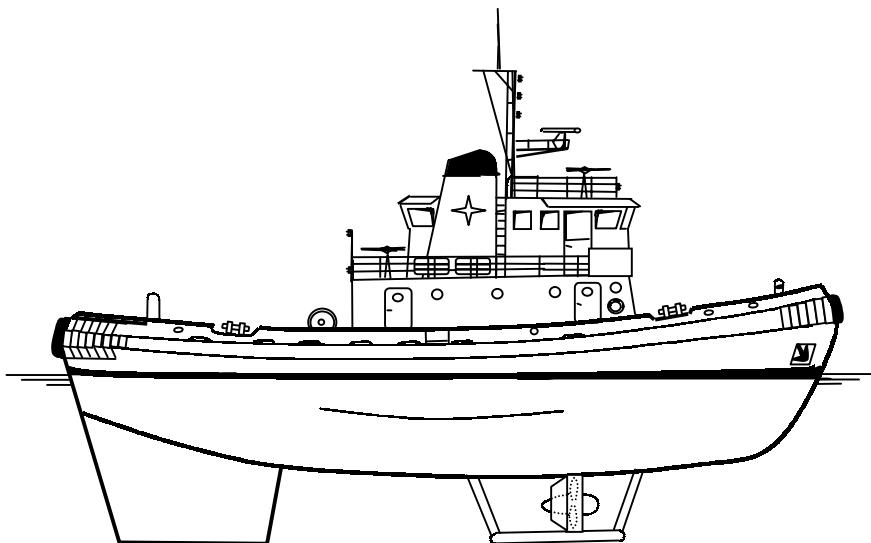
### 3.9 LE PROPULSEUR OMNIDIRECTIONNEL TYPE "AQUAMASTER"

Ce système de propulsion, assez récent, combine les avantages de l'hélice à tuyère et du propulseur cycloïdal (V.S.). Il est constitué d'une ou de deux hélices verticales, orientables sur 360° généralement situées à un peu plus des 2/5 de la longueur en partant de l'avant.

L'hélice est entourée d'une tuyère pour augmenter la poussée et cette poussée est disponible dans toutes les directions;

## Utilisation

Ce système équipe certains remorqueurs. Dans ce cas, les propulseurs sont protégés par un bouclier horizontal assez résistant pour supporter un choc violent ou le poids du remorqueur lors de l'échouage. A l'arrière, un aileron vertical assure la stabilité en marche AV. Les propulseurs peuvent également être installés sur l'AR.



Ces propulseurs sont quelquefois utilisés comme propulseurs auxiliaires pour les marches très lentes et la tenue fixe de certains bâtiments. Ils peuvent aussi être rétractables.

## CHAPITRE 4 LES OUVRAGES PORTUAIRES

<b>4.1</b>	<b>AMÉNAGEMENTS COMMUNS AUX DIFFÉRENTS TYPES D'OUVRAGES</b>	<b>98</b>
<b>4.2</b>	<b>CLASSIFICATION DES OUVRAGES D'ACCOSTAGE SUIVANT LEUR MODE DE FONDATION ET LEUR CONCEPTION</b>	<b>102</b>
<b>4.3</b>	<b>FORMES DE RADOUR - CALES SÈCHES</b>	<b>105</b>
<b>4.4</b>	<b>OUVRAGES POUR LES CONSTRUCTIONS ET RÉPARATIONS NAVALES</b>	<b>108</b>

## 4.1 AMENAGEMENTS COMMUNS AUX DIFFERENTS TYPES D'OUVRAGES

### 4.1.1 FRONT D'ACCOSTAGE. AMORTISSEURS ET DÉFENSES

Les ouvrages anciens comportaient un front d'accostage présentant un fruit (taux de pente du front) compris entre 1/5 et 1/10; ce fruit, favorable à la stabilité des ouvrages massifs (base plus épaisse que plate-forme), était nécessaire pour tenir compte des formes des navires en bois.

Actuellement les navires ont des murailles verticales, qui s'accommode mal d'un parement incliné : le front d'accostage est donc vertical, ou incliné avec un fruit n'excédant pas 1/10 ou même 1/20. On est même conduit à concevoir certains ouvrages avec un front d'accostage présentant un léger surplomb à leur partie supérieure. Cette disposition permet de localiser l'accostage au niveau du pont supérieur des navires, qui constitue la partie la plus résistante de la structure. Elle permet également d'éloigner la muraille du pied de l'ouvrage, évitant d'endommager les quilles de roulis si les navires ont une certaine gîte à l'accostage.

Il faut en outre remarquer que les ouvrages modernes sont souvent constitués par des caissons dont les parois en béton armé sont peu épaisses. Il est alors indispensable de disposer le front d'accostage en surplomb par rapport au parement des caissons afin que les parois minces et fragiles ne soient pas détériorées par les chocs des navires.

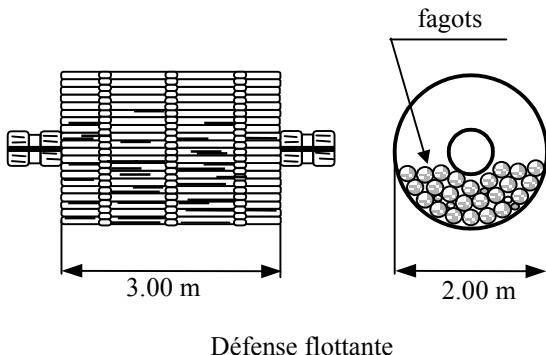
Dans les ouvrages à parement continu, c'est souvent le parement extérieur qui sert de front d'accostage; les ouvrages discontinus comportent au contraire, des dispositifs spéciaux pour constituer le front d'accostage. Dans tous les cas, le front d'accostage doit régner de façon continue sur toute la hauteur du marnage, des dispositifs discontinus dans le sens vertical risquant, à marée montante, d'entraîner le coincement sous la défense d'une embarcation qui peut être endommagée ou même chavirer.

Le plus souvent, le front d'accostage est équipé de dispositifs destinés à amortir les chocs d'accostage. Les défenses doivent être déterminées ou calculées en tenant compte de l'énergie à absorber dans le choc du navire type que doit recevoir le poste ; elles doivent être conçues de façon à résister non seulement à des chocs normaux au front d'accostage, mais aux efforts longitudinaux dus au frottement d'un navire contre l'ouvrage

Les défenses les plus couramment utilisées sont les suivantes (sans que la présente liste prétende être exhaustive) :

#### 1. Défenses en bois :

- pieux verticaux battus contre l'ouvrage ;
- pièces de bois équarries fixées tous les 4 ou 5 m depuis la basse mer jusqu'au couronnement ;
- quadrillages (continus ou non) de pièces de bois équarries suspendues devant l'ouvrage ;
- caissons flottants ;
- fagots de rondins flottants retenus au quai par des chaînes : un cylindre de 3 m de longueur et de 2 m de diamètre peut supporter 300 t, mais la défense vieillit et se détériore sous de violents efforts répétés; elle se comporte très bien pour des efforts de 50 t et absorbe 6 tm par mètre linéaire de défense

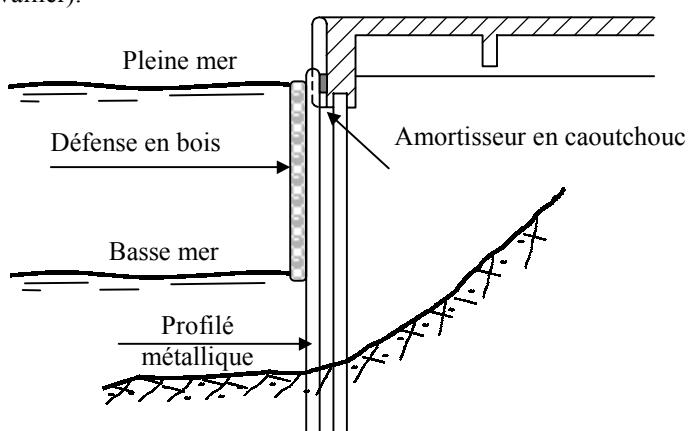


Défense flottante

Les essences les plus utilisées sont l'orme, le chêne, ou l'azoté (les deux dernières essences sont moins souples que l'orme et l'azoté est difficile à travailler).

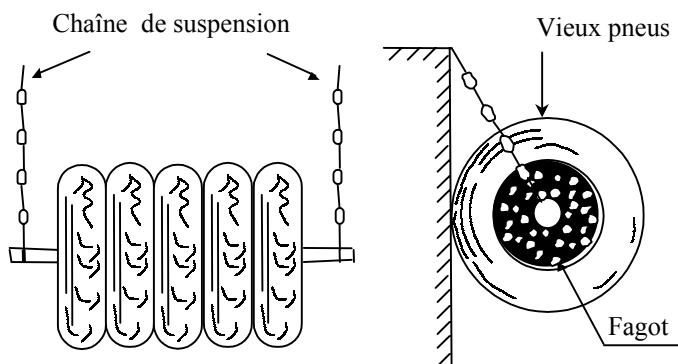
#### 2. Défenses métalliques

Profilés métalliques (poutrelles H), ou tubes, ou caissons de palplanches soudées entre elles, qui absorbent de l'énergie par leur flexion propre et prennent souvent appui sur l'ouvrage par l'intermédiaire de plaques ou boudins de caoutchouc ; ils peuvent comporter sur leur face extérieure une défense en bois qui est cependant



exposée à de rapides déteriorations et ne paraît pas toujours indispensable.

### 3. Défenses en caoutchouc :

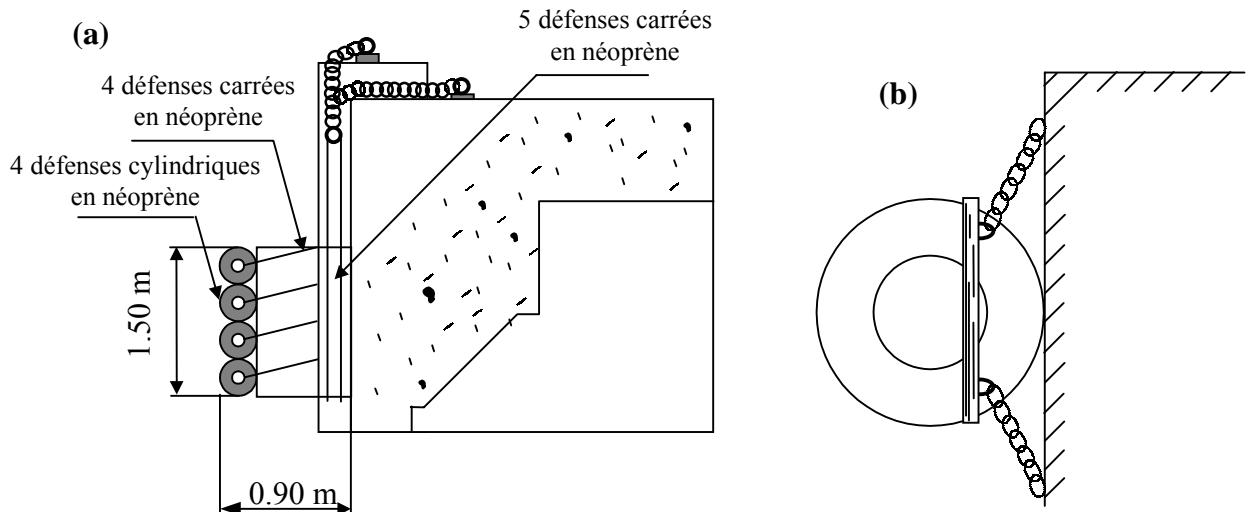


Pneumatiques remplis ou non de cordages, suspendus à plat devant les ouvrages ou enfilés sur des fagots ; ces défenses sont flottantes ou simplement suspendues par de fortes chaînes ;

Boudins ou prismes de néoprène (caoutchouc synthétique), suspendus en feston ou par groupes le long du front d'accostage ; ils peuvent être protégés par un bouclier en bois. Ils travaillent essentiellement à l'écrasement ; (fig a)

Défenses géantes en caoutchouc plein constituées de boudin de 2 à 3 m de diamètre et mises en place sur certains appontements pétroliers (fig b) ;

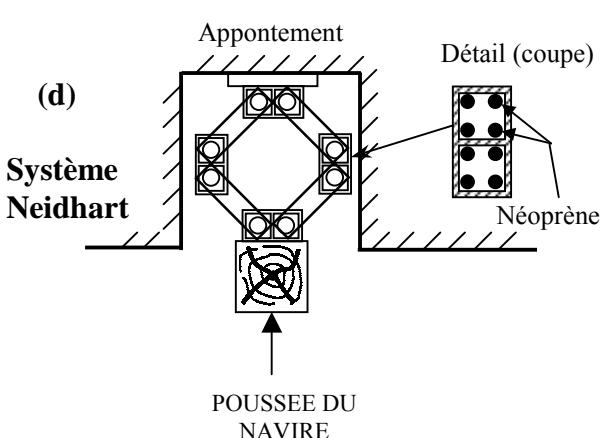
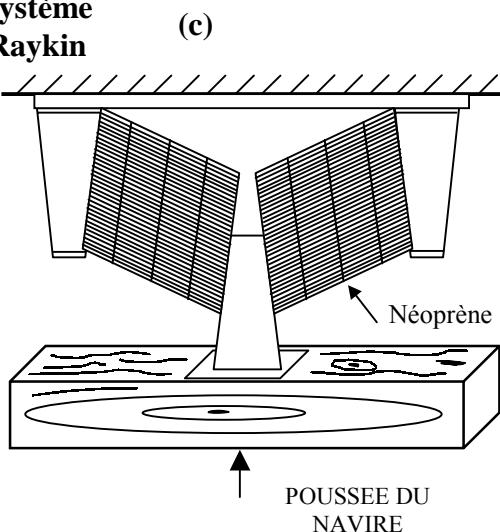
Défenses "pneumatiques" constituées d'un volume gonflable maintenu sur les quais ou bajoyers au moyen d'un filet métallique. L'enveloppe est constituée de couches de caoutchouc superposées afin d'obtenir l'étanchéité, la résistance à la corrosion et la protection aux chocs. Une partie de l'enveloppe intérieure est remplie de caoutchouc mousse assurant un amortissement résiduel en cas de crevaison.



Ce système permet d'absorber par défense 250 tm pour un écrasement à 50% et une pression intérieure de 0,50 bar en position de repos.

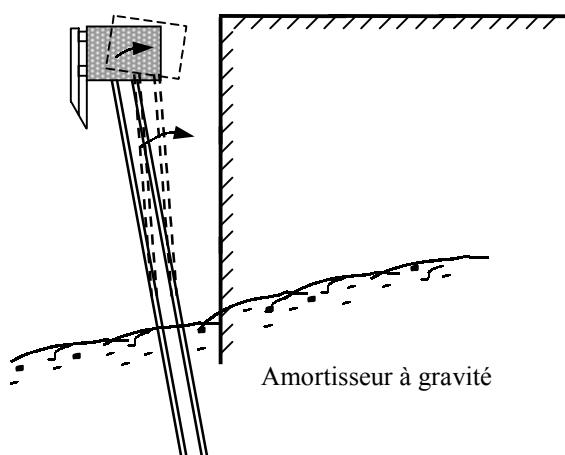
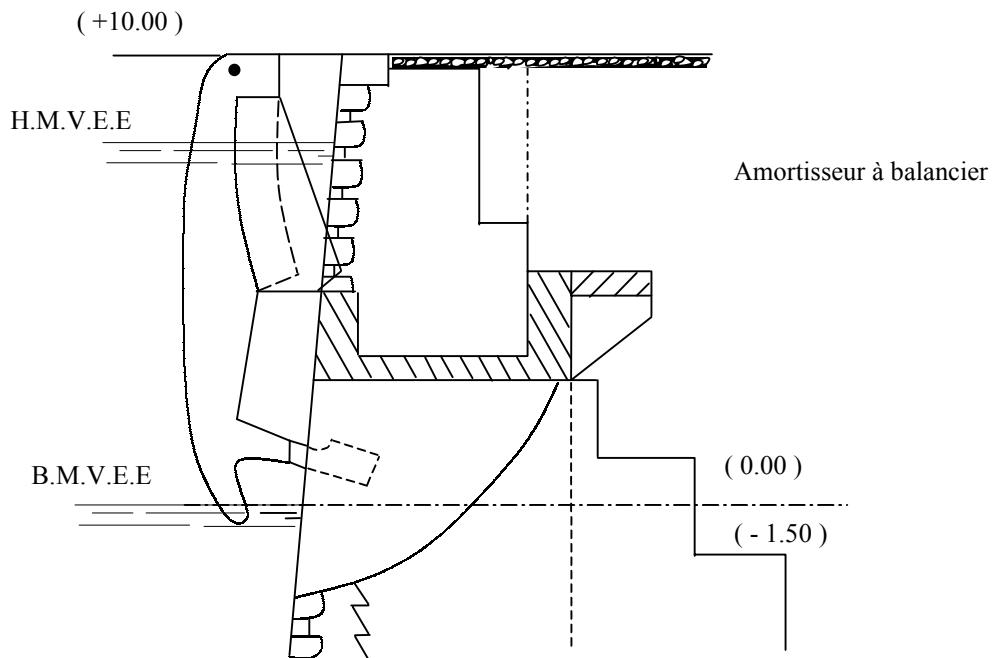
Tampons sertis entre des plaques métalliques, travaillant par cisaillement du caoutchouc (type Raykin) (fig. c). D'autres systèmes (Neidhart) (fig. d) utilisent la torsion de boudins de néoprène sous l'effet d'un système de bielles.

**Système Raykin**



4. Défenses "mécaniques" :

Amortisseurs constitués par des balanciers en bois dotés de freins oléopneumatiques (système Simec pouvant absorber 70 tm en développant un effort de 150 t).



Amortisseurs à gravité par déplacement de charge, l'absorption de l'énergie se faisant par la transformation de l'énergie cinétique du navire en énergie potentielle due à l'élévation de la charge. Un système de ce genre comportant une rangée de profilés métalliques inclinés supportant une poutre en béton de 15 t/ml protège l'entrée d'une écluse du port de Londres, ce système absorbe l'énergie de choc à la fois par la flexion des profilés et par l'élévation de la charge.

Le poste d'amarrage pour grand bâtiment de la base navale de Degred des Cannes (Guyane) est basée sur ce même principe.

Le choix entre les différents types de défenses dépend largement de la structure de l'ouvrage choisi. Il dépend également de l'importance du marnage. Si celui-ci est important, il n'est pas économique de garnir le front d'accostage de défenses sur toute la hauteur correspondant au marnage. On emploie alors des défenses flottantes qui peuvent être constituées par exemple par des fagots de rondins ou par des défenses pneumatiques.

#### 4.1.2 COURONNEMENT DES OUVRAGES D'ACCOSTAGE

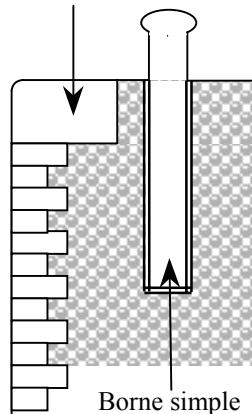
La partie supérieure du front d'accostage doit être terminée par un couronnement qui est réalisé soit :

- en béton de ciment ;
- en pierres dures (granit) ;
- en profilés métalliques (cornières courbes).

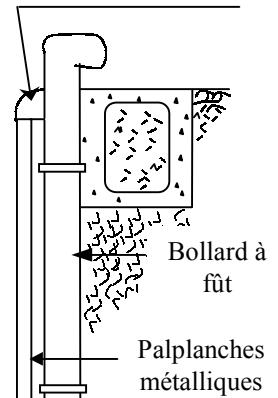
Il permet de rattraper les défauts d'alignement du front d'accostage et de sauvegarder l'aspect esthétique de l'ouvrage.

Ce couronnement doit être résistant à l'abrasion (frottement des amarres), mais comporter un profil arrondi pour éviter l'usure des cordages et amarres sur des arêtes trop vives.

Couronnement granit ou béton



Cornière courbe



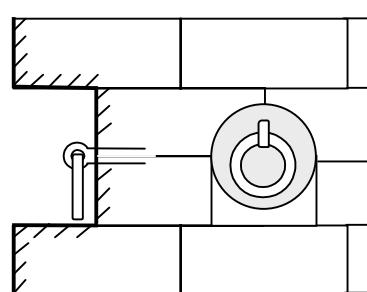
#### 4.1.3 ORGANES D'AMARRAGE

Organéaux en acier : anneaux en acier forgé, logés dans des niches pour éviter toute saillie sur le front d'accostage (réservés aux petites unités : pêche, plaisance) ;

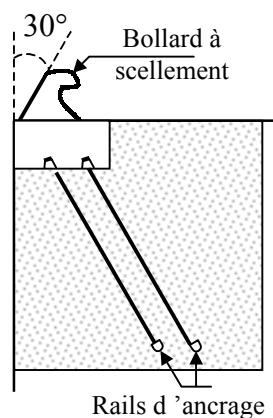
Bornes (simples ou doubles) en fonte ou en acier moulé : elles doivent être efficacement ancrées ;

Bollards (en acier moulé) : leur renflement supérieur est épanoui pour éviter aux amarres d'échapper vers le haut ; ils sont du type à fût ou à scellement sur une embase : dans tous les cas, ils doivent être correctement ancrés pour résister aux efforts de traction des amarres.

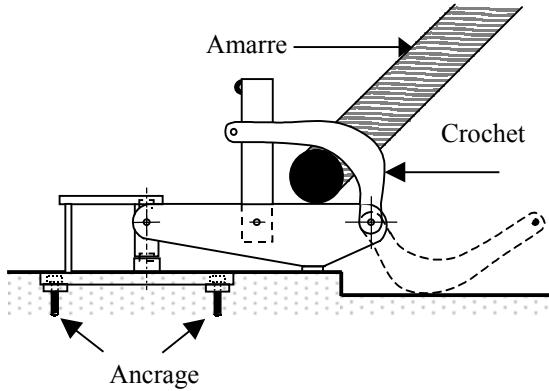
Certains bollards sont conçus sous forme de crochets très résistants, comportant un dispositif d'ouverture qui permet, par simple intervention manuelle, de larguer immédiatement l'amarre : ces bollards sont particulièrement utiles pour l'équipement des postes de réception des navires chargés de marchandises dangereuses, dont l'évacuation urgente peut être nécessaire en cas de sinistre.



Organneau



Bollard



**Crochet à largage rapide**

Tous les organes d'amarraje doivent être implantés aussi près que possible du couronnement du front d'accostage pour éviter de perdre trop de place entre le rail des grues et le navire ; il convient cependant que les organes d'amarraje soient en retrait du front d'accostage, pour éviter d'endommager les parties formées des navires (prévoir un gabarit incliné à 30° sur la verticale de l'arête du couronnement, tel que tous les organes d'amarraje soient situés à terre de ce gabarit). Les ancrages doivent être étudiés en tenant compte de la direction et de l'intensité des efforts des amarres, l'ancrage pouvant s'effectuer soit directement sur l'ouvrage, soit au moyen de tirants et d'écrans indépendants.

#### 4.1.4 MOYENS DE SERVICE OUTILLAGE

On peut ranger sous la dénomination de moyens de service :

- les réseaux divers au service du navire et du personnel : eau, électricité, téléphone, air comprimé, canalisation de carburants. On recommande en général, de placer ces réseaux dans des galeries ou des caniveaux visitables, et protégés des entrées d'eau. A défaut de cette solution assez onéreuse, on doit grouper ces canalisations dans une bande de sol revêtue de pavés facilement démontables, aussi près que possible du couronnement du quai, avant la première voie ferrée ;
- les escaliers et échelles d'accès doivent atteindre le niveau des basses mers ; placer les échelles (en acier galvanisé) dans des rainures verticales pour éviter toute saillie sur le front d'accostage, éviter également les saillies sur la face horizontale du couronnement qui seraient cause d'accidents.

Les escaliers sont orientés du côté opposé à la houle intérieure des ports ; la face supérieure des marches doit être striée pour réduire le risque de glisser (nettoyages fréquents dans les ports à marée dont les eaux sont chargées de vase).

L'outillage comprend d'une façon générale toutes les superstructures, aussi bien les revêtements des terre-pleins, hangars, voies ferrées que les engins de manutention, l'éclairage public, etc.

#### 4.2 CLASSIFICATION DES OUVRAGES D'ACCOSTAGE SUIVANT LEUR MODE DE FONDATION ET LEUR CONCEPTION

Les caractéristiques du sol de fondation sont déterminantes pour le choix du type d'ouvrage d'accostage. Suivant le mode de fondation, on peut classer les ouvrages dans les catégories suivantes :

##### 4.2.1 OUVRAGES A FONDATION CONTINUE

En surface : ouvrages en maçonnerie, en blocs de béton préfabriqués, en voile, en béton armé ou en caissons échoués ;

En profondeur : ouvrages en caisson havés, gabions de palplanches métalliques, rideaux plans de palplanches métalliques ancrés par des tirants ou par une plate-forme qui est fondée de façon discontinue, parois en béton moulé dans le sol.

Les ouvrages à fondation continue conviennent lorsque le niveau du sol présente de bonnes caractéristiques ( $\phi \geq 30^\circ$  ou  $c \geq 10 \text{ t/m}^2$ ), et se trouve à faible distance (quelques mètres) de celui du bassin.

## 4.2.2 OUVRAGES A FONDATION DISCONTINUE

Ce sont les ouvrages fondés sur pieux ou sur piles, battus ou havés jusqu'au bon sol.

Les ouvrages de ce type sont indiqués lorsque le bon sol est à une distance comprise entre 10 et 30 m du fond du bassin.

Les cas de fondation dans un mauvais terrain sur une très grande épaisseur ( $< 30$  m) posent toujours de difficiles problèmes. On peut effectuer une substitution de sol, consistant à enlever le sol naturel et à le remplacer par un sable ou un mélange de sable et gravier, de bonne qualité, sur une épaisseur et une largeur suffisantes pour que les contraintes reportées par cette assise sur le sol naturel restent compatibles avec sa portance ; on peut également essayer d'améliorer les caractéristiques du sol naturel par un procédé de "vibro-flottation" et de pieux de sable qui augmente sa compacité, et par conséquent sa portance ; toutefois ce procédé ne donne de résultats appréciables que dans des sols sableux, le serrage des sols vaseux ou argileux étant très faible, sinon nul. On peut enfin essayer d'améliorer la portance du sol par un compactage réalisé par une surcharge temporaire à l'emplacement de l'ouvrage, ou définitive immédiatement en arrière de l'ouvrage.

Il est également possible d'essayer de fonder les ouvrages sur un bon sol, même si ce dernier est très profond.

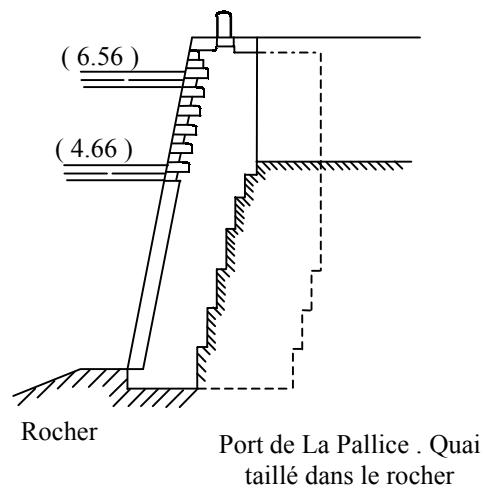
## 4.2.3 QUAIS EN MAÇONNERIE DE PIERRE OU EN BLOCS DE BETON DE CIMENT

Les quais en maçonnerie ou en blocs de béton sont des ouvrages massifs et lourds, qui exigent une fondation offrant une portance élevée sous la base même du mur ; ils permettent par contre, d'assurer une assez bonne répartition des charges sur la fondation, et de ce fait, peuvent être utilisés en terrains de qualité médiocre, à la condition d'améliorer la portance du sol dans sa partie supérieure proche de la base.

### Quais "taillés" dans le rocher

Lorsque le sol est rocheux, il est possible d'utiliser ce sol lui-même pour constituer l'ouvrage d'accostage. Le rocher est alors taillé et revêtu en béton de ciment ou en maçonnerie, de façon à présenter un front d'accostage régulier ; ce parement doit être efficacement ancré dans les sols pour éviter tout risque de décollement ; une attention particulière doit être apportée à l'évacuation des écoulements d'eau par les fissures de la roche.

Les ouvrages de ce type sont économiques, mais la "taille" du rocher est souvent délicate, et de toute façon, les circonstances favorables à leur utilisation sont rares.



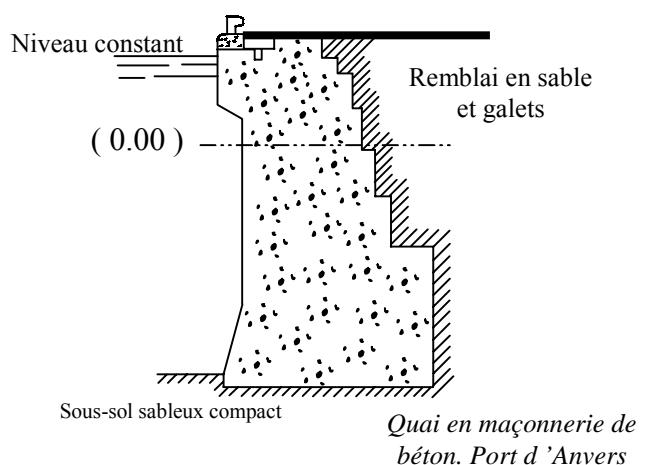
### Quais en maçonnerie de pierre ou en béton coulé sur place

Les ouvrages de ce type sont conçus sous la forme de murs massifs en maçonnerie de pierre ou en béton de ciment. L'emplacement de l'ouvrage est dragué ou dérocté avant la construction de la maçonnerie, afin d'éviter de perturber l'équilibre du sol qui risque de causer des désordres à l'ouvrage construit (décomposition du sol, risques de glissements d'ensemble).

La partie immergée est construite :

#### 1. A sec

- à l'abri d'un batardeau,
- à l'abri temporaire d'un caisson mobile à air comprimé,
- à l'abri d'un caisson perdu à air comprimé qui reste en place pour constituer une partie de l'ouvrage,
- avant dragage du bassin, dans une fouille mise à sec par rabattement de la nappe.



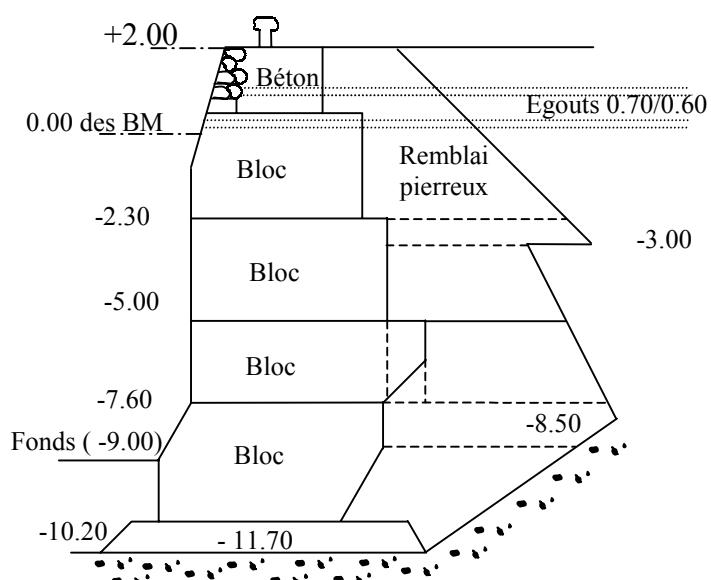
## 2. Sous l'eau

- par injection d'un mortier de ciment spécial dans les agrégats mis en place à l'avance dans des coffrages
- par coulage direct du béton sous l'eau avec des procédés spéciaux pour éviter le délavage : on peut, par exemple, déverser dans le béton déjà en place avant commencement de la prise.

La partie émergée au-dessus des basses mers est construite à sec entre des coffrages, moyennant les précautions habituelles du "travail à la marée" pour éviter le délavage du béton à marée montante : cachetage au plâtre ou ciment prompt, coffrages étanches, etc..

### Quais en blocs de béton arrimés

Des quais peuvent être constitués par un mur en blocs de béton, préfabriqués, empilés les uns sur les autres.



L'empilage peut s'effectuer par assises imbriquées ou par piles juxtaposées. Les assises imbriquées permettent d'assurer une meilleure répartition des efforts provenant d'un tassemement de la fondation, d'une poussée plus forte, ou de la réaction, des amarres. Par contre, les piles juxtaposées permettent une reprise assez facile de l'ouvrage en cas de désordres limités : les piles produisent un tassemement préalable sous chacune d'elles et peuvent ensuite être reprises en position définitive : cette disposition semble actuellement préférée pour les ouvrages de grande hauteur, d'autant plus que le tassemement peut être accéléré par une surcharge temporaire de chaque pile au moyen de blocs.

Le couronnement des quais en blocs est toujours constitué par une poutre en béton coulée sur place, coupée de joints de dilatation et de retrait, dans laquelle sont fixés les bollards ; des armatures sont souvent nécessaires pour que cette poutre résiste aux efforts de torsion et de flexion dus à la réaction des amarres.

## 4.2.4 QUAIS ET APPONTEMENTS UTILISANT DES CAISSENS

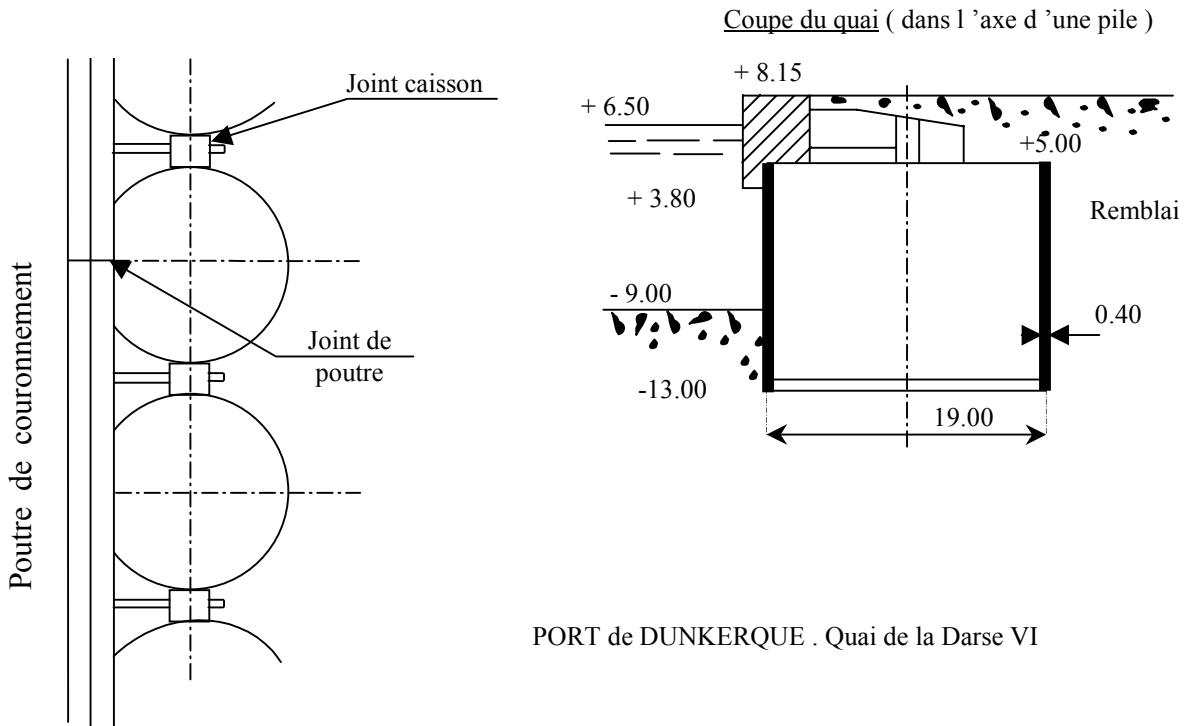
Des caissons préfabriqués (partiellement ou totalement) peuvent être utilisés pour constituer des quais continus ou des ouvrages à appuis discontinus ; dans le cas d'ouvrages continus ; ils peuvent assurer un rôle de soutien des terres.

On utilise des caissons métalliques ou plus généralement en béton armé, ou précontraint, de forme prismatique (cylindres ou parallélépipèdes).

Les caissons constituent des cellules de section circulaire ou rectangulaire, et sont remplis de remblais de béton.

Les caissons sont couronnés par une poutre en béton armé ; cette poutre donne un front d'accostage rectiligne. Dans les ouvrages discontinus, les caissons servent d'appui à des plate-formes construites en métal ou en béton armé.

Les caissons isolés comportent en général des défenses d'accostage.

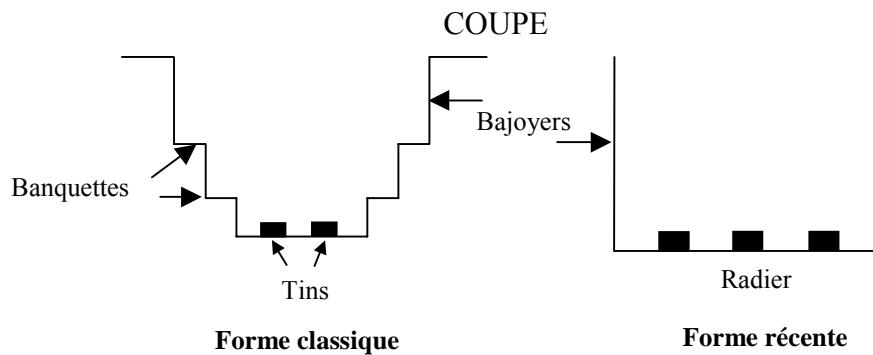


### 4.3 FORMES DE RADOUB - CALES SECHES

#### 4.3.1 DESCRIPTION - DEFINITIONS

Les formes de radoub (ou cales sèches) sont des bassins étanches, qui peuvent être mis à sec par vidange pour constituer, réparer ou entretenir les navires. Les formes sont fermées par une ou parfois deux portes de flot.

Elles ont un tracé rectangulaire lorsqu'elles comportent deux entrées ; dans le cas contraire, le plus général, le côté opposé à l'accès est tracé en demi-cercle, en ogive ou en trapèze.



De formes sensiblement parallélépipédiques, de dimensions diverses, elles fonctionnent à la façon d'une écluse : porte ouverte, bassin en communication avec le plan d'eau extérieur, le navire entre en forme. On ferme la porte et l'on vide le bassin à l'aide de pompes de fort débit pour échouer le navire.

#### 4.3.2 DIMENSIONS DES FORMES DE RADOUB

Comme pour les écluses, le choix des dimensions est particulièrement déterminant en raison de l'importance de l'investissement que constitue une forme de radoub et de la difficulté ou de l'impossibilité des extensions.

### Longueur

La longueur utile est égale à celle du plus grand navire, augmentée de quelques mètres pour permettre le travail sur l'étrave et la poupe, les hélices et le gouvernail.

On a souvent donné au bajoyer de la tête côté terre, un fruit comparable à l'inclinaison de l'étrave. Toutefois, la présence d'un bulbe à la partie basse de l'étrave des navires modernes diminue l'intérêt d'une telle disposition.

### Largeur

La largeur de la forme est égale à celle du plus grand navire à y recevoir, augmentée de quelques mètres, pour disposer latéralement de l'espace suffisant pour effectuer les travaux sur les murailles et éventuellement démonter les stabilisateurs antiroulis.

### Profondeur

Théoriquement les navires qui sont mis à sec sont lèges ; il faut cependant prévoir l'avarie qui nécessite une mise à sec immédiate sans laisser le temps de décharger la totalité de la cargaison.

La profondeur des formes est déterminée de la même façon que celle des écluses.

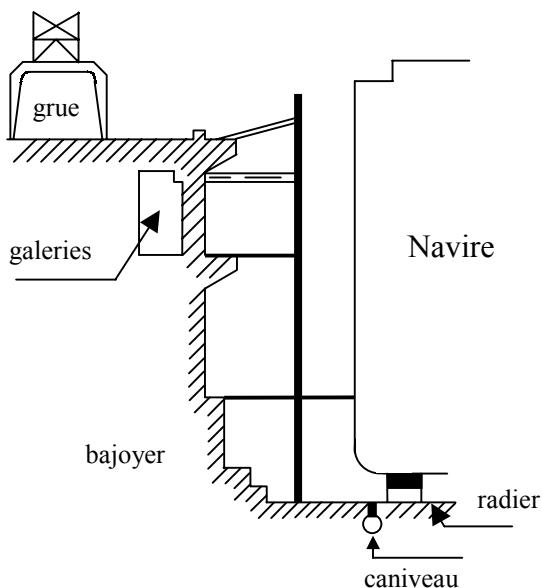
## 4.3.3 DESCRIPTION DES DIVERSES PARTIES D'UNE FORME DE RADOUB

### Radier

Contrairement aux écluses, une forme de radoub doit être complètement mise à sec. Les conditions d'établissement du radier sont semblables à celles des écluses en recherchant toutefois une **complète étanchéité**.

### Bajoyers

Les bajoyers sont construits sous forme d'ouvrages de soutènement massifs.



Les grandes formes modernes comportent un bajoyer vertical car les grands navires modernes étant à fond plat, sont échoués sur plusieurs lignes de tins et il n'est donc pas nécessaire de les accoter à diverses hauteurs.

Ces ouvrages sont conçus pour résister à la poussée des terres dans les conditions de travail les plus sévères, ils comportent divers équipements (aqueducs, vannes, accès à la station de pompage, etc...) et supportent les engins de manutention roulants (grues).

### Dispositif de fermeture

Les formes de radoub sont fermées par des bateaux-portes en acier, en béton précontraint ou par des portes rabattables autour d'un axe horizontal.

Les bateaux-portes sont constitués d'un éventail plan ou cylindrique (à axe vertical), à flottabilité réglable, s'appuyant sur la passe à fermer, et qu'on peut faire monter ou descendre par des manoeuvres de lest liquide lorsque le niveau de l'eau est le même sur ses deux faces.

On échoue le bateau-porte dans une rainure du radier lorsqu'on veut fermer la passe. Pour ouvrir la passe, on le soulève au-dessus de la rainure et le on remorque au-dehors ou on le hale dans une enclave semblable à celle des portes roulantes.

## Dispositifs de remplissage et de vidange des formes de radoub

Les installations d'équipement des formes comportent toujours un système de pompage et sont disposées dans la masse des têtes aussi profondément que possible, compte tenu des sujétions d'étanchéité.

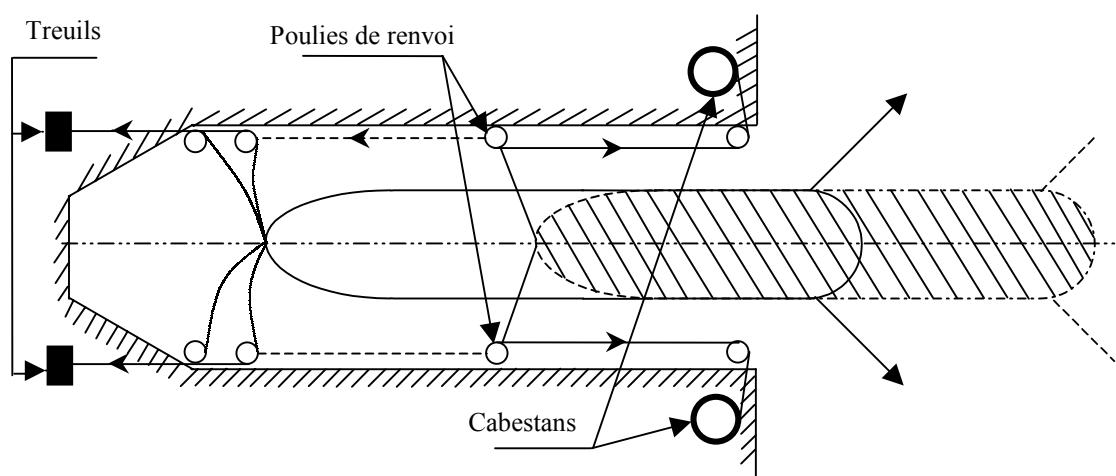
### Accessoires et formes de radoub

#### Organes d'amarrage

On trouve les mêmes installations que sur les quais (bollards, bornes...) afin de permettre la tenue des navires avant la mise à sec de la forme et après la remise en eau.

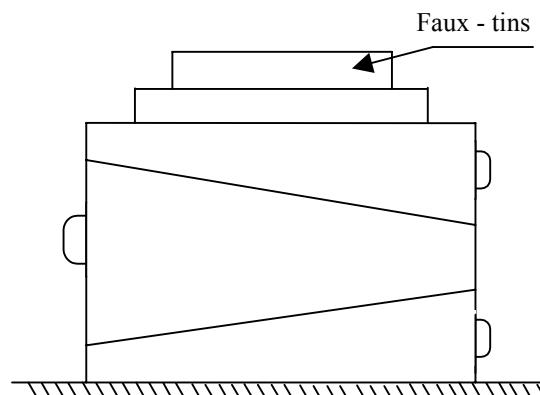
#### Organes de manoeuvre

On prévoit des cabestans et des treuils sur les têtes des formes pour aider les manoeuvres des navires, l'emploi des moyens propulsifs du navire ne pouvant être envisagé lorsqu'il est trop engagé dans la forme, et l'aide des remorqueurs étant alors inefficace ou risquant de produire des déplacements difficilement contrôlables.



On équipe souvent les grandes formes de radoub d'un système de rails disposés longitudinalement sur chaque bajoyer pour l'accrochage d'un chariot tracté, muni d'un dispositif permettant de saisir les aussières du navire et facilitant le déhalage puis le centrage, ce qui permet d'éviter la mise en place de poutres de centrage.

#### Organes de soutien



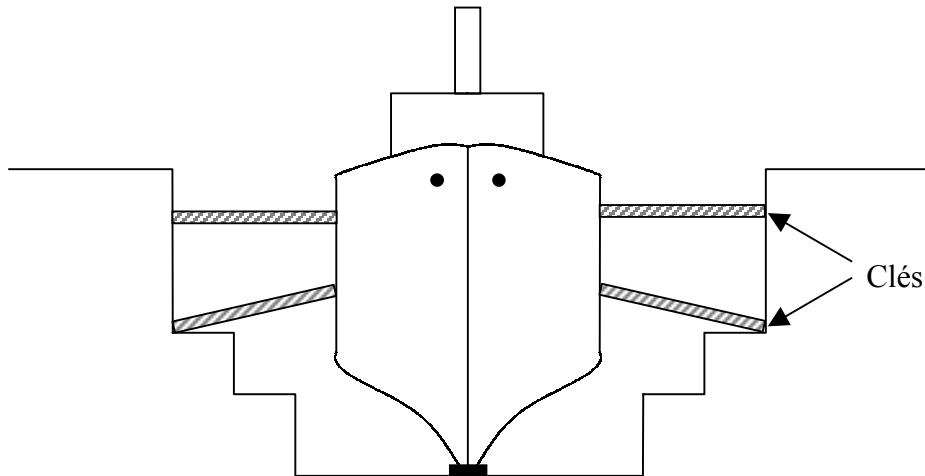
Comme on l'a indiqué, les navires reposent sur des lignes d'appuis, appelés **tins**; ces appuis sont des pièces de faible section d'une hauteur réglable voisine de 1,50 m.

Les navires échoués reposent sur une ou plusieurs **lignes de tins** disposées au fond de la forme (**radier**) de telle manière qu'ils s'appuient sur les points forts de leurs structures. Chaque navire ayant ses propres caractéristiques, on conçoit que le plan d'échouage devra être repris à chaque fois. Pour assurer un échouement en toute sécurité, une immobilisation absolue du navire doit être maintenue durant toute l'opération (ce qui est du ressort des équipes de bassin). Les **tins** sont généralement en bois massif, boîtes à sable... Ils ne sont pas fixés d'une façon rigide au radier. Il s'ensuit qu'on doit éviter de trop fortes turbulences d'eau à l'intérieur du bassin. Lorsque l'arrière du navire a franchi le seuil d'entrée de l'ouvrage il ne faudra plus se servir de la machine. Si les remorqueurs pénètrent avec le navire dans la forme, il faut dans la mesure du possible en modérer l'utilisation (dans les ports qui disposent de remorqueurs type Voith-Schneider, on les utilisera de préférence pour ce faire). Toujours pour les mêmes raisons, les propulseurs d'étrave sont à utiliser

avec modération. Enfin, lors du passage des amarres à terre ( fils d'acier surtout) on devra veiller à ce qu'elles ne coulent pas et n'accrochent ainsi les tins.

Les **clés** ou **épontilles**, sont des pièces de bois placées entre les sangles des redans et le bordé du navire pour le caler et l'empêcher de basculer autour de sa quille.

Certains navires à quille étroite ou fond en forme doivent être immobilisés verticalement à l'aide **d'accordes** placées sur un ou plusieurs niveaux.



Dans ces conditions ces navires doivent rester rigoureusement "droits" durant tout leur séjour en forme. Les transferts de ballasts ou de poids importants sont exclus.

## 4.4 OUVRAGES POUR LES CONSTRUCTIONS ET REPARATIONS NAVALES

### 4.4.1 GENERALITES

Il existe deux sortes d'ouvrages pour les constructions et réparations navales : les ouvrages pour les opérations à sec et les ouvrages pour les opérations à flot.

#### Ouvrages pour les opérations à sec

Ils permettent de sortir de l'eau et de remettre à flot un navire. Ils sont désignés généralement sous le nom d'**ouvrages de radoub**. On les utilise principalement pour la réparation navale

#### Ouvrages pour la réparation à flot et l'achèvement des navires

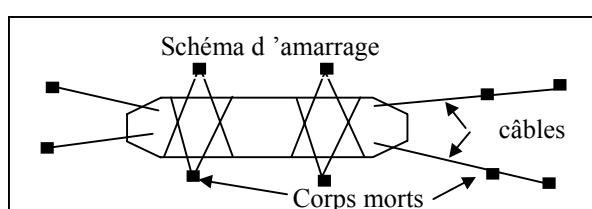
Ce sont des quais d'armement et de réparation où les navires sont amarrés pour permettre leur achèvement ou les réparations qui ne nécessitent pas leur mise à sec.

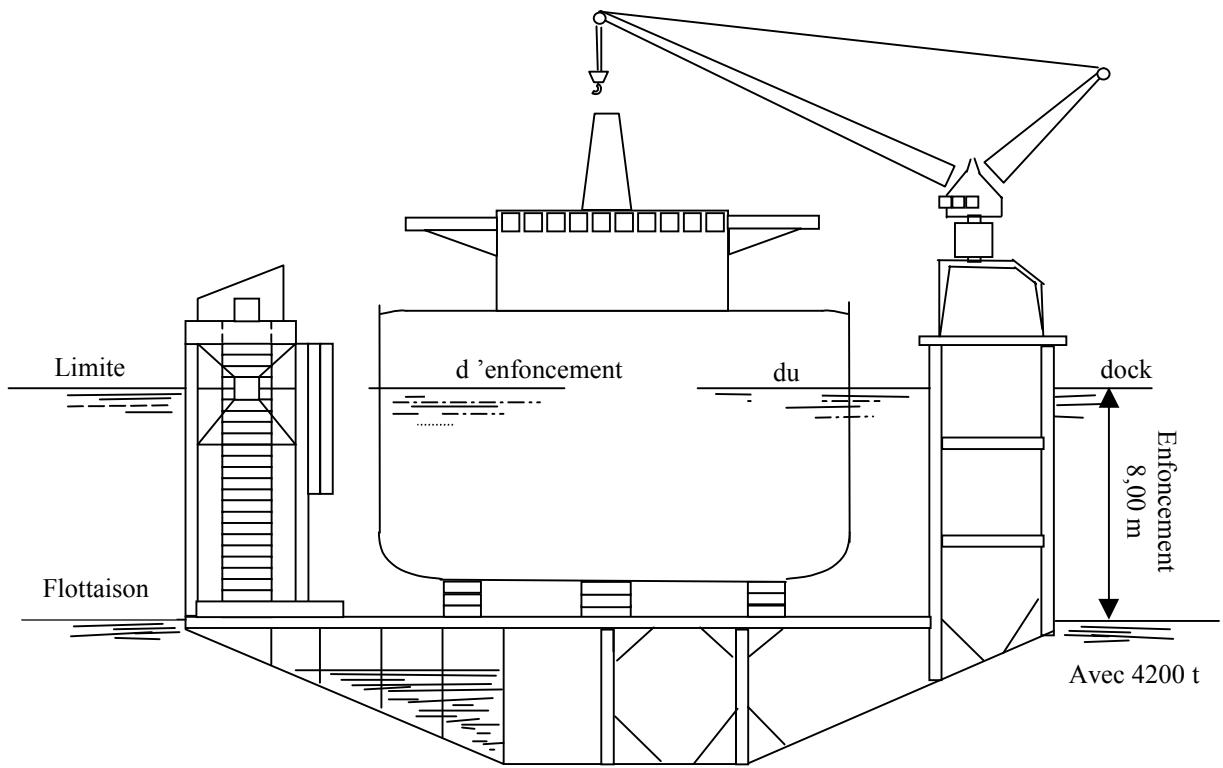
#### 4.4.1.1 Formes de radoub

Les ouvrages de radoub les plus répandus sont les formes. Ils ont été examinés au paragraphe précédent.

#### 4.4.1.2 Docks flottants

Un dock flottant est un flotteur en forme d'U, dont on peut régler la flottabilité par des mouvements de lest liquide, qui peut recevoir un navire entre les branches de l'U (ou murailles) en position immergée, et le maintenir à sec en position haute pour les travaux d'entretien ou de réparation.





**Dock flottant (coupe en travers)**

Le navire repose sur la partie inférieure du dock, ou ponton, par l'intermédiaire d'une ou plusieurs lignes de tins, comme dans les formes de **radoub**.

Il est tenu latéralement par des "**accordes**" coincées entre la coque et les murailles lorsqu'on ne dispose que d'une seule ligne de tins.

Les murailles sont des flotteurs d'équilibre dont la partie constamment émergente assure à l'ensemble une certaine stabilité de forme. Ils servent en outre, à supporter l'équipement du dock, pompes, grues, cabines de manœuvre, groupes électrogènes...

L'amenée au lieu d'utilisation se fait par remorquage, sur des distances parfois considérables ; un tel remorquage sur de grandes distances exige de très sérieuses précautions concernant l'état de la mer.

#### 4.4.1.3 Cales de halage (ou slip-ways)

Une **cale de halage** est un plan incliné sur lequel on hale le navire après l'avoir fait reposer sur un chariot appelé **ber** ou **berceau**, roulant sur une voie.

Il existe deux types de cales :

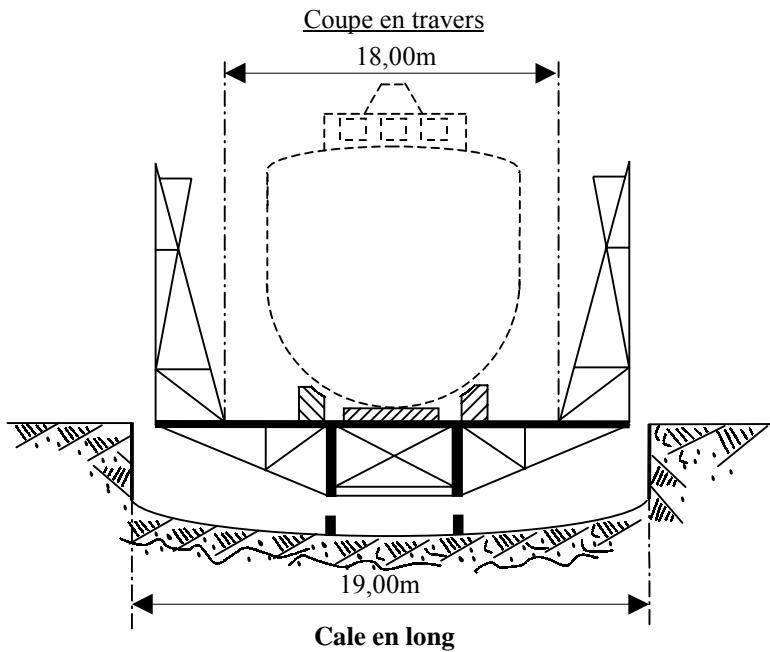
- les cales longitudinales ou en long, perpendiculaires à la rive, où l'axe du navire est parallèle à l'axe de la voie ;
- les cales transversales ou en travers, parallèles à la rive, où l'axe du navire est placé normalement à la voie ou aux voies de roulement.

##### Cales en long

Une cale en long comporte essentiellement, un chemin de roulement généralement constitué de deux rails reposant sur des longrines convenablement entretoisées et portée par des pieux ou des piles.

La pente est généralement uniforme, voisine de 5%.

Le ber roule sur ces rails par l'intermédiaire de trains de galets. Il comporte une ligne centrale de tins fixes et deux lignes de tins mobiles, que l'on peut manœuvrer d'une passerelle solidaire du ber pour les appuyer sur la coque du navire.



Le ber est halé par un câble de forte section à l'aide d'un puissant treuil. La vitesse de halage est de l'ordre de 2 à 3 m par minute.

La puissance de soulèvement est faible. Ces engins ne sont en général utilisés que pour des navires d'un déplacement maximum de 2 500 t.

#### Cales en travers

#### Garages

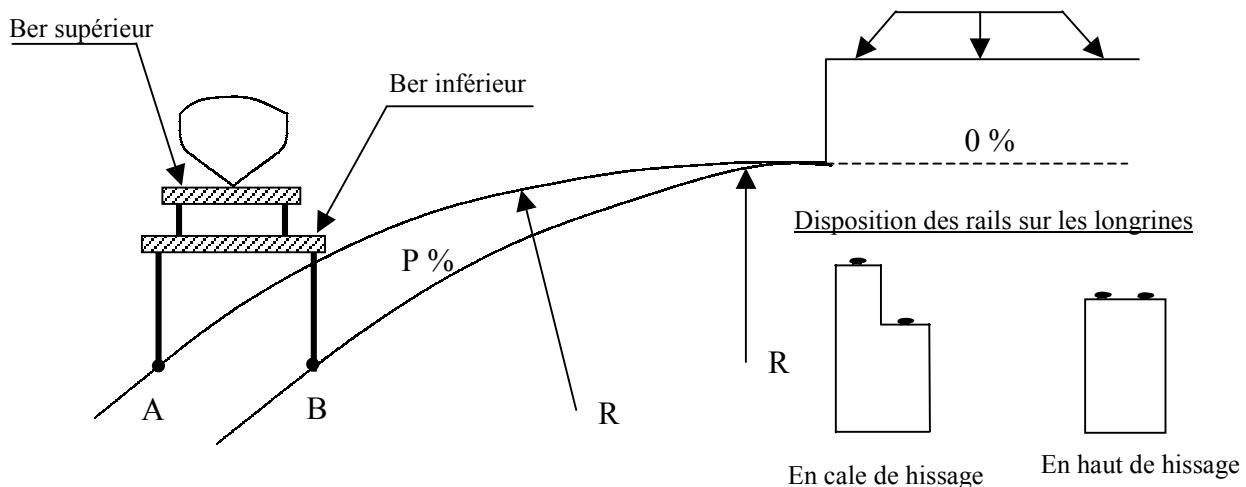


SCHÉMA D 'UNE CALE EN TRAVERS\_ (en rails dénivélés)

Les dispositions des cales en travers ne diffèrent pas essentiellement de celles des cales en long.

Comme ces dernières, elles sont constituées de chemins de roulement reposant sur les longrines, sur lesquelles roule un ber.

Mais la disposition en travers permet plus aisément de desservir plusieurs garages, situés de part et d'autre de la partie supérieure de la cale dont la pente est atténuée à cet effet : le ber de halage supporte alors un second ber mobile reposant sur une voie qui peut être placée dans le prolongement exact de l'une des voies de garage. Ce chariot porte le navire sur un attinage. On le hale sur la voie de garage et l'on peut alors disposer à nouveau du ber de hissage pour une autre opération.

On obtient l'atténuation nécessaire de la pente des chemins de roulement en les constituant par deux cours de rails:

- l'un, inférieur, sur lequel roule le train de galets avant du ber de hissage;
- l'autre, supérieur, sur lequel roule le train de galets arrière.

Ces deux cours de rails sont décalés l'un par rapport à l'autre d'une translation horizontale égale à la distance des essieux AV et AR du ber.

Dans ces conditions, le mouvement des bers au cours du hissage est un mouvement de translation pendant lequel ils restent horizontaux.

La pente de la partie inférieure de la cale est assez forte, de l'ordre de 15 à 20%.

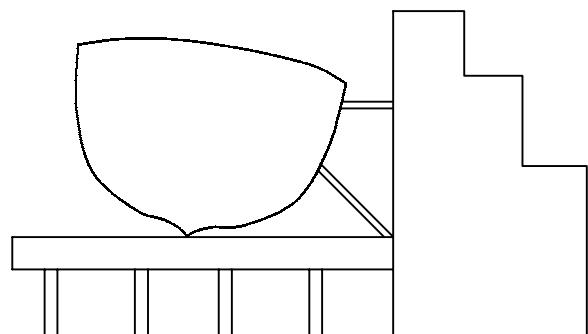
La pente de la partie supérieure desservant les garages est au contraire, très faible, voisine de 1%. Les deux alignements sont réunis par un raccordement circulaire.

#### 4.4.1.4 Grils de carénage.

Les grils de carénage sont des ouvrages assez simples qu'on rencontre seulement dans les ports à forte amplitude de marée.

Ils comportent une plate forme d'échouage, constituée en général d'une ligne de tins fixes d'assez grande longueur (d'où le nom de gril) supportée par des pieux verticaux.

Le navire se place en flottaison sur cette plate-forme à marée haute et s'y échoue à marée descendante. L'ouvrage est complété par deux ou trois estacades d'épaulement sur lequel le navire vient s'appuyer et s'amarrer pour éviter de chavirer.



GRIL DE CARÉNAGE

On peut travailler quand la marée est descendue au-dessus du niveau de la plate-forme d'échouage. La cote de la plate-forme est si possible déterminée pour que la durée de travail ne soit pas inférieure à trois heures par marée.

Les grils sont construits en bois ou en béton. Leur calcul est très simple et leur construction ne pose aucun problème particulier.

On ne les utilise plus guère, malgré leur modeste coût de construction et d'exploitation, car ils imposent une très courte durée de travail à des horaires variables. Ils restent cependant très pratiques pour effectuer un examen rapide de coque.

#### 4.4.1.5 Cales de lancement

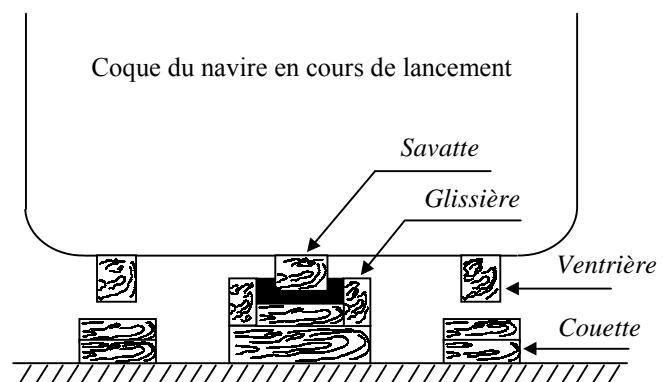
Les cales de lancement sont des plans inclinés analogues aux cales de halage, mais dépourvues de ber. La coque y est en général placée normalement à la rive comme une "cale en long".

La cale est construite sur une ligne de tins analogues à celles des formes. On peut l'effacer par des procédés semblables à ceux utilisés pour le décintrement des voûtes pour faire reposer la coque sur une ou deux coulisses par l'intermédiaire d'une pièce de glissement centrale appelée la **savate** et de **ventrières** latérales venant s'appuyer sur les **couettes** pour parer à toute éventualité de chavirement.

Au moment du lancement, les glissières sont très abondamment graissées, les étais latéraux sont progressivement enlevés et, en dernière opération, une tige métallique retenant la savate est coupée au chalumeau.

La coque et la savate amorcent alors le mouvement de glissement et se séparent au moment où la coque touche l'eau.

Pour limiter la course de la coque, on la munit en général, sur son arrière, d'un panneau transversal dont le déplacement dans l'eau freine puissamment le mouvement; on limite également sa course en lui faisant traîner des paquets de lourdes



chaînes sur la cale qui introduisent une résistance suffisante pour la freiner sans imposer de choc trop brutal à la coque.

#### **4.4.1.6 Cales de construction.**

Comme on l'a déjà signalé, une cale de construction ne diffère pas, dans son principe, d'une classique forme de radoub: la coque du navire est construite sur des lignes de tins; lorsque la coque est achevée, la cale est mise en eau et le navire sort par flottaison.

#### **4.4.1.7 Ouvrages pour les opérations à flot.**

Ce sont les quais d'armement pour l'achèvement des navires à flot des navires en construction, et les quais de réparation à flot.

Nous ne les mentionnons ici que pour mémoire, car leurs dispositions ne diffèrent pas de celles des ouvrages d'accostage décrits par ailleurs. Ils doivent être desservis par des engins de levage et par des canalisations de distribution de fluides divers (eau, air comprimé, courant électrique continu et alternatif, etc.).

Ils doivent être bordés par des terre-pleins suffisamment larges pour recevoir les ateliers de chaudronnerie, mécanique, menuiserie, charpente, etc.

## **CHAPITRE 5 L'AMARRAGE DU BATIMENT**

<b>5.1</b>	<b>L'AMARRAGE DES BÂTIMENTS</b>	<b>114</b>
<b>5.2</b>	<b>LES AUSSIÈRES</b>	<b>115</b>

## 5.1 L'AMARRAGE DES BATIMENTS

Le bâtiment qui n'est pas mouillé sur rade foraine peut occuper diverses positions à quai.

L'amarrage est réalisé par des aussières capelées sur des bittes d'amarrage ou des bollards.

Pratiquement on admet des efforts de 50 tonnes par bollard et 100 à 150 tonnes pour les appontements réservés aux grands navires.

Ils sont espacés généralement de 20 à 25 mètres.

Les bollards des appontements pétroliers ou minéraliers qui reçoivent plusieurs aussières sont calculés pour résister à des efforts de 200 à 300 tonnes.

### 5.1.1 AMARRAGE LE LONG D'UN QUAI

L'amarrage est réalisé par des aussières capelées sur des bollards. L'ancre du large est quelquefois mouillée pour faciliter l'appareillage. Dans les ports à ressac, le navire prend souvent un grelin devant et derrière.

### 5.1.2 AMARRAGE A UN APPONTEMENT

Ceci est fréquent pour les pétroliers, notamment en rivière. Seules les gardes montantes du navire sont capelées sur les bollards de l'appontement. Les autres amarres du bord sont capelées sur des gabions ou sur des coffres. Le navire prend ensuite des amarres de poste, reliés à une lourde chaîne dont l'extrémité est assujettie à un bloc de béton en souille au fond ou à terre. Le bout libre de l'amarrage de poste est prolongé par une "**queue de rat**", fil d'acier de faible diamètre se terminant par un œil que l'on amarre avec une garcette sur l'appontement. Les lamaneurs donnent une vérine au navire, frappent l'autre extrémité sur l'œil de la queue de rat, puis larguent la garcette. Le bord vire la vérine, puis la queue de rat, puis l'amarre de poste qui sera ensuite bossée avec une chaîne et tournée.

### 5.1.3 AMARRAGE EN POINTE

Le navire est amarré perpendiculairement au quai. Les navires amarrent l'avant à quai et l'arrière est tenu par des aussières capelées sur un coffre. Les navires de commerce, et en particulier ceux avec une rampe arrière, s'amarrent "le cul à quai", l'avant étant tenu par deux ancrues affouchées. Cet amarrage, très en vogue en Méditerranée avec les rouliers, est pratique car le navire n'utilise qu'une trentaine de mètres de quai. En revanche, il présente un inconvénient : par fort vent de travers, le navire tient mal car il est difficile de mouiller correctement les deux ancrues, et surtout d'élonger les chaînes de façon qu'elles rappellent suffisamment du travers.

### 5.1.4 EMBOSSEAGE

L'embossage entre deux coffres se fait beaucoup dans les estuaires et rivières du monde entier, le transbordement des marchandises se faisant sur chalands.

L'embossage entre deux ancrues affouchées, l'arrière étant amarré sur des coffres ou bouées, est pratiqué par les pétroliers sur rade foraine. L'amarrage terminé, le navire relève un flexible sur flotteur, qui se branche sur le circuit du bord.

### 5.1.5 AMARRAGE A COUPLE

On utilise la même méthode d'amarrage que le long d'un quai. Dans les ports militaires, les grands bâtiments amarrés à couple sont séparés par des **ras débordoirs**. Le bâtiment extérieur prend des amarres de poste.

Les bâtiments de commerce utilisent parfois ce type d'amarrage. Des pétroliers dits "allégeurs" accostent de gros pétroliers au mouillage ou même en route mais à très faible vitesse. Il est nécessaire alors de mettre en place de grosses défenses mises en place par bossoirs oscillants.

### 5.1.6 AMARRAGE SUR COFFRE

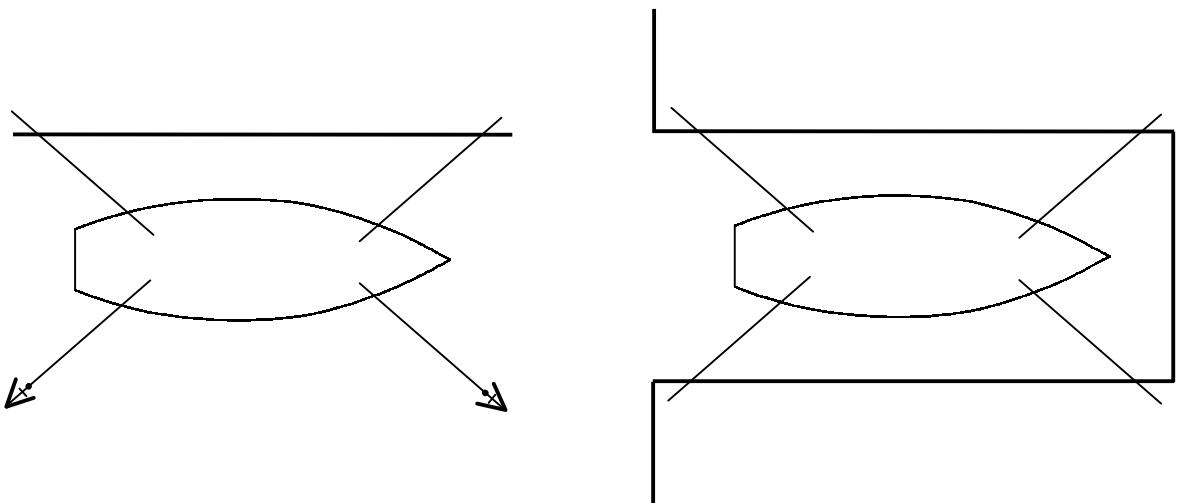
L'amarrage sur coffre ou sur bouée se pratique depuis très longtemps sur les rades du monde entier. Dans les zones de forage pétrolier, les navires amarrent l'avant sur une bouée ou sur une tour puis relèvent un flexible de chargement.

Ce procédé est appelé S.P.M. (single point mooring).

La S.P.M. à caténaire se compose essentiellement d'un flotteur du type bouée, supportant de 6 à 8 chaînes en étoile, assujetties soit à des ancrues, soit à des corps morts et plus fréquemment à des pieux forés ou battus. Ce

type de bouée utilise l'effet élastique de la chaînette, laquelle travaille en partie comme absorbeur de choc. Tout en conservant les propriétés élastiques du caténaire (effet poids), on "prétensionne" les chaînes pour permettre au flotteur de suivre les mouvements de la marée et de la houle : tout en limitant son excursion horizontale, on élimine les risques de rupture des tuyauteries sous-marines de transfert

### 5.1.7 AMARRAGE A QUATRE



## 5.2 LES AUSSIERES

### 5.2.1 APPELLATION DES AUSSIERES

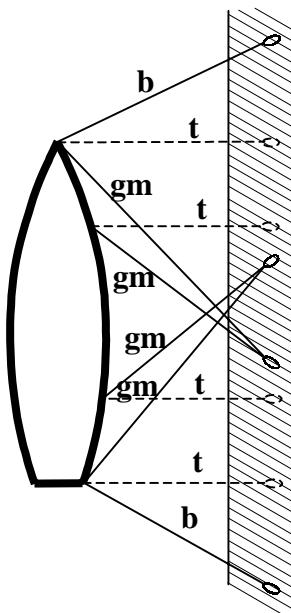
Selon la direction dans laquelle s'effectue la traction par rapport à l'axe du bâtiment, ou selon le chaumard par laquelle elle passe, une aussière porte des noms différents classés ainsi par leurs effets::.

### 5.2.2 EFFETS DES AUSSIERES

#### 5.2.2.1 Amarre de pointe (ou debout)

C'est une aussière qui sort d'un chaumard avant et tend à faire avancer ou, qui sort d'un chaumard arrière et tend à faire culer, lorsqu'elle est virée. Sur la figure, les aussières *b* sont des aussières de "pointe"; elles sortent en général des chaumards situés les plus près des extrémités du navire.

Dans le langage courant, le manœuvrier emploie les termes "virer la pointe" ou "choquer la pointe".



#### 5.2.2.2 Traversier

C'est une aussière appelant par le travers du bâtiment. Sur la figure, ce sont toutes les aussières *t*, quel que soit le chaumard utilisé. Elles donnent naissance essentiellement à des composantes d'évolution et de dérive.

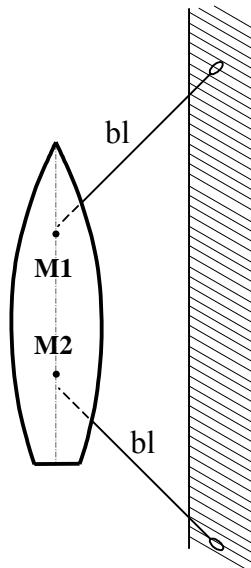
### 5.2.2.3 Garde montante

C'est une aussière qui sort d'un chaumard avant et tend à faire culer ou, qui sort d'un chaumard arrière et tend à faire avancer, lorsqu'elle est virée.

Les amarres *gm* de la figure sont des **gardes montantes**; elles sont passées rarement dans les chaumards d'extrémité, mais de préférence dans des chaumards à rouleaux, plus rapprochés du milieu, qui diminuent le frottement (celui-ci casse rapidement les torons de l'aussière).

Une même aussière servant de pointe à l'avant peut devenir "traversier", puis "garde montante" au fur et à mesure que le bâtiment avance.

### 5.2.2.4 Amarre "embelle" ou "en embelle"



Ce sont, en réalité, des aussières de **pointe**, utilisées à partir de chaumards situés à une certaine distance des extrémités du bâtiment. Leur particularité est de créer un couple évolutif beaucoup moins important que les aussières de pointe envoyées par les chaumards extrêmes, car leur prolongement passe par des points de l'axe du navire situés beaucoup plus près des centres de dérive M1 et M2 correspondant à leur direction.

Le terme "**aussière de halage**" sert parfois à désigner toutes les aussières utilisées pour faire avancer ou reculer le bâtiment; "**aussière de retenue**" étant appliqué à celles qui tendent à freiner son mouvement.

### 5.2.2.5 Effets d'une aussière sur un navire

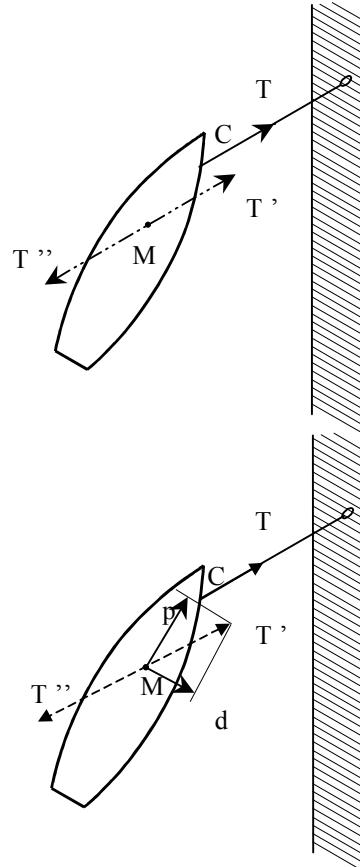
Dans l'étude des résistances de carène, nous sommes parvenus à la conclusion que la traction d'une remorque pouvait équilibrer la résultante des résistances de carène appliquées au centre de dérive M. A chaque position de ce point M correspond une direction de la tension et un angle de dérive bien déterminés.

La tension T créait alors une force de propulsion (opposée à la résistance à l'avancement) et une force de dérive (opposée à la résistance à la dérive). Mais l'aussière qui passe par le chaumard C par exemple, assez distant du point M, provoque un couple TT'', qui fait tourner le bâtiment autour du point M, point dont la position varie d'ailleurs au cours de l'évolution.

D'une façon générale, sous l'action d'une aussière, un navire:

- évolue (couple TT'')
- prend de l'erre en avant ou en arrière, composante p de la traction
- dérive, composante d de la traction

Il en est de même de l'action d'une chaîne travaillant dans des conditions analogues



**Effet d'évolution.**

Le couple  $TT''$  est d'autant plus important :

- que le chaumard est situé plus près de l'avant ;
- que la direction de l'aussière fait un angle plus grand avec l'axe du bâtiment (ceci découle surtout du changement de position du point M qui s'éloigne du chaumard et se rapproche du centre de gravité g de la carène).

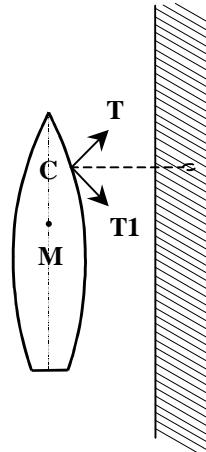
Le pivotement se faisant autour du point M, il faut s'assurer que le côté bâbord arrière est libre (cas de la figure) avant de virer l'aussière appelant du chaumard tribord avant.

### **Effet de propulsion (ou de freinage).**

Si l'aussière appelle de l'avant du travers du chaumard C, elle aura pour effet, soit de faire avancer le bâtiment s'il est sans erre ou avance déjà, soit de le freiner, s'il cule. Le premier cas correspond à une aussière qu'on vire pour maintenir sa tension, le second cas est celui d'une aussière qu'on fait riper pour éviter sa rupture.

Inversement, une aussière qui appelle de la direction T1, sur l'arrière du travers, tend à faire culer le bâtiment si on la vire, ou à le freiner si on la fait riper (cas d'un bâtiment ayant de l'erre en avant).

De toute façon, plus la tension est orientée dans une direction proche de l'axe du bâtiment, plus son action propulsive (ou de freinage) est grande.



### **Effet de dérive**

Le navire dérive du bord vers lequel appelle l'aussière. Lorsque l'aussière passe par un chaumard situé près du milieu du bâtiment, cette dérive est nette, mais elle n'est jamais rapide, par suite de l'importance des résistances de carènes.

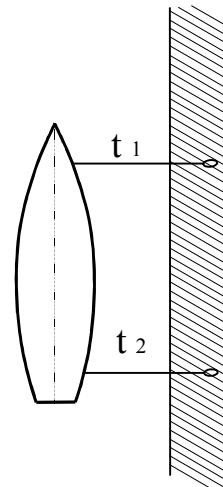
Si, au contraire, l'aussière passe par un chaumard extrême avant, ou extrême arrière, l'importance du couple évolutif l'emporte de beaucoup sur la dérive. Le navire pivote autour de son centre de dérive plus qu'il ne dérive. C'est pourquoi, il est difficile d'accoster un bâtiment avec une seule aussière. Pour la même raison, les navires disposent en général de plusieurs chaumards assez éloignés des extrémités; leur utilisation donne lieu à un couple évolutif moins important (aussière embelle).

#### **5.2.2.6 Effets de plusieurs aussières sur un navire.**

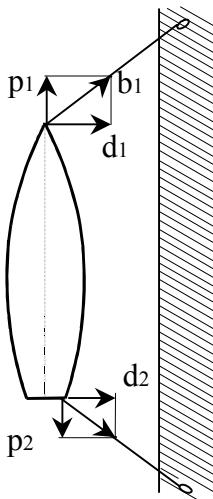
##### **Action de deux traversiers.**

Il est bien certain que, lorsque les deux traversiers  $t_1$  et  $t_2$  sont virés ensemble à la même vitesse, aucune force propulsive n'existe, et que leur couples évolutifs s'annulent. Il y a seulement dérive; le bâtiment se rapproche du quai et lui reste parallèle, si la manœuvre simultanée des deux aussières est bien faite.

Ce n'est pas toujours facile, parce que le centre de dérive transversal ne se trouve pas au milieu du bâtiment, et surtout parce que les treuils avant et arrières n'ont pas généralement les mêmes caractéristiques. Pour l'un ou l'autre, virer lentement, ou "en route", ne correspond pas à une même vitesse d'avalement de l'aussière. Les officiers de plage avant et arrière doivent donc faire preuve d'initiative, lorsqu'ils sont suffisamment informés de la manœuvre à exécuter, et faire fonctionner le treuil à la vitesse qui convient.



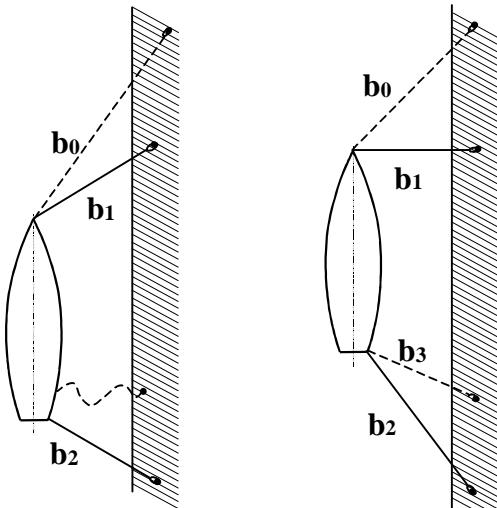
### Action de deux aussières de pointe.



En virant simultanément deux aussières de pointe  $b_1$  et  $b_2$  à des vitesses convenables, les forces propulsives  $p_1$  et  $p_2$  s'opposent, les couples évolutifs s'annulent également, seules les forces de dérive agissent et font accoster le bâtiment. Mais elles sont faibles, proportionnellement à la tension, et le bâtiment offre une forte résistance de carène au déplacement latéral. Si le vent souffle légèrement vers le quai, la manœuvre sera facile ; S'il souffle à écarter du quai, elle pourra devenir impossible.

Les aussières de pointe servent surtout à faire avancer ou reculer le bâtiment le long d'un quai ; on vire l'une, on choque l'autre en la faisant riper.

Mais on conçoit très bien que, si le vent ne tend pas à écarter le bâtiment du quai, les composantes de dérive le font alors appuyer fortement sur les défenses. Il y a friction importante, et le bâtiment avance parfois avec peine.



**Position 1**

**Position 2**

Pour éviter dans une telle manœuvre que la composante de dérive ne soit trop forte, il est avantageux de mettre la pointe très loin en avant, de façon qu'elle fasse un angle très faible avec l'axe du bâtiment; elle s'appelle alors "**pointe longue**". Supposons un navire qui veut avancer d'une quarantaine de mètres le long du quai, et qui a déjà disposé une pointe avant  $b_1$ , et une pointe arrière  $b_2$ .

Il envoie une pointe longue  $b_0$ , loin sur l'avant et la vire doucement; il choque en même temps  $b_2$  en la faisant riper. Le mou de  $b_1$  peut se reprendre à la main.

Lorsque le bâtiment atteint son nouveau poste,  $b_0$  est devenue une aussière de pointe avant normale,  $b_1$  sert de traversier;  $b_2$  est devenue une pointe longue arrière.

Il faudra éventuellement la rentrer si elle engage un bolard trop éloigné, et la remplacer par une pointe  $b_3$ .

Aussi est-il judicieux avant de commencer la manœuvre, de passer un traversier arrière qui, choqué doucement pendant le mouvement en avant du bâtiment, se trouvera disposé pour servir ensuite de pointe  $b_3$ .

### Action de deux ou plusieurs aussières quelconques.

Il résulte des explications précédentes :

- que les traversiers font accoster l'avant, ou l'arrière, ou les deux à la fois;
- que les aussières de pointe de l'avant font avancer, et un peu accoster lorsqu'elles sont virées, freinent et font accoster lorsque le bâtiment cule ;
- que les aussières de pointe de l'arrière font reculer et un peu accoster lorsqu'elles sont virées, freinent et font accoster lorsque le bâtiment avance ;
- la garde montante avant agit pour l'avant comme une aussière de pointe arrière agit pour l'arrière ;
- la garde montante arrière agit pour l'arrière comme une aussière de pointe avant agit pour l'avant.

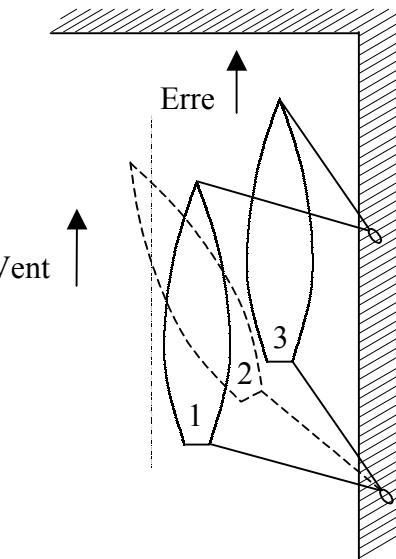
Ainsi apparaît toute la gamme de manœuvre d'aussières fréquemment utilisées pour déplacer le bâtiment, l'amarrer dans un port ou en appareiller.

En particulier, lorsqu'un vent violent souffle de l'avant au cours d'une manœuvre de déplacement, le mouvement en avant du navire sera facilité en faisant virer une garde montante de l'arrière en même temps que la pointe avant (chaumard à rouleau préférable). A défaut d'autre point fixe, cette garde montante (si elle est assez longue) peut être envoyée sur le même bollard que la pointe avant.

L'utilisation de deux aussières travaillant ensemble à freiner le bâtiment, une de l'arrière et une de l'avant, est très fréquente dans les manœuvres de port, en particulier dans les endroits où un navire ne peut utiliser sa machine pour s'arrêter. Il en sera de même si, après s'être étalé sur ses hélices, il reprend de l'erre en avant sous l'influence d'un fort vent arrière.

En se servant uniquement de l'aussière de pointe AR, il viendrait de la position 1 à la position 2. Si, par malheur, elle casse, il va buter de l'avant dans le quai perpendiculaire. Au contraire, s'il utilise deux aussières, elles le freinent et le font dériver, le bâtiment s'arrête en accostant parallèlement au quai dans la position 3.

Enfin deux aussières sont plus sûres qu'une seule pour s'arrêter devant un obstacle. N'oublions jamais le vieil adage du bosco: "**trop fort n'a jamais manqué**".



#### Aussières d'amarrage.

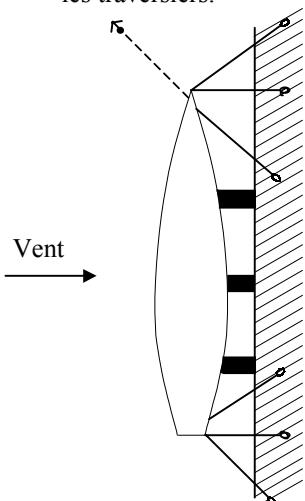
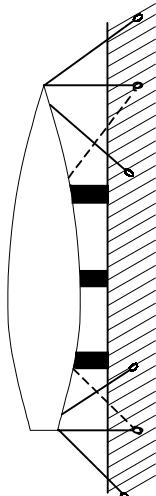
Un bâtiment amarré le long d'un quai au moyen d'aussières, doit être entravé dans ses mouvements longitudinaux (avancée ou reculée), ses mouvements latéraux (écartement ou enfouissement du quai), et ses mouvements de pivotement autour de l'avant ou de l'arrière, ne serait-ce que pour éviter la chute à l'eau des coupées (ou autres passerelles). De plus, il doit pouvoir demeurer dans cette situation en toute sécurité, dans un endroit à fort courant, si le vent vient à forcer, ou si se lève un léger ressac le long du quai.

C'est pourquoi d'une façon classique, un bâtiment est toujours amarré par 6 aussières, trois de l'avant (pointe, traversier, garde montante avant) et trois de l'arrière (pointe, traversier, garde montante arrière).

Suivant le lieu, l'importance du bâtiment, le temps, toutes ces aussiières ou seulement une partie d'entre elles sont doublées ou triplées.

Lorsque le nombre des bollards est insuffisant, la disposition des aussières est choisie pour maintenir, autant que possible, le principe de l'amarrage idéal qui vient d'être décrit à titre d'exemple:

- à la place des traversiers, il est possible d'utiliser des pointes courtes (ou pointes embelles), ou des gardes montantes courtes en les doublant ;
- la garde montante de l'avant et la garde montante de l'arrière peuvent être installées sur le même bollard ;
- lorsqu'il n'est pas pratique de mettre une pointe suffisamment longue à l'avant, la pointe courte est triplée et la garde montante arrière est doublée ;
- une garde montante très longue à l'arrière peut être disposée sur le même bolard que le traversier avant ;
- des amarres embelles peuvent servir de pointes (en pointillé sur la figure ci-dessus) et être capelées sur les mêmes bolards que les traversiers.

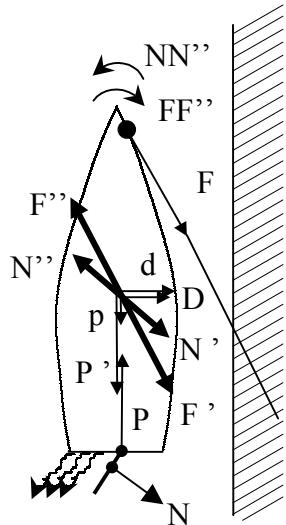


Enfin, lorsque le vent est violent et porte vers la terre, on peut **mouiller une ancre du côté opposé au quai**. La chaîne, légèrement raidie, empêche alors la partie avant du bâtiment, la plus sujette à l'action du vent à cause de la prédominance du fardage (passerelles, teuge...) de forcer contre les défenses. Elle a, de plus, l'avantage de faciliter ensuite l'appareillage si le vent reste le même.

Théoriquement, l'effet de cette chaîne, pourrait être remplacé par l'action d'un traversier très raide forçant à l'arrière du bord opposé. Mais, pratiquement, il est très difficile de le raidir suffisamment. Parfois, il prend du mou de lui-même, parfois il est nécessaire de lui en laisser volontairement pour tenir compte de la marée. Enfin, il ne faut oublier qu'un traversier est en général une aussière courte qui manque par conséquent d'élasticité. Cette question ne doit jamais être perdue de vue dans les ports à forte marée, et dans ceux où se font sentir la houle ou le ressac.

### 5.2.2.7 Effet combiné d'une garde, de l'hélice et du gouvernail

Cet effet combiné sera utilisé par exemple pour s'accoster (ou appareiller) avec l'aide d'une garde. En battant AV avec de la barre à gauche il est possible de se rapprocher du quai et de s'accoster tribord à quai.



La force de propulsion  $P$  s'oppose à  $P' + p$  (force de freinage du gouvernail).

L'effet du gouvernail (couple  $NN''$ ) s'oppose à l'effet évolutif de la garde (couple  $FF''$ ).

Il ne reste que la somme des forces  $D + d$  qui amène le bâtiment à quai.

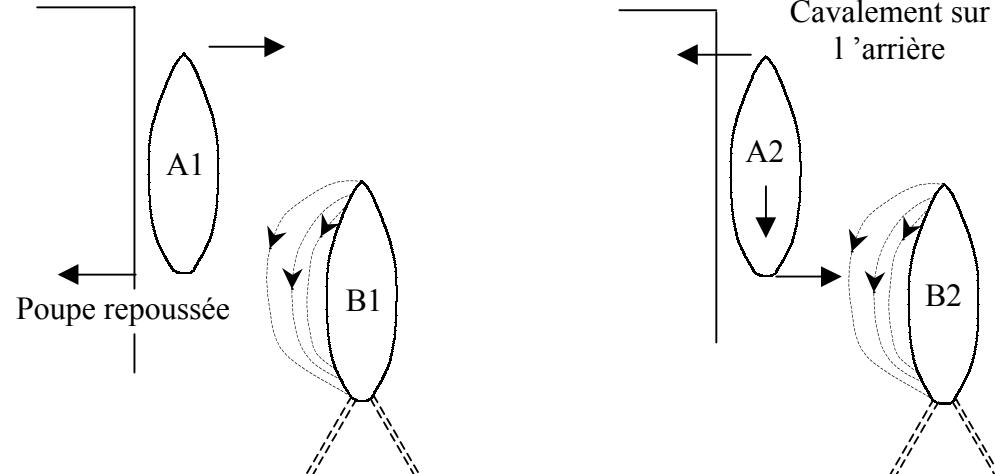
Cette méthode sera utilisée par un remorqueur désirant s'atteler à couple d'un engin, d'une barge, qu'il devra déplacer.

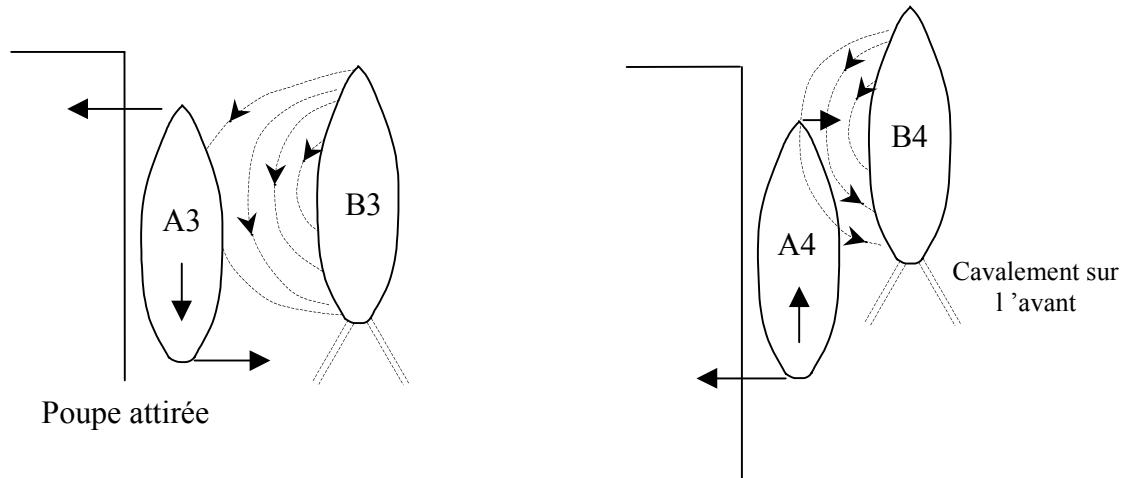
### 5.2.2.8 Effets provoqués par le passage d'un navire

Un navire à quai joue considérablement sur ses amarres, avant et après le passage d'un navire. En rivière, un navire amarré peut être sensible à l'onde provoquée par un navire marchant à vitesse de croisière et se trouvant encore à plusieurs milles.

En conséquence, à l'approche d'un appontement occupé, il faut réduire sa vitesse assez tôt. En faisant route à très faible vitesse, l'onde précédant le navire ne se fera sentir qu'à un quart de mille environ. Les mouvements du navire à quai sont dus aux phénomènes de matelas d'eau et de succion, existant à l'avant et l'arrière d'un navire passant à proximité.

Les figures ci-dessous montrent les effets provoqués par un navire passant très près d'un navire à quai.





### 5.2.2.9 Effet du courant sur un navire amarré

Avec un courant de rivière montant à 5 nœuds, un navire peut prendre un enfoncement de près de 50 cm et toucher le fond.

Cet enfoncement est dû à la diminution de poussée provoquée par la vitesse des filets d'eau passant sous la coque (effet de tuyère et de Venturi).



**TITRE 2            LA MANŒUVRE DU BATIMENT :  
                      MANŒUVRE DE PORT**

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES DE MANŒUVRE DES BÂTIMENTS</b>	<b>125</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MANŒUVRES DE PORT</b>	<b>149</b>
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LES MANŒUVRES DE PORT SANS UTILISATION DE REMORQUEUR</b>	<b>165</b>
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>LES MANŒUVRES DE PORT AVEC UTILISATION DES REMORQUEURS</b>	<b>239</b>



## **CHAPITRE 1 CARACTERISTIQUES DE MANŒUVRE DES BÂTIMENTS**

<b>1.1</b>	<b>MANŒUVRIERS ET BÂTIMENTS</b>	<b>126</b>
<b>1.2</b>	<b>FORMES ET CARACTÉRISTIQUES INFLUENTES</b>	<b>128</b>
<b>1.3</b>	<b>GÉNÉRALITÉS SUR LES MANŒUVRES DES BÂTIMENTS À 1 OU 2 HÉLICES</b>	<b>131</b>

## 1.1 MANŒUVRIERS ET BATIMENTS

Le titre 1 avait pour but de détailler et d'expliquer les problèmes qui se posent à tout futur manœuvrier, et de lui donner un aperçu des différentes contraintes auxquelles est soumis un bâtiment.

Le titre 2 s'attache à l'étude des méthodes de manœuvres les plus usuelles, et doit servir de guide aux futurs chefs du quart et aux commandants. Il n'est question ici que de manœuvre se présentant couramment à la mer ou dans les ports.

Les qualités propres de chaque bâtiment interviendront dorénavant très largement.

### **Que faut-il en connaître pour bien manœuvrer en toute circonstance?**

Peut-on devenir brillant manœuvrier sans en avoir reçu le don "de naissance" ?

La question reste ouverte, mais quiconque connaît bien un bâtiment et son comportement, agit avec sang froid après une mûre réflexion qui prend en compte tous les paramètres en jeu, peut prétendre à manœuvrer de façon très correcte.

Une fois les principes de manœuvre assimilés, les caractéristiques du bâtiment apprises (Registre de Préparation au Combat) il faut surtout acquérir beaucoup de **pratique**, et notamment l'art d'estimer au plus juste, à tout moment, la vitesse, l'inertie, la distance et la position du navire par rapport à ce qui l'entoure : c'est "**le coup d'œil du manœuvrier**". Attention cependant à l'excès de confiance en soi que procure une longue pratique : humilité et modestie restent la règle car même les meilleurs ont aussi le droit à l'erreur.

Il est indispensable pour bien manœuvrer, de posséder, outre la connaissance des caractéristiques de manœuvre du bâtiment, les informations détaillées du port que l'on atteint ou d'où l'on appareille (cartes, sondes, marées, courants, vents, chenaux, feux, dangers, guide du port etc.).

Pour toute manœuvre hors du port base, et même dans ce dernier si elle présente un coté inhabituel, une **réunion de préparation de la manœuvre** doit être organisée par le commandant, comprenant les principaux acteurs de celle-ci.

Après consultation des participants, chacun pour le domaine qui le concerne, l'**idée de manœuvre** sera arrêtée par le commandant, et exposée au pilote s'il embarque à bord.

L'**idée de manœuvre** devra être suffisamment souple et évolutive pour s'adapter au mieux à une situation imprévisible ou à un changement de paramètre déterminant. Plusieurs variantes pourront déjà avoir été étudiées selon que l'on pourra raisonnablement anticiper l'évolution possible de certains paramètres.

Si malgré cette préparation on vient à se trouver dans une situation délicate au cours de la manœuvre, le commandant ou l'officier qui manœuvre doit, après avoir rapidement analysé la situation et choisi la méthode pour y faire face, **annoncer clairement et sans ambiguïté** sa nouvelle idée de manœuvre à tous les responsables d'exécution (passerelle et plages).

### **Appréciation des angles**

Pour estimer l'angle que fait l'axe du bâtiment avec la direction d'un quai ou d'un appontement, la meilleure position se trouve dans l'axe du navire. C'est de cet emplacement également qu'un commandant pourra apprécier avec précision l'orientation d'un sas ou le gisement d'un obstacle (bouée, musoir, etc.). Mais il n'oubliera pas de surveiller les 6 ou 8 quarts de l'avant du côté vers lequel il abat, ni de contrôler l'arrière du côté extérieur. L'un et l'autre doivent faire l'objet d'une attention toute particulière pendant une giration.

Au cas où la complexité d'une manœuvre d'accostage exigerait que le commandant reste sur l'aileron de passerelle, il lui sera intéressant de visualiser une ligne repère axiale du bâtiment passant par l'aileron (matérialisation propre à chaque bâtiment).

Pour les manœuvres en groupe qui imposent des tenues de postes à certains gisements, il est bon de posséder à l'intérieur de l'abri de navigation des repères d'angles dont les secteurs sont axés sur l'homme de barre(ou sur un cercle peint au sol). En se plaçant momentanément derrière celui-ci (ou sur le cercle), l'officier de quart vérifie rapidement un angle de gisement  $T_d$  ou  $B_d$ .

Dans cette appréciation des angles, il ne faut d'ailleurs jamais craindre d'utiliser un auxiliaire, qui annonce des gisements ou des azimuts effectivement mesurés sur les répétiteurs des ailerons de passerelle.

### **Angles de dérive**

a) Pour une navigation au large, l'angle de dérive à adopter est la somme algébrique de la dérive due au courant et de la dérive due au vent.

Le premier se calcule graphiquement sur la carte.

Le deuxième s'estime en fonction de la force du vent, de la mer et de l'allure. Ce n'est pas l'affaire de

l'officier de quart, mais celle du commandant personnellement, qui se réfère à des renseignements enregistrés par ses prédecesseurs, à des mesures effectuées antérieurement, et à sa propre expérience. La précision actuelle des systèmes de positionnement par satellite (GPS ou des systèmes inertIELS), permet d'obtenir directement l'angle de dérive total par rapport au fond, et ainsi de corriger le cap du bâtiment en fonction de la route à suivre.

- b)** A proximité immédiate de la côte ou au cours d'une manœuvre de port, la dérive totale s'estime en "bloc". L'essentiel est de ne pas perdre de temps, et d'adopter d'emblée une dérive à peu près valable portée dans le bon sens, de façon à dégrossir rapidement le problème. L'observation postérieure d'un alignement à terre permet de rectifier cet angle. Un arbre par une maison, un poteau électrique par une tache sombre de la plage, etc., sont autant d'alignements utilisables, mais ils doivent être judicieusement choisis dans la direction réelle à suivre, et non dans une direction assez différente plus voisine de l'axe du bâtiment.

### **Appréciation des vitesses**

En mer, la vitesse est déduite du nombre de tours des machines, ou lue sur le cadran du récepteur électrique du loch, ou indiquée par le système de positionnement par satellite (vitesse sur le fond / speed on ground), ou système inertiel.

Pour les manœuvres de port, il faut savoir apprécier aussi bien sa vitesse sur l'eau que celle sur le fond, et se rappeler qu'une certaine erre est nécessaire pour bien gouverner.

Au-dessous de 2 nœuds, machines stoppées, un navire à deux hélices obéit mal à la barre. Sa vitesse sur l'eau s'apprécie en observant les traces d'écume ou les débris flottants qui défilent le long du bord.

La vitesse sur le fond dépend du courant, et son évaluation est indispensable pour donner à la machine les ordres qui conviennent au moment de l'accostage d'un quai. Seuls les points fixes situés à terre permettent de bien l'apprécier, encore doivent-ils être bien choisis. Des objets rapprochés paraissent toujours défiler beaucoup plus vite que d'autres plus éloignés ; aussi faut-il éliminer les repères situés au ras de l'eau, et regarder de préférence le sommet des bâtiments construits sur le bord de la rivière ou sur le quai. L'information "vitesse sur le fond" donnée par les systèmes de positionnement par satellite peut être affichée avec un certain retard qui la rendra inexploitables en manœuvre de port.

### **Appréciation des distances**

Les distances sont mesurées au moyen d'appareils tels que les radars et les télémètres, optiques ou lasers.

Nous parlerons uniquement ici d'appréciation faite à bord d'un navire qui se dirige vers un point fixe rapproché : coffre, estacade, musoir d'un quai, etc.

Si le manœuvrier se fie à son propre coup d'œil, le poste d'observation doit intervenir très largement dans sa façon de juger. Une passerelle élevée permet certes une meilleure vue, mais les objets situés à la surface de l'eau paraissent plus près qu'ils ne le sont réellement. D'un poste de commandement bas, l'impression est inversée.

### **Repère de manœuvre**

Une disposition matérielle pratique consiste à réaliser un graphique indiquant les repères de distance pour des objets flottants. Par exemple si l'objet est sur l'alignement "œil en passerelle - pomme du mâtereau de beaupré" = 350 mètres de l'étrave; "œil en passerelle - haut du chandelier avant" = 100 mètres de l'étrave etc. On peut également peindre sur le mâtereau de beaupré un ou deux repères, qui fournissent des distances intermédiaires.

### **La manœuvrabilité d'un bâtiment**

D'une façon générale, plus un navire est long, plus il est difficile de le manœuvrer. Non seulement, un grand bâtiment demande plus de champ pour ses évolutions, mais du fait de ses dimensions, on ne peut apprécier avec autant d'exactitude les distances qui séparent son avant ou son arrière des quais ou des appontements environnants.

Le plus souvent, les grands bâtiments n'obéissent à la barre qu'avec une certaine lenteur et ont un grand diamètre de giration ; ils sont également lents à prendre de l'erre, ou à perdre celle qu'ils ont, si bien que leur manœuvre exige beaucoup de prudence. C'est pourquoi il est recommandé de prendre les remorqueurs et le pilote chaque fois que la prise de risque de la manœuvre ne sera pas justifiée vis à vis des coûts et délais de réparation d'un éventuel accident. Une manœuvre exécutée avec brio sans aide extérieure peut-être jugée "brillante", mais si le taux de risque accepté était de l'ordre de  $10^{-1}$  (1 chance sur 10) sans nécessité opérationnelle ou autre, la hardiesse du manœuvrier devient une témérité grave mêlant inconscience et irresponsabilité.

Le bon manœuvrier doit donc s'efforcer de maîtriser les nombreux paramètres et impondérables qui interviennent dans le déroulement d'une manœuvre pour en réduire le risque à un taux acceptable ,c'est à dire très faible.

## RAPPEL DES CONSEILS DONNES AU MANOEUVRIER

- **préparer avec soin toute manœuvre** par l'étude de la documentation et la détermination des différentes possibilités en fonction des conditions d'environnement; réunion de préparation
- **posséder une idée de manœuvre** pour ne pas tomber dans l'incohérence, mais savoir en changer rapidement si le déroulement de la manœuvre le justifie ;
- **exercer son coup d'œil** par l'observation et la pratique, mais également tester ses évaluations par des mesures précises pour éventuellement se corriger ;
- **assister le coup d'œil**, dans l'exécution de la manœuvre par des mesures instrumentales précises ;
- **rechercher**,pour la réussite de la manœuvre, les qualités suivantes :
  - *souplesse      utiliser les forces en présence et s'en aider chaque fois que possible,*
  - *sûreté      manœuvrer vite n'est nécessaire que par fort vent ; penser que les machines peuvent ne pas répondre immédiatement en arrière,*
  - *simplicité      ne pas multiplier les ordres (souvent contradictoires) ; quand on a donné un ordre à la barre ou à la machine, attendre l'effet de son exécution avant d'en donner un autre, sauf si l'on s'est manifestement trompé grossièrement.*
- **connaître enfin les règles simples** qui expliquent le comportement du bâtiment, pour prévoir ses réactions et les anticiper, afin de rester "maître de sa manœuvre".

## 1.2 FORMES ET CARACTERISTIQUES INFLUENTES

### 1.2.1 LES FORMES

Les formes de carène d'un navire, œuvres vives et œuvres mortes, sont le résultat de multiples compromis et leur influence sur les qualités manœuvrières d'un navire sont complexes et difficiles à appréhender. Mais nous pouvons admettre qu'un navire a de bonnes qualités manœuvrières quand, sous l'action de la barre et de la machine, ses réactions sont franches, prévisibles et aisées.

Les formes effilées à l'avant et à l'arrière améliorent la tenue de route, et permettent en outre au navire de rester manœuvrant, sensible à la barre, même machine stoppée s'il conserve un peu d'erre en avant. En effet, la finesse de l'arrière ne crée aucun remous et laisse les filets d'eau agir sur le gouvernail. Les formes pleines, au contraire, créent des remous même avec très peu d'erre, nuisent ainsi à l'action du gouvernail quand la machine n'est pas en marche, et il n'est plus alors possible de tenir à un cap fixe le navire déjà porté à la giration par ses formes rondes et renflées.

Au cours d'une évolution ou d'une giration, l'arrière du navire chasse à l'extérieur du virage. Les formes qui s'opposent à ce dérapage ne favorisent donc pas l'évolution. C'est pourquoi sur les navires qui doivent tourner court à bonne vitesse, les formes de l'arrière sont assez plates et, surtout, on essaie de supprimer toute partie inutile du plan vertical autour du gouvernail.

Si les formes de carène ont leur importance en ce qui concerne les qualités manœuvrières, elles déterminent davantage encore les qualités nautiques de tenue à la mer.

### 1.2.2 LONGUEUR - LARGEUR

Le rapport entre la longueur L et la largeur B a une grande importance en ce qui concerne la vitesse pour une puissance donnée, la résistance à l'avancement étant fonction de la surface du maître- couple.

Les navires rapides sont en général étroits mais le rapport L/B ne peut être considéré isolément. En effet, si, à longueur égale, le volume du navire dépend de ce rapport, il dépend également du "bloc coefficient" : rapport entre le volume de la carène et le parallélépipède rectangle ayant pour arêtes la longueur du navire, la largeur au fort et la profondeur de carène.

Ainsi, les navires rapides sont non seulement étroits mais encore "légers" pour la longueur.

Le rapport longueur sur largeur a une grande influence sur les qualités manœuvrières. Un navire étroit tourne sur place moins facilement qu'un navire large, les filets d'eau ayant plus de difficulté à contourner les murailles au cours de son évolution. De même, à longueurs égales, un navire étroit a un diamètre de giration beaucoup plus grand qu'un navire large.

En route libre, cette plus ou moins grande facilité à tourner se répercute sur la tenue de route, le navire étroit tenant facilement son cap alors que le navire large n'y parvenant que par des actions répétées et assez importantes de son gouvernail. Le premier suit une route rectiligne, le second fait des lacets qui augmentent la distance et diminuent la vitesse. Enfin, le navire étroit arrête sa giration dès que le gouvernail est remis dans l'axe, le navire large continuant au contraire à tourner un moment sur son erre.

### **1.2.3 TIRANT D'EAU**

Le tirant d'eau est un élément déterminant du bâtiment, qui conditionne son domaine de navigation et les ports où il peut se rendre et éventuellement accoster.

Pour une longueur donnée, le tirant d'eau entre dans le calcul de la surface de carène immergée et donc sur la surface verticale s'opposant à la dérive. Le navire dérive plus ou moins suivant son tirant d'eau (surface de dérive).

Lors d'un changement de route important, un navire pivote et glisse latéralement par suite de la force centrifuge. Sur un navire léger, cet effet de translation est particulièrement marqué en raison des moindres résistances de carène et de la giration plus rapide. Ce glissement latéral a pour conséquence d'augmenter le pivotement, tout en freinant puissamment la vitesse du navire, et diminuant le diamètre de giration.

Un navire léger est très mobile, prompt à obéir à la barre et casse facilement son erre. Son diamètre de giration est sensiblement inférieur à celui qu'il aurait eu chargé, mais il offre alors une très grande prise au vent et peut s'avérer pratiquement impossible à manœuvrer par fort vent.

Un navire lourd est en général lent à obéir à la barre et conserve longtemps son erre. Si les pétroliers et vraquiers chargés offrent peu de prise au vent, ce n'est pas le cas des porte-conteneurs, grumiers, ferries etc., même à pleine charge.

Les navires chargés à peu près à moitié sont en général dans les meilleures conditions pour manœuvrer. Ils sont bien dans leurs lignes d'eau, gouvernent bien, ont assez de pied dans l'eau pour manœuvrer avec du vent et possèdent suffisamment de puissance en arrière par rapport à leur déplacement.

### **1.2.4 RAPPORT ENTRE LA PROFONDEUR DE L'EAU ET LE TIRANT D'EAU**

Quand le rapport entre la profondeur et le tirant d'eau devient inférieur à 1,5, les qualités évolutives du navire sont sensiblement modifiées car les filets d'eau ne peuvent circuler librement sous la coque.

### **1.2.5 ASSIETTE**

Un navire "sur le cul" (assiette positive) a son point de giration situé plus sur l'arrière (à égal tirant d'eau) et son diamètre de giration est plus grand ; il développe sa puissance maximum, gouverne bien et abat plus facilement au vent.

Un navire "sur le nez" (assiette négative) a son point de giration situé plus sur l'avant (à égal tirant d'eau) et son diamètre de giration est plus petit. Le navire n'obéit à la barre qu'avec lenteur, mais dès qu'une abattée est amorcée, il est difficile de l'enrayer. La puissance machine est réduite et sa manœuvrabilité est extrêmement médiocre.

### **1.2.6 GITE**

Un navire qui a de la gîte ne répond pas aussi bien à la barre que lorsqu'il est droit, car la composante horizontale de la poussée du gouvernail est alors plus faible. Avec de l'erre en avant, il abat plus facilement et avec un diamètre de giration moindre, du côté opposé à celui où il donne de la gîte. Certains voiliers de course conçus pour naviguer avec une gîte permanente possèdent deux gouvernails dont les axes ne sont pas verticaux qu'aux angles de gîte optima, l'un bâbord amure et l'autre tribord amure.

### **1.2.7 POSITIONS D'EQUILIBRE**

Rappelons que plus un bâtiment est écarté de sa position d'équilibre, plus sa tendance à y revenir est forte.

La position d'équilibre en marche arrière est toujours vent arrière, quel que soit le bâtiment.

Il faut se méfier, dans une rade ouverte, lorsque le clapotis est un peu rude, de ne pas prendre trop d'erre en arrière, car les coques sont parfois mal adaptées, tant par leur profil que par leur solidité, à recevoir le choc des lames dans cette partie. Avec un mètre de creux seulement, à 4 noeuds, la voûte est violemment ébranlée, des avaries aux tôleries et aux appareils à gouverner sont à craindre. Pour venir vent arrière, il suffit d'ailleurs de battre en arrière lentement avec l'hélice sous le vent, l'évolution se produit en prenant très peu d'erre.

## 1.2.8 QUALITES EVOLUTIVES - STABILITE DE ROUTE

Un navire possède une bonne stabilité de route lorsqu'on le maintient facilement à un cap donné, même à faible vitesse, avec quelques degrés de barre seulement.

On conçoit aisément qu'un petit dériveur, muni d'une dérive étroite en forme de lame de couteau, possède une faible stabilité de route ; de la même manière, plus le plan de dérive est long et profond à l'avant comme à l'arrière, meilleure est la stabilité de route.

Les bâtiments de commerce actuels, qui ont une quille longue et des formes moins arrondies de l'avant qu'autrefois, possèdent une très bonne stabilité de route mais n'ont pas d'excellentes qualités évolutives. En effet, les conditions d'établissement des lignes d'eau sont opposées pour obtenir à la fois une bonne stabilité de route et un rayon de giration faible.

Un compromis a été adopté dans la Marine Nationale, où des qualités évolutives élevées sont parfois nécessaires pour certaines manœuvres (déroberement, prise de poste, attaque, manœuvres aviation etc). Comparativement aux bâtiments de commerce, la stabilité de route et les rayons de giration courts ont été privilégiés, ainsi que l'importance de la surface des gouvernails.

Les bâtiments sont en général conçus pour gouverner très bien, ce qui correspond à une tenue de route avec 2° ½ de barre par beau temps et 5° de barre par brise fraîche. Cependant aux allures voisines du grand largue, par houle creuse et brisante, ils présentent parfois une forte tendance à lofer qu'il faut contrarier par 10 à 15° de barre et plus.

## 1.2.9 L'INERTIE

Lorsqu'il est question d'**inertie** en manœuvre, il y a lieu de distinguer les cas suivants :

- espace parcouru par le bâtiment sur son erre en stoppant et battant en arrière ;
- l'inertie du bâtiment en route, qui permettra de bien régler sa machine pour une prise ou une tenue de poste. Un coefficient attribué à chaque navire représente à ce titre ses qualités propres ;
- l'inertie "de barre" du bâtiment et son "inertie giratoire".

Toutes les qualités manœuvrières des navires marchands dépendent expressément de leur chargement. Leur inertie, en particulier, varie dans des proportions considérables, selon qu'ils sont lèges ou chargés. Les bâtiments de la Marine nationale ont en général un tonnage beaucoup plus constant, c'est pourquoi les exemples seront choisis parmi eux.

### 1.2.9.1 Distance parcourue sur son erre en stoppant ou battant en arrière

La distance sur l'eau qu'un navire parcourt sur son erre après avoir stoppé dépend de sa vitesse initiale, de son tonnage, de ses formes, de l'état de la mer et du vent (la distance sur le fond prend aussi en compte le courant).

Par temps calme, les mesures effectuées aux essais, ou à la suite d'expériences postérieures, peuvent être utilisées par le manœuvrier. Toutefois en chenalage ou manœuvre de port, il conviendra d'être particulièrement attentif lorsque le fond sera inférieur à 1,5 fois le tirant d'eau du bâtiment : les petits fonds produisent alors un freinage important.

De même, un vent bien établi soufflant de l'avant, ralentit rapidement un navire courant sur son erre, et ceci est également vrai avec un effet moindre jusqu'à un vent de travers.

Enfin, les possibilités de la machine en cas de manœuvre d'urgence (homme à la mer) doivent être connues, ainsi que les réactions normales qu'on peut en attendre pour les manœuvres courantes de mouillage ou de prise de coffre : barèmes des temps de variation d'allure (et donc des distances parcourues en fonction des vitesses) en navigation courante, en situation de manœuvre, et en cas d'urgence.

### 1.2.9.2 Inertie en route - Coefficient d'inertie - Avance par tour

Ces renseignements sont nécessaires pour la navigation en groupe. Il s'agit de se placer à une distance et un relèvement donné d'un bâtiment "guide", dont on connaît la route et la vitesse, et de rester dans cette position. Cette navigation est d'autant plus délicate à réaliser que le tonnage du navire est plus important.

#### Définition

Le "**coefficient d'inertie**" pour un bâtiment à la vitesse " $V + 1$ " noeud (ou " $V - 1$ " noeud), est la distance gagnée (ou perdue) par rapport à un navire se déplaçant à la même vitesse constante  $V$ , entre le moment où sa propulsion est réglée pour la vitesse  $V$  et le moment où sa vitesse sur l'eau est effectivement égale à  $V$ .

Le coefficient d'inertie ne reste constant que dans certaines limites de la vitesse V. Il augmente pour les faibles vitesses, et décroît généralement (bâtiments à turbines en particulier) lorsqu'il s'agit d'une diminution d'allure au lieu d'une augmentation.

Le plus intéressant pour le manœuvrier est de connaître le **coefficient d'inertie moyen** qui correspond aux vitesses normales de manœuvre à la mer.

*Exemple :* coefficient d'inertie moyen = 50 m

Pour une diminution d'allure de 3 nœuds, un bâtiment devra donc régler sa propulsion à la distance  $50 \text{ m} \times 3 = 150$  mètres avant d'être à poste.

### 1.2.9.3 Inertie de barre et inertie giratoire

L'**inertie de barre** est la distance parcourue (en mètres) entre l'instant où l'ordre de mettre la barre est donné et celui où, le bâtiment ayant tourné de  $10^\circ$ , peut être considéré comme marquant le point de début de giration. Elle est fonction de la vitesse initiale du bâtiment, tout comme l'**inertie giratoire** (en degrés) qui entraîne un bâtiment en giration à continuer son évolution d'un certain nombre de degrés, lorsque la barre est mise à zéro.

L'inertie giratoire dépend aussi de la valeur de l'angle de barre ordonné précédemment, et sa connaissance est indispensable pour bien manœuvrer dans les chenaux ou en formation.

## 1.3 GENERALITES SUR LES MANŒUVRES DES BATIMENTS A 1 OU 2 HELICES

### 1.3.1 MANŒUVRE DU BATIMENT A UNE HELICE

Nous limiterons cette étude au cas très commun du bâtiment muni d'une seule hélice et d'un seul gouvernail, celui-ci étant installé dans l'axe derrière l'hélice.

#### Avantages

Selon les principes rappelés dans la première partie du traité, le couple évolutif est proportionnel au carré de la vitesse des filets d'eau; et prend naissance avant même que le bâtiment n'ait d'erre en avant. C'est un précieux avantage utilisé très largement dans les manœuvres de port, et même à la mer. Cette possibilité d'évoluer d'autant plus rapidement que la vitesse linéaire initiale du bâtiment est plus faible et que l'hélice tourne plus vite, est connue sous le nom de "**coup de fouet**".

Il en résulte :

- que l'utilisation d'une seule hélice est très fréquente et recommandée pour les remorqueurs. Ils peuvent ainsi bien gouverner à petite vitesse et se redresser facilement en cas de besoin par un "**coup de fouet**" bref (quelques secondes), qui n'a pas le temps de leur imprimer une vitesse appréciable;
- que le bâtiment à une hélice sans erre peut amorcer une franche évolution au cours des manœuvres de port, sans gagner de vitesse. Il doit alors mettre sa machine en avant très rapidement et la stopper presque aussitôt ; cette méthode est excellente, parce qu'un fort couple évolutif, dû au gouvernail, prend naissance bien avant que la poussée des hélices n'ait pu vaincre l'inertie du bâtiment et lui donner de l'erre en avant ;
- qu'un bâtiment marchant à la vitesse V, vitesse pour laquelle son rayon de giration est R, peut diminuer ce rayon de giration, s'il atteint le point où doit commencer l'évolution avec une vitesse V' inférieure à V, et augmente à ce moment le nombre de tours d'hélice. Ce procédé est utilisé fréquemment par les navires marchands dans les manœuvres de port : au lieu d'adopter une vitesse uniforme de manœuvre de 5 nœuds par exemple, ils stoppent avant la fin des parcours rectilignes pour laisser tomber leur erre à 1 ou 2 nœuds, et remettent en avant rapidement jusqu'à un nombre de tours correspondant à 7 ou 8 nœuds au moment d'aborder les courbes, c'est-à-dire au moment de mettre la barre. Ils font croître ainsi la vitesse angulaire de giration, d'une part en commençant la giration à faible vitesse et d'autre part en augmentant la poussée sur le safran pendant toute l'accélération. En fin de giration la vitesse ordonnée à la propulsion est réduite à 5 nœuds.

#### Inconvénients

Pour s'éviter sur place, par exemple dans la partie resserrée d'un port où le bâtiment dispose seulement d'une fois et demi ou deux fois sa longueur, la manœuvre n'est possible que d'un seul bord, **sur tribord** lorsque le bâtiment possède une **hélice de pas à droite**, comme la plupart des navires.

Il utilise alternativement le "coup de fouet" en battant en avant barre tout à droite, et le pas d'hélice en battant en arrière. Pratiquement, cette manœuvre peut être réalisée sans jamais prendre d'erre en arrière, et la barre

est laissée à droite en permanence, puisque les filets d'eau projetés par l'hélice tournant en arrière ne viennent pas heurter le safran.

En revanche, lorsque le bâtiment prend de l'erre en arrière et que la barre est changée, ce qui est alors correct, il faut impérativement la remettre à droite malgré l'erre en arrière quand l'ordre est donné à la propulsion de repartir en avant. Dans le cas contraire, le coup de fouet agirait en sens inverse.

L'essentiel dans une telle manœuvre est d'entretenir "**l'inertie giratoire**", c'est à dire la propriété que possède un bâtiment en giration de continuer à évoluer même lorsque le couple qui a produit l'abattée est supprimé.

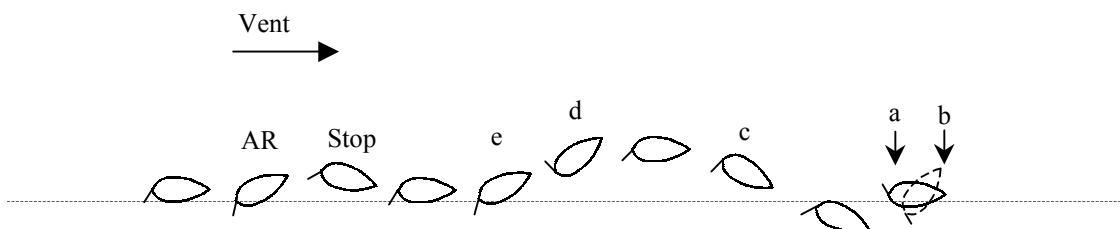
### Difficulté de gouverner droit en marche arrière

Elle provient de l'action du pas de l'hélice, très supérieure à celle du gouvernail, tant que le bâtiment n'a pas pris une erre appréciable (plusieurs noeuds) en arrière.

Le navire abat franchement, l'avant vers tribord, lorsque son hélice "part" en arrière, et cela d'autant plus nettement qu'elle tourne plus rapidement.

Lorsque l'espace est très restreint et ne permet pas de prendre assez d'erre en arrière, il est pratiquement impossible de culer droit. Dans un endroit plus dégagé, et principalement vent arrière, ce qui favorise la manœuvre, on peut réussir en opérant ainsi :

- créer une inertie giratoire sur bâbord, en donnant un coup de fouet barre "tout à gauche".
- battre en arrière lentement, et mettre la barre tout à droite, le pas de l'hélice agit lentement, mais redresse



cependant le bâtiment.

- stopper dès que le navire a pris un peu d'erre en arrière. Le pas d'hélice est supprimé ; le gouvernail annule peu à peu l'inertie giratoire sur tribord provoquée par l'hélice, et ramène le bâtiment l'avant vers bâbord.
- renouveler éventuellement le coup de fouet, barre tout à gauche, sans annuler complètement l'erre à l'arrière.
- remettre en arrière lentement.

On arrive ainsi à donner au bâtiment une erre suffisante en arrière (3 à 4 noeuds par exemple) pour que l'effet du gouvernail seul annule, et même dépasse celui du pas de l'hélice. Il est alors possible de suivre en arrière une route sensiblement rectiligne, en stoppant périodiquement si nécessaire.

Cette manœuvre peut être impossible pour certains bâtiments dont les installations propres ne le permettent pas : diamètre et pas de l'hélice, importance du gouvernail, etc. Un commandant doit se fier à ce sujet aux renseignements fournis par ses prédecesseurs, ou la tenter une première fois dans un endroit suffisamment dégagé.

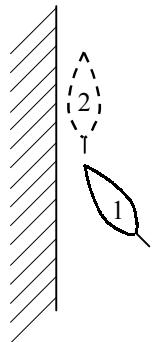
Les embarcations peuvent pratiquement toujours manœuvrer de cette façon, car elles prennent de l'erre facilement en peu d'espace.

### Nota important

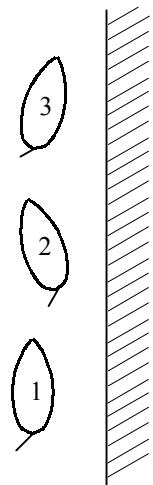
Tous ces conseils ne sont valables que par temps calme ou vent faible. Une forte brise vient en aide au manœuvrier pour l'exécution de certaines manœuvres, ou au contraire le gêne considérablement pour d'autres. Il doit toujours en tenir compte !

### Conclusions concernant les bâtiments à une hélice (pas à droite)

- a) Toujours tourner sur tribord dans les endroits où l'espace de manœuvre est restreint. Si la configuration des lieux oblige à agir autrement, il est nécessaire d'utiliser un remorqueur, des aussières ou de mouiller une ancre.



- b) Les accostages sont plus aisés bâbord à quai. Le bâtiment est présenté sous un certain angle ( $20^\circ$  environ) et avec peu d'erre. En battant en arrière lentement, il s'arrête parallèlement au quai (position 2). Si l'espace longitudinal est restreint, l'angle de présentation peut être plus important ( $30^\circ$ ) ; il faut alors battre en arrière plus rondement et s'aider de la barre



- c) Pour accoster tribord, il faut présenter le bâtiment aussi parallèlement que possible au quai et créer au moyen de la barre une "inertie giratoire" sur bâbord avant de battre en arrière.

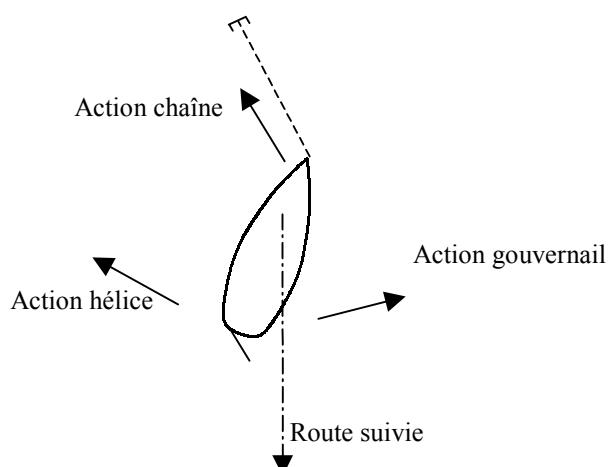
La barre est mise à gauche à la position 1, et la machine lancée en arrière à la position 2 ; le bâtiment risque malgré tout de ne pas être absolument parallèle au quai (position 3). Pour réussir cette manœuvre, les environs du poste d'amarrage doivent être bien dégagés.

- d) Lorsqu'un bâtiment ne peut culer droit, il lui faut faire appel à un remorqueur de port ou envoyer de longues aussières pour se déhaler sur les points fixes du quai ou de la berge. Dans d'autres cas, il s'évite sur place, si la disposition des lieux le permet, et sort en marche avant.

### Draguer son ancre

Pour culer droit, certains cargos s'aident d'une ancre mouillée avec une très faible touée de chaîne, dont la résistance au dragage crée un couple qui s'oppose au couple évolutif du pas de l'hélice en marche arrière. Avec moins d'un maillon à l'eau, pour une profondeur de 10 mètres par exemple, il est possible de prendre un peu d'erre en arrière et de culer droit.

Mais ce procédé n'est utilisable qu'avec certaines qualités de fond (assez mou) et dans des endroits où l'on est absolument certain de n'accrocher ni chaîne, ni ancre, ni bloc de corps morts, ni enrochements. En général, seul le pilote du lieu est qualifié pour indiquer si cette manœuvre peut être tentée.



### Exemples de manœuvre des bâtiments à une hélice : «Accostage des embarcations à moteur».

L'exemple choisi étonnera peut-être parce que les embarcations ont presque toujours une hélice de pas à gauche, c'est-à-dire inverse de celui des navires de charge, bâtiments de servitude ou remorqueurs. Toutefois, c'est celui qui permettra le mieux aux élèves des écoles, ou jeunes officiers qui débutent, de s'entraîner aux premières manœuvres. Tout ce qu'ils constateront au cours de ces exercices "pas à gauche" devra être inversé symétriquement (bâbord, tribord) par rapport aux manœuvres qu'ils auront à pratiquer ensuite sur de plus grands bâtiments à une hélice "pas à droite".

## 1.3.2 MANOEUVRE DU BATIMENT A DEUX HELICES

### Considérations générales.

Plusieurs bâtiments de guerre français à deux hélices ne possèdent qu'un seul gouvernail installé dans l'axe; les considérations qui suivent se rapportent à ce type de navire.

En navigation courante, c'est-à-dire lorsque des angles de barre faibles (inférieurs à 10°) sont utilisés, les filets d'eau agissant sur le gouvernail possèdent seulement la vitesse du bâtiment sur la surface, et non celle des filets liquides projetés par les hélices. Il en résulte qu'en général un bâtiment à deux hélices et un seul gouvernail possède, surtout aux faibles vitesses, une stabilité de route moins grande qu'un bâtiment à une seule hélice.

Toutefois, les bâtiments dotés de gouvernails de grande surface gouvernent très bien par temps maniable, dès que leur vitesse est suffisante (6 à 8 nœuds). A plus faible allure, et sans mer, ils conservent ces qualités à condition d'utiliser couramment des angles de barre plus importants (25 à 30°).

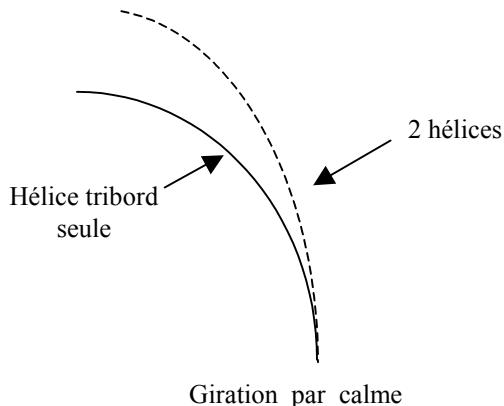
En route libre, les bâtiments de guerre à deux hélices, dont les actions sont absolument symétriques, n'ont théoriquement aucune tendance à venir d'un bord ou de l'autre, barre à zéro, si aucune action extérieure (vent, courant) ne les sollicite.

En cas d'avarie de l'appareil à gouverner, et à condition que le safran reste bloqué à un angle faible (5° au maximum), ils peuvent maintenir leur route et même évoluer, sauf par mauvais temps, en faisant varier le nombre de tours d'une des lignes d'arbre, ou même en stoppant l'une d'elles si nécessaire.

### Exécution des manœuvres.

Les **rayons de giration** sont mesurés aux essais à plusieurs vitesses et pour divers angles de barre, mais toujours pour un même nombre de tours des deux lignes d'arbre. Lorsque les rayons de giration s'avèrent trop importants pour suivre à vitesse constante des chenaux sinuieux ou pour évoluer dans des parties de port resserrées, il faudra manœuvrer ainsi :

- (a) Le **rayon de giration** d'un navire à deux hélices diminue lorsque, pour une même vitesse initiale, l'hélice du bord vers lequel on tourne est ralentie, stoppée ou même lancée en arrière. Ceci est dû à l'effet d'excentricité de l'hélice extérieure à la giration qui accentue cette dernière, et à la diminution ou suppression de l'effet d'excentricité inverse de l'autre. S'il y a beaucoup de vent ou de courant, cette manœuvre n'est pas toujours profitable, parce que, la durée de la giration ayant augmenté, le bâtiment dérive plus longtemps : il faut alors augmenter nettement le nombre de tours de l'hélice extérieure et il est déconseillé de battre en arrière avec l'hélice intérieure, ce qui réduirait trop la vitesse.



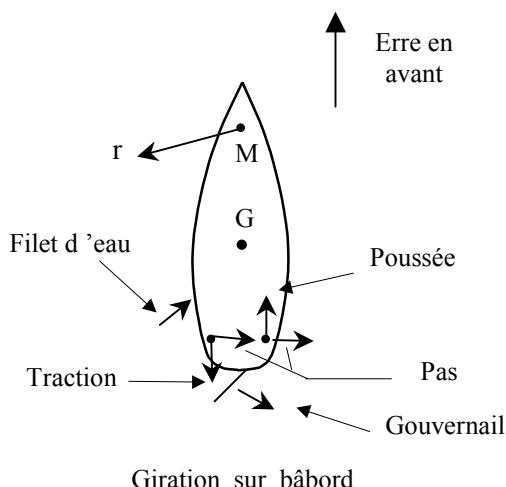
- (b) Par calme, ou faible brise et si l'influence du courant n'est pas défavorable, le **rayon de giration** peut être franchement diminué en battant en arrière avec l'hélice intérieure à la courbe. *Rappel* : les hélices actuelles des bâtiments de guerre et des paquebots rapides sont généralement supra divergentes.

Les couples dus aux effets d'excentricité des deux hélices s'additionnent et viennent s'ajouter au couple évolutif du gouvernail. En outre, l'action de pas de l'hélice extérieure tournant pour la marche AV (tribord sur la figure) est favorable, et les filets d'eau de l'hélice intérieure tournant pour la marche AR (bd) projetés contre la coque de ce côté, produisent un effet évolutif assez puissant.

- (c) Le phénomène qui précède peut également être utilisé dans les **girations "sur place"**. Les hélices sont mises à peu près au même nombre de tours l'une en arrière, l'autre en avant. Pour égaliser les poussées et éviter de prendre de l'erre, il est presque toujours nécessaire de régler celle qui tourne en arrière à un nombre de tours légèrement supérieur à l'autre.

Bien que toutes les actions s'exercent dans le bon sens (pas et excentricité pour l'hélice extérieure, excentricité, pas et filets d'eau contre la coque pour l'hélice intérieure), une telle giration "sur place" est toujours **très lente** par rapport à une giration en route.

Lorsque la brise est un peu fraîche, un bâtiment long, dont les hélices ont une faible excentricité ne peut généralement pas évoluer sur place, même en faisant tourner ses lignes d'arbre à un nombre de tours / mn élevé. S'il dispose de deux à trois fois sa longueur pour manœuvrer, il pourra en l'absence de



remorqueurs tenter la manœuvre précédente (différenciation des lignes d'arbres) en prenant volontairement un peu d'erre en avant, puis en arrière et ainsi de suite pendant la giration, en modifiant légèrement le taux de différenciation, par exemple : AV3 - AR4 (erre en avant), AV2 - AR4 (erre en arrière) etc. Sur un bâtiment à un gouvernail, la barre sera à inverser quand l'erre sera en arrière, mais sur un bâtiment à deux gouvernails où les filets d'eau issus des hélices seront prépondérants, on pourra conserver la barre "toute" du bord de la giration.

(d) **Culer droit.**

Aucune difficulté par calme ou par faible brise. Même sans gouvernail, en agissant judicieusement sur le nombre de tours des hélices, le bâtiment peut être maintenu sur son axe de route. Par brise fraîche, l'action du vent devient prépondérante et l'arrière du bâtiment tend toujours à remonter dans le vent. Il sera alors très difficile de l'en empêcher. Le guide de manœuvre propre à chaque bâtiment doit indiquer à partir de quelle force de vent il devient pratiquement impossible de contrer son effet.

Il est également possible d'utiliser la manœuvre énoncée pour le bâtiment à une hélice qui consiste à culer en draguant son ancre. Les précautions à prendre sont les mêmes et ce procédé ne peut être employé qu'avec des fonds sains, assez mous et sans obstructions.

(e) **Passage de l'erre en avant à l'erre en arrière dans une évolution continue**

Cette manœuvre se présente fréquemment lorsqu'on appareille d'un quai ou même d'un coffre, dans une rade resserrée. Le faible écartement des lignes d'arbre oblige en effet à manœuvrer "barre et machines (ou moteurs)" avec beaucoup de précision pour éviter le "coup de fouet" sur le gouvernail, dû à une hélice portant en avant, alors que le bâtiment a encore une bonne erre en arrière et que la barre est restée dans le sens correspondant à cette erre.

*Exemple d'une évolution dans le sens des aiguilles d'une montre*

Le bâtiment a une bonne erre en arrière avec :

- hélice tribord en arrière
- barre à gauche 20 ,

Pour repartir en avant assez rapidement, sans arrêter l'évolution, il est impératif de mettre la barre à zéro avant de mettre la ligne d'arbre bâbord en avant. Il faut donc donner les commandements dans l'ordre suivant :

- bâbord avant "XX" ,
- zéro la barre,
- tribord stop.

Le fait de conserver un peu tribord en arrière assure la continuité de l'évolution quand la barre est mise à zéro et tant que bâbord n'est pas parti en avant. En agissant de la sorte, l'abattée marque un léger ralentissement, mais ne doit pas s'arrêter complètement :

- Mettre la barre 25° ou 30° à droite, lorsque l'erre en arrière est devenue inférieure à un nœud.

Pour effectuer une manœuvre rapide, il est judicieux de mettre en même temps tribord en avant "demi", car le "coup de fouet" se produit alors dans le bon sens :

- Dès que le bâtiment a pris une erre de 2 à 3 nœuds environ en avant, et que l'abattée sur tribord s'est de nouveau accélérée, on peut stopper l'hélice tribord et la remettre en arrière. On tourne ainsi beaucoup plus court et on conserve une erre raisonnable en avant (3 à 4 nœuds).

### 1.3.3 L'INFLUENCE DU VENT

Le vent est le plus puissant des facteurs extérieurs qui affectent la manœuvre des bâtiments. Sur un bâtiment ayant de l'erre en avant, une forte brise modifie considérablement les effets escomptés du gouvernail et du pas de l'hélice, et au cours des évolutions en arrière, elle prend un effet déterminant. Son influence dépend notamment du degré de chargement du bâtiment. C'est ainsi qu'un vent force 3-4 aura autant d'effet sur un bateau lège qu'un vent force .5-6 sur le même bâtiment à moitié chargé, ou qu'un vent force 7-8 sur le même bâtiment chargé au ras de ses marques.

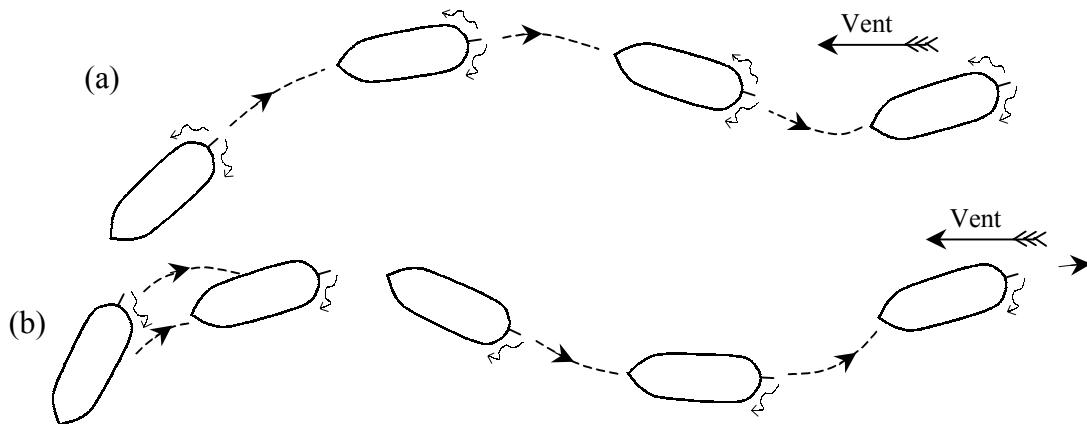
Dans ses lignes d'eau normales, un bâtiment soumis à l'influence du vent se comporte généralement ainsi :

- **Sans erre**, il cherche à prendre une position d'équilibre telle qu'il reçoive le vent sur l'arrière du travers.
- **Avec de l'erre en avant**, il se rapproche légèrement du vent, de façon à le recevoir un peu sur l'avant du travers.
- **Avec de l'erre en arrière**, sa poupe remonte dans la direction du vent jusqu'à la dépasser même, pour y revenir ensuite.

### Influence du vent sur un navire ayant de l'erre en avant

- **Vent debout.** Avec le vent debout, un bâtiment ayant de l'erre en avant gouverne bien. Il obéit immédiatement quand on met de la barre d'un bord ou de l'autre, mais une fois sorti du lit du vent, il n'y revient pas facilement. Un fort vent debout casse rapidement l'erre d'un bâtiment sans propulsion.

(a) Bâtiment à 2 hélices faisant en arrière des deux bords

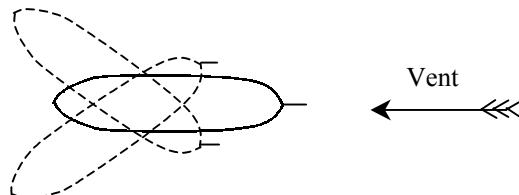


**Route approximative que suivra un bâtiment ayant de l'erre en arrière avec la barre à zéro s'il y a du vent**

(b) Bâtiment à une hélice dont la machine tourne en arrière

Si pour gagner un poste de mouillage, on a le choix entre deux routes, l'une dans le même sens que le vent, l'autre contre le vent, il faut toujours adopter de préférence cette dernière à cause de l'effet de frein du vent debout qui cassera l'erre en fin de présentation.

- **Vent arrière.** Vent arrière, un bâtiment est également bien manœuvrant et obéit bien à la barre : l'arrière s'écarte rapidement du lit du vent ; mais on ne peut l'y ramener que si le navire a beaucoup d'erre ou si on fait tourner les lignes d'arbre à vitesse conséquente.

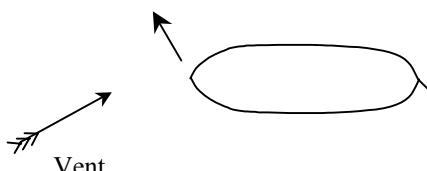


**Avec le vent droit de l'arrière , un bâtiment ayant de l'erre en avant vient, sous l'action de son gouvernail, aussi facilement d'un bord que de l'autre .**

Cette allure présente l'inconvénient de procurer au navire une erre bien supérieure à celle qui correspond à la vitesse de sa propulsion.

- **Vent de l'avant du travers.** Si le bâtiment reçoit le vent par bâbord ou tribord avant, il ne tient cette allure que si on "met de la barre", et de ce fait dérive beaucoup : l'effet de glissement latéral s'ajoute alors à celui de la poussée du vent.

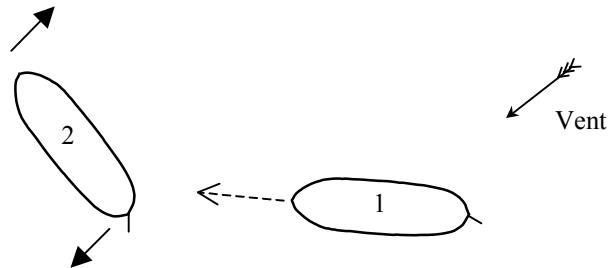
Si le vent est fort, il peut être nécessaire d'augmenter notablement la propulsion pour venir dans le lit du



**Un bâtiment ayant de l'erre en avant avec le vent sur l'avant du travers, tend à tomber sous le vent**

vent, même si on en est très peu écarté. Il faut alors un grand plan d'eau pour manœuvrer. Il peut arriver exceptionnellement, en mer par très mauvais temps, qu'un bateau peu chargé et de faible puissance soit dans l'impossibilité de venir dans le vent, l'état de la mer ne lui permettant pas de prendre la vitesse qui serait nécessaire pour cela.

- **Vent de l'arrière du travers.** Venant de l'arrière du travers, le vent tend à faire tomber l'arrière du navire pour atteindre la position d'équilibre vent de travers. Il faut mettre "la barre sous le vent" pour contrer cet effet; mais si l'erre du bâtiment est insuffisante, celui ci se rapprochera inexorablement de sa position d'équilibre.



**Avec le vent sur l'arrière du travers, d'un bord comme de l'autre, un bâtiment ayant de l'erre en avant tend à venir en travers au vent**

### Influence du vent sur un navire ayant de l'erre en arrière

Avec de l'erre en arrière et par vent modéré à fort, tous les bâtiments voient leur arrière remonter dans le vent. Si l'erre est très faible, cette tendance peut être réduite ou même neutralisée par l'effet giratoire de l'hélice. Avec une erre importante, l'arrière remonte dans le vent même si la barre "toute d'un bord" est utilisée pour contrer cet effet.

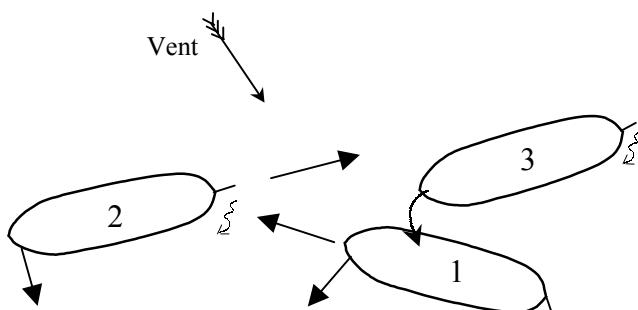
### Effet du vent sur un bâtiment qui manœuvre

En général, le fait qu'il y ait du vent, à condition qu'il ne soit pas trop fort, apporte une aide précieuse au manœuvrier. Si par vent faible, celui-ci doit faire preuve d'un coup d'œil sûr pour se présenter pour prendre un poste d'amarrage, en revanche un vent établi autorisera une marge d'erreur par une présentation "au vent", en laissant ensuite agir la dérive due au vent.

### Action du vent sur les bâtiments à une hélice

#### Exemple de vent par tribord sur l'avant du travers.

Si le bâtiment était en train d'abattre sur bâbord et bat en arrière, cette abattée ne se trouvera que légèrement ralentie et se développera à nouveau dès que le bâtiment commencera à prendre de l'erre en arrière.



**Avec le vent par tribord, sur l'avant du travers, un bâtiment à une hélice qui a de l'erre en avant et est en train d'abattre sur bâbord, continuera son abattée quand on battra en arrière, et cette abattée s'amplifiera dès que l'on commencera à prendre de l'erre en arrière**

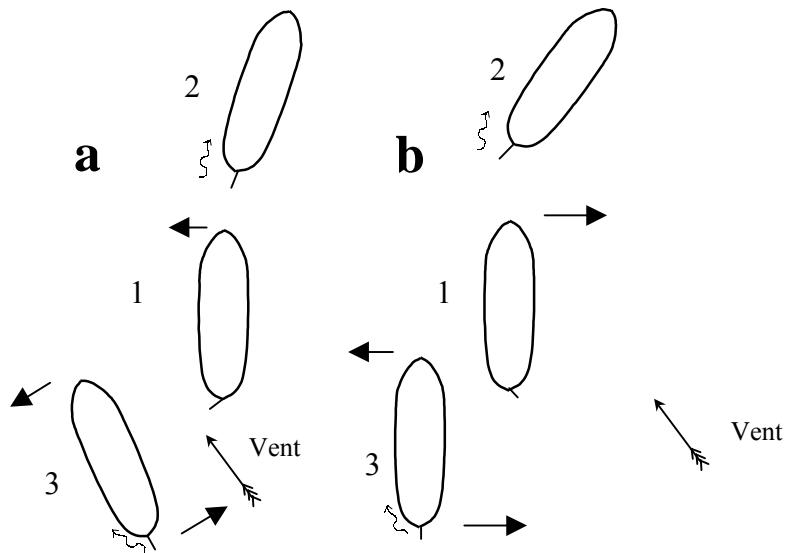
Si le bâtiment suivait une route rectiligne, il ne changera pas de cap jusqu'au moment où il prendra de l'erre en arrière.

Si le bâtiment était en train d'abattre sur tribord, cette abattée s'arrêtera dès qu'il n'aura plus d'erre en avant.

Exemple de vent par tribord sur l'arrière du travers.

Si au moment où on bat en arrière, le bâtiment était en train d'abattre sur bâbord, cette abattée sera immédiatement cassée et le bâtiment viendra ensuite sur tribord jusqu'au moment où, l'erre étant cassée, l'abattée sur bâbord réapparaîtra.

Si le bâtiment était en train de venir sur bâbord, cette abattée sera ralentie jusqu'à ce que le bâtiment ait perdu son erre.



**Avec le vent par tribord sur l'arrière du travers, un bâtiment à une hélice ayant de l'erre en avant aura tendance à venir en travers au vent quand on mettra en arrière, et cela aussi longtemps qu'il lui restera de l'erre en avant.**

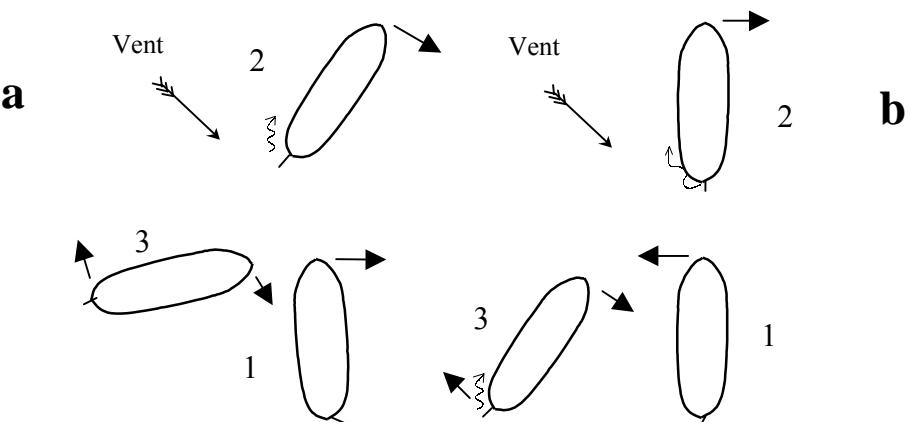
Mais au moment où il prendra de l'erre en arrière, sa poupe remontera à nouveau dans le vent.

Les schémas a et b montrent comment cet effet diffère suivant que le bâtiment était en train d'abattre sur bâbord (a) ou sur tribord (b) au moment où on a battu arrière.

(I) Avec de l'erre en avant.      (2) Etale.      (3) Avec de l'erre en arrière.

Ce qui se passe dans ces deux cas n'est que l'application de notre première règle, à savoir que : tout bâtiment qui a de l'erre en avant cherche à venir en travers au vent. Dans le deuxième cas, cette tendance se trouve accentuée par l'effet giratoire de l'hélice.

Supposons que l'on reçoive le vent par bâbord sur l'avant du travers. Quand on mettra en arrière, l'avant du navire tombera rapidement sur tribord et cette abattée ne fera que s'accentuer lorsque le bâtiment prendra de l'erre en arrière.



**Avec le vent par bâbord , sur l'avant du travers, un bâtiment à une hélice qui a de l'erre en avant, se comporte différemment quand on bat en arrière, suivant qu'il était en train d'abattre à ce moment sur tribord ( a ) ou sur bâbord ( b )**

(1) Avec de l'erre      (2) Etale      (3) Avec de l'erre en AR

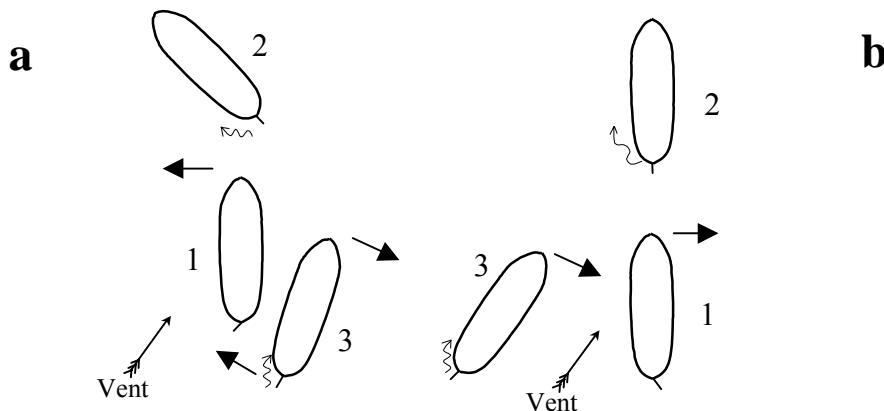
Si cependant le bâtiment était en train de venir en grand sur bâbord, cette abattée ne sera pas enrayée avant qu'il ait perdu son erre.

Il en sera de même si l'on reçoit le vent par le travers, à cela près que, aussi longtemps que le bâtiment gardera de l'erre en avant, l'abattée sur tribord ne sera pas aussi marquée.

Exemple de vent par bâbord sur l'arrière du travers.

Quand on bat en arrière, le bâtiment vient en premier lieu sur bâbord, mais dès qu'il aura perdu son erre, cette abattée fera aussitôt place à une rapide abattée sur tribord

Si le bâtiment était en train de venir sur tribord, l'abattée sur bâbord peut ne pas s'amorcer du tout.



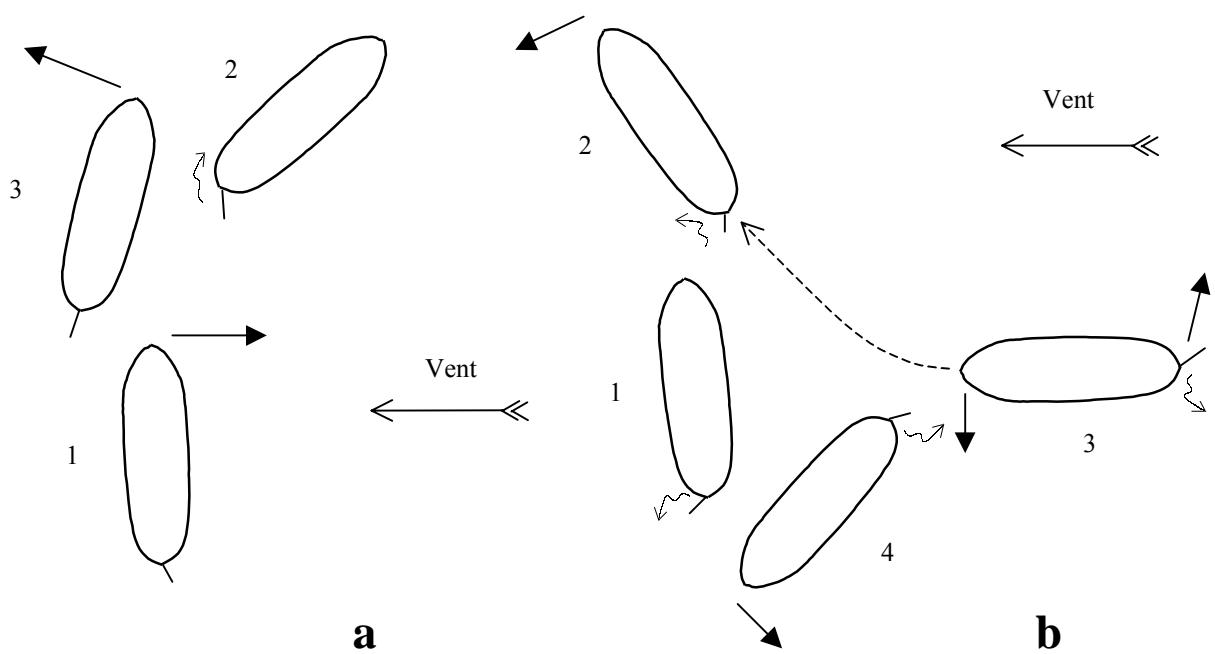
**Avec le vent par bâbord ,sur l'arrière du travers, un bâtiment ayant de l'erre en avant, se comporte de la façon suivante quand on bat en arrière**

- (a) S'il était en train d'abattre sur bâbord, il continue tout d'abord à abattre dans le même sens, malgré l'effet giratoire de son hélice tournant en arrière ; mais, dès qu'il prend de l'erre en arrière, il abat rapidement en sens opposé.
- (b) S'il était en train d'abattre sur tribord, cette abattée sera probablement arrêtée, et dès qu'il prendra de l'erre en arrière, sa poupe remontera au vent.

(1) Avec de l'erre en avant      (2) Etale      (3) Avec de l'erre en arrière.

### RESUME (pour un bâtiment pas d'hélice à droite)

1. Avec un bâtiment à une hélice, on peut s'éviter sur place, d'un bord comme de l'autre, en s'écartant du vent ; mais il faut avoir de l'erre en avant pour se rapprocher du lit du vent.
2. En recevant le vent par tribord, par vent fort, il est inutile d'essayer de s'éviter sur place de façon habituelle **sur tribord**, car même si le bâtiment a de l'erre en avant, il ne lofera qu'avec difficulté. Dès que, ayant mis en arrière, le bâtiment n'aura plus d'erre, l'avant abattra rapidement sur bâbord. La seule solution consiste alors à s'éviter sur place **sur bâbord**, ou sinon de mouiller tribord pour empêcher l'avant de tomber sous le vent.



### S'éviter sur place avec un bâtiment à une hélice ayant le vent par tribord

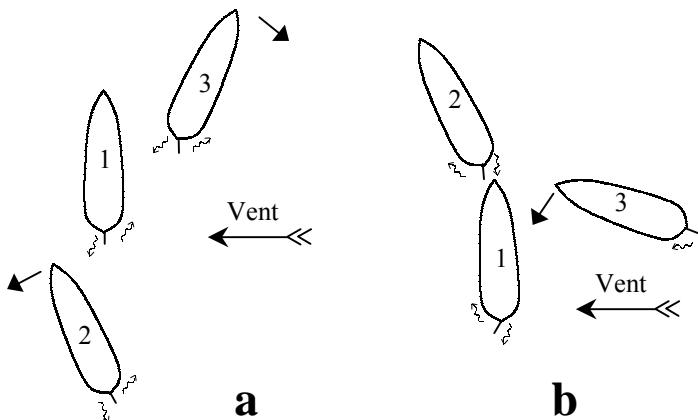
- (a) Sur tribord, Il est impossible de s'éviter sans mouiller une ancre. Avec de l'erre en avant, le bâtiment peut aller jusqu'à la position 2, mais dès qu'il prend de l'erre en arrière, son avant tombe sous le vent.
- (b) Sur bâbord, on donne "un coup de fouet" en avant avec la barre tout à gauche pour se donner une bonne abattée initiale; puis avant d'avoir pris beaucoup d'erre en avant (2), on bat en arrière et on inverse la barre "toute" quand on commence à culer.

L'arrière remonte alors au vent (3). On remet ensuite en avant avec la barre tout à gauche. L'abattée se poursuit en grand, et le bâtiment vient à la position n 4

### Action du vent sur les bâtiments à deux hélices

Pour s'éviter le plus rapidement possible avec un bâtiment à deux hélices, il faut avoir de l'erre en avant si l'on veut se rapprocher du vent, ou de l'erre en arrière si on veut s'en écarter, l'hélice du bord vers lequel on veut abattre, tournant en arrière dans les deux cas.

Pour se rapprocher du vent, l'action des hélices seules tournant en sens inverse est insuffisante pour faire remonter l'avant dans le vent si celui-ci est assez fort: il faut que le bâtiment ait en plus de l'erre en avant. Si l'erre est cassée, l'avant s'écarte à nouveau du vent, même si on met en œuvre toute la puissance de la propulsion.



**Avec un bâtiment à 2 hélices ayant de l'erre en arrière , on ne peut remonter au vent ( a )**

- (1) Le bâtiment étant immobile, mettons bâbord en avant lente et tribord en arrière toute.
- (2) Le bâtiment prenant de l'erre en arrière, son avant s'écarte du vent malgré le couple évolutif dû aux hélices.

Ce n'est qu'avec de l'erre en avant en mettant bâbord en avant toute, tribord en arrière lente et en utilisant toute la barre que l'on pourra remonter au vent (3).

Inversement, avec un bâtiment à deux hélices ayant de l'erre en avant, on vient difficilement sous le vent (b).

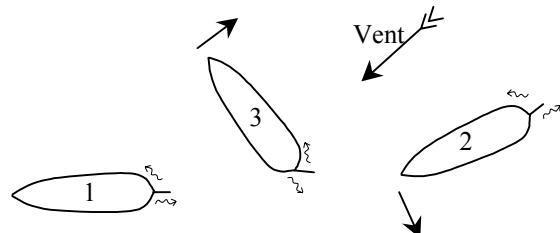
- (3) Le bâtiment a de l'erre en avant avec la barre toute sous le vent.
- (4) Le bâtiment n'est venu sous le vent que d'un angle très faible,

Par contre, avec de l'erre en arrière (en mettant bâbord en arrière toute et tribord en avant lente) on s'évite rapidement (3)

Bien qu'en s'évitant ainsi avec de l'erre en avant, on soit aidé premièrement par la tendance naturelle du navire à venir vent de travers, deuxièmement par le gouvernail, troisièmement par le couple produit par l'hélice battant en arrière, la manœuvre demande beaucoup de champ libre.

En revanche pour s'écartez du vent, il ne faut que très peu de place, car dès qu'on a un peu d'erre en arrière, l'avant du navire tombe avec rapidité sous le vent, tandis que son arrière remonte dans le vent.

Remarquons qu'avec un bâtiment à deux hélices manœuvrant avec du vent, il est facile de réduire à volonté l'erre en arrière en augmentant l'allure de l'hélice qui tourne en arrière, mais si on laisse le bâtiment prendre de l'erre en arrière, sa poupe remontera dans le vent, et si celui-ci est assez fort, cette abattée se développera irrésistiblement quelle que soit la puissance de propulsion employée pour l'enrayer. Aussitôt que l'on cessera d'avoir de l'erre en arrière, le bâtiment viendra à nouveau dans l'autre sens.



**Un bâtiment à 2 hélices ayant de l'erre en arrière tend toujours à remonter son arrière dans le vent**

(1) Le bâtiment étant stoppé, mettons tribord en arrière toute et bâbord en avant lente.

(2) Quand le bâtiment cule avec la barre à zéro, son arrière se rapproche du vent.

Mais, même dans le cas où le bâtiment a le vent sur l'arrière du travers comme en 2, si on lui donne de l'erre en avant en mettant bâbord en avant toute et en stoppant (ou en ralentissant) tribord, une puissante abattée en sens contraire commence aussitôt (3).

### 1.3.4 INFLUENCE DU COURANT SUR LA MANOEUVRE

#### 1.3.4.1 Accostage

##### 1.3.4.1.1 Courant de l'avant

C'est-à-dire accoster parallèlement à un quai. Cette situation est très favorable à un accostage où il faut se présenter contre le courant, ce qui permet de s'approcher lentement, tout en restant bien manœuvrant. Il n'y aura pas d'inconvénient à faire un grand angle avec le quai, car on est certain de ne pas dépasser son poste en évoluant pour se mettre parallèle à l'appontement.

##### 1.3.4.1.2 Courant de l'arrière

La manœuvre est délicate et déconseillée lorsque le courant dépasse **un nœud**. Si elle ne peut être évitée, il faut envoyer rapidement une aussière de pointe à l'arrière pour assurer l'accostage. Cette manœuvre est à proscrire pour les navires de plus de 100 m désirant accoster sans remorqueur.

#### 1.3.4.2 Appareillage

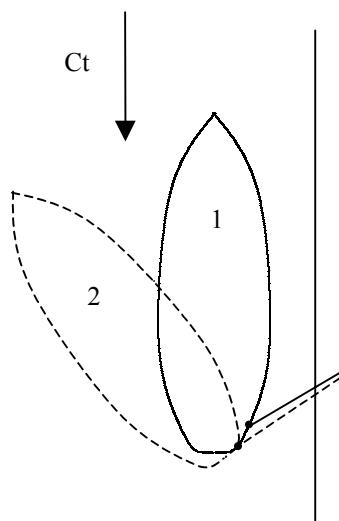
Pour appareiller d'un quai, peu importe qu'on ait l'avant ou l'arrière bout au courant, mais l'appareillage devra se faire dans le sens "bout au courant".

En larguant les amarres de l'extrémité qui reçoit le courant, tout en conservant celles de l'autre, le navire ne sera pas long à s'écartier par suite de l'action de l'eau qui forcera son chemin entre la coque et le quai. C'est pourquoi, à moins de tourbillons ou autres caprices du courant, un poste en rivière représente un appontement idéal pour le manœuvrier.

##### 1.3.4.2.1 Courant de l'avant

On choque les aussières de l'avant et on maintient la garde arrière raide. Le navire prendra un certain angle sans aucune intervention de la propulsion.

Larguer dès que l'inclinaison est suffisante (20 à 30 degrés) et partir avec très peu de barre vers le quai pour que l'arrière ne vienne pas le raguer. Avec un bâtiment à deux hélices, on pourra appareiller barre à zéro en mettant en avant la ligne d'arbre extérieure au quai, jusqu'à être nettement dégagé.

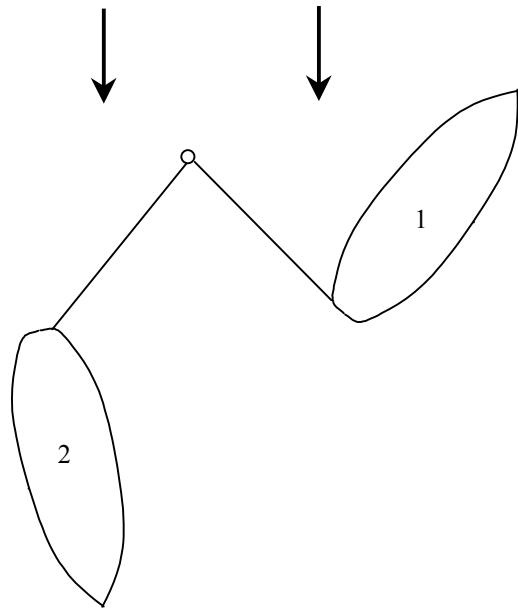


##### 1.3.4.2.2 Courant de l'arrière

On appareille en arrière, barre à zéro, en gardant raide la garde avant, et en larguant rapidement les aussières de l'arrière afin d'avoir l'hélice dégagée ( défenses parées plage avant si l'avant vient appuyer sur le quai).

### 1.3.4.2.3 Appareiller en faisant croupiat

Cette manœuvre peut être intéressante dans les endroits encombrés où il n'y a pas de remorqueur, et surtout si le navire est embossé l'arrière sur un coffre.



On peut également porter une aussière par l'arrière sur un point fixe (organneau d'un coffre, bitte d'un appontement ou d'un autre navire au mouillage). Le bateau ainsi disposé va abattre rapidement pour partir ensuite avec le courant de l'arrière. Cette méthode très pratique impose que l'on puisse larguer très vite l'aussière utilisée car au moment où elle sera larguée le bâtiment aura acquis une grande inertie. Attention à la sécurité des équipes de plage !

#### Mouillage avec courant

Les forces dues au courant sont beaucoup plus élevées que celles dues au vent, en particulier par petits fonds comme nous le verrons plus loin. Un navire stoppé tend à s'orienter perpendiculairement à la direction du courant et atteint rapidement sa vitesse (15 minutes pour un grand navire).

Il ne faut pas oublier, en outre, que lors qu'on reçoit le courant de l'arrière, la vitesse fond est importante même pour une vitesse surface très faible et que le rayon de giration est en conséquence extrêmement accru, surtout pendant les 45 premiers degrés de giration.

Dans une rade ou une baie, le courant varie en direction et force suivant l'endroit où l'on se trouve et il faudra veiller à choisir son heure de mouillage par fort coefficient de marée. Il conviendra si possible d'attendre l'étalement, ou de venir mouiller bout au courant encore faible.

#### Evitage

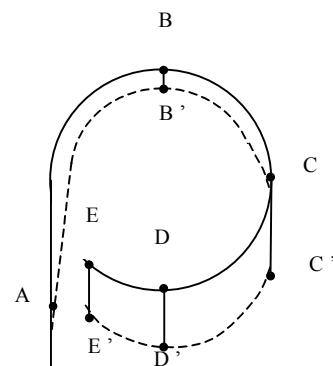
Une évolution de  $180^\circ$  sur place s'effectue lentement. Le navire manœuvrant sera soumis longtemps à l'action du courant et sera entraîné par lui sur une grande distance. Dans une rivière étroite à courants forts, il sera prudent d'attendre la renverse du courant.

#### Effets divers

Modifications de la courbe de giration :

La courbe conserve sa forme à la surface de l'eau, mais par rapport au fond, les différents points sont décalés proportionnellement à la vitesse du courant et au temps écoulé.

Il faut noter que le navire a plus de facilité d'évolution face au courant (moins de vitesse, mais meilleure action évolutive). Courant arrière, la vitesse fond sera plus grande, et en diminuant l'allure on diminuera aussi la vitesse d'écoulement des filets d'eau sur le gouvernail, donc l'action évolutive



### Faire route avec du courant

Dans un chenal étroit, la force du courant variera sensiblement dans les différentes parties du parcours, suivant l'heure de la marée et la hauteur d'eau. Ces variations, qui font qu'une des extrémités du navire peut être davantage affectée par le courant que l'autre, provoquent souvent des mouvements inquiétants. Parfois, les extrémités du navire peuvent même se trouver sous l'influence de courants contraires qui le rendent ingouvernable.

Dans de nombreux ports dont les bassins ont des sas qui donnent dans un chenal, les navires ont à manœuvrer avec de forts courants. Il arrive qu'à l'entrée d'un bassin en rivière, l'extrémité du bateau qui est le plus près du pertuis de l'écluse soit déjà en courant nul, alors que l'autre est encore soumise à toute la force du courant. La manœuvre sans remorqueur est alors très délicate et doit être la plus rapide possible.

### Faire route contre le courant

Il est relativement facile de manœuvrer car, avec sa propulsion en avant lente, c'est-à-dire en restant bien manœuvrant, on pourra être pratiquement stoppé par rapport au fond. Il en résulte, et ce peut être un avantage considérable, que dans les premiers 45° de l'évolution, le rayon de giration est très réduit.

### Faire route avec le courant arrière

Le navire aura une vitesse importante par rapport au fond, même avec sa propulsion en avant très lente. Dans les premiers 45° de l'évolution, le rayon de giration est alors énormément accru, et la manœuvre demande une attention et une prudence toutes particulières quand on «descend» le courant.

## 1.3.5 EFFETS DES PETITS FONDS

Tous les essais qui ont été faits avec des navires réels ou des maquettes ont montré que l'influence du fond sur la manœuvre commence à se faire sentir lorsque la profondeur de l'eau est inférieure à quatre fois le tirant d'eau du navire. Cette influence devient très sensible lorsque la profondeur est inférieure à 1,5 fois le tirant d'eau.

### 1.3.5.1 Influence des petits fonds sur la vitesse

Un bâtiment est freiné par les petits fonds et sa vitesse diminue en même temps que la profondeur pour un même nombre de tours de ligne(s) d'arbre.

Cette diminution de vitesse est due au fait que le passage de l'eau de l'avant à l'arrière du bâtiment étant restreint, il faudra que la poussée soit supérieure pour obtenir le même débit d'eau.

D'autre part, la vitesse d'écoulement des filets d'eau étant supérieure à ce qu'elle serait en eau libre, la résistance de frottement est augmentée.

Pour une même puissance développée, on constatera que le nombre de tours de ligne d'arbre va diminuer en eau peu profonde. Cet effet sera net lorsque le navire arrive dans une zone où les fonds diminuent rapidement. A l'inverse, lorsque le navire ira vers des fonds qui augmentent, on verra le nombre de tours croître.

Enfin, le rendement propulsif de l'hélice, qui est défini par le rapport puissance / poussée x vitesse d'arrivée d'eau à l'hélice, est aussi affecté par la faible profondeur puisque la vitesse d'arrivée d'eau à l'hélice augmente à mesure que le fond diminue.

Ces effets vont tous concourir à réduire la vitesse du navire lorsqu'il navigue par petits fonds.

### 1.3.5.2 Influence sur l'enfoncement (squat)

Lorsque l'espace offert aux filets d'eau pour passer entre la quille et le fond diminue, la vitesse de ces filets d'eau va augmenter et accentuer la dépression créée sous la quille : le navire va alors s'enfoncer davantage.

### 1.3.5.3 Effet de souille

Lorsqu'un navire passe d'une zone de petits fonds dans une souille d'eau nettement plus profonde, non seulement sa vitesse augmente mais le navire est aspiré par cette souille comme "s'il tombait à l'intérieur".

De telles souilles existent dans plusieurs ports devant les postes d'accostage et le manœuvrier doit en tenir compte en s'approchant du quai.

### 1.3.5.4 Influence de bancs isolés sur la stabilité de cap

Lorsqu'un bâtiment passe à proximité d'un banc isolé, si le matelas d'eau repoussé par l'étrave touche le banc, le bâtiment fait une embardée du bord opposé au banc, puis, du fait de l'augmentation de la vitesse des filets d'eau entre la coque et le banc et de la dépression qui en résulte, la coque est attirée par le banc. Cet effet s'accentue lorsque l'arrière arrive à la hauteur du banc du fait de la dépression supplémentaire qui se produit à cet endroit. Si l'hélice tourne, l'embardée est encore amplifiée.

Il est possible, lorsque l'étrave arrive à proximité du banc, que le creux qui précède la vague d'étrave provoque, d'abord une embardée en direction du banc, après quoi, le bâtiment embarde dans l'autre sens comme il a été expliqué ci-dessus.

### 1.3.5.5 Influence sur la poussée due au courant

Un navire qui n'est pas en équilibre avec le milieu ambiant, c'est à dire dans le cas présent, qu'il n'est pas entraîné par le courant, va subir une poussée de la part des masses d'eau en déplacement. Si l'espace entre la quille et le fond diminue, l'eau a de plus en plus de mal à s'écouler d'un bord à l'autre du navire et la poussée qu'elle exerce sur la coque est de plus en plus forte.

### 1.3.5.6 Influence sur la dérive

La proximité du fond freinant tous les mouvements du navire va affecter sa dérive sous l'effet du vent et la rendre plus faible.

### 1.3.5.7 Influence sur les distances d'arrêt

La progression des navires étant freinée par les petits fonds, il était naturel de penser que leur distance d'arrêt serait diminuée. Ceci est vrai pour un navire courant sur son erre, mais quand il bat en arrière, le rendement de l'hélice est plus faible et les distances d'arrêt augmentent.

### 1.3.5.8 Influence sur les cercles de giration

Ici, la proximité du fond a une influence considérable sur les performances.

Un navire en giration dérive vers l'extérieur du virage, « dérape » sur l'eau. Ceci implique, d'une part que la coque attaque obliquement les filets d'eau, ce qui entraîne un freinage énergique, d'autre part qu'une énorme quantité d'eau doit passer d'un bord à l'autre du navire, sous la coque, sur l'avant et sur l'arrière.

Par petits fonds, le passage entre la coque et le fond est réduit et l'eau passe difficilement sous la coque ; l'eau doit donc passer essentiellement par l'avant et l'arrière ; le navire dérive moins. Le centre de pression de l'eau sur la coque se déplace de l'avant vers le milieu du navire.

Comme on a d'autre part constaté que le centre de poussée sur le gouvernail se déplaçait vers l'avant, le bras de levier du couple évolutif se trouve diminué. Il en résulte une diminution du freinage en cours de giration et une diminution du taux de giration. Le cercle de giration est beaucoup plus grand qu'en eau libre et la vitesse en fin de giration est supérieure.

### 1.3.5.9 Influence sur la giration accélérée

La giration accélérée commence alors que le bâtiment est immobile par rapport au fond. On met la barre toute d'un bord et la propulsion en avant toute. Dans ce cas, la proximité du fond agrandit le cercle de giration mais dans une proportion moindre que pour les cercles de giration conventionnels.

## 1.3.6 LE PIED DE PILOTE

En navigation en eaux peu profondes, il faut réserver, entre le point le plus bas du bâtiment et le fond (mer ou chenal), une marge minimale appelée "**pied de pilote**".

Les éléments suivants sont à prendre en compte :

- **Facteurs en rapport avec le lit du chenal**
  - Niveau du lit du chenal par rapport au zéro des cartes.
  - Nature du fond (sable, vase, roche, ...).
  - Incidence et degré d'envasement du chenal entre les dragages d'entretien.
  - Derniers sondages.
  - Eventuellement mélange d'eau et de vase.

- **Facteurs ayant trait aux variations de la marée**

- *Variation de la hauteur d'eau.*
- *Précision des hauteurs d'eau.*
- *Surcotes ou décotes dues aux vents, à la pression atmosphérique.*

- **Facteurs ayant trait au navire**

- *Tirant d'eau maximal du navire.*
- *Modifications du T.E. et de l'assiette dus au changement de la densité de l'eau de mer : eau douce, précipitations, fonte des neiges, etc.*
- *Augmentation du T.E. due au roulis, tangage et pilonnement du navire sous l'action des vagues et de la houle.*
- *Enfoncement et changement d'assiette estimés dus à la vitesse du navire et calculés en fonction de la vitesse de passage dans la partie la plus étranglée du chenal à l'intérieur de chaque zone de profondeur critique.*

- **Valeur du pied de pilote**

S'il n'est pas possible d'établir des règles précises pour la détermination du **pied de pilote** à adopter, en raison de la grande importance des conditions locales, on peut seulement donner les ordres de grandeur suivants :

**10 % du tirant d'eau en zone de chenalage abritée,**

**15 % du tirant d'eau en zone du large exposée aux houles fortes et longues.**

A titre d'information, signalons que le Guide sur la sécurité portuaire préconise un pied de pilote au moins égal à 50 cm en présence de fonds sableux et de 1 m en présence de fonds rocheux.

- *Enfoncement dû à la vitesse du navire (squat)*

L'enfoncement croît rapidement avec la vitesse.

L'enfoncement est plus important dans un chenal étroit et profond par rapport au terrain naturel et bien entendu dans un canal.

- *Enfoncement dû à la houle*

La houle produit des effets de pilonnement, de roulis et de tangage entraînant des variations de l'enfoncement de la coque.

L'amplitude de ces effets dépend essentiellement de l'amplitude de la houle elle-même, mais aussi des rapports entre les périodes propres d'oscillations du navire et la période apparente de la houle, fonction de la vitesse du navire et de la direction relative de la houle.

Le cas le plus dangereux est celui où la houle attaque le navire par trois quarts arrière, car la vitesse relative est telle que la période apparente peut avoisiner une période propre.



## **CHAPITRE 2 CARACTERISTIQUES GENERALES DES MANŒUVRES DE PORT**

<b>2.1</b>	<b>DIFFICULTÉS DES MANŒUVRES DE PORT</b>	<b>150</b>
<b>2.2</b>	<b>PRÉPARATION D'UNE MANŒUVRE DE PORT</b>	<b>150</b>
<b>2.3</b>	<b>LES DIFFÉRENTS TYPES DE PORTS</b>	<b>153</b>

## 2.1 DIFFICULTES DES MANOEUVRES DE PORT

Un bon nombre de commandants de la Marine Nationale ou de capitaines de la Marine marchande appréhendent les manœuvres de port. Pourtant ces officiers possèdent largement les connaissances requises pour ces manœuvres, doublées d'une expérience bien suffisante pour savoir quelle mesure prendre en chaque circonstance. Ce n'est pas la difficulté qu'ils redoutent, mais plutôt la "pression" qui se manifeste dès que leur responsabilité du bâtiment est directement engagée avec un taux de risque important.

A la mer, il est généralement possible de rattraper une manœuvre mal commencée ; dans un port encombré, il en va tout autrement. Au large, le vent et le courant sont francs, ils ne changent pas à chaque instant de force et d'orientation, tandis qu'il existe des postes d'amarrage apparemment abrités du vent par des constructions ou des bateaux, où soufflent des risées imprévisibles et très fortes, des darses où le courant se fait sentir à quelques mètres d'intervalle avec des vitesses et des directions différentes, etc.... L'appréciation tardive de ces éléments nécessite parfois une modification complète des idées de manœuvres en cours de présentation.

Un bâtiment voisin qui appareille "par surprise" pour chenaler avant vous et gagner ainsi plusieurs dizaines de minutes, oblige à réviser tout le plan de manœuvre.

La propulsion ne réagit pas toujours selon les barèmes de temps établis, et peut amener à mouiller "en catastrophe" pour étaler sur le frein de la ligne de mouillage, même si ce n'est pas vraiment recommandé !

Les lance-amarre sont toujours "trop courts d'un mètre", c'est un dicton bien connu, ou lancés par des incapables !

L'aussière sur laquelle on compte pour tourner court ou étaler, échappe parfois des main du "bosco", voire même casse parce que la plage avant l'a fait forcer un peu trop.

La présence de petits fonds entraîne une évolution du bâtiment dans le sens contraire à celui attendu.

Enfin il faut toujours se rappeler que les bâtiments de guerre, comme les bâtiments de commerce chargés, ont des coques relativement fragiles par rapport à leur tonnage.

Cette énumération n'est pas exhaustive, mais elle donne un aperçu des risques bien réels des manœuvres de port.

L'art de la manœuvre consiste à apprécier ces risques, à les minimiser dans son idée de manœuvre, et à constamment les réévaluer pendant la manœuvre en fonction de l'évolution de celle-ci et des paramètres extérieurs. Certains marins prétendent qu'il faut "**manœuvrer vite pour manœuvrer bien**". C'est souvent vrai pour diminuer le temps de dérive due au vent et au courant, dans des conditions où le taux de risque est encore plus élevé si on manœuvre lentement. Mais c'est totalement inutile par beau temps sur un plan d'eau abrité où une manœuvre rapide présente une prise de risque inutile, irresponsable, voire coupable. Quelles seraient les conséquences d'une indisponibilité causée par un accident de manœuvre ?

Prendre des remorqueurs quand la situation ne l'exige pas ne veut pas dire que les risques sont réduits à néant : il peut arriver que les remorqueurs causent des avaries de coque aux bâtiments légers en les accostant un peu brutalement ou en tossant s'il y a de la houle. Il faut savoir les utiliser à bon escient, mais il est toujours intéressant de les garder "parés au cas où ..." (en stand-by).

Diminuer les risques consiste à faire une bonne **évaluation de situation** (réunion préliminaire), à garder une grande **attention et vivacité de réaction** pendant la manœuvre, et à **accumuler et entretenir l'expérience** d'entraînement et de préparation à la manœuvre.

## 2.2 PREPARATION D'UNE MANOEUVRE DE PORT

### 2.2.1 POUR LE BATIMENT

Les manœuvres de port font parfois intervenir du personnel qui n'est pas spécialement manoeuvrier.

La formation, l'entraînement et le contrôle continu de ces équipes constituées sont la clef du professionnalisme qu'elles doivent montrer dans les manœuvres réelles. Une démarche "qualité" conduite avec un suivi sérieux assurera au mieux au commandement qu'il peut compter sur ses hommes (et femmes!) dans les conditions les plus délicates et les plus dures.

Le personnel doit être rappelé à son poste de manœuvre dans la tenue adaptée, avec un délai suffisant, mais pas forcément excessif.

Le matériel nécessaire est en parfait état et préparé comme à chaque entraînement.

Enfin les liaisons sont établies et vérifiées, tandis que les consignes de manœuvres sont répétées.

Sauf cas particulier mûrement réfléchi, les ancras sont mises en mouillage à l'entrée du port.

## 2.2.2 POUR LE COMMANDANT

La préparation réalisée par l'officier de manœuvre aura consisté à rassembler tous les renseignements utiles concernant le port dans lequel il va s'amarrer. Ceux-ci sont fournis par les documents nautiques (Instructions nautiques, cartes) et, sur place, par le pilote embarqué à l'entrée du port.

### 2.2.2.1 Documents nautiques

Les Instructions nautiques et le plan du port permettent de déterminer les chenaux d'accès, les endroits autorisés en fonction du tirant d'eau, les darses ou l'évitage est possible compte tenu de la longueur du bâtiment, les signaux d'entrée, l'endroit où se prend le pilote, les fréquences utilisées etc. Elles comportent souvent un extrait des règlements du port, en particulier ceux précisant si le pilote est obligatoire ou non.

Sur les côtes de France et DOM-TOM, le balisage a été établi en toutes régions selon les mêmes règles, conformément au Décret du 7 septembre 1983 (J.O. du 10/9/1983).

### 2.2.2.2 Le pilote.

Des règlements assez divers déterminent la situation des pilotes suivant les pays, et parfois suivant les ports. Il n'en reste pas moins que le pilote est un expert des conditions locales et qu'il a qualité pour indiquer au commandant le poste d'amarrage qu'il doit prendre, le meilleur endroit pour mouiller une ancre ou fixer les aussières, et qu'il se met à sa disposition pour l'aider à exécuter la manœuvre.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue **que le bâtiment est confié à un homme et à un seul : le commandant**, qui en est responsable en toutes circonstances. Il en résulte que le commandant est toujours en droit d'obtempérer ou non aux injonctions du pilote et qu'il peut très bien le considérer uniquement, avec la courtoisie d'usage, comme porteur d'instructions nautiques détaillées, et de consignes d'amarrage émanant de la Capitainerie du Port.

Le commandant aura généralement intérêt à utiliser le pilote comme une source de renseignements de valeur, et comme un spécialiste ayant une grande expérience des manœuvres locales, des habitudes des remorqueurs et des lamaneurs.

Dans la Marine Nationale, les pilotes ne sont pas utilisés aussi largement que dans la Marine marchande où les capitaines les laissent parfois donner des ordres à la barre et à la propulsion. Dans les ports longs et resserrés et dans les chenalages où la configuration des lieux exige un certain nombre de manœuvres successives de grande précision, le commandant demandera l'avis du pilote sur telle ou telle décision à prendre, à mesure du déroulement de la manœuvre.

Dans les ports militaires, le pilotage est assuré par un délégué de la Direction du Port, désigné par le Directeur. Celui-ci, qui peut être un officier, assume la charge des manœuvres à l'intérieur des darses et des bassins, mais il doit toujours agir en présence du commandant qui conserve sa responsabilité et doit intervenir s'il l'estime nécessaire.

### 2.2.2.3 Rôle de l'officier de manœuvre

Au moment d'une manœuvre complexe, le commandant d'un grand bâtiment ressemble un peu à un chef d'orchestre; coup d'œil devant, derrière, par le travers, ordres à la barre, à la propulsion, renseignement pris auprès de ses adjoints (officier de manœuvre, transmissions, pilote ...) instructions à transmettre aux équipes de plage, se succèdent à une cadence accélérée.

Son souci principal consiste à s'assurer que le bâtiment réagit bien comme il le désire, mais il a besoin d'un aide principal pour vérifier que ses ordres ont été transmis et compris, que l'homme de barre et la propulsion les ont correctement exécutés, que les hélices sont claires ..., et pour lui fournir les renseignements tels que : fond au sondeur, vitesse loch, distances de sécurité, remorqueur pris, aussière passée etc...

L'officier de manœuvre prend généralement les fonctions d'officier de quart pendant la manœuvre. Outre la surveillance de ce qui vient d'être énoncé, il devra suivre à chaque instant la position du bâtiment sur le plan du port pour être en mesure de répondre immédiatement avec précision aux questions éventuelles du commandant : planchette support de la photocopie agrandie et plastifiée de la zone portuaire concernée et renseignée (relèvements de garde, distances de sécurité, routes à suivre et vitesses, courants...).

Cette planchette servira au commandant au moment de la présentation pour se rendre compte d'une façon plus précise de la pertinence de telle ou telle manœuvre.

Toute manœuvre demande une préparation soigneuse, a fortiori si elle sort de l'ordinaire ou s'exécute dans un port que l'on n'a jamais pratiqué.

## **Connaître 1 'environnement:**

C'est déterminer à partir de l'étude des cartes, des plans et de la documentation :

- *les zones où le bâtiment peut manœuvrer;*
- *celles où il risque d'être gêné par les petits fonds;*
- *le ou les postes d'amarrage possibles ou probables et le sens de l'amarrage, les postes déjà occupés;*
- *les marée, vent et courant et météo prévus au moment de la manœuvre;*
- *les possibilités en pilote, remorqueurs et équipes de quai.*

## **Proposer au commandant une idée de manœuvre**

En fonction des conditions d'environnement, c'est :

- *tracer les routes et déterminer les points tournants;*
- *choisir les amers, alignements, relèvements et distances de garde;*
- *déterminer les points de modification d'allure et les vitesses sur l'eau imposées;*
- *choisir la manœuvre pour le mouillage, l'appareillage ou l'accostage.*

L'utilisation d'une maquette du bâtiment à l'échelle de la carte pourra apporter une aide à cette préparation.

## **Réunion préparatoire des équipes concernées**

Lors de la réunion préparatoire, l'officier de manœuvre exposera la situation selon les conditions détaillées ci-dessus, et proposera au commandant d'arrêter l'idée de manœuvre la plus adaptée. Cette idée de manœuvre sera ensuite largement diffusée à tout le personnel des chaînes d'exécution.

## **Actions "in situ" : observer le plan d'eau**

Vérifier au plus tôt que l'approche du poste n'est pas encombrée et attendre éventuellement à bonne distance pendant la demande de renseignements par radio à la direction du port.

Vérifier le courant (bouées, coffres ...) et le vent (fumées, pavillons, anémomètre...). Contrôler la dérive (alignements) et les évolutions du bâtiment (compas, coup d'œil sur l'arrière pour les bâtiments ayant une passerelle sur l'avant).

## **Contrôler et maîtriser 1'erre**

La vitesse sur l'eau s'apprécie à l'œil en observant les objets flottants le long du bord (sinon demander la vitesse loch). La vitesse sur le fond s'apprécie en observant le défilement d'alignements traversiers (sinon demander la vitesse par moyen de positionnement satellite ou inertiel).

Une certaine vitesse est nécessaire pour gouverner. Il faut conserver le plus longtemps possible au moins une hélice tournant en avant, en particulier dans le cas d'hélice à pales orientables. D'autre part manœuvrer vite ne s'impose que par vent fort.

EN RESUME, IL NE FAUT PAS MANOEUVRER EN GARDANT "LE NEZ SUR L'ÉTRAVE".

## **La manœuvre de la barre**

Il ne faut pas hésiter à employer de grands angles de barre, d'autant plus que la vitesse est réduite. Avec de l'erre en arrière, l'angle de barre devra être plus limité.

## **La manœuvre des aussières**

Les aussières ne sont manœuvrées que sur ordre de la passerelle. Cette consigne doit être appliquée strictement car il peut s'avérer très dangereux de faire forcer une aussière sans ordre. Une des principales préoccupations de la plage arrière sera de maintenir les hélices "claires". Toutes les règles de sécurité doivent être respectées (gants, casque, brassières, position hors des boucles...) et la passerelle n'oubliera pas de prévenir les plages lorsqu'on va faire forcer une aussière avec la propulsion.

## **La manœuvre de 1 'ancre**

L'ancre disposée en mouillage est en principe celle du bord extérieur lors d'un accostage. Elle peut servir de "frein à main" pour casser l'erre en urgence.

## **La manœuvre avec remorqueurs**

La vitesse est généralement limitée à 3 noeuds avec des remorqueurs classiques, à 6 noeuds avec des remorqueurs à propulsion cycloïdale.

Il ne faut jamais atteler un remorqueur sans avoir le pilote à bord.

Enfin, l'utilisation des remorqueurs ne doit pas être considérée comme "désonorante".

### **Caractéristiques de manœuvre des bâtiments**

Les caractéristiques de manœuvre du bâtiment sont rassemblées dans la documentation de passerelle, le titre 1 du Registre de Préparation au Combat (R.P.C.) et dans le cahier de manœuvre tenu par l'officier de manœuvre.

#### **Les positions d 'équilibre**

Il convient de toujours faciliter les manœuvres vers les positions d 'équilibre. En marche arrière, la position d 'équilibre est toujours vent arrière. Pour venir vent arrière, il est conseillé de battre en arrière avec l'hélice sous le vent ce qui permet d'évoluer avec très peu d'erre.

#### **Les qualités évolutives**

Un navire possède une bonne **stabilité de route** lorsqu'on le maintient facilement à un cap donné, même à faible vitesse et avec peu d'angle de barre. Les bâtiments de combat se gouvernent bien par mer de l'avant mais plus difficilement par mer de l'arrière.

En présence d'hélices à pales orientables, le bâtiment ne tient pas son cap lorsqu'il court sur son erre pas à zéro (présence d'un masque sur l'avant du gouvernail). L'imperfection dans le réglage de pas induit une erre résiduelle.

#### **L'inertie**

La distance parcourue sur l'erre en stoppant ou en battant en arrière est fonction de la vitesse initiale, du tonnage, de la forme du bâtiment ainsi que des conditions météorologiques. Les possibilités de la propulsion en manœuvre d'urgence ainsi que les réactions pour les manœuvres courantes doivent être parfaitement connues par l'officier chef du quart.

**L'inertie de barre** est l'espace qui sépare l'instant de l'ordre de barre de celui où le bâtiment amorce sa giration.

**L'inertie giratoire** concerne le fait pour un bâtiment en giration de continuer à évoluer d'un certain nombre de degrés lorsque la barre est mise à zéro.

## **2.3 LES DIFFERENTS TYPES DE PORTS**

Dans ce chapitre, nous examinerons les méthodes les plus efficaces pour amarrer un bâtiment suivant les diverses particularités que les ports peuvent présenter.

Une telle étude ne s'impose réellement que pour les ports "exotiques" car la majorité des grands ports maritimes du globe fournissent des facilités générales d'amarrage, des remorqueurs, et l'assistance de pilotes et officiers de port. Lorsqu'il existe notamment des bassins à flot, on ne saurait se passer du concours technique du personnel portuaire pour la manœuvre des portes des sas et le lamanage.

Comme sur tout plan d'eau restreint, ces problèmes de manœuvre sont toujours sensiblement les mêmes, mais les commandants devront leur accorder toute leur attention, même dans les cas où les autorités locales prennent plus ou moins en charge la manœuvre de leur bâtiment.

D'une façon générale, quand dans un endroit donné on a le choix de son poste d'amarrage et de la manœuvre à faire pour s'y rendre, on doit prendre en considération non seulement la sûreté et la commodité de l'opération d'amarrage elle-même, mais aussi celles de la manœuvre ultérieure d'appareillage.

Ce serait aussi une erreur que de s'imposer, en vue de gagner un léger avantage au moment de l'appareillage, une manœuvre d'accostage longue et risquée, au lieu d'aller prendre un autre poste.

Il peut se trouver cependant des circonstances exceptionnelles où une telle façon d'agir se justifie par la nécessité pour le bâtiment de pouvoir appareiller en urgence.

Quand on connaît son heure d'appareillage et que l'on peut raisonnablement prévoir la météo, le poste d'amarrage à adopter quand on a le choix est évidemment celui qui, au moment du départ, réunira le plus de conditions favorables.

En revanche, quand on ignore le jour et l'heure d'appareillage et qu'on ne peut prévoir la météo, la qualité de l'amarrage et les facilités du bord à quai seront les seules à privilégier.

Dans la mesure du possible, il y aura intérêt pour simplifier la manœuvre d'appareillage à ce que le bâtiment soit amarré en ayant un cap approximatif dans la direction de la sortie.

### 2.3.1 LES PORTS CLASSIQUES

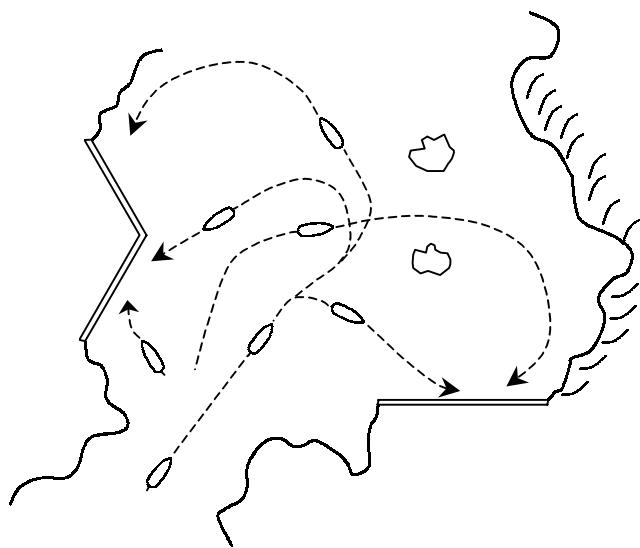
Ces ports sont constitués par un plan d'eau navigable, abrité soit par la configuration naturelle des terres, soit par des digues artificielles.

Même si elle ne comporte pas de sas, l'entrée en est généralement la partie la plus étroite, et si des courants de marée ou autres existent, c'est près de cette entrée que leur action se fera le plus sentir.

Le manœuvrier devra connaître la hauteur d'eau (fonction de la marée), le vent qui y règne et les limites de la zone navigable.

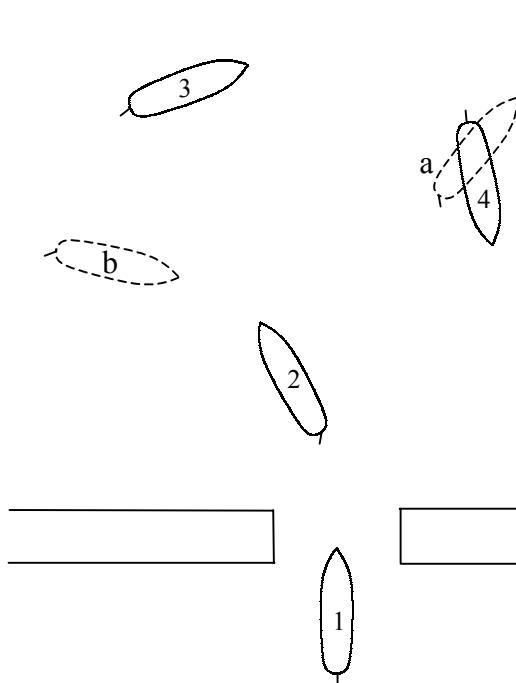
A l'intérieur d'un tel port, il peut exister plusieurs petites baies distinctes, un système compliqué de bassins et d'appontements, ou seulement une zone de mouillage comportant un quai d'accostage rectiligne, des bouées d'amarrage, ou des postes d'amarrage l'arrière à quai. Si c'est un grand port, la superficie navigable sera cependant toujours assez vaste pour ne nécessiter aucune manœuvre spéciale.

Dans un grand port possédant des quais dans différents secteurs, un commandant se conformera aux



instructions de la capitainerie du port et aux conseils du pilote. Il décidera ou non de prendre les remorqueurs.

Dans un très grand port où tous les amarrages sont situés à la périphérie d'un vaste plan d'eau navigable, un bâtiment qui n'a pas d'instruction particulière adoptera la méthode qui lui paraît la plus pratique pour gagner son poste.



**Les postes à quai situés à droite en entrant**

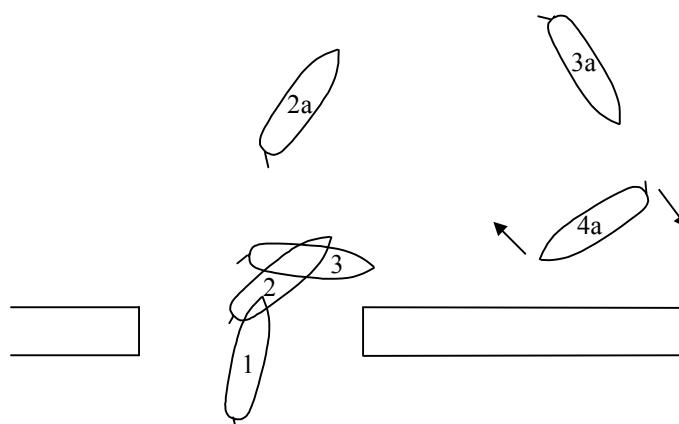
Ce sont, quel que soit le bord à accoster, des postes particulièrement commodes pour des bâtiments à une hélice.

Comme 2-3 et 4 l'indiquent, il suffit d'une simple évolution sur tribord pour accoster bâbord à quai.

(Cependant, si en 1 , on a le vent par tribord, on aura peut-être à se servir de son ancre pour s'éviter)

a et b montrent la manœuvre d'appareillage dans le cas d'un bâtiment accosté tribord à quai. Tandis que le bâtiment s'éloigne du quai en culant, l'effet giratoire de l'hélice fait venir son avant du côté de la sortie.

Avec un bâtiment à une hélice (pas d'hélice à droite), on doit se souvenir que, si à un certain quai le vent dominant souffle vers la terre, on s'y trouvera dans une meilleure position pour en appareiller si l'on est accosté tribord à quai ;



**Le quai rectiligne situé à droite immédiatement après l 'entrée et à angle droit avec celle-ci**

Dans ce cas, la manœuvre d'un bâtiment à une hélice se trouve extrêmement simplifié .

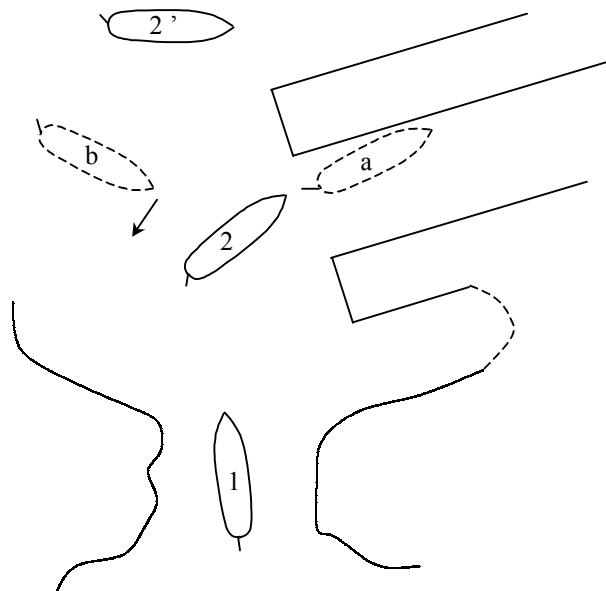
2 et 3 indiquent la manœuvre d'un tel bâtiment; s'il doit s'accoster tribord à quai: on bat en arrière lorsque le bâtiment est encore dans la passe et on abat immédiatement en direction du quai.

2a, 3a, et 4a montrent l'évolution qu'il faut faire sur tribord pour venir accoster tribord à quai.

Dans ce cas, quand on appareille, on a toute la place voulue pour culer, et on peut prendre autant de tour qu'il le faut pour venir prendre le chenal de sortie .

La plupart des ports ne sont pas assez étendus pour que les manœuvres de présentation y soient indifférentes. Et c'est en fait le manque de place qui est le plus souvent le critère déterminant dans les manœuvres de port.

Le port idéal est celui dont l'entrée se trouve sous le vent, et dans lequel les quais et les appontements d'accostage sont situés à main droite de l'entrée, et les postes d'amarrage l'arrière à quai à main gauche de l'entrée.



### **Les appontements situés à droite en entrant**

Il n'y a pas de difficulté à accoster, dans ce cas, un bâtiment à une hélice cap vers l'intérieur, car quand on bat en arrière, l'effet giratoire de l'hélice le fait battre dans le sens voulu .

2 et 2' indiquent la position à prendre par rapport à l'appontement suivant que l'on veut s'accoster bâbord ou tribord à quai .

a et b représentent la manœuvre d'appareillage. Au moment où il s'éloigne de l'appontement en culant, le bâtiment a tendance à venir cap vers la sortie .

### **Ports dont l'entrée se trouve sous le vent**

Un port dont l'entrée est sous le vent des vents dominants, offre un grand avantage :

Au moment de leur arrivée, les bâtiments se présentent debout au vent tandis qu'au moment de leur départ, il leur est facile, après s'être dégagés de leur poste et s'être évités au milieu du port, de mettre le cap sur la sortie.

### **Ports où les postes à quai sont situés à droite en entrant**

De tels postes sont avantageux en ce sens qu'on peut y conduire facilement les bâtiments à une hélice.

On sait, en effet, que si, avec un bâtiment à deux hélices, on peut (sauf par forte brise), évoluer et s'éviter dans une direction quelconque, par contre, avec un bâtiment à une hélice, on manœuvre toujours plus facilement en venant sur tribord.

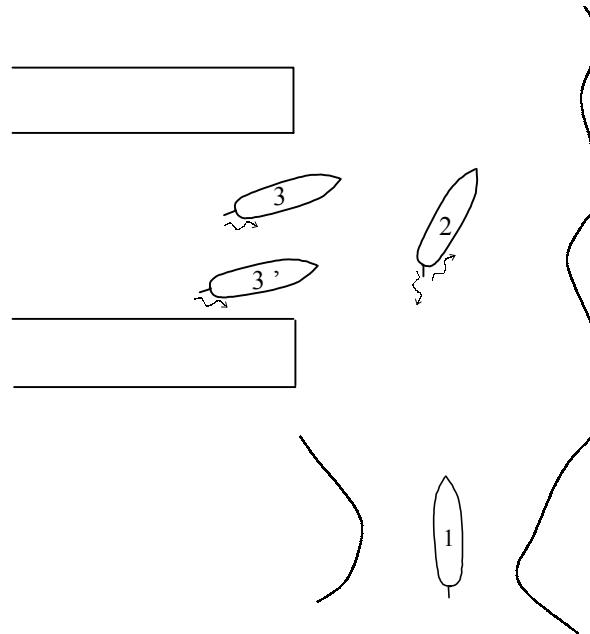
### **Ports où les postes à quai sont situés à gauche en entrant**

Dans ce cas, avec un bâtiment à une hélice, on aura du mal non seulement à aller s'amarrer mais aussi à appareiller.

S'il s'agit d'aller s'accoster à des appontements, il vaut mieux se présenter en culant après un demi-tour sur tribord, car, de cette façon, l'effet giratoire de l'hélice accélérera l'abattée initiale et, une fois amarré, le bâtiment se trouvera dans une position favorable pour appareiller.

Mais, s'il faut aller loin entre deux appontements, une telle manœuvre ne pourra se faire qu'avec l'assistance d'un remorqueur ou en mouillant l'ancre bâbord (en faisant croupiat). Au moment d'appareiller, il pourra être laborieux d'écartier le bâtiment du quai, si le vent l'y ramène ou si ce dernier souffle du secteur avant.

Avec un bâtiment à une hélice, il ne sera pas facile de s'éviter sur bâbord pour accoster à de tels



#### **Les appontements situés à gauche en entrant**

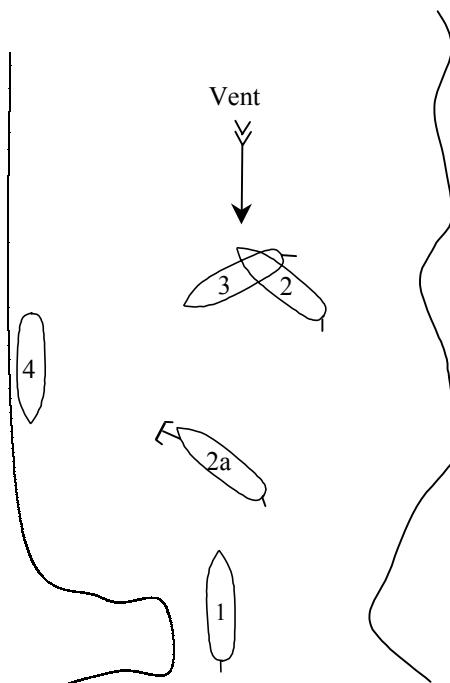
appontements, cap vers l'extérieur.

Si le bâtiment doit être amarré près de l'extrémité de l'appontement, une bonne méthode consiste à s'accoster l'arrière le premier.

On évitera facilement le bâtiment sur tribord, devant l'extrémité de l'appontement, en battant alternativement en avant et en arrière.

S'il souffle un vent traversier d'un bord ou de l'autre de l'appontement, l'avant tombera sous le vent dès que l'arrière sera abrité, et l'on aura à mouiller l'ancre au vent pour arrêter cette abattée.

Les positions à prendre suivant qu'on veut accoster bâbord ou tribord à quai sont ainsi détaillées :



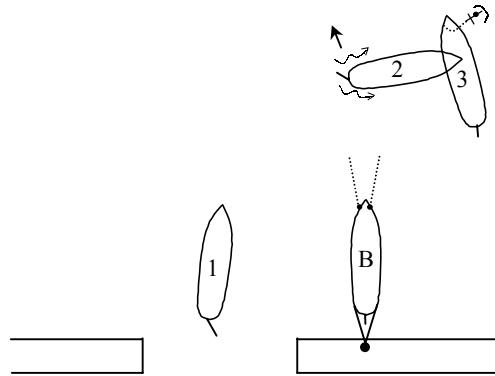
#### **Les postes à quai situés à gauche en entrant**

Il n'est pas facile de venir à de tels postes avec un bâtiment à une hélice, surtout quand il n'y a pas beaucoup de place pour évoluer dans le port.

Sauf dans le cas où on a le vent debout, où le bâtiment viendra alors en grand sur bâbord quand on battra en arrière, on devra s'éviter autour de son ancre bâbord, ancre qu'il faudra relever dès que l'évitage sera effectué (2 a).

On peut également aller mouiller plus loin (en 2) ce qui permettra de faire ensuite une manœuvre d'accostage plus satisfaisante.

En revanche, à moins que le vent ne souffle dans l'axe de l'entrée, il sera difficile de venir tribord à quai et dans ce cas on sera généralement obligé pour s'éviter de mouiller l'ancre de bâbord. Si on ne peut compter ultérieurement sur l'aide d'un remorqueur pour appareiller, il sera bon de relever cette ancre avant de terminer l'opération d'accostage.



#### **Aller s'amarrer par l'arrière avec un bâtiment à une hélice à un quai situé à droite en entrant.**

(B est un autre bâtiment déjà amarré).

L'avant du bâtiment étant arrivé sur l'axe du poste, en 2, on mouille bâbord après avoir mis en arrière. La poupe va probablement tomber sur bâbord, ce qui amènera le bâtiment au-dessus de son ancre. Il en résulte que lorsqu'on battra en avant, le bâtiment ne s'évitera sur sa chaîne qu'avec une extrême lenteur. Il faudra cependant attendre que le bâtiment soit complètement évité autour de son ancre avant de le faire culer à poste.

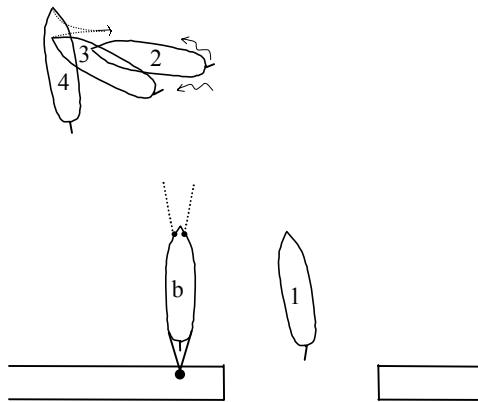
Sauf cas de vent favorable, il en sera de même pour appareiller : il faudra à nouveau s'éviter sur son ancre pour venir cap à la sortie.

(On perd toujours beaucoup de temps lorsqu'on a à s'amarrer par l'arrière à un quai situé à main droite).

#### **Ports où l'on s'amarre par l'arrière à un quai situé à droite en entrant**

Avec un bâtiment à une hélice, il n'est pas facile d'aller s'amarrer arrière à quai dans un tel port, car lorsqu'on culera pour venir à poste, l'effet giratoire de l'hélice empêchera le bâtiment d'abattre dans le bon sens. De ce fait, il faudra auparavant avoir mouillé l'ancre bâbord et s'éviter sur sa chaîne.

Ces inconvénients n'existent pas quand on s'amarre par l'arrière à un quai situé à gauche en entrant.



#### **Aller s'amarrer par l'arrière, avec un bâtiment à une hélice, à un quai situé à gauche en entrant.**

(2) Quand, après avoir mouillé l'ancre de tribord, on bat en arrière, la poupe tombera normalement sur bâbord, ce qui fera s'écartier le bâtiment de son ancre.

(3) Lorsqu'on étalera sur la chaîne, il suffira de donner un coup de fouet en avant pour que le bâtiment continue à abattre.

(4) Un peu avant d'avoir le point d'amarrage dans l'axe, on battra en arrière.

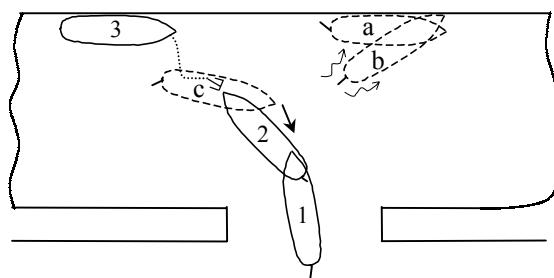
Au lieu d'avoir à éviter le bâtiment sur sa chaîne de plus de  $90^\circ$  comme c'est le cas quand le quai est situé à main droite en entrant, cet angle est alors réduit à moins de  $45^\circ$ .

L'appareillage ne présente pas plus de difficulté

S'il y a du vent, le problème est différent et la supériorité de l'amarrage à un quai situé à gauche se trouve alors sensiblement moindre.

### **Ports ne comportant qu'un petit bassin à flot**

Dans beaucoup de ports anciens ne comportant qu'un seul bassin à flot, on constate que le quai d'accostage s'étend perpendiculairement à l'axe de l'entrée.



#### **Le petit port où le quai est en face de l'entrée.**

Dans un tel port, il est toujours préférable d'accoster un bâtiment de gros tonnage, bâbord à quai.

1, 2 et 3 indiquent comment procéder pour prendre un poste situé sur la gauche du quai. On mouille l'ancre de tribord de façon que, lorsqu'on appareillera, on puisse écarter l'avant en virant la chaîne.

a, b et c indiquent la méthode pour appareiller d'un poste situé sur la droite du quai, quand on n'a pas d'ancre mouillée.

(b) On écarte franchement l'arrière et l'on fait en AR avec les machines.

(c) Le bâtiment s'évite au milieu du bassin et se met cap vers la sortie.

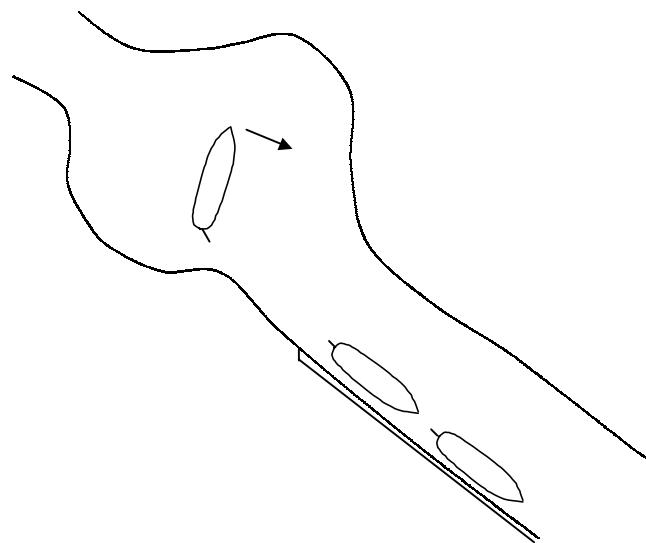
Cette manœuvre ne pourra se faire si le vent souffle vers la terre. Dans ce cas, après avoir culé droit, on devra mouiller l'ancre bâbord pour se mettre cap à la sortie.

Si le bâtiment doit prendre poste dans l'angle du bassin situé à main gauche de l'entrée, on mouillera l'ancre de tribord au large du quai, afin de faciliter la manœuvre d'appareillage. On pourra ainsi appareiller quelle que soit la direction du vent.

Si le vent souffle vers le quai, on écartera l'arrière avec une aussière au vent, tout en virant la chaîne de l'ancre et on fera en sorte qu'au moment où on relève l'ancre, le bâtiment ait le cap vers la sortie.

### Appontements en canal et en rivière

Dans les canaux et les rivières, les appontements sont généralement disposés parallèlement aux rives.



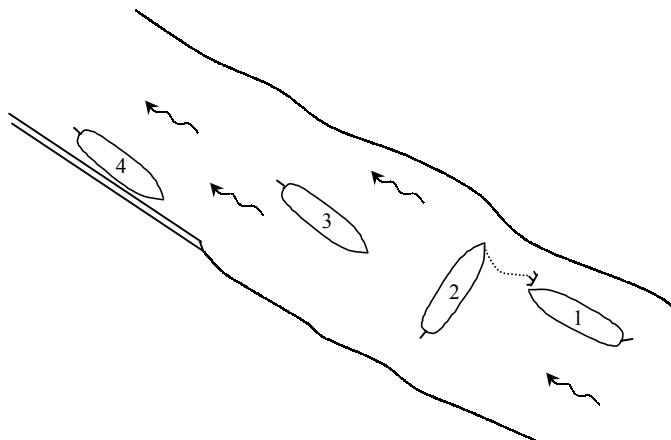
#### Aller s'amarrer à quai dans un canal

Il vaut toujours mieux s'éviter dès l'arrivée de façon à accoster avec le cap vers la mer. On s'épargnera ainsi, au moment de l'appareillage, une manœuvre compliquée et que l'on aurait peut-être à exécuter dans des conditions défavorables. Parfois, il n'y a pas au large du quai d'accostage, la place suffisante pour s'éviter ; dans ce cas, il existe à une plus ou moins grande distance "en amont" de l'appontement, un bassin d'évolution, généralement artificiel qui, pour faciliter au maximum les manœuvres, est dégagé de corps morts et de toutes autres installations.

Nombreux sont dans le monde des canaux, ou bras de mer qui offrent, à l'abri des courants, de bonnes facilités d'amarrage. Quand leur largeur est insuffisante pour permettre aux gros navires de s'y éviter, il y existe des bassins d'évolution situés habituellement au-delà des postes d'amarrage.

A moins qu'au moment où on entre au mouillage, les conditions de temps soient défavorables, il est bon d'aller directement au bassin d'évolution pour s'y éviter de façon à pouvoir venir s'amarrer cap vers la mer. Comme le chenal de sortie a la même direction que l'appontement, peu importe le bord qui sera accosté.

Si l'on s'attend à de forts vents soufflant vers l'appontement et que l'on n'a pas de facilités pour se déhaler avec des aussières, il peut être utile, pour pouvoir appareiller ensuite facilement, de mouiller une ancre au large de l'appontement au moment où l'on s'y accoste.



#### Aller s'accoster à un appontement de rivière en descendant le courant

Si on ne dispose pas de l'espace voulu pour s'éviter près de l'appontement; on s'évitera au point favorable le plus proche avant d'y parvenir (1) et (2). Quand le bâtiment aura fait front au courant, on virera la chaîne à long pic. Le bâtiment culera alors en traînant son ancre sur le fond jusqu'à ce qu'il soit à la hauteur de son poste.

Bien que ce soit une opération laborieuse, surtout avec un bâtiment à une hélice, c'est encore bien préférable que d'essayer d'accoster avec courant arrière.

En rivière, pour aller accoster un appontement, la règle est de se présenter debout au courant existant. Peu importe le bord que l'on accoste, aucune difficulté n'étant à craindre au moment de l'appareillage, pour se dégager de l'appontement.

Si on entre en période de flot dans une rivière à marée où il n'existe pas de bassin d'évolution en amont de l'appontement, on s'évitera en aval de l'appontement aussi près de celui-ci que le permet la largeur de la rivière. On se laissera ensuite culer jusqu'à la hauteur de l'appontement, en traînant son ancre sur le fond.

Si c'est en période de jusant que l'on s'accoste, c'est-à-dire cap vers l'intérieur, on adoptera la même méthode pour appareiller, c'est à dire que l'on culera en traînant son ancre jusqu'au point où il est possible de s'éviter. Mais en général, cette manœuvre ne pourra se faire qu'avec l'aide d'un remorqueur.

S'il n'y a pas de remorqueur sur place, le mieux sera d'attendre le flot pour aller s'amarrer afin de pouvoir mettre tout de suite le bâtiment cap vers la mer .

### **Ports d'estuaires**

Pourvu qu'on y soit bien abrité vers le large et que la zone navigable y soit suffisamment vaste, les estuaires de rivières forment souvent d'excellents ports. Comme il y a généralement beaucoup de fond, la nécessité de bassins à flot ne s'y fait pas sentir et on se contente de s'amarrer à des appontements ou à des digues.

La principale différence entre un port d'estuaire et un port ordinaire, c'est qu'il existe à la fois des courants de marée et des courants de rivière. S'ils sont violents, les meilleurs postes d'amarrage se trouvent dans les creux ou les replis de la côte que le courant n'atteint pas.

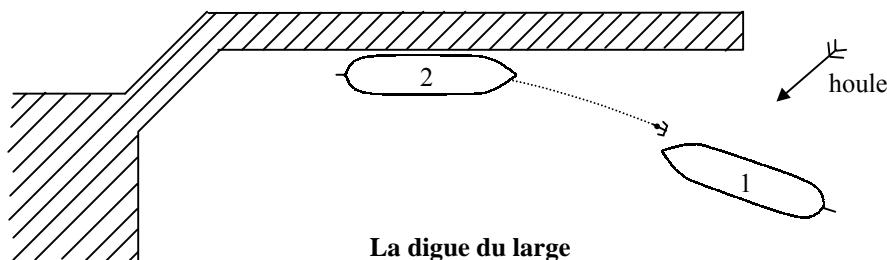
S'amarrer dans un tel port ne présente pas de complications spéciales , sauf si les appontements sont travers au courant, le mieux étant alors d'attendre l'étalement pour manœuvrer.

### **Ports ne comportant qu'une digue du large**

Dans de nombreux mouillages où il n'existe pas d'abri naturel et où l'arrière-pays n'est pas suffisamment riche pour justifier la construction d'un coûteux port artificiel, les seules possibilités d'amarrage consistent généralement dans un wharf ou une digue du large qui ne protège qu'imparfaitement du mauvais temps et de la mer.

A moins que l'on soit dans une région où il fait généralement calme, on peut à un tel poste s'attendre à lever et à tanguer considérablement sous l'effet de la houle. Comme la houle viendra du large, il faudra toujours accoster le bâtiment avec l'avant vers l'extérieur de façon à la recevoir par l'avant.

On mouillera l'ancre du bord libre avec une bonne touée de chaîne, en une position telle que la chaîne appelle environ de 4 quarts au large de la digue. Cette chaîne, à laquelle on donnera du mou quand on sera à poste, contribuera sensiblement à atténuer le mouvement de tangage.



La houle risque d'arriver jusqu'à la digue et provoque alors une forte levée du bâtiment qui y est accosté.

Aussi est-il utile que le bâtiment ait son avant dirigé vers la mer de façon à prendre la houle par l'avant. Il est prudent d'avoir une ancre mouillée au large de la digue de façon que, grâce au poids de la chaîne, le bâtiment joue moins et lève moins à la houle.

Avec le vent soufflant de la mer, les amarres qui auront à supporter à la fois la poussée du vent et la levée due à la houle, risquent de céder. Si cela se produit, comme le bâtiment a déjà une ancre à l'eau, il ne se trouvera pas en très mauvaise posture. Néanmoins, s'il n'y a pas beaucoup d'espace sous le vent, on aura soin, si les aussières commencent à se rompre, de laisser tomber la deuxième ancre le long de la digue. De cette façon, quand le bâtiment partira en dérive, on filera la chaîne de cette ancre et le bâtiment se trouvera mouillé derrière la digue sur ses deux ancrages en barbe.

### **Rades foraines**

Par beau temps, avec une mer peu agitée, rien n'est plus simple que de mouiller dans une rade foraine.

Là, à moins que la tenue du fond soit exceptionnellement bonne, il faut compter pour la longueur de la touée environ 5 fois la hauteur d'eau. Cependant par des fonds supérieurs à 30 mètres, on peut se contenter par beau temps de 3 fois la hauteur d'eau. Lorsque le vent force et que la mer grossit, les difficultés commencent à apparaître.

Le vent le moins dangereux est celui qui souffle de terre car il ne soulève pas de houle. De plus, si l'on a des ennuis avec son ancre, il n'y a en général qu'à se laisser dériver vers la pleine mer pour se trouver en sécurité.

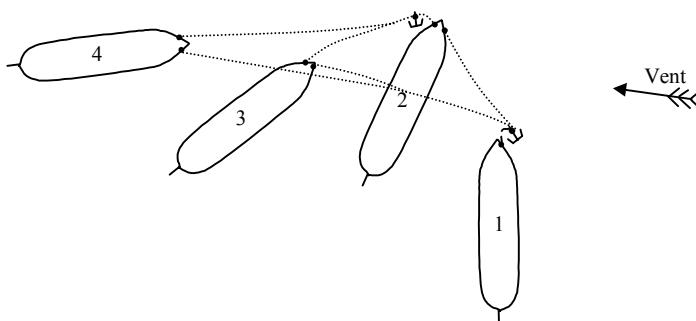
Cependant, on devra mettre davantage de chaîne à l'eau si le bâtiment est peu chargé, a fortiori s'il hale son ancre du côté où les fonds augmentent, car une ancre chasse facilement lorsqu'elle se trouve sur une pente même légère.

S'il existe vers le large, et par conséquent sous le vent, des dangers tels que des roches ou des bancs, il sera prudent de changer de mouillage en allant mouiller aussi près que possible de terre, de façon à conserver plus de champ de manœuvre, sous le vent.

Quand le vent souffle de la mer, et si l'on a des raisons de penser que le coup de vent forcera et durera quelque temps, le mieux sera de lever l'ancre au plus tôt et de prendre la mer.

Si cela n'était pas possible, on mouillera ses deux ancres en barbe avec un écartement de 2 à 3 maillons, en mettant à l'eau le plus de chaîne possible sur l'une et sur l'autre.

Un bâtiment qui a beaucoup de chaîne à l'eau peut tenir remarquablement sur ses ancrages, même par grosse mer. Un écartement convenable entre les ancrages réduira efficacement les embardées, qui par leur violence pourraient provoquer la rupture des chaînes.



#### Mouiller par fort vent , avec un bâtiment lège

- (1) On mouille d'abord l'ancre du vent en laissant filer la chaîne, puis on bat en avant en travers au vent
- (2) On mouille alors l'ancre sous le vent sans étaler sur les chaînes.
- (3) Le bâtiment dérive rapidement sous le vent. Bien qu'on laisse filer les chaînes à la demande, leur poids commence à faire remonter l'avant dans le vent.
- (4) Quand on a dehors une bonne touée de chaîne ( de l'ordre de 7 maillons pour un bâtiment de gros tonnage ) on étale sur les chaînes en commençant par la chaîne du vent; le bâtiment vient alors rapidement debout au vent.  
Pendant cette manœuvre, on ne se sert de la propulsion que pour effectuer le mouvement en travers au vent, et on laisse aux chaînes seules le soin d'amener le bâtiment cap au vent.

Si l'on se trouve dans l'obligation absolue d'aller mouiller bien que le vent souffle en tempête et que l'on ait la terre sous le vent, on commencera par venir debout au vent avant de mouiller les ancrages et on filera une bonne touée de chaîne (au moins 6 maillons) avant d'essayer de faire tête.

Cependant, s'il s'agit d'un bâtiment presque lège, il peut très bien se refuser à remonter dans le vent et continuer à dériver vers la terre en travers au vent. Dans ce cas, on mouillera d'abord l'ancre du vent ; puis on lancera le bâtiment en avant en travers au vent, de façon à pouvoir mouiller à bonne distance la deuxième ancre. On laisse alors filer les deux chaînes jusqu'à avoir toute la touée voulue, et ensuite seulement on étale sur les chaînes, ce qui fait venir le bâtiment cap au vent.

Quand dans une rade foraine, il n'existe aucune protection contre le vent soufflant du large, il est bon de mouiller aussi loin de terre que les fonds le permettent, car, au fur et à mesure que les fonds diminuent, la mer devient plus dure et les vagues plus dangereuses. Pour cette raison, et parce que par plus grands fonds le poids supérieur des chaînes en pendant atténue les mouvements de tangage du bâtiment, on se trouvera probablement dans une situation plus confortable par fonds de 30 mètres plutôt que 12 mètres.

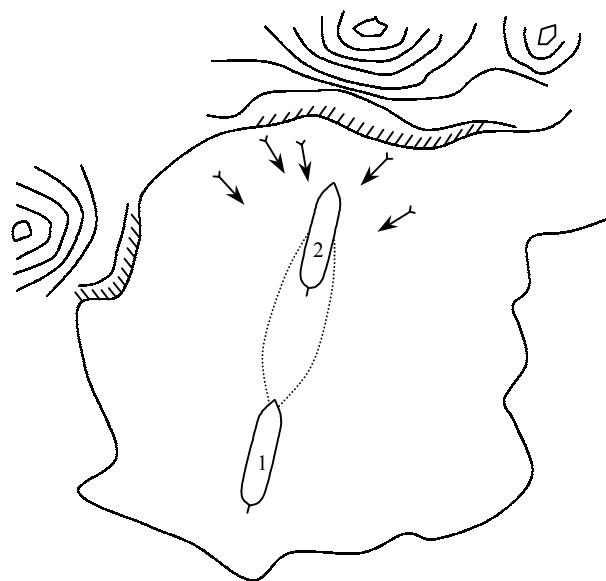
Ce sont toujours les tensions brutales des chaînes qui provoquent leur rupture. C'est pourquoi, toutes les fois que l'on mouille dans des conditions défavorables de temps et de mer, il faut éviter à tout prix de faire supporter de tels efforts aux chaînes avant de leur avoir donné une touée suffisante, afin que l'effet de ressort produit par leur poids se fasse sentir efficacement.

Par mauvais temps, une baie entourée de montagnes escarpées est souvent exposée à des rafales et à des tourbillons violents venant de diverses directions.

Le mouillage dans une telle baie risque d'être agité, car si le bâtiment hâle sur ses ancrages de façon normale, il repartira en avant sous l'appel de ses chaînes tendues à bloc à chaque accalmie qui se produira entre les rafales, et celles-ci prendront du mou. Au moment où il recevra la rafale suivante, son avant tombera violemment sur les chaînes qui se raidiront à nouveau, et ainsi de suite.

Seule parade à une telle situation : battre en avant sur les chaînes appelant de l'arrière (au besoin à demi vitesse) dans la direction moyenne des rafales. De cette façon, les chaînes seront constamment raides quel que soit le côté d'où viendra le vent ; et en s'aider du gouvernail, on arrivera à garder un cap à peu près constant.

Cette méthode est bien préférable à celle qui consisterait à battre en arrière doucement sur les chaînes, ce qui ne limiterait en rien les embardées du bâtiment.



#### **Tenir au mouillage par fort vent dans une baie entourée de montagnes escarpées**

Par mauvais temps, le mouillage sera exposé à des rafales venant de divers azimuts mais ayant cependant une direction moyenne bien marquée.

Quand un bâtiment reste plusieurs jours tenu sur deux ancrages dans un mouillage où se fait sentir la marée, on ne pourra empêcher les tours de chaîne qu'en s'évitant sur place, immédiatement avant chaque renverse de courant, autour de la chaîne qui ne travaille pas.



## **CHAPITRE 3 LES MANŒUVRES DE PORT SANS UTILISATION DE REMORQUEUR**

<b>3.1</b>	<b>L'ACCOSTAGE</b>	<b>166</b>
<b>3.2</b>	<b>L'APPAREILLAGE</b>	<b>191</b>
<b>3.3</b>	<b>LE MOUILLAGE</b>	<b>207</b>
<b>3.4</b>	<b>LA NAVIGATION EN CHENEAUX ET RIVIÈRES</b>	<b>219</b>
<b>3.5</b>	<b>LES MANŒUVRES EN RIVIÈRE</b>	<b>228</b>

### 3.1 L'ACCOSTAGE

#### 3.1.1 ACCOSTAGE SANS VENT NI COURANT

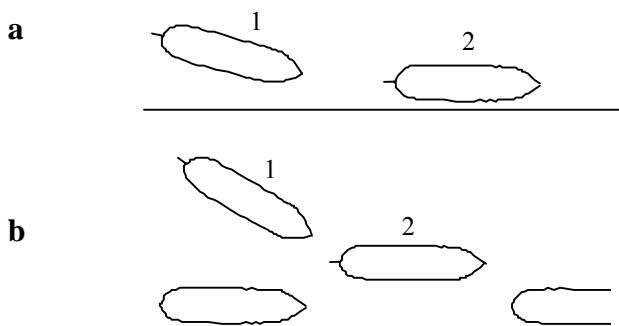
Avant de voir comment l'existence de vent ou de courant, dont il y aura toujours à tenir compte, peut faciliter ou compliquer les manœuvres, nous allons étudier celles-ci par calme et sans courant.

##### Comment aller s'amarrer le long d'un quai

La méthode à suivre pour aller s'amarrer le long d'un quai, dépend de l'orientation du quai par rapport au point de départ, de l'espace dont on dispose, et enfin des considérations relatives à la plus ou moins grande facilité que l'on aura pour appareiller ensuite.

Si l'on ne se propose pas de mouiller au cours de l'opération, il est généralement nécessaire de commencer par conduire le bâtiment à faible distance de son poste d'amarrage, en s'approchant avec un léger angle avec la ligne du quai. C'est ce qui s'appelle **la manœuvre de présentation**.

Avec un bâtiment à deux hélices, on se présente avec un angle d'approche d'un quart environ (ou un quart  $\frac{1}{2}$  si le bâtiment doit s'accoster entre deux autres navires), en mettant le cap à peu près sur le milieu du poste.



##### Aller à quai avec un bâtiment à 2 hélices

Arrivé en (1), on met bâbord en arrière. Dès qu'on est à poste (2), on stoppe bâbord. Si l'abattée sur bâbord est excessive, on l'arête en mettant tribord en arrière.

- a) Le quai est bien dégagé.
- b) Le poste est situé entre deux autres navires: en ce cas, on se présentera avec un angle plus ouvert, et on se gardera de vouloir accoster trop près.

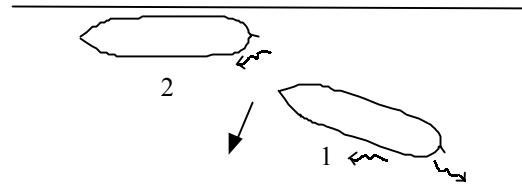
Pour se mettre parallèlement au quai, on bat en arrière toute du bord extérieur, ce qui casse l'erre et produit immédiatement l'abattée nécessaire pour venir à poste.

La distance à laquelle on doit se trouver alors du quai dépend de la taille du bâtiment, mais dans les conditions normales elle doit permettre le passage d'un lance-amarre.

Cependant, il n'est pas prudent de manœuvrer trop près du quai surtout si le bâtiment doit prendre place entre deux autres bâtiments peu éloignés l'un de l'autre.

Avec un bâtiment à une hélice, s'il s'agit d'aller accoster tribord à quai, on se présentera en faisant également un angle d'un quart avec le quai (ou un quart  $\frac{1}{2}$  s'il y a d'autres bâtiments à quai).

On mettra d'abord le cap sur le milieu de la longueur du poste, puis quand on sera suffisamment près du quai, on donnera un coup de barre à gauche tout en mettant en avant lente. Par suite de l'abattée qui en résultera, le bâtiment se trouvera presque parallèle au quai, au moment où il sera sur le point d'arriver à la hauteur de son poste.



### Aller tribord à quai avec un bâtiment à une hélice

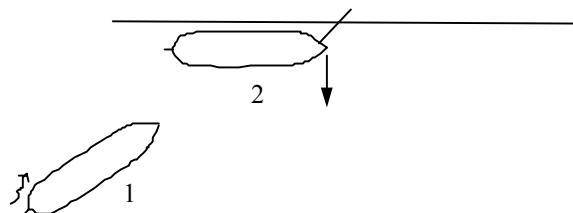
(1) Mettre en avant lente en mettant la barre toute à gauche. Dès qu'une bonne abattée sur bâbord se dessine, on bat en arrière.

(2) Quand on stoppe, le bâtiment étant à poste, et sans erre, il ne doit avoir aucun mouvement latéral.

On bat alors en arrière toute, de façon que, en cassant son erre, le bâtiment se mette parallèle au quai en face du poste qu'il doit occuper. Si la manœuvre a été bien conduite, le bâtiment, au moment où il est stoppé, paré à accoster, doit être complètement immobile, sans la moindre tendance à tomber d'un bord ou de l'autre.

S'il s'agit de s'accoster bâbord à quai, on s'approchera avec un angle légèrement supérieur, c'est-à-dire environ un quart  $\frac{1}{2}$ , en mettant le cap sur le point du quai situé à un quart de longueur sur l'arrière de la position où devra se trouver l'avant du bâtiment une fois à poste.

Quand on arrivera près du quai, on battra en arrière, ce qui fera tomber l'avant sur tribord et l'arrière sur bâbord, du côté du quai. Quand on stoppera, l'avant doit être à toucher le quai avec une légère tendance à s'en écarter ; tandis que l'arrière est encore un peu loin du quai, mais avec tendance à s'en rapprocher. Cette abattée, qui doit être de peu d'amplitude, peut d'ailleurs être contrôlée au moyen de l'amarre de l'avant que l'on devra passer à terre la première.



### Aller bâbord à quai avec un bâtiment à une hélice

Le bâtiment se présente en gardant un cap constant, barre à zéro. On bat en arrière : l'effet giratoire de l'hélice suffit pour faire venir le bâtiment dans la position 2. Si l'avant a alors une tendance à s'écartier du quai, on vire l'amarre de l'avant.

#### Comment aller à quai en mouillant une ancre

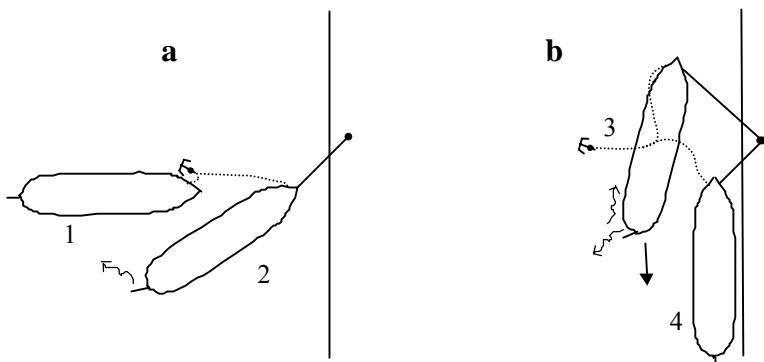
Avant d'accoster un quai, on peut être amené, soit par suite du manque de place aux abords du quai, soit dans le but de faciliter l'appareillage, à mouiller une ancre au large de celui-ci.

Dans ce cas, il faut mouiller l'ancre assez loin du quai pour qu'elle ne risque pas de chasser quand on étalera sur la chaîne pour s'éviter, ou que l'on virera ultérieurement la chaîne pour décoller l'avant du quai : il faut se donner une "bonne touée de chaîne".

La méthode normale consiste à laisser tomber l'ancre sur la perpendiculaire au quai passant par le point où se trouvera l'avant du bâtiment une fois à poste (de telle sorte que la chaîne fasse alors un angle droit avec l'axe du bâtiment). On s'évite ensuite autour de la chaîne pour s'accoster.

La longueur de chaîne à avoir dehors dépendra de la façon dont on compte appareiller. Il est parfois utile d'avoir jusqu'à 4 ou 5 maillons à virer à l'appareillage, ce qui permet de faire éviter complètement le bâtiment dans la bonne direction.

Si l'on tient à n'avoir que peu de chaîne dehors, on se présentera, si possible, parallèlement au quai puis on mouillera l'ancre et ensuite on s'accostera en virant les amarres tout en filant la chaîne.

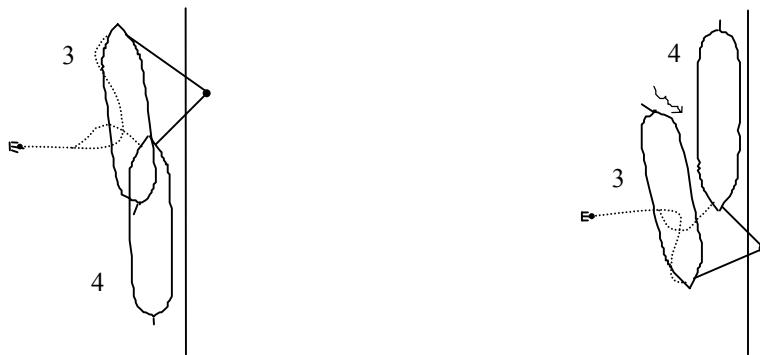


### Aller à quai en mouillant une ancre

- on mouille l'ancre du bord qui ne sera pas à quai (1) et après avoir laissé le bâtiment avancer jusqu'en 2 on étale sur la chaîne et l'on envoie une amarre à terre.
- on bat en avant sur la chaîne avec la barre toute à gauche (on choque au besoin la chaîne si l'on voit qu'on est trop loin du quai). Par ailleurs, on choque l'amarre d'avant, ce qui fait qu'en 3, le bâtiment dépasse son poste. De là, on cule pour venir à la hauteur du poste, en 4, et l'on s'accoste en virant les amarres.

Si faute de place, on ne peut prendre le tour nécessaire pour exécuter cette manœuvre, on mettra alors le cap sur le point du quai où sera l'avant du bâtiment une fois amarré, et quand on en sera à la distance convenable, on mouillera l'ancre. On laissera le bâtiment continuer à avancer jusqu'à ce que son avant soit à un mètre ou deux seulement du quai. On étalera alors l'erre avec la chaîne et on enverra l'amarre d'avant à terre ; puis on battra en avant lente sur la chaîne raide, avec la barre toute à gauche.

Lorsque, en s'évitant ainsi, le bâtiment ne fait plus qu'un angle de 45° avec le quai, on choque la chaîne pour le laisser gagner sur l'avant de son poste et empêcher l'avant de s'écarte par trop du quai. On choque également l'amarre d'avant qui commence à appeler de l'arrière. Le bâtiment avance encore ainsi d'une demi-longueur environ sur l'avant de son poste, avant d'être parallèle au quai. On bat alors en arrière, et le bâtiment culera en se rapprochant de son poste, traînant le mou de sa chaîne sur le fond et restant ainsi parallèle au quai. On supprimera ensuite le mou de la chaîne en virant l'amarre de bout.



### Aller tribord à quai avec un bâtimennt à une hélice en mouillant une ancre

En s'évitant sur sa chaîne (en 3) on a soin de venir jusqu'à avoir le cap un peu ouvert par rapport à la ligne de quai.

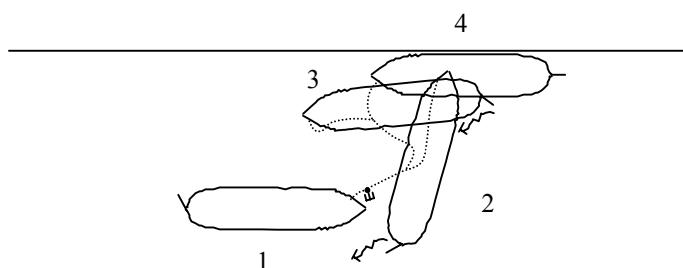
Quand on bat en arrière pour venir prendre son poste en culant, l'effet giratoire de l'hélice met le bâtiment parallèle au quai.

### Aller bâbord à quai avec un bâtimennt à une hélice en mouillant une ancre

Dans ce cas, il faut battre en arrière (3), avant que le bâtiment ne soit tout à fait parallèle au quai. L'effet giratoire de l'hélice fera tomber son arrière vers le quai, achevant ainsi de mettre le bâtiment parallèle au quai.

C'est une manœuvre qui convient également aux bâtiments à une ou deux hélices. La seule différence est qu'avec un bâtiment à une hélice qui doit être tribord à quai, on devra s'éviter d'avantage sur la chaîne, pour tenir compte de l'effet giratoire de l'hélice lorsqu'on battra en arrière.

Il peut arriver que pour accoster un quai, on doive se présenter avec le cap inverse de celui que l'on aura une fois accosté.



#### Aller à quai en faisant un demi-tour complet

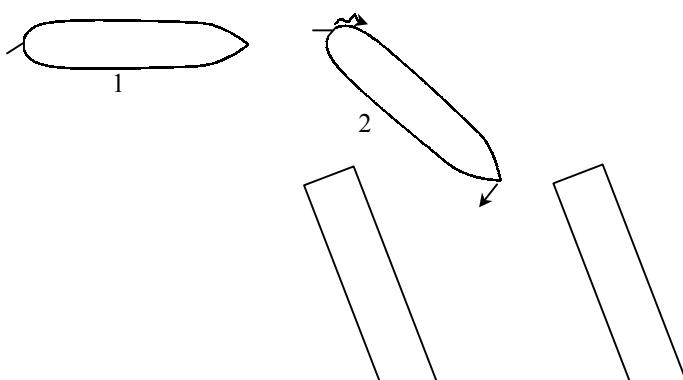
- (1) On mouille l'ancre du côté du quai et on s'évite vers le quai autour de la chaîne.
- (2) Ce faisant, l'avant vient tout près du quai.
- (3) L'abattée continue, et on se retrouve parallèle au quai.
- (4) On est à poste.

(Les positions successives de la chaîne sont indiquées en pointillés)

On exécute alors une manœuvre en tout point semblable à celle que nous venons de décrire, l'ancre que l'on mouillera étant celle qui pendant la route d'approche est du côté du quai. Mais il faut veiller à mouiller assez loin du quai pour que, lorsqu'on s'évitera sur la chaîne, celle-ci tienne l'avant suffisamment dégagé du quai.

Cette manœuvre est très fréquente dans les petits ports où le champ d'évitage est étroit, et où il est souhaitable d'amarrer le bâtiment avec l'avant dans la direction de la sortie pour faciliter l'appareillage.

Quand il s'agit d'aller prendre un poste situé entre des appontements peu distants l'un de l'autre, il est toujours préférable avant de pénétrer dans le créneau que forment ces appontements, de venir se présenter **dans l'axe de ce créneau**.



#### Avec un bâtiment à une hélice, aller se placer entre deux appontements situés à droite en entrant

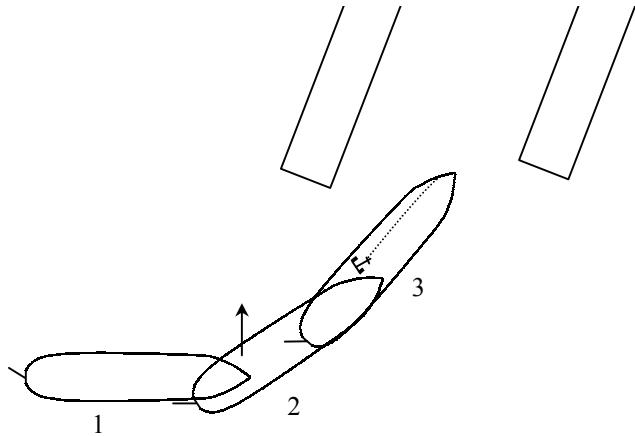
Si arrivé en (2), on voit qu'on aura de la peine à tourner, il suffira de faire en arrière pour accélérer l'abattée tout en cassant l'erre.

Cette manœuvre est relativement simple avec un bâtiment à deux hélices. Mais avec un bâtiment à une hélice, elle est plus ou moins facile suivant que les appontements se trouvent à main droite ou à main gauche.

Un appontement situé à main droite est facile à approcher avec un bâtiment à une hélice, du fait que quand on bat en arrière pour casser l'erre, l'hélice fait abattre dans le sens qui continue la giration.

En revanche, pour approcher d'un poste situé à main gauche, il faudra prendre beaucoup de tour, car il n'abattra sur bâbord qu'avec l'hélice tournant en avant.

Si, au dernier moment, on se rend compte que l'on ne parera pas l'appontement, il sera dangereux de battre en arrière car l'abattée sera arrêtée.




---

**Avec un bâtiment à une hélice, se présenter pour accoster un appontement situé à gauche en entrant**

La place étant limitée devant l'extrémité de l'appontement, on devra tourner court.

Si en partant de 1, on laisse le bâtiment aller avec de l'erre en avant jusqu'en 3, on sera en fâcheuse position, car dès que l'on battra en arrière, l'avant va tomber sur l'appontement de droite. Il aurait fallu battre en arrière quand on était en 2, et en même temps mouiller bâbord pour pouvoir s'éviter sur la chaîne.

On freine alors la chaîne, ce qui aura pour effet de prolonger l'abattée sur bâbord et de contrarier l'effet giratoire de l'hélice tout en aidant à casser l'erre. Quand on a fait tête, on relève l'ancre et l'on se met dans la direction voulue pour gagner son poste d'amarrage. Peu de manœuvres exigent un coup d'œil aussi sûr que l'opération qui consiste à s'éviter sur bâbord avec un bâtiment à une hélice quand la place est restreinte, même par temps calme.

**Comment aller s'amarrer l'arrière à quai avec deux ancre mouillées au large**

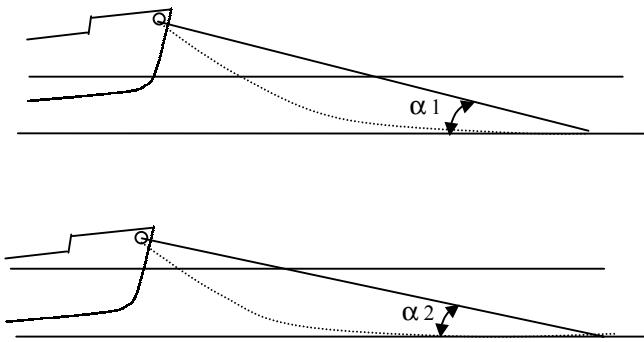
Quand on veut s'amarrer l'arrière à quai et que, pour tenir l'avant du bâtiment, on ne dispose que des ancre, il est toujours préférable d'utiliser les deux ancre. Non seulement la tenue est alors bien meilleure, mais le bâtiment joue moins, et si une des chaînes vient à se rompre, le bâtiment reste en sécurité. L'emploi simultané des deux ancre n'offre d'ailleurs aucun inconvénient puisque les bâtiments ont un guindeau assez puissant pour virer à la fois les deux chaînes et relever à la fois les deux ancre.

La longueur de chaîne à avoir à l'eau en pareil cas varie suivant la taille du bâtiment, le degré de son chargement, la tenue du fond et la hauteur d'eau.

Un bâtiment lège aura besoin d'avoir beaucoup plus de chaîne dehors que le même bâtiment à pleine charge pour deux raisons :

- il a moins de pied dans l'eau, tout en offrant beaucoup plus de prise au vent ;
- ses écubiers de chaîne sont beaucoup plus hauts sur l'eau, et l'angle que fait la surface du fond avec la direction de l'écubier vu de l'ancre est sensiblement plus grand.

La longueur de la touée peut varier entre 2 maillons  $\frac{1}{2}$  et 7 maillons.



**L'angle vertical entre le fond et la direction de l'écubier vu de l'ancre, varie suivant les conditions de chargement**

(1) Bâtiment léger, (2) Bâtiment chargé.

C'est quand il y a peu de fond que cette différence est très marquée. (Les lignes pointillées indiquent approximativement la position que prend la chaîne soumise à un effort modéré).

Dans de nombreux ports, pour aller s'amarrer l'arrière à quai, il faut se présenter en arrivant par le côté, c'est-à-dire qu'avant de culer vers son point d'amarrage arrière, le bâtiment aura à s'éviter d'un angle plus ou moins considérable.

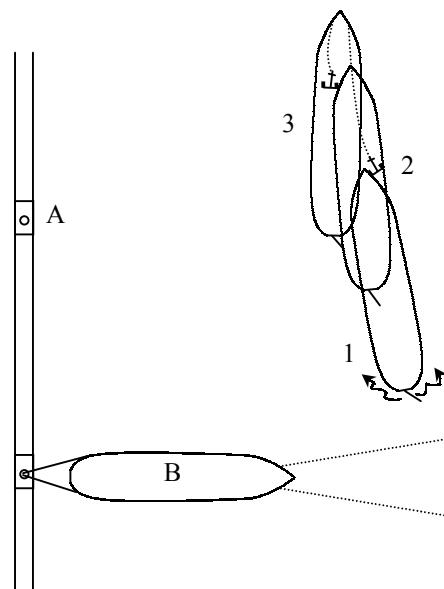
On commence alors par amener le bâtiment au point où on devra mouiller les ancrages. La présence d'autres bâtiments déjà amarrés ajoute une aide précieuse pour juger de la distance à laquelle on se trouve de son poste.

**Cas d'un bâtiment à une hélice**

Arrivé au point voulu avec un peu d'erre en avant, on mouille une première ancre : celle de bâbord si le poste est à main droite et celle de tribord si le poste est à main gauche. Ce n'est que lorsqu'on a environ un maillon de chaîne dehors que l'on mouille la deuxième ancre. L'intérêt de cet écart entre les ancrages est de permettre de les relever simultanément quand on appareillera.

Lorsque la première chaîne a deux maillons hors de l'écubier, on étale dessus, puis on s'évite sur la chaîne raidie et on bat en avant lente, avec la barre toute du même bord.

Avant de battre en avant, il est important de s'assurer que le bâtiment a fait tête et que la chaîne est bien raide, faute de quoi, le bâtiment prendrait de l'erre en avant qui provoquerait un effort inutile sur la chaîne.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai à un poste situé à main gauche**

A est le point d'amarrage arrière; B est un autre bâtiment déjà amarré.

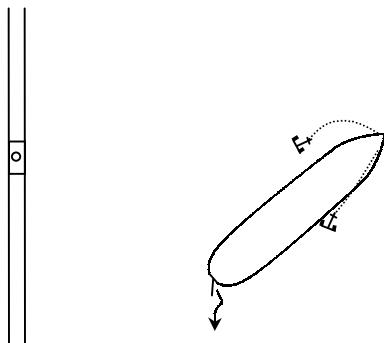
(1) On mouille tribord avec de l'erre, et on bat en arrière.

(2) On mouille bâbord.

(3) L'erre étant cassée et, ayant une touée de chaîne suffisante sur l'ancre de tribord, on bat en avant sur cette chaîne avec la barre toute à droite.

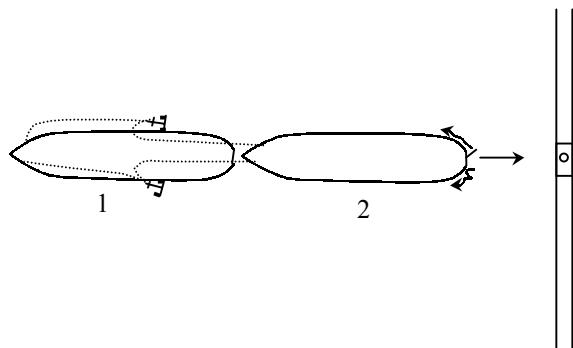
Pendant l'évitage du bâtiment, il y aura lieu de choquer la chaîne de la deuxième ancre, pour que celle-ci ne contrarie pas l'abattée en appelant de l'autre bord.

Si l'on doit aller s'amarrer à un poste situé à main droite (ce qui oblige de s'éviter sur bâbord), l'abattée devra être poursuivie un peu au-delà de la position pour laquelle on a le point d'amarrage droit derrière. A ce moment seulement, on battra en arrière toute. On aura d'abord l'impression que le bâtiment est venu trop loin sur bâbord ; mais, avant même qu'il ait pris de l'erre en arrière, sa poupe, par suite de l'effet giratoire de l'hélice, viendra à peu près dans la direction du point d'amarrage et y restera à cause du poids des chaînes traînant sur le fond.



**Manœuvre pour s'amarrer l'arrière à quai**

Pendant que l'on s'évite sur la chaîne de la première ancre mouillée (tribord en la circonstance) l'autre chaîne est gardée molle. Si on la faisait raidir, elle briderait l'avant et gênerait l'abattée, et la touée de cette chaîne étant insuffisante pour que son ancre croche, il y aurait risque de draguer celle-ci hors de sa position prévue.



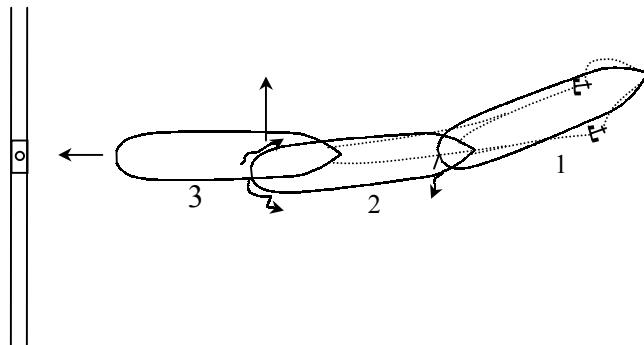
**Avec un bâtiment à une hélice, aller s'amarrer par l'arrière à un quai situé à main droite**

(1) On s'évite autour de l'ancre de bâbord jusqu'à avoir le point d'amarrage arrière. On bat en arrière toute, ce qui fait venir l'avant sur tribord.

(2) Le bâtiment cule droit vers son poste; on stoppe alors la propulsion et en conjuguant l'action du gouvernail avec celle des chaînes raidissant de l'avant, on neutralise l'abattée due à l'effet giratoire de l'hélice.

En revanche si le poste d'amarrage est à main gauche (ce qui oblige à s'éviter sur tribord), on battra en arrière quand la poupe du bâtiment arrivera à un quart  $\frac{1}{2}$  de la direction du point d'amarrage. L'abattée se poursuivra alors, et au moment où on aura une bonne erre en arrière, le point d'amarrage sera droit derrière, tandis que le poids des chaînes traînant sur le fond maintiendra le bâtiment à ce cap.

Dans les deux cas, il ne faudra pas oublier de stopper assez tôt, l'inertie acquise par le bâtiment suffisant pour le faire culer jusqu'à son poste. Pendant le mouvement on choquera les chaînes à la demande, et quand on sera presque à poste, on étalera l'erre avec les chaînes.



**Avec un bâtiment à une hélice, aller s'amarrer par l'arrière à un quai situé à main gauche**

(1) On s'évite sur la chaîne de tribord. Dès qu'on a le point d'amarrage arrière à 2 quarts environ par bâbord arrière, on bat en arrière.

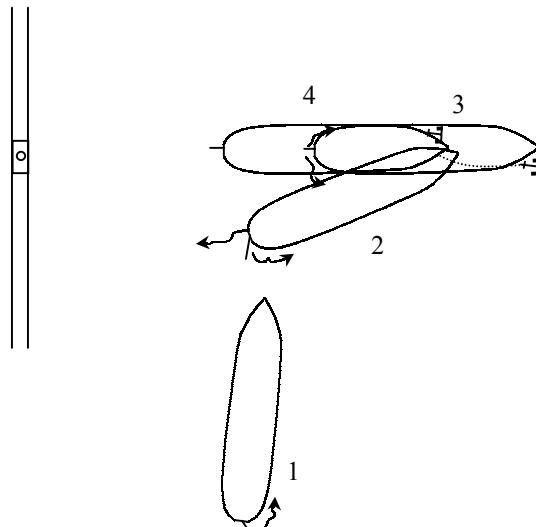
(2) Par suite de l'effet giratoire de l'hélice, l'abattée se poursuit en grand, mais elle se ralentit quand on prend de l'erre en arrière, les chaînes commençant à appeler de bâbord avant. On stoppe alors.

(3) Le bâtiment cule droit à poste, et quand il étale, il ne doit avoir aucun mouvement latéral.

Au moment précis où le bâtiment s'immobilisera, il sera bon de choquer 3 mètres sur chaque chaîne, pour que celles-ci ne rappellent pas le bâtiment en avant. Si ce dernier est très chargé et qu'aucune amarre de l'arrière n'a encore été tournée, il pourrait repartir en avant de plusieurs dizaines de mètres.

**Cas d'un bâtiment à deux hélices**

On peut procéder de la même façon qu'avec un bâtiment à une hélice. Mais il est généralement préférable d'adopter la méthode suivante : avant de mouiller, on commence par éviter le bâtiment devant le poste où l'on doit venir de façon à mettre l'arrière dans la direction du point d'amarrage ; cela fait, on cule pour venir à poste, en mouillant les ancrages à la distance convenable du quai.



**Avec un bâtiment à deux hélices, aller s'amarrer l'arrière à quai .**

Dans ce cas, avant de mouiller les ancrages, on peut commencer par mettre l'arrière en direction du point d'amarrage.

(1) On se présente à petite distance du quai comme pour venir en position de mouiller. On bat en arrière tribord.

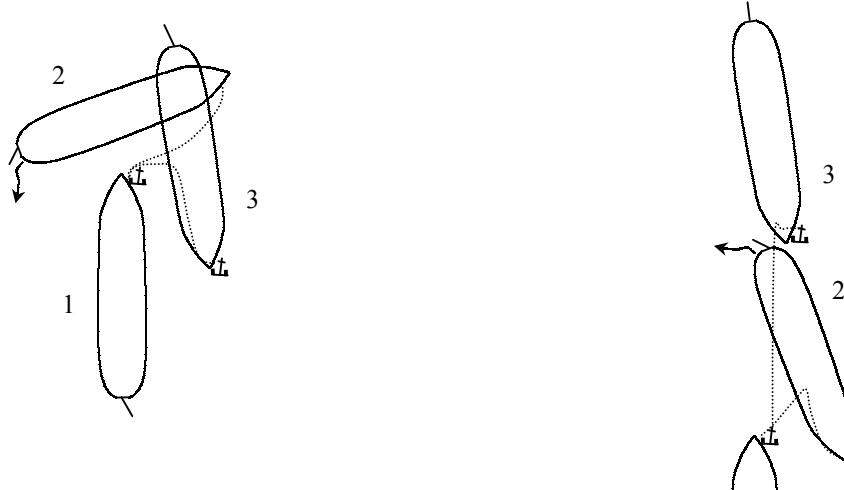
- (2) L'avant du bâtiment vient en grand sur tribord.
- (3) Le bâtiment est alors dans l'axe de son point d'amarrage. On mouille tribord et met bâbord en arrière ce qui le fera culer droit vers son poste.
- (4) Pendant qu'il cule, on mouille bâbord.

C'est une très délicate manœuvre car on manque de repères pour estimer l'abattée à faire et évaluer la distance du quai. Au cas où il n'y a pas beaucoup d'espace libre de chaque côté du poste, il suffit d'une légère erreur d'appréciation pour que le bâtiment, lorsque son arrière est amarré, se trouve trop déporté d'un bord ou de l'autre. On aura alors à manœuvrer longuement pour venir se placer en bonne position.

Cette manœuvre est facilitée s'il y a du vent, cas où l'on se donnera une marge d'erreur au vent que l'on pourra annuler quand il le faudra.

Si la première ancre a été mouillée trop près du quai ce qui ne laissera pas assez de chaîne dehors, on fera au besoin appeler cette chaîne de l'arrière pour mouiller plus loin la deuxième ancre. Si, au contraire, la première ancre a été mouillée trop loin, on mouillera la deuxième pendant que le bâtiment culera ce qui évitera d'avoir une touée excessive à la fois sur l'une et l'autre chaîne.

Lorsqu'on doit aller s'amarrer l'arrière à quai à un poste situé face à l'entrée du port, on procédera de la façon indiquée plus haut, en s'évitant sur son ancre.



**Corriger une erreur d'évaluation de la distance du quai**

- (1) On a mouillé tribord trop près du quai.
- (2) C'est pendant que l'on s'évite autour de cette ancre que l'on s'en rend compte.
- (3) On ne mouillera bâbord que lorsqu'on sera le plus loin possible du quai, ce qui mettra sur cette ancre une touée de chaîne suffisante.
- (1) On a mouillé tribord trop loin du quai.
- (2) On s'en rend compte quand on s'évite sur la chaîne.
- (3) On attendra pour mouiller bâbord que l'on soit en train de culer vers son poste, et que la chaîne de tribord raidisse.

Une bonne méthode consiste à mouiller seulement la première ancre (par temps calme, et s'il y a autant de place de chaque bord, peu importe laquelle), et d'attendre pour mouiller la deuxième ancre que le bâtiment se soit évité.

### 3.1.2 ACCOSTAGE AVEC DU VENT

Nous allons maintenant examiner comment l'exécution des manœuvres décrites dans le chapitre précédent, est affectée par la présence du vent.

Comme force du vent, nous adopterons :

- si le bâtiment est légère la force 3-4
- si le bâtiment est à demi chargé la force 5
- si le bâtiment est à pleine charge la force 7

Les vents de force supérieure ne modifieront pas la nature même des manœuvres mais demanderont que l'on accorde une part de plus en plus importante à l'action du vent.

Nous traiterons à part le cas du bâtiment haut sur l'eau manœuvrant par vent violent.

Quand il y a du vent, l'avantage des bâtiments à deux hélices sur ceux à une hélice, si marqué par temps calme, est sensiblement réduit.

#### Comment aller s'accoster à un quai ou à un appontement avec du vent

Quand, par fort vent, on a à venir s'amarrer le long d'un quai, il faut se présenter, si on en a le choix, de façon que lorsque le bâtiment sera parallèle au quai et paré à accoster, on ait le vent sur l'avant du travers.

Le vent agissant alors sur le bâtiment comme un frein, on peut plus facilement contrôler ses mouvements dans la dernière partie de la manœuvre qui est toujours la plus délicate.

##### a) le vent souffle de terre, perpendiculairement au quai

Dans ce cas, on devra se présenter en faisant un angle légèrement plus grand que par temps calme, soit environ un quart  $\frac{1}{2}$ , tout en gouvernant approximativement sur le point où se trouvera l'arrière du bâtiment quand on sera accosté.

En approchant sous un angle plus faible, c'est-à-dire en suivant une route presque parallèle au quai, le vent de travers ferait dériver le navire en l'écartant rapidement du quai et il pourrait être difficile de conserver le cap sur le point visé.

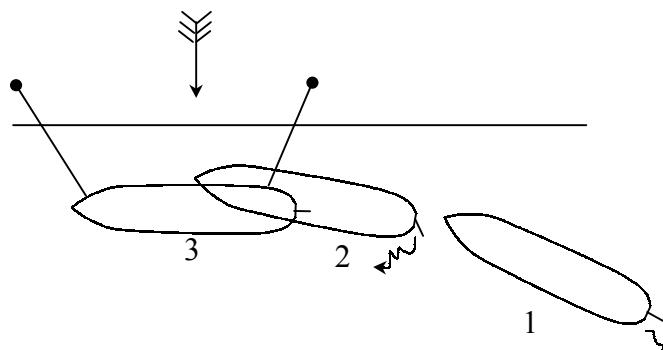
La manœuvre pour venir à poste est identique à celle indiquée par temps calme. Tout se passera à l'identique, mais l'avant s'écartera plus rapidement du quai. Dès que le bâtiment sera parallèle au quai et sans erre, le vent aura tendance à l'en écarter. Aussi devra-t-on passer rapidement les aussières à terre et les virer.

##### b) Le vent souffle vers le quai et perpendiculairement à celui-ci

Après s'être évité au large du quai, on se présente comme pour prendre un poste imaginaire qui serait situé à un quart de longueur du bâtiment en avant du poste réel ; puis on étale alors l'erre et on se laisse dériver vers le quai.

Etant alors sans erre, vent par le travers, le bâtiment doit rester bien parallèle au quai.

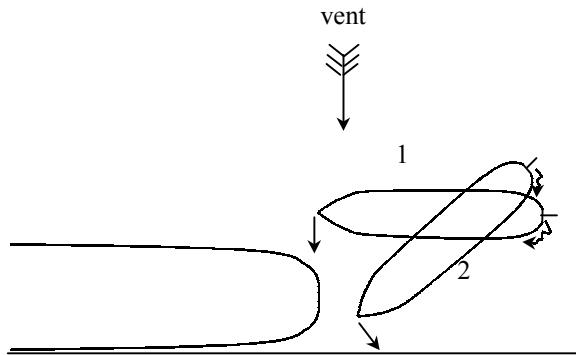
Si avant qu'on ait les amarres à terre, une abattée ou auloffée s'amorce, il convient de l'arrêter aussitôt en se servant de la barre et de la propulsion.



Aller à quai avec le vent soufflant du quai perpendiculairement à celui-ci

- (1) On se présente avec un angle franchement ouvert. Pendant qu'on approche, le vent aura tendance à faire tomber l'avant en dehors du quai.

- (2) Ce mouvement se poursuivra quand on battrà en arrière, de telle sorte que le bâtiment se mettra alors parallèle au quai, tout en s'en écartant.
- (3) On s'accoste en virant les amarres.

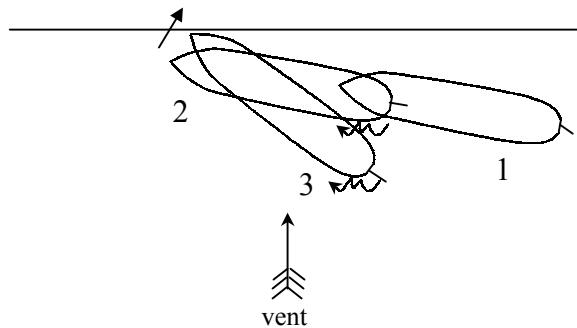


**Aller à quai avec le vent soufflant vers le quai perpendiculairement à celui-ci alors que la place est mesurée**

- (1) Etant stoppé, parallèlement au quai, le bâtiment a son avant qui tombe vers le quai.
- (2) Si, ayant dépassé son poste, on est obligé de battre en arrière, cette abattée va se trouver amplifiée. Il peut être nécessaire alors de mouiller l'ancre au vent pour l'entrayer.

Si on est juste en face de son poste, il suffira par contre, pour redresser le bâtiment, de donner un coup de fouet en avant avec la barre toute à droite.

Lorsqu'on approche d'un tel quai, situé sous le vent, après s'être évité à la perpendiculaire du poste que l'on va occuper, il ne faut pas perdre de vue (surtout s'il s'agit d'un bâtiment à une hélice allant tribord à quai) que le bâtiment risque, avec le vent de l'arrière, de prendre beaucoup d'erre.. Dans la dernière phase de la présentation, alors que l'on a encore de l'erre en avant, on aura tendance à mettre le bâtiment parallèle au quai, c'est à dire en travers au vent. Il faudra l'éviter si possible car si ayant trop d'erre, on est obligé de battre rondement en arrière pour ne pas dépasser le poste, l'avant tombera vers le quai.



**Aller tribord à quai , avec un bâtiment à une hélice, alors que le vent souffle vers le quai , perpendiculairement à celui-ci.**

Si l'on arrive avec trop d'erre, une abattée sur tribord, provoquée par l'hélice tournant en arrière s'amorcera avant que l'erre ne soit cassée, et se renforcera dès que l'on prendra de l'erre en arrière.

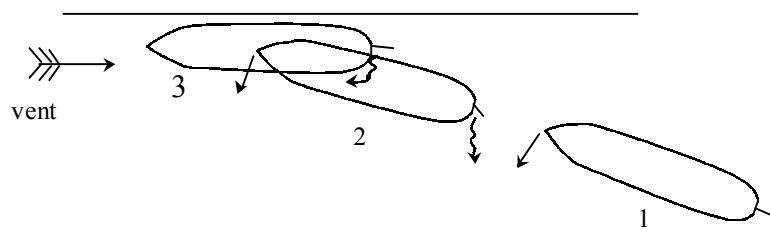
Dans ce cas, on peut si besoin mouiller l'ancre au vent pour entrayer l'abattée du bâtiment vers le quai.

**c) Le vent est parallèle au quai et le bâtiment doit s'amarrer debout au vent.**

La manœuvre de présentation est identique à celle décrite par temps calme, à ceci près que le point sur lequel on devra gouverner sera celui où arrivera l'avant du bâtiment une fois amarré.

Comme pendant cette manœuvre, le vent donnera en plein sur l'étrave côté mer, il faudra être prêt à contrer une abattée vers le quai. Il serait dangereux, en effet, de laisser une telle abattée prendre de l'amplitude, car la surface que l'on offrirait au vent, irait en augmentant et on pourrait difficilement

revenir au cap initial en s'aidant de la barre et de la propulsion. Si une telle abattée se produit, il faut se garder de battre en arrière, ce qui aurait pour effet de faire tomber l'avant encore plus vite sur le quai.



**Aller à quai avec le vent dans l'axe du quai**

- (1) On s'approche en se donnant une abattée très lente au vent.
- (2) On bat en avant avec la barre toute à gauche pour augmenter cette abattée.
- (3) Quand le bâtiment est presque à poste, on bat en arrière pour casser l'erre, ce qui arrête l'abattée vers le large.

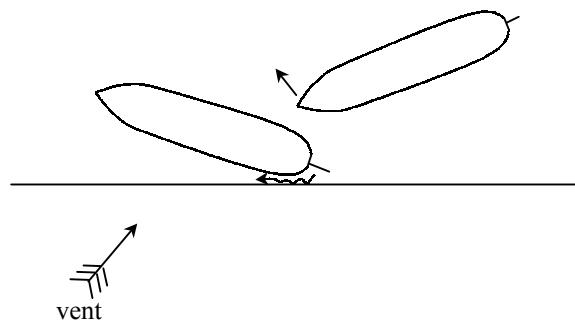
C'est pourquoi, il est bon de garder pendant la présentation, une très légère tendance à loffer, tendance qui sera d'ailleurs compensée par le vent lui-même. Quand le bâtiment sera près de son poste, on n'aura qu'à battre en arrière pour casser l'erre et le bâtiment viendra exactement bout au vent.

A noter que pour un bâtiment à une hélice devant s'amarrer bâbord à quai, cette abattée initiale doit être particulièrement légère.

S'il s'agit d'un bâtiment à deux hélices, on doit toujours lui donner une auloffée avant de battre en arrière du bord extérieur, sinon le couple d'abattée produit par cette hélice sera très peu sensible et pourra même passer entièrement inaperçu par vent violent.

**d) Le vent souffle du quai et le bâtiment une fois à quai le recevra sur l'avant du travers**

La manœuvre est identique à celle indiquée quand le vent souffle de terre perpendiculairement au quai, à ceci près qu'il est préférable d'adopter alors un angle d'approche un peu plus faible. Le vent se chargera d'écartier l'avant du quai et il est même à craindre pour un bâtiment à une hélice allant s'amarrer bâbord à quai, que l'avant ne s'écarte trop, ce qui lancerait l'arrière contre le quai.



**Aller bâbord à quai avec un bâtiment à une hélice, en ayant le vent par bâbord sur l'avant du travers. ( vent soufflant du quai )**

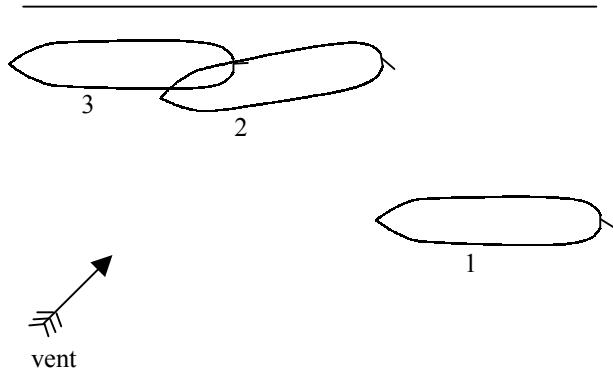
Bien veiller, quand on se présente pour accoster, à ne pas laisser s'amorcer une abattée en dehors du quai, abattée qui deviendrait violente quand on battrait en arrière.

Si cela arrive, l'arrière risque de tosser contre le quai .

Pour un pilote, c'est une situation confortable que d'avoir le vent sur l'avant du travers côté terre. Dans ces conditions, en effet, la direction du vent et la route du navire font, pendant la présentation, un angle très faible et le bâtiment dérive très peu sous le vent.

**e) Le vent souffle du large et le bâtiment, une fois accosté, le recevra sur l'avant du travers**

On se présentera si possible avec un cap parallèle au quai et à une demi-longueur en avant de celui-ci. Pendant cette approche, le vent fera dériver le bâtiment vers son poste. Quand on en sera tout près, on battrà en avant avec la barre toute pour écarter l'avant du quai, puis on battrà en arrière pour casser l'erre.



**Aller tribord à quai avec un bâtiment à une hélice, en ayant le vent par bâbord sur l'avant du travers. (vent soufflant vers le quai)**

- (1) On se présente parallèlement à quai.
- (2) Quand on est presque à poste, on se donne une légère abattée au vent avant de battre en arrière.
- (3) Le bâtiment se met parallèlement au quai à la hauteur de son poste.

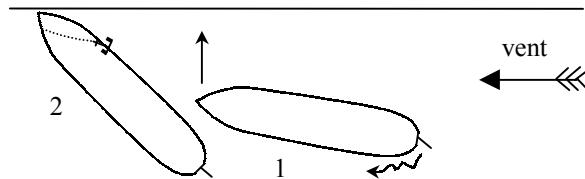
Cette abattée devra être plus marquée s'il s'agit d'un bâtiment à une hélice devant s'accoster tribord à quai. Si on néglige de la faire, le vent fera tomber rapidement l'avant vers le quai, et la joue de l'étrave ou l'étrave elle-même sera la première à toucher le quai. Le choc pourra être sérieux si on n'a pas eu le temps, pour stopper cette abattée, de virer une amarre de l'arrière ou de mouiller l'ancre au large.

**f) Le vent est parallèle au quai et le bâtiment doit s'amarrer avec le vent de l'arrière**

C'est la manœuvre d'accostage la plus délicate. En se présentant vent arrière, le bâtiment prend une erre excessive et quand on est stoppé et que l'on commence à battre en arrière, les abattées sont parfois erratiques avant que l'arrière ne remonte au vent.

**Bâtiment à une hélice s'accostant tribord à quai**

Il faut se présenter en ayant le vent exactement dans l'axe (c'est à dire parallèlement au quai), et à distance convenable du quai.



**Aller à quai avec le vent droit de l'arrière**

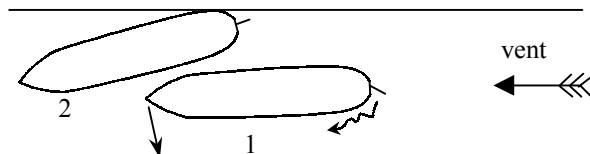
Dans ce cas, il serait dangereux de laisser le vent prendre, pendant la manœuvre d'approche, sur la hanche du côté du quai, ce qui aurait pour effet de lancer l'avant contre le quai (1).

Quand on bat en arrière, comme le gouvernail n'agit plus, l'abattée vers le quai s'amplifie. Cet effet sera surtout violent s'il s'agit d'un bâtiment à une hélice s'accostant tribord à quai.

- (2) Si l'on mouille l'ancre du large, la situation n'en sera que plus grave car la chaîne, appelant de tribord, renforcera le mouvement d'abattée.

Si on s'approchait en faisant l'angle habituel avec le quai, le vent prendrait sur l'arrière et tendrait à le faire abattre ce qui lancerait l'avant du côté du quai. Il faudrait alors mettre la propulsion en avant, avec la barre toute à gauche, pour lutter contre cette tendance. La place nécessaire pour casser l'erre supplémentaire acquise par cette marche en avant avec vent arrière n'existera pas dans tous les ports. De plus, ayant ainsi le vent sur l'arrière du travers côté quai, l'effet d'abattée se trouverait encore amplifié en battant en arrière. La situation pourrait être critique pour un bâtiment avec beaucoup d'erre, car en mouillant l'ancre du large, la chaîne passerait sous l'avant et en pivotant, l'amènerait violemment contre le quai.

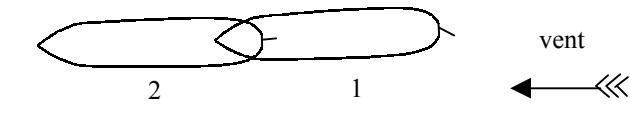
S'étant donc présenté avec le vent droit dans l'axe, il suffira, avant de battre en arrière, de donner un coup de fouet en avant avec la barre toute à gauche, afin d'amorcer une légère abattée écartant du quai.



#### **Aller à quai avec le vent droit de l'arrière**

Il serait également dangereux de laisser s'amorcer une abattée écartant du quai, quand on se présente pour accoster.

Dès que le bâtiment recevra le vent sur la hanche, l'abattée s'amplifiera et quand on battra en arrière, sa poupe tombera rapidement contre le quai.



#### **Aller bâbord à quai avec un bâtiment à une hélice, en ayant le vent droit de l'arrière**

- (1) Juste avant de battre en arrière, on se donne une très légère abattée vers le quai.
- (2) Cette abattée s'annule pendant que l'erre diminue, et quand on stoppe, on a à nouveau le vent dans l'axe.

#### **Bâtiment à une hélice s'accostant bâbord à quai**

Dans ce cas, la manœuvre est moins délicate, car, pendant la présentation, l'avant n'aura tendance à tomber vers le quai que tant que l'on aura de l'erre en avant. Cependant, il vaut mieux se présenter avec le vent dans l'axe, et juste avant de battre en arrière, on amorcera une très légère abattée vers le quai.

#### **Bâtiment à deux hélices**

Avec un bâtiment à deux hélices, il faut également s'approcher à petite vitesse et avec le vent droit dans l'axe, ce qui permet de gouverner facilement. Quand on est presque à poste, on casse l'erre en battant en arrière des deux bords.

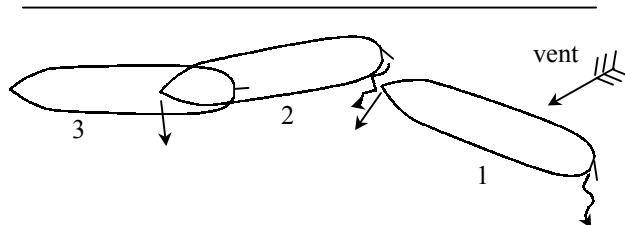
- g) **Le vent souffle de terre obliquement au quai, dans une direction telle que, une fois à quai, le bâtiment le recevra sur l'arrière du travers.**

Il faut se présenter avec une légère inclinaison, tout en veillant à ce que l'avant ne tombe pas vers le quai.

Cette tendance est forte parce que l'arrière se trouvant à la fin de la manœuvre de présentation plus loin du quai que l'avant, continue à recevoir toute la force du vent alors que l'avant est déjà déventé par le quai. Si on laisse s'amplifier une telle abattée vers le quai, il pourra être impossible de l'enrayer même en donnant un coup de fouet en avant.

Avec un bâtiment à une hélice allant s'accoster tribord à quai, on gardera constamment pendant toute la présentation, un très léger mouvement d'abattée sur bâbord. Quand on sera sur le point d'arriver à poste, on battra en avant avec la barre toute à gauche. Et on attendra pour battre en arrière d'avoir le cap légèrement ouvert par rapport à la ligne du quai.

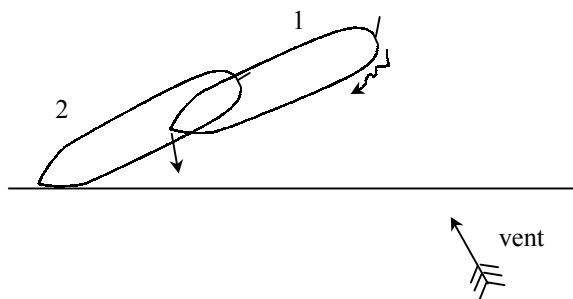
Avec un bâtiment à deux hélices, ou un bâtiment à une hélice accostant bâbord à quai, il suffira de donner, avant de battre en arrière une légère abattée vers le large.



**Aller tribord à quai avec un bâtiment à une hélice, en ayant le vent par tribord sur l'arrière du travers. (vent soufflant du quai)**

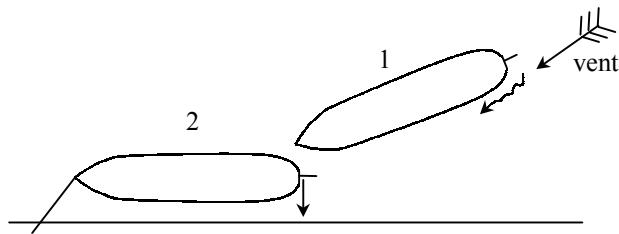
**h) Le vent souffle vers le quai dans une direction telle que le bâtiment, une fois accosté, le recevra sur l'arrière du travers.**

Conduire le bâtiment à quai en ces conditions est une opération particulièrement risquée. On doit s'approcher avec une inclinaison assez forte de l'ordre de deux quarts, et en gouvernant comme pour prendre un poste imaginaire situé à un tiers de longueur en avant du poste réel. Quand on en est tout près, le bâtiment ayant alors le vent franchement sur l'arrière du travers, on laisse l'avant s'écartez de lui-même du quai, ce qui rapproche également l'arrière.



**Aller bâbord à quai avec un bâtiment à une hélice, en ayant le vent par bâbord, sur l'arrière du travers. (vent soufflant du quai )**

Dans le cas d'un bâtiment à une hélice allant bâbord à quai, on arrête cette abattée alors que le bâtiment fait encore une certain angle avec le quai et on bat en arrière. Le navire se met parallèle au quai, puis continue à abattre, même s'il n'a plus d'erre. Il n'y a qu'un moyen pour empêcher l'arrière de tomber contre le quai, c'est de virer le traversier avant.



**Aller bâbord à quai avec un bâtiment à une hélice, en ayant le vent par tribord, sur l'arrière du travers. (vent soufflant vers le quai)**

- (1) Dans la dernière partie de la présentation, on s'approche à cap constant en gardant le vent par tribord sur l'arrière du travers. Quand on bat en arrière, l'avant s'écarte du quai, abattée qui, aussi longtemps que l'on a de l'erre en avant, augmente à mesure que l'on reçoit le vent plus franchement par tribord.
- (2) On stoppe quand on est par le travers de son poste, et l'on vire aussitôt l'amarre de l'avant pour empêcher l'arrière de toucher le quai le premier.

S'il s'agit d'un bâtiment à une hélice allant tribord à quai, on arrive aisément, en utilisant la propulsion, à arrêter la tendance de l'arrière à tomber sur le quai. On donnera un coup de fouet en avant avec la barre à gauche, puis on battra en arrière jusqu'à se donner un peu d'erre de façon que l'arrière remonte dans le vent.

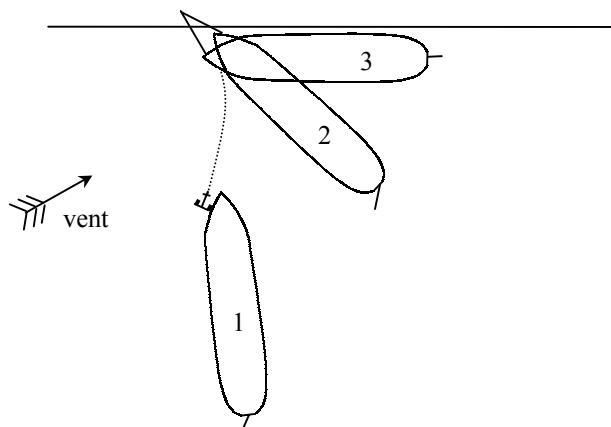
La même manœuvre se pratique aisément avec un bâtiment à deux hélices en battant en arrière du bord le plus près du quai (attention aux pales d'hélices s'il n'y a pas assez de fond le long du quai).

### 3.1.3 ACCOSTAGE PAR FORT VENT AVEC UNE ANCRE MOUILLEE

Il peut arriver que, soit parce que l'on n'a pas la place voulue pour se présenter en s'évitant comme il a été dit plus haut, soit pour faciliter ultérieurement l'appareillage, ont ait à mouiller une ancre avant de s'accoster.

a) **Le vent souffle vers le quai, et une fois accosté on l'aura sur l'avant du travers**

On arrivera à petite allure en faisant route perpendiculairement au quai, cap sur le point où l'avant du bâtiment viendra quand il sera accosté. On mouillera alors l'ancre au vent et on continuera à avancer lentement, tout en laissant filer assez de chaîne pour que l'ancre ne puisse être traînée sur le fond. On fera ensuite forcer doucement la chaîne, en prenant soins de ne pas se donner d'erre en arrière auquel cas l'arrière tomberait violemment sur le quai. Quand l'avant sera à un ou deux mètres du quai, on étalera sur la chaîne. Tandis que l'on maintiendra la chaîne raide en battant en avant lente avec la barre toute au vent, l'arrière abattra rapidement sous l'effet du vent.



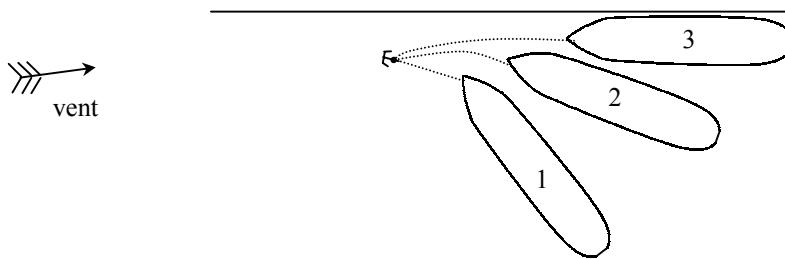
**Aller tribord à quai en mouillant une ancre avec le vent par bâbord sur l'avant du travers (vent soufflant vers le quai).**

En pareil cas, il est recommandé de laisser l'avant venir d'abord à toucher le quai. On s'épargne ainsi le risque de voir son arrière tomber irrémédiablement contre le quai au cas où, pour une raison ou une autre, on ne pourrait filer la chaîne assez vite.

**b) Le vent souffle parallèlement au quai ou légèrement vers le quai.**

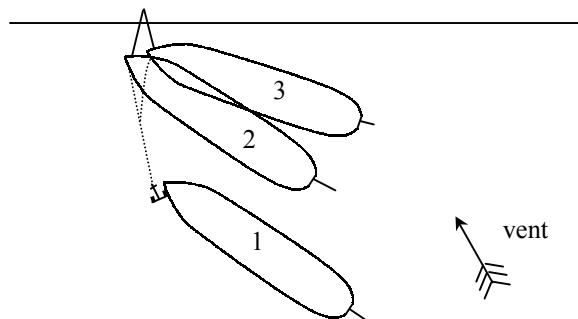
Après avoir mouillé, on amène facilement le bâtiment parallèlement à son poste, en battant en avant sur la chaîne. Quand l'angle que fait le navire avec le quai diminue, on choque la chaîne, maille par maille, jusqu'à ce que l'avant vienne presque à toucher le quai. On étale alors sur la chaîne et, dès que le bâtiment est presque parallèle au quai, on la choque en grand.

Il est toujours indiqué de commencer par amener l'avant à toucher le quai, car si on étale sur la chaîne alors que l'avant est encore assez loin du quai, tandis que l'arrière a presque terminé son abattée, ce dernier peut tomber brutalement contre le quai.. La parfaite réussite de la manœuvre dépend de la façon dont on fait forcer et dont on choque la chaîne suivant les besoins.



**c) Le vent souffle vers le quai d'une direction telle qu'on l'aura sur l'arrière du travers une fois accosté.**

On se présentera en faisant un léger angle avec le quai et l'on mouillera assez loin de celui-ci pour avoir dehors une touée suffisante. En dérivant, le bâtiment s'accostera de lui-même. Mais pendant cette opération, il faudra se garder de faire raidir la chaîne auquel cas l'arrière tomberait violemment vers le quai.



**Aller tribord à quai en mouillant une ancre, avec le vent par bâbord sur l'arrière du travers**

- (1) On mouille et on laisse le bâtiment continuer à avancer tandis que le vent le pousse vers le quai.
- (2) Quand l'avant est près du quai, on étale sur la chaîne, ce qui fait tomber l'arrière vers le quai.
- (3) On finit de s'accoster en réglant convenablement les tensions de la chaîne et de l'amarre de l'avant.

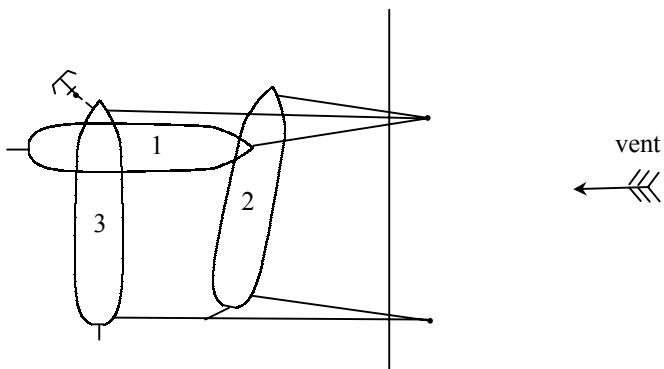
Pendant cette manœuvre, il faut bien veiller à ce que le vent ne prenne pas du bord intérieur, ce qui ferait tomber le bâtiment sur sa chaîne, sans aucune possibilité de le faire remonter au vent.

**d) Le vent souffle du quai perpendiculairement à celui-ci**

Même quand le vent souffle de terre, on peut avoir des raisons de mouiller une ancre au large du quai.

Il est préférable si on le peut, plutôt que de mouiller en se dirigeant vers le quai, de commencer par se mettre parallèlement au quai et d'envoyer les amarres à terre. Cela fait, on se laisse écarter du quai par le vent à la distance voulue et l'on mouille. On pourra alors virer les aussières de quai.

Si l'on commence par mouiller, le bâtiment en s'évitant, tombera tout d'une pièce sous le vent de sa chaîne, et au moment où il sera parallèle au quai, il en sera trop écarté pour qu'on puisse y envoyer les amarres.



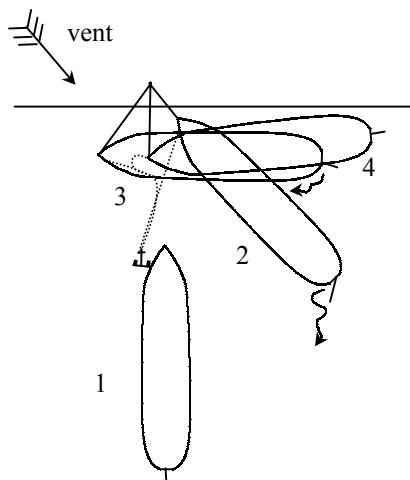
**Aller à quai avec le vent soufflant du quai**

Si pour aider ultérieurement l'appareillage il est nécessaire d'avoir une ancre mouillée au large du quai, il vaut mieux d'abord passer les aussières de quai. (au moins une avant et une arrière : position 2).

On laisse le vent écarter le bâtiment du quai (position 3) et on mouille. On vire ensuite les aussières avant et arrière, en filant la chaîne, jusqu'à accoster le bâtiment.

**e) Le vent souffle du quai obliquement par rapport à celui-ci**

On commence par mouiller, et après avoir choqué la chaîne de façon à laisser le bâtiment venir tout près du quai, on envoie une pointe avant à terre, et on s'évite sur la chaîne raidie en gardant constamment la propulsion en avant lente. Dès que le bâtiment commence à recevoir le vent sur la joue de son étrave côté terre, son avant va tomber sous le vent, ce qui accélérera l'abattée. On choquera alors la chaîne pour laisser gagner un peu sur l'avant de son poste, tout en se mettant parallèle au quai. On battrà en arrière pour culer, ce qui fera s'écarter davantage l'avant. Il suffira alors de virer la pointe avant pour faire venir le bâtiment à poste.



**Aller à tribord à quai en mouillant une ancre, avec le vent par tribord sur l'avant du travers (vent soufflant du quai)**

- (1) Après avoir mouillé, on continue sur son erre avec la barre à gauche toute. Pendant ce temps, le vent contribue à rapprocher le bâtiment à quai.
- (2) Au moment où on a le vent debout et l'avant tout près du quai, on donne un coup de fouet en avant pour s'éviter, ce qui fait dépasser le poste.
- (3) On bat en arrière et on vire la pointe. Le bâtiment, en culant, a son arrière qui tend à remonter au vent, ce qui le fait venir à poste (4).

Il faut faire en sorte que le bâtiment vienne à poste en ayant le flanc bien parallèle au quai.

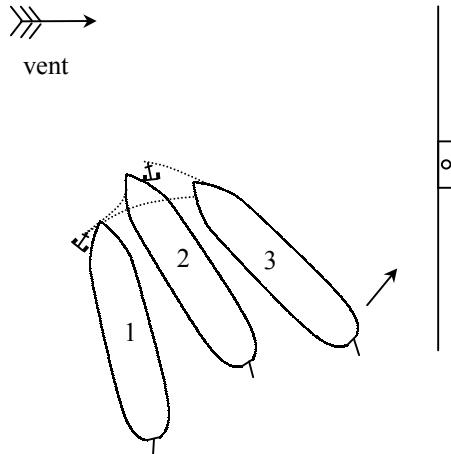
Certains bâtiments ont l'étrave très inclinée et un fort devers à l'avant, ce qui fait que l'on doit être particulièrement attentif à ne pas accoster l'avant le premier, surtout quand il existe en bordure du quai des installations diverses telles que des grues.

Rappelons enfin que lorsque le vent porte vers le quai, il faut s'abstenir de virer rondement à moins que ce ne soit pour redresser l'axe du bâtiment.

### **Comment aller s'amarrer l'arrière à quai par vent moyen à fort**

Si le vent n'est pas excessif, il peut être d'une aide précieuse pour aller s'amarrer l'arrière à quai.

*1<sup>er</sup> cas : le vent souffle vers le quai et perpendiculairement à celui-ci (cas où le bâtiment, une fois à poste, aura le vent droit devant).*



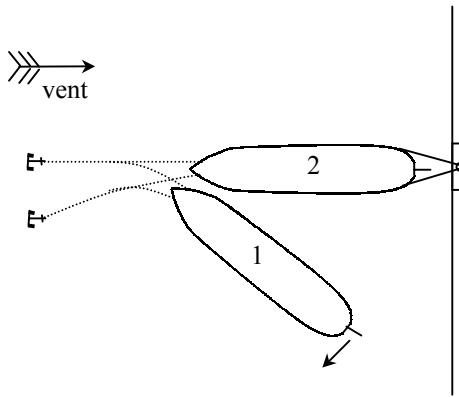
### **Aller s'amarrer l'arrière à quai alors que le vent souffle vers le quai, et perpendiculairement à celui-ci.**

Il suffit de se laisser dériver sous le vent de ses chaînes, et celles-ci en raidissant feront venir le bâtiment sur l'axe de son poste.

Pour accélérer l'abattée, il est bon de se tenir un peu sur l'avant des ancrages, ce qui aide le bâtiment à venir plus rapidement dans le lit du vent.

On mouillera les deux ancrages dans les mêmes conditions que par temps calme et le vent fera tomber le bâtiment vers son poste. Pour accélérer la manœuvre, on peut battre en avant sur la chaîne de la première ancre mouillée ; l'arrière du bâtiment viendra alors rapidement en direction de son point d'amarrage. Mais il faudra attendre pour battre en arrière qu'on ait le vent bien dans l'axe, sinon l'avant s'écartera du vent et les chaînes ne seraient plus élongées droites sur le fond.

Cette condition remplie, il sera facile de s'arranger pour culer droit, soit en freinant soit en choquant l'une ou l'autre chaîne.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai, alors que le vent souffle vers le quai et perpendiculairement à celui-ci.( deux lignes de mouillage )**

On doit se garder de battre en arrière avant de se trouver exactement dans le lit du vent. Sinon, l'avant tombera sous le vent, et les chaînes ne seront pas élongées droites sur le fond (1). De plus, quand on virera au treuil une aussière de l'arrière, on aura le vent qui prendra de l'autre bord. La manœuvre sera longue et laborieuse.

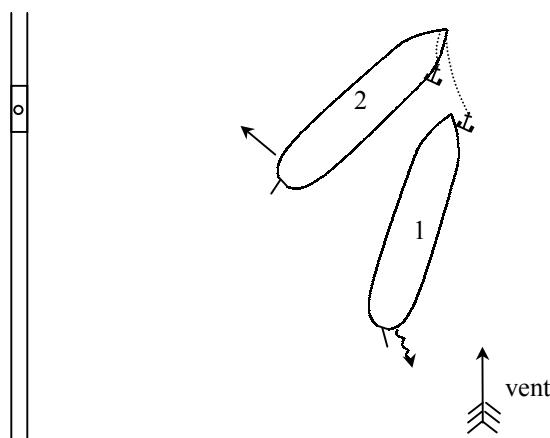
Si on avait attendu pour battre en arrière d'être dans l'axe du vent, on aurait culé droit (2) et une fois les chaînes tendues, le bâtiment serait resté dans cette position.

*2ème cas : Le vent souffle parallèlement au quai et le bâtiment se présente vent arrière.*

La manœuvre est également facilitée.

Il faut prendre soin, avant de mouiller les ancrages, d'abattre suffisamment pour recevoir le vent du bord opposé au poste d'amarrage, de telle façon que le bâtiment une fois mouillé continue son abattée sous l'effet du vent, et s'évite naturellement vers son poste.

Si on laissait le vent prendre sur le bord qui est du côté du quai, le bâtiment se mettrait en travers de ses chaînes, et il serait difficile de l'en tirer.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai, avec le vent soufflant parallèlement au quai, en arrivant vent arrière**

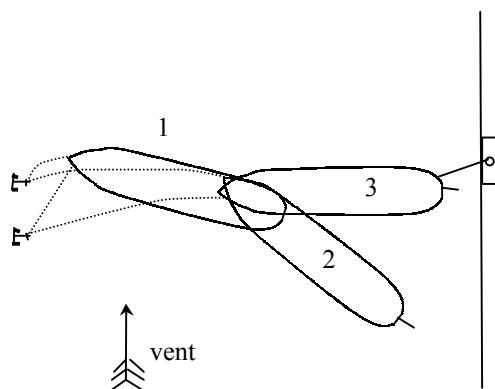
Avant de mouiller la première ancre, on donne au bâtiment une abattée au large du quai afin que le vent prenne sur le bord opposé au quai (1).

La tension de la chaîne va faire remonter l'avant au vent tandis que son arrière tombera dans la direction du point d'amarrage.

Peu avant d'avoir le point d'amarrage droit derrière, on battra en arrière pour culer vers le quai. Dès que le bâtiment partira en arrière, les chaînes étant molles, l'avant commencera par tomber rapidement sous

le vent jusqu'au moment où les chaînes raidiront. Le bâtiment se redressera alors et culera vers une position située très au vent du point d'amarrage arrière, et on aura ainsi tout le temps, pendant que le bâtiment viendra à poste en dérivant, pour envoyer les amarres à terre et les virer.

Ainsi, on s'épargne d'avoir à déhaler le bâtiment au vent, ce qui n'aurait pas manqué de se produire si on avait culé droit sur le point d'amarrage. Même si on a battu trop tôt en arrière et si le navire est venu trop au vent de ce point, le vent se chargera d'y remédier, sans qu'on ait à intervenir.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai, avec le vent soufflant parallèlement au quai, en arrivant vent arrière (deux lignes de mouillages)**

- (1) On bat en arrière, un peu avant que le bâtiment ne soit vent de travers.
- (2) L'avant tombe sous le vent tandis que l'arrière remonte au vent.
- (3) On étale sur les chaînes qui, appelant au vent, font abattre l'arrière en direction du point d'amarrage.

On profite de ce que le bâtiment est au vent de son poste pour tourner les amarres de l'arrière.

*3ème cas : Le vent souffle parallèlement au quai et le bâtiment se présente avec le vent debout.*

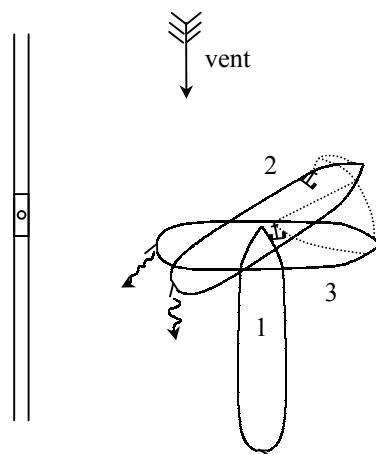
Il y a deux manœuvres possibles .

**A.**Après avoir mouillé les ancrées de la façon habituelle, on s'évite sur la première d'entre elles.

Il est possible que ce soit assez long, car dès que le bâtiment reçoit le vent du bord situé du côté du quai, il s'appuie sur ses chaînes, ce qui ralentit l'abattée. Sur un bâtiment à faible puissance ou sur un bâtiment léger, on sera peut-être alors amené à battre en avant à pleine puissance.

On s'évitera ainsi jusqu'à avoir l'arrière au vent de la direction du point d'amarrage. Avec un bâtiment à une hélice, cet angle variera suivant que le quai est à main droite ou à main gauche.

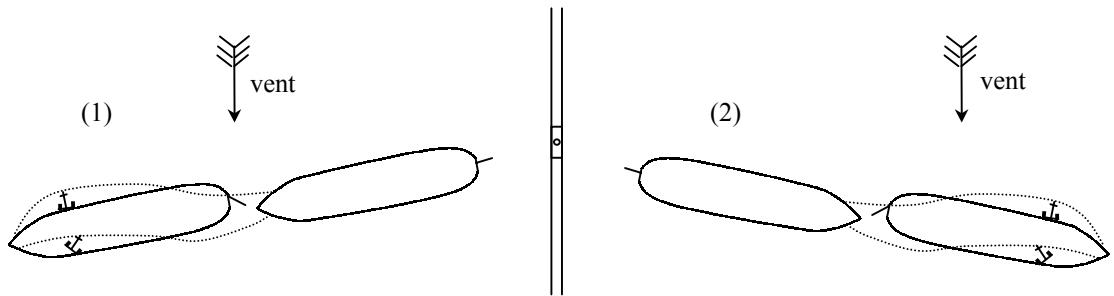
Puis on culera pour venir à poste, mouvement pendant lequel les chaînes s'opposeront à ce que l'arrière remonte dans le vent comme il aurait tendance à le faire.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai, alors que le vent souffle parallèlement au quai, en se présentant bout au vent  
Manœuvre A**

Ayant mouillé bout au vent, il sera long et pénible de s'éviter en battant en avant contre la chaîne sous le vent.

Au moment où, en s'évitant, le bâtiment commence à présenter le flanc au vent, il dérive sous le vent de son ancre (comme on le voit en 2) et cesse alors d'abattre. Dans cette situation, la seule chose à faire est d'augmenter l'allure en avant, de façon à raidir à bloc la chaîne sous le vent et forcer ainsi l'arrière du bâtiment à remonter au vent. Naturellement pendant toute la manœuvre, on garde molle la chaîne au vent.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai, avec un bâtiment à une hélice alors que le vent souffle parallèlement au quai, en se présentant debout au vent.  
Manœuvre A (suite)**

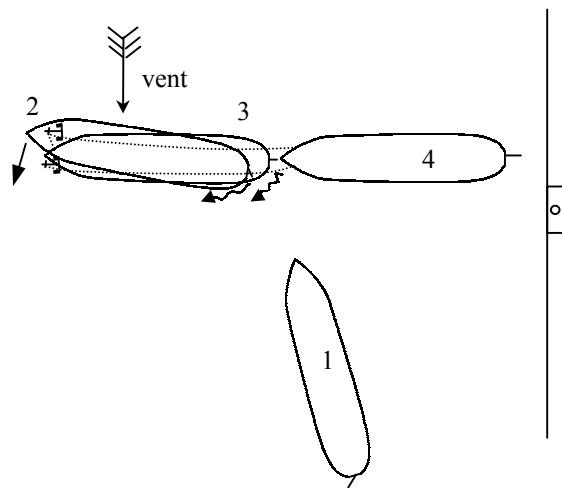
En s'évitant, on aura à faire remonter davantage l'arrière au vent, si le poste est à main droite (1) que s'il est à main gauche (2).

Dans les deux cas, une fois que le bâtiment aura culé à poste, on aura obtenu le résultat désiré, à savoir que le bâtiment se trouvera franchement au vent de son point d'amarrage arrière, avec ses chaînes appelant légèrement au vent. Quand on aura étalé sur les chaînes, on se trouvera en bonne position pour envoyer les aussières à terre.

Dans cette position, on fait culer le bâtiment vers son poste. Pendant ce mouvement en arrière, on mouille les ancrages en commençant par celle au vent. L'arrière continuera à remonter lentement dans le vent, mais les chaînes en appelant légèrement au vent, modéreront cette tendance, si bien qu'au moment où le bâtiment sera assez près du quai pour qu'on puisse envoyer les aussières à terre, l'arrière se trouvera juste au vent de son point d'amarrage.

**B.** On se présente avec le bâtiment bout au vent, aussi près que possible du quai, bien en dedans de la parallèle au quai passant par le point où l'on désire mouiller. Un peu avant d'arriver au poste d'amarrage, on vient en grand sous le vent en donnant un coup de fouet en avant avec la barre toute. Quand cette abattée est bien amorcée, on bat en arrière, ce qui fait tomber rapidement l'avant sous le vent (surtout s'il s'agit d'un bâtiment à une hélice tournant sur tribord) grâce à quoi on aura l'arrière sur l'axe du poste d'amarrage sans avoir été beaucoup plus loin que le point où l'on doit mouiller.

Si, en raison de la présence d'autres bâtiments déjà amarrés au même quai, on ne peut prendre assez de tour pour se présenter de cette façon, il faudra, pour s'éviter, faire deux ou trois manœuvres en avant et en arrière avec la propulsion.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai, alors que le vent souffle parallèlement au quai, en se présentant debout au vent.**

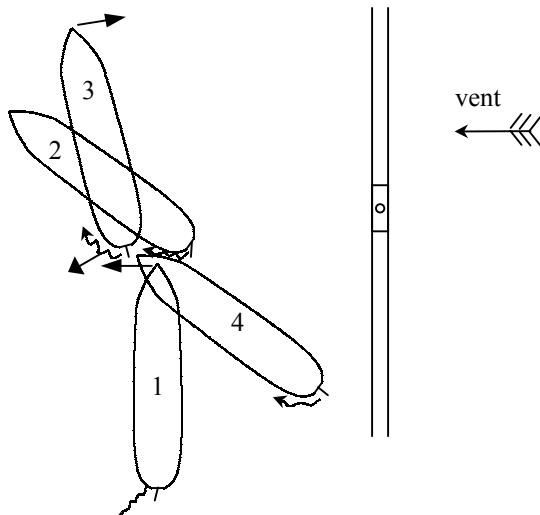
**Maneuvre B**

- (1) On s'approche en se tenant aussi près que possible du quai afin de se donner plus de tour pour gagner le point de mouillage des ancrés.
- (2) Même si on est venu un peu au vent de ce point, cela n'a pas d'importance, car dès que l'on battra en arrière et que l'on prendra de l'erre, l'avant va tomber sous le vent.
- (3) On mouille les deux ancrés tandis que le bâtiment cule vers son poste, l'arrière continuant à remonter légèrement au vent, tendance que combattront les chaînes qui appellent au vent.

Pour être bien exécutée, cette manœuvre exige un coup d'œil très sûr, car il est extrêmement difficile de juger de l'abattée à faire pour tomber juste sur le point où l'on doit mouiller. Il vaut mieux prévoir une marge d'erreur au vent de ce point, l'erreur étant sans conséquence puisque le vent y fera dériver rapidement le bâtiment. Avec les **bâtiments à deux hélices** qui peuvent s'éviter presque sur place, il faut privilégier cette dernière manœuvre.

*4ème cas : Le vent souffle du quai, perpendiculairement (ou presque) à celui-ci.*

Ce sont les conditions les plus défavorables pour aller s'amarrer l'arrière à quai.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai avec un bâtiment à une hélice alors que le vent souffle du quai perpendiculairement à celui-ci. (Mauvaise manœuvre)**

Il n'y a généralement pas assez de place pour s'éviter avant de mouiller.

- (1) Etant en avant, on vient en grand du bord voulu.
- (2) On bat en arrière. Aussi longtemps qu'il gardera de l'erre en avant, le bâtiment tendra à revenir à sa position d'équilibre vent de travers, et son avant remontera au vent.
- (3) Ce mouvement ne cessera que lorsqu'il n'y aura plus d'erre en avant.
- (4) Quand on commencera à culer, l'arrière remontera au vent vers le point d'amarrage, mais on se trouvera alors loin de la position où on devait mouiller.

Dans ce cas avec un bâtiment à une hélice, il n'y a pas d'autre solution, après s'être approché avec la propulsion, que celle de mouiller les ancrages au point voulu et de s'éviter sur une chaîne contre le vent. Cette manœuvre sera assez longue, mais inévitable si la surface du plan d'eau ne permet pas de s'éviter avant de mouiller.

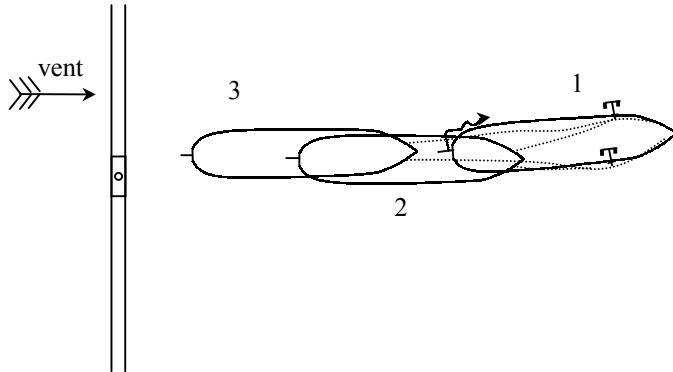
Si on veut s'éviter avant de mouiller, non seulement il faudra du temps avec de l'erre en avant pour s'écartez de la position d'équilibre vent de travers, mais, quand on battrà en arrière, le gouvernail cessant alors d'agir, le bâtiment tendra à retomber en travers au vent. Si on dispose d'assez de place pour pouvoir se donner une bonne erre en arrière, alors on pourra faire remonter l'arrière dans le vent, à condition d'être à la position voulue.

Des manœuvres alternées en avant et en arrière n'auraient pas amélioré ce résultat, car le bâtiment aurait continué à dériver en s'éloignant du quai.

Cependant, même si après avoir mouillé on a réussi, en s'évitant sur sa chaîne, à mettre l'arrière en direction de son point d'amarrage, il est difficile de prévoir avec certitude les mouvements d'un bâtiment à une hélice qui cule vent dans l'axe.

L'arrière commencera généralement par tomber sur bâbord, puis, dès qu'il aura le vent par tribord, voudra revenir sur tribord. Mais comme le bâtiment cule en traînant ses chaînes, il est possible que celles-ci empêchent cette seconde embardée, et le bâtiment se trouvera en dehors de la perpendiculaire de son point d'amarrage. Offrant alors une plus grande prise au vent, il dérivera encore plus loin de la bonne position.

Le mieux à faire est de battre en arrière quand on a le vent légèrement par bâbord arrière. Le bâtiment qui commencera à culer en étant un peu à droite de l'axe du poste d'amarrage, verra cet écart s'annuler pendant la suite de son mouvement en arrière.



**Aller s'amarrer l'arrière à quai avec un bâtiment à une hélice alors que le vent souffle du quai perpendiculairement à celui-ci. Manœuvre préférable**

- (1) On s'évite jusqu'à avoir le vent du quart de l'arrière par bâbord : on bat alors en arrière.
- (2) Dès que l'on prend de l'erre en arrière, la poupe remonte au vent mais les chaînes, appelant légèrement de bâbord, atténuent cette abattée.
- (3) Si la manœuvre a été bien conduite, quand le bâtiment sera à poste, son arrière sera droit dans le vent.

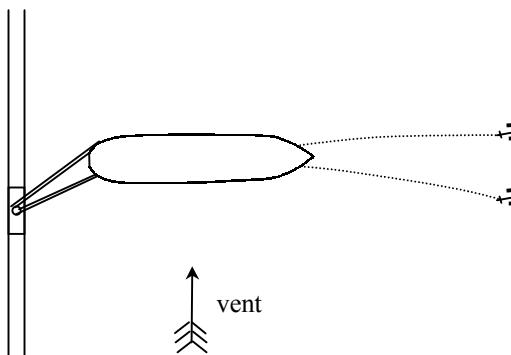
Si une abattée s'amorçait tandis que l'on cule, il faudrait l'arrêter aussitôt, d'abord en stoppant, puis en donnant un coup de fouet en avant avec la barre toute. De même quand on est à poste, on doit s'efforcer de garder l'arrière droit dans le vent pour ne pas risquer de dériver pendant qu'on envoie les aussières à terre.

Avec un bâtiment à deux hélices on n'éprouve pas autant de difficulté. Il est plus facile de s'éviter en s'écartant du vent, et en différenciant les lignes d'arbre, on peut s'arranger pour culer droit. Il faut cependant rester prudent, car il peut arriver qu'un bâtiment à deux hélices abatte alors rapidement et brutalement.

### L'amarrage de l'arrière

Quand un bâtiment amarré l'arrière à quai est exposé à un fort vent traversier, les amarres de l'arrière doivent équilibrer l'énorme poussée du vent sur le flanc du bâtiment.

Quand on est amarré l'arrière à quai avec un vent relativement fort, il est toujours préférable d'avoir toutes ses aussières passées autour d'un seul point d'amarrage du quai. Que le vent souffle d'un bord ou de l'autre, l'effort se trouve ainsi réparti également entre elles.

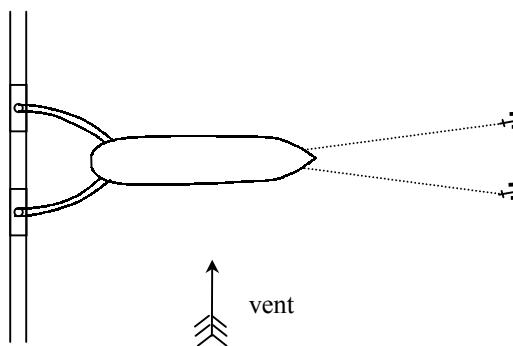


**Quand on est amarré l'arrière à quai, par fort vent traversier, il ne faut pas virer les chaînes raides**

On laisse le bâtiment appuyer un peu sous le vent de son poste de façon que la tension sur les amarres de l'arrière soit plus réduite. Bien entendu, il ne faut jamais choquer les chaînes à tel point que si le vent tombait tout à coup, l'arrière puisse venir à toucher le quai.

C'est pourquoi par vent fort, il vaut mieux l'amarrage terminé, laisser un peu de mou aux chaînes au lieu de les raidir. Le bâtiment appuie alors davantage sous le vent et les chaînes ainsi que les aussières, appelant au vent, travaillent mieux et assurent une meilleure tenue du bâtiment.

Les chaînes virées raides n'auraient pour effet que de remonter le bâtiment au vent, ce qui accroîtrait inutilement l'effort déjà supporté. Par temps calme en revanche, on peut raidir un peu plus les amarres en virant les chaînes de quelques mailles.



Si l'on utilise deux points d'amarrage sur un quai auquel on s'amarre par l'arrière, avec vent traversier, les amarres au vent supporteront tout l'effort tandis que les amarres sous le vent resteront molles. Si on utilise deux points d'amarrage situés à quelque distance l'un de l'autre, la force de l'amarrage est réduite de moitié car les amarres qui sont sous le vent auront nécessairement du mou. Si, néanmoins, elles restent raides, c'est parce qu'on, les a virées ainsi mais l'effort des aussières au vent s'en trouvera augmenté d'autant.

## 3.2 L'APPAREILLAGE

### 3.2.1 APPAREILLAGE SANS VENT

La méthode pour appareiller d'un quai ou d'un appontement dépend bien évidemment des conditions du moment.

Si l'on n'a pas d'ancre à l'eau et si on a assez de place pour s'écartier du quai en culant, on peut appareiller d'un quai sans l'assistance d'un remorqueur, avec des bâtiments sans propulseur d'étrave déplaçant jusqu'à 20.000 tonnes. Cependant, avec un bâtiment de grande longueur, il est utile de disposer d'au moins un remorqueur pour aider aux manœuvres nécessaires.

La pratique normale pour quitter un poste à quai consiste à écarter l'arrière en battant en avant sur une garde montante avant, puis à s'éloigner du quai en culant.

Cette méthode aussi simple qu'efficace, peut être employée même si on appareille d'un quai où on est accosté entre deux autres bâtiments. Toutefois, avant de battre en avant, il est essentiel de s'assurer que la garde montante est une aussiière en bon état, qu'elle est embraguée raide et que des défenses sont parées pour éviter tout choc contre le quai.

Pour ne courir aucun risque, on peut conserver à l'avant, en plus de la garde montante, la pointe que l'on tourne au guindeau, et que l'on vire. Quand on largue derrière, la garde montante se raidit et si l'on continue à virer la pointe, l'arrière du bâtiment s'écarte du quai.

Ceci permet de faire appuyer doucement l'avant contre le quai.

Si la garde montante a été convenablement raidie, elle doit supporter sans problème l'effort qu'on lui demande en virant la pointe ou en battant en avant.

Mais si, en lui laissant du mou, on permet au bâtiment de prendre de l'erre en avant, l'inertie de celui-ci s'ajoutant alors à la poussée de l'hélice ou à la traction de la pointe, le risque de rupture de la garde ou l'enfoncement du bordé sont à craindre. Il pourra être prudent de doubler la garde avant, en passant par exemple le retour dans l'anneau ou sur la bitte de quai : les tensions seront équilibrées et le largage s'effectuera de la plage avant. Attention cependant que l'aussière, en coulissant sur le quai après que l'œil ait été largué à bord, ne se bloque d'une façon quelconque : il faut alors donner du mou rapidement et la faire débloquer sur le quai.

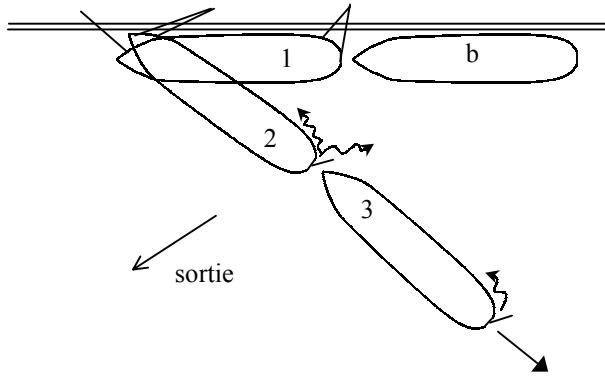
Le meilleur emplacement d'où faire partir cette garde montante, est la partie arrière de la plage avant; c'est-à-dire d'un point de la coque aussi éloigné que possible de l'axe du navire, de façon que la traction qu'exerce la garde contribue plus efficacement à faire écarter l'arrière. Si on pense avoir à virer la garde au cours de la manœuvre, il vaut mieux la faire passer par des chaumards à rouleaux situés plus sur l'avant.

L'angle dont il faut écarter l'arrière du quai varie beaucoup suivant les circonstances.

#### 3.2.1.1 Bâtiment à une hélice accosté tribord à quai

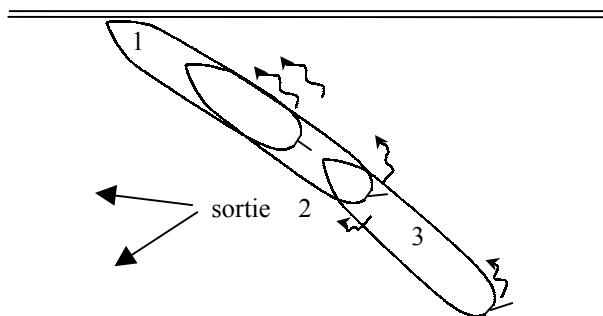
a) Si la sortie se trouve sur l'avant du travers, il suffit d'écarter l'arrière pour être juste dégagé des obstacles voisins, comme par exemple l'amarre d'un autre bâtiment sur l'arrière . Dès que l'arrière est écarté de la distance voulue, on bat en arrière toute, en filant la pointe avant et la garde . La barre que l'on met d'abord à zéro, est mise ensuite à droite toute.

Les premiers tours en arrière de l'hélice vont probablement accélérer l'abattée de l'arrière hors du quai, mais l'eau refoulée entre le bâtiment et le quai va exercer rapidement une forte pression dans l'étranglement qui se sera formé à la hauteur de l'avant ce qui va faire redresser le bâtiment. En mettant la barre à droite toute, on combattrra l'effet giratoire de l'hélice. Dès que le bâtiment sera bien dégagé du quai, l'effet de coin produit par l'eau refoulée par l'hélice cessera, et comme il est possible que l'effet giratoire de l'hélice l'emporte sur l'action du gouvernail, une abattée sur tribord pourra se dessiner.



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et ayant la sortie par bâbord sur l'avant du travers**

Il faudra écarter suffisamment l'arrière pour parer franchement le navire b, au moment où on culera pour se dégager (3).



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et ayant la sortie par bâbord sur l'avant du travers (suite)**

- (1) Le bâtiment ayant été écarté à l'angle voulu, on bat en arrière toute, barre à zéro.
- (2) Les premiers tours d'hélice vont faire tomber l'arrière sur bâbord mais la masse d'eau refoulée par l'hélice (indiquée par des flèches de courant) forçant son chemin entre l'avant et le quai, annulera bientôt cette abattée, résultat que l'on facilitera en mettant la barre à droite toute.
- (3) A partir de ce moment, le bâtiment doit culer droit. Cependant, il faudra stopper la ligne d'arbre au premier signe que l'action giratoire de l'hélice l'emporte sur celle du gouvernail, c'est-à-dire si l'avant commence à tomber vers le quai.

Pour empêcher qu'une telle abattée ne se développe, il faudra surveiller avec soin le cap du bâtiment, et stopper dès le moindre signe d'une tendance à tomber sur tribord. Le bâtiment continuera à culer alors pratiquement droit, et quand il sera suffisamment dégagé, on pourra manœuvrer pour venir en direction de la sortie.

Pour cela on mettra la barre à gauche toute, en donnant un coup de fouet en avant. Avant même que le bâtiment ait eu le temps de prendre de l'erre, on sera venu en grand sur bâbord et, on pourra faire route vers la sortie.

Toutefois il est essentiel au cours de cette manœuvre, de bien rester maître de son erre en avant, car si l'on constate au dernier moment que, avec la barre seule, on ne parera pas un danger, et qu'il y a lieu de battre en arrière, l'action de l'hélice aura le mauvais effet de faire tomber l'avant du côté de ce danger.

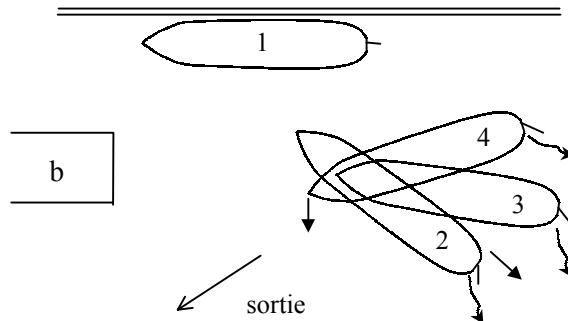
**b)** Si la sortie se trouve sur l'arrière du travers, c'est la garde montante avant, et non la pointe avant, que l'on virera au guindeau. On écartera l'arrière comme dans le cas précédent, mais jusqu'à l'angle maximum possible, de façon que l'étrave du bâtiment vienne volontairement appuyer contre le quai.

On bat alors en arrière toute avec la barre toute à gauche, et après avoir largué la pointe avant, on vire la garde montante. Par suite du grand angle que fait la coque du navire avec le quai, l'effet de l'eau refoulée

entre le bâtiment et le quai est considérablement atténué. L'action conjuguée de l'hélice, de la barre et de la garde que l'on embrague, fait tomber rapidement l'avant sur tribord tandis que l'arrière s'écarte du quai.

Quand l'abattée est suffisante, on largue la garde montante.

Le bâtiment est alors presque perpendiculaire au quai, et si la place ne manque pas, on peut culer de telle façon qu'il suffira de battre en avant avec la barre toute à droite pour se trouver dans la direction de la sortie. Si la place est mesurée, on fera le demi-tour qui reste, en s'évitant rapidement sur place.

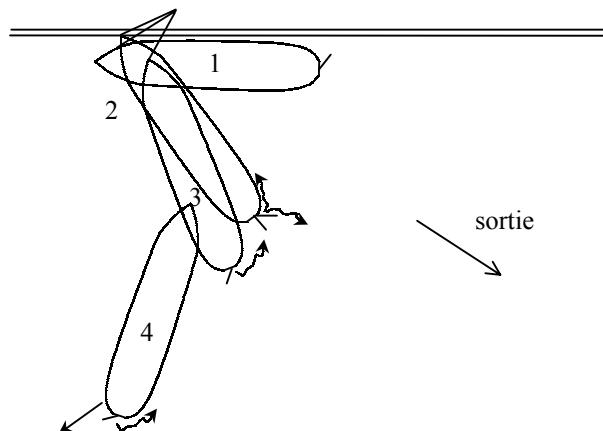


**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et ayant la sortie par bâbord sur l'avant du travers (suite et fin)**

Le bâtiment s'étant suffisamment dégagé du quai en culant, on met la barre à droite toute, en battant en avant toute.

(2) et (3) représentent deux positions successives du bâtiment. A condition qu'au moment où on bat en avant on ne soit pas en train d'abattre dans le sens contraire, le bâtiment amorce rapidement, grâce à l'effet giratoire particulièrement sensible de l'hélice, une puissante abattée sur bâbord.

Cependant, sur un bâtiment moins manœuvrant ou plus lourd, on pourrait être amené à battre à nouveau en arrière pour parer l'obstacle b. Dans ce cas, il faudra le faire lorsqu'on sera à peu près à la position 3, c'est-à-dire à un moment où le bâtiment n'a pas encore eu le temps de prendre beaucoup d'erre en avant.



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et ayant la sortie sur l'arrière**

(1) et (2) On vire la garde montante tournée au guindeau pour écarter l'arrière à l'angle maximum possible. On met alors la barre à gauche toute et on bat en arrière en virant rapidement la garde montante.

(3) Quand la garde a ainsi aidé à provoquer une puissante abattée sur tribord, on la largue et l'abattée continue sous les effets conjugués de l'hélice et du gouvernail.

### 3.2.1.2 Bâtiment à une hélice accosté bâbord à quai.

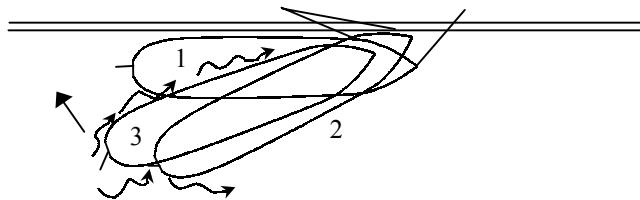
Dans ce cas on s'écartera du quai de la même façon que lorsqu'on est tribord à quai, avec cette différence qu'il faudra faire un plus grand angle avec le quai pour tenir compte de l'effet conjugué du pas de l'hélice et de l'eau que celle-ci repousse entre l'avant et le quai. Cet effet tendra à faire retomber rapidement l'arrière vers le quai, dès que l'on battra en arrière pour s'éloigner en culant.

Malgré cela, la manœuvre est un peu plus simple que dans le cas "tribord à quai".

**a)** Si la sortie se trouve sur l'avant du travers, on se bornera à écarter l'arrière à l'angle minimum indispensable pour se dégager franchement du quai et des obstacles s'il y en a, tels que d'autres bâtiments accostés au même quai, puis on battra en arrière. Le bâtiment se mettra alors à culer tout en venant presque aussitôt parallèle au quai, mais en étant bien dégagé de celui-ci. Il suffira alors de battre en avant pour mettre le cap vers la sortie.

**b)** Si la sortie se trouve sur l'arrière du travers et qu'il y a suffisamment de place dans cette direction, on écartera l'arrière le plus possible et, lorsqu'on battra en arrière, on laissera le bâtiment décrire devant le quai un arc de cercle à la fin duquel il aura le cap franchement ouvert par rapport au quai. On n'aura plus qu'à battre en avant en continuant à venir sur tribord.

Au cas où la place manquerait, on s'évitera sur place.

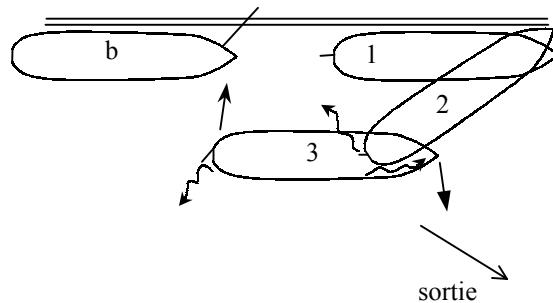


**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté bâbord à quai**

(1) et (2) Il faut d'abord écarter franchement l'arrière du quai, résultat que l'on obtient en battant en avant sur la garde montante, et qui est facilité par l'effet giratoire de l'hélice.

(3) Dès que l'on battu en arrière, cet effet, joint à celui de l'eau qui est refoulée par l'hélice et force son chemin entre l'avant et le quai, fait retomber rapidement l'arrière vers le quai.

On devra d'autant plus se méfier d'une telle abattée que mettre la barre à droite pour la combattre sera de peu d'effet, car elle aura pris toute sa force avant même que l'on ait de l'erre en arrière.

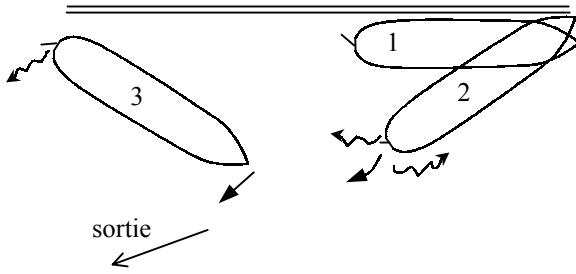


**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté bâbord à quai  
et ayant la sortie par tribord sur l'avant du travers**

(1) et (2) On écarte l'arrière à l'angle voulu et on bat en arrière.

(3) Quand le bâtiment se dégage en culant, son avant abat rapidement en direction de la sortie tandis que l'arrière tombe vers le quai ; il suffit de battre alors en avant toute, barre à droite.

Au cas où il existerait un obstacle sur l'arrière et que l'on ne se serait pas suffisamment écarté du quai dès le début, il ne faudrait pas oublier d'arrêter en temps voulu l'abattée de l'arrière qui se rapproche du quai, en mettant la barre à zéro ou en l'inversant un moment .



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté bâbord à quai et ayant la sortie par tribord sur l'arrière du travers**

(1) et (2) Bien écarter l'arrière du quai avant de battre en arrière et pendant que l'on culera, garder la barre toute à gauche.

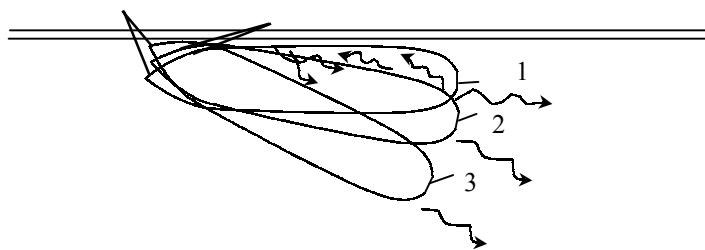
(3) Le bâtiment ayant terminé son évolution devant le quai, on met la barre à droite toute pour venir en direction de la sortie.

### 3.2.1.3 Bâtiments à deux hélices

Avec les bâtiments à deux hélices, quel que soit le bord à quai, l'appareillage se fait toujours de la même façon. Toutefois quand on appareille le long d'un quai plein, le comportement de ces bâtiments peut paraître anormal si on ne se rend pas bien compte des effets de l'eau refoulée par les hélices.

On éprouve parfois quelque difficulté à écarter l'arrière des bâtiments à un seul gouvernail du fait que ce dernier n'agit que lorsqu'ils ont de l'erre en avant, et que l'on obtient peu de résultat en forçant sur la garde montante avec l'hélice extérieure seule. Il peut être nécessaire d'utiliser aussi l'effet giratoire de l'hélice intérieure tournant en arrière. Attention aux obstructions ou aussières proches du quai qui risquent d'endommager les pales de l'hélice intérieure !

Dans ce cas, pour que l'avant du bâtiment reste à toucher le quai (grâce à quoi l'eau refoulée par l'hélice intérieure, ne pourra passer entre l'avant et le quai et aidera à faire écarter l'arrière), il faut qu'un effort continu soit exercé sur la garde montante, ce qui implique que l'hélice extérieure tourne plus vite en avant que l'hélice intérieure ne tourne en arrière.



**Appareiller avec un bâtiment à deux hélices accosté à quai (bonne méthode)**

(1) Le bâtiment est paré à appareiller.

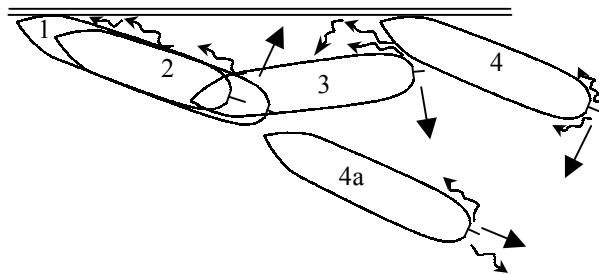
(2) On s'est peut écarté du quai en battant en avant sur la garde montante avec l'hélice extérieure seule. Il faut mettre l'hélice intérieure en arrière, mais en veillant à ce que la garde montante reste toujours bien raide. Ceci pourra se faire, soit en virant la pointe avant, soit en augmentant le nombre de tours de la ligne d'arbre en avant par rapport à l'autre.

Dès que l'arrière est suffisamment écarté du quai pour parer les obstacles qui peuvent s'y trouver, on met en arrière toute la ligne d'arbre intérieure, en gardant l'extérieure en avant lente, et on largue tout devant.

La raison pour laquelle on doit garder la ligne d'arbre extérieure en avant lente est qu'il faut empêcher l'arrière de retomber vers le quai. Car si on la stoppe, l'eau refoulée par l'hélice intérieure pourra forcer son chemin entre l'avant du bâtiment et le quai, ce qui aura pour conséquence probable une dangereuse abattée de l'arrière vers le quai, suivie éventuellement d'une puissante abattée de sens contraire qui fera ruguer l'avant

contre le quai. Avec le bord extérieur en avant, le bâtiment culera droit et augmentera l'angle initial qu'il faisait avec le quai.

Une fois bien dégagé du quai, il ne reste qu'à s'éviter dans la direction de la sortie.



**Appareiller avec un bâtiment à deux hélices accosté à quai (mauvaise méthode)**

(1) L'arrière est écarté à quai.

(2) Le bâtiment cule avec sa ligne d'arbre intérieure en arrière (tribord), bâbord étant stoppée. La masse d'eau refoulée par l'hélice pénétrant entre l'avant et le quai, repousse l'avant ce qui fait tomber l'arrière vers le quai.

(3) Si on laisse cette abattée se poursuivre, l'arrière viendra à toucher le quai. C'est sur la partie arrière du bâtiment que se fera alors sentir l'action de la masse d'eau refoulée par l'hélice. Cette action s'ajoutant à l'effet giratoire de l'hélice, provoquera une violente embardée en sens contraire, ce qui fera tomber l'avant vers le quai.

(4) Devant une telle situation, le réflexe du manœuvrier sera sans doute de stopper tribord et de mettre, bâbord en arrière toute. Ce serait une erreur, car à ce moment l'eau refoulée par l'hélice tribord n'est plus là pour faire tampon, et l'avant ruguera contre le quai.

La bonne solution consiste alors à battre en arrière des deux bords, dès que l'avant commence à vouloir retomber vers le quai.

### 3.2.2 APPAREILLAGE AVEC DU VENT

#### 3.2.2.1 Le vent souffle du quai.-

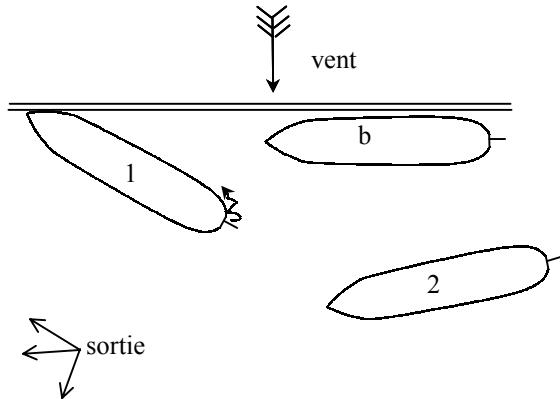
Quelle que soit sa direction, si le vent souffle du quai, l'appareillage est grandement facilité.

Après avoir largué derrière, on se tient sur une amarre de bout et sur une garde montante, jusqu'à ce que l'arrière se soit écarté suffisamment du quai.

On peut accélérer cette opération en battant en avant sur la garde montante raidie, et dans le cas d'un bâtiment lourdement chargé, c'est presque indispensable.

Dès que l'arrière est assez écarté du quai et que les aussières sont larguées, on bat en arrière, ce qui a pour effet d'écartier rapidement l'avant du quai, tout en faisant remonter l'arrière dans le vent.

Comme pendant ce temps, le vent fera dériver le bâtiment vers le large, on n'a pas à craindre de se rappeler exagérément du quai. On se trouvera au contraire en une position favorable pour battre en avant dans la direction de la sortie.



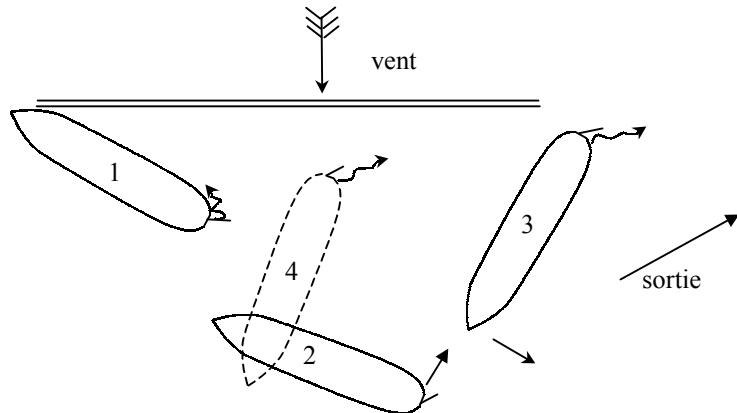
**Appareiller avec un bâtiment accosté à quai alors que le vent souffle du quai, perpendiculairement à celui-ci**

C'est une manœuvre facile, car dès que le bâtiment s'est suffisamment dégagé en culant, son arrière remonte dans le vent et l'on peut alors s'éviter aisément dans presque toutes les directions.

Il n'existe qu'un seul cas où il n'y a pas un aussi net avantage à avoir le vent soufflant de terre, c'est celui du bâtiment à une hélice tribord à quai, ayant la direction de la sortie sur l'arrière du travers.

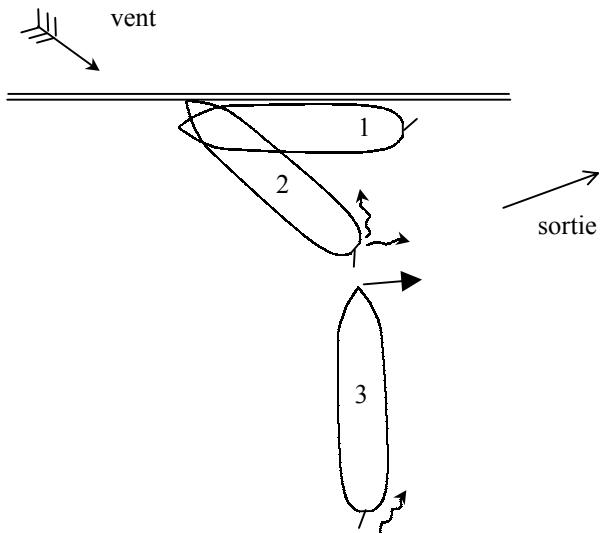
Dans ce cas, on procédera de la façon suivante :

- Si on dispose de beaucoup de place, on laissera l'arrière s'écarte franchement du quai, puis l'on battrra en arrière avec la barre toute à droite. Le bâtiment qui, dès le début, se sera bien dégagé du quai, verra ensuite, dès que sa propulsion sera stoppée, son arrière remonter rapidement dans le vent. Après avoir laissé cette abattée se développer au maximum, on battrra en avant toute, avec la barre toute à gauche. Le bâtiment viendra alors rapidement cap vers la sortie, dans un très petit espace.



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai, qui reçoit le vent par tribord et qui a la sortie sur l'arrière (vent soufflant du quai)**

- Si par contre, la place est très mesurée et que l'on a le vent sur l'avant du travers, il faudra écarter l'arrière jusqu'à un angle tel que l'on reçoive le vent franchement par bâbord avant. En culant à partir de cette position, l'avant tombera sur tribord et l'on s'évitera dans la direction voulue avec la plus grande facilité.



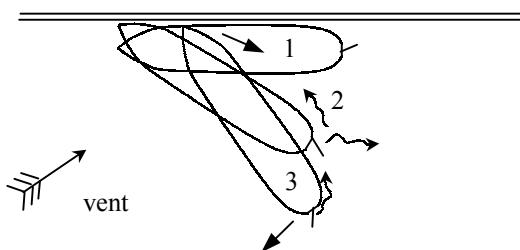
**Appareiller avec un bâtiment accosté à quai qui reçoit le vent, du bord du quai, sur l'avant du travers, alors que la place est mesurée (vent soufflant du quai)**

### 3.2.2.2 le vent souffle vers le quai

Lorsque le vent souffle vers le quai, il est toujours préférable, pour appareiller, d'avoir recours à un remorquer, ou tout au moins, d'envoyer des aussières sur un quai ou sur des bouées situées au vent afin de se déhaler pour écarter le bâtiment à quai.

Cependant, avec un bâtiment à une hélice qui reçoit le vent dans le secteur du travers, on peut réussir parfois à appareiller sans utiliser aucun de ces moyens.

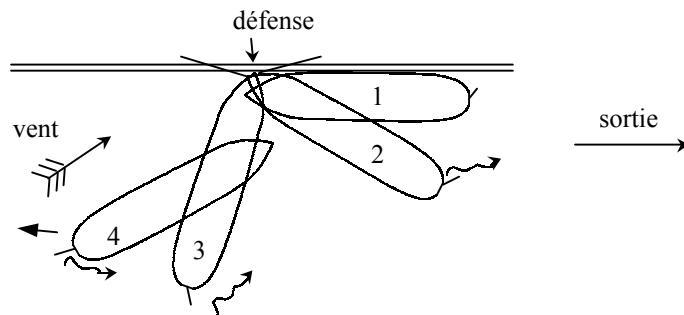
a) s'il s'agit d'un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et recevant le vent sur l'avant du travers bâbord, l'appareillage est relativement simple.



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et ayant le vent par bâbord sur l'avant du travers (vent soufflant vers le quai)**

On écarte l'arrière du quai dans les mêmes conditions que par temps calme, mais à un angle légèrement plus grand, ce qui même avec un vent frais ne présente aucune difficulté.

Si l'abattée vient à s'arrêter avant que l'angle suffisant n'ait été atteint, on donnera un coup de fouet en avant, ce qui fera reprendre l'abattée.



**Appareiller avec un bâtiment accosté à quai et ayant la sortie sur l'arrière,  
alors que la place est mesurée et que le vent souffle vers le quai.**

En pareil cas, il est conseillé, si le tonnage du bâtiment ne dépasse pas 4000 tonnes, de s'éviter en faisant tête contre le quai.

(1), (2) et (3) indiquent les différentes phases de l'opération. Pour que l'étrave reste en contact avec la défense, il sera nécessaire de prévoir une pointe et une garde montante raidies.

Dès que l'avant est appuyé contre le quai, on peut accélérer l'abattée en battant en avant, barre toute du bord appuyé contre le quai.

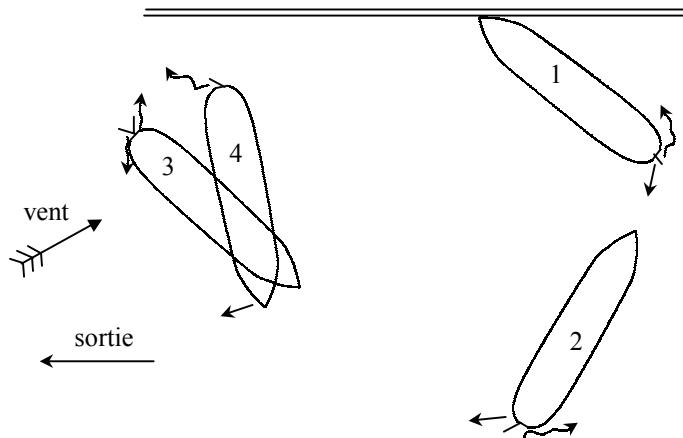
(4) Après avoir largué les amarres, on bat en arrière ; le bâtiment cule et son arrière remontant au vent, il finit de s'éviter.

Quand on est à l'angle voulu, on largue devant et on bat en arrière toute, en mettant la barre à gauche. Pendant que le navire culera, son avant tombera rapidement sur tribord, tandis que l'étrave restera à peu près sur une parallèle au quai. En effet, l'abattée étant rapide, le bâtiment n'aura pas le temps de prendre beaucoup d'erre en arrière.

C'est pourquoi il est important que le bâtiment fasse un angle suffisant avec le quai avant de larguer, sinon l'étrave viendrait raguer dangereusement contre le quai. Ceci est à surveiller particulièrement s'il s'agit d'un bâtiment léger, très sensible au vent, qui tend aussi bien à abattre qu'à culer sous l'action de son hélice partiellement immergée.

Avec les petits bâtiments, une bonne solution consiste à s'éviter de 90° ou davantage avec la propulsion, nez au quai, avant de battre en arrière. Mais, on ne peut le faire que si le bâtiment a une étrave droite, et encore faut-il placer une bonne défense entre celle-ci et le quai.

Une fois dégagé du quai, l'abattée continuera, et un bâtiment peu chargé peut très bien s'éviter cap pour cap sur un plan d'eau à peine supérieur à sa propre longueur. Il ne reste plus qu'à battre en avant pour venir en direction de la sortie.



**Appareiller avec un bâtiment accosté à quai et recevant le vent du bord opposé au quai, sur l'avant du travers, alors que la sortie se trouve peu à peu dans la direction du vent (vent soufflant du quai).**

(1), (2) et (3) indiquent trois positions successives du bâtiment pendant qu'il s'écarte du quai en culant. On remarquera en 3 que par suite de l'inertie acquise pendant sa puissante abattée sur tribord, l'arrière a franchement dépassé le lit du vent. Cependant si le bâtiment continuait à culer, une abattée en sens contraire ne tarderait pas à se manifester. C'est pourquoi dès ce moment, il faut battre en avant toute pour se rapprocher de la sortie.

(4) Le bâtiment commence à prendre de l'erre en avant. Si la place sur l'avant est mesurée, c'est pendant qu'on a le vent franchement par le travers qu'on devra battre en arrière à nouveau. Avec un bâtiment à deux hélices, on doit se garder de prendre beaucoup d'erre en position 3 tant que l'on ne sera pas en mesure de venir en grand vers la sortie.

Si la place manque pour tourner suffisamment au cours de ce mouvement en avant, il ne faut pas attendre d'avoir le vent par l'avant pour battre en arrière car non seulement l'abattée sur tribord serait interrompue mais, il serait nécessaire de mouiller tribord pour empêcher l'avant de retomber complètement sous le vent.

Il faut alors battre en arrière dès que l'on a la sortie sur l'arrière du travers tribord, c'est-à-dire en ayant le vent encore franchement du travers, de façon à avoir tout l'espace voulu pour pouvoir ensuite en battant en avant, venir en grand dans le vent.

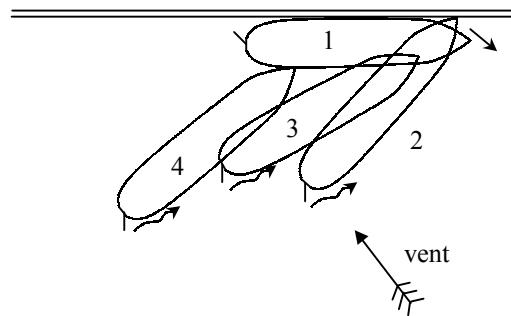
**b)** On peut plus difficilement appareiller sans assistance avec un bâtiment à une hélice qui est bâbord à quai, avec le vent par tribord sur l'avant du travers.

Sauf s'il se trouve à un poste situé en bout de quai où rien ne gêne sur son arrière (auquel cas l'opération est encore assez simple), un bâtiment placé dans cette situation ne se dégagera du quai qu'avec difficulté.

En premier lieu, il faudra écarter l'arrière le plus possible du quai, de façon à avoir le vent presque par le travers. Dès qu'on battra en arrière pour s'éloigner du quai en culant, la poupe commencera par retomber vers le quai, puis quand on prendra de l'erre en arrière, elle remontera dans le vent. Mais s'il y a des obstacles sur l'arrière, une telle manœuvre sera très risquée, car, pendant tout son déroulement, le vent tendra à faire dériver le bâtiment vers le quai.

Si l'on dispose d'une bonne puissance en arrière avec suffisamment de place pour manœuvrer, et si en écartant l'arrière, il a été possible de faire un angle d'environ  $45^\circ$  avec le quai, l'appareillage sera assuré.

A moins que le chenal de sortie ne se trouve sur l'arrière du bâtiment et dans le prolongement du quai, on aura probablement à mouiller tribord pour venir dans la bonne direction, car pendant que l'on a culé, l'avant du bâtiment a abattu sur bâbord.



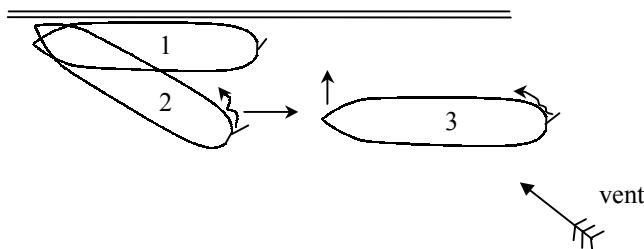
**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté bâbord à quai et recevant le vent par tribord sur l'avant du travers (vent soufflant vers le quai).**

(1) et (2) On écarte franchement l'arrière du quai. Mais dès qu'on bat en arrière, l'effet giratoire de l'hélice et celui de l'eau qu'elle refoule dominent l'influence du vent, et l'arrière retombe vers le quai.

(3) Dès que l'erre augmente, le vent reprend sa prépondérance et il en résulte une abattée contraire de l'avant vers le quai. Si le bâtiment est léger et qu'il a peu de puissance, il va dériver à tel point pendant cette manœuvre qu'il risque de se trouver dans une situation difficile. Sauf si l'on dispose d'un grand plan d'eau, on sera alors mal placé pour faire route vers la sortie (excepté toutefois si celle-ci est immédiatement sur l'arrière du poste que l'on occupait).

c) Il convient de préparer soigneusement l'appareillage sans assistance d'un bâtiment à une hélice, alors que le vent souffle vers le quai, sur l'arrière du travers de ce bâtiment.

Si l'angle de la direction du vent avec le quai est faible, on arrivera en général à écarter l'arrière du quai suffisamment pour que le vent prenne entre le bâtiment et le quai. Dans ce cas, non seulement il ne collera plus l'arrière contre le quai, mais il l'en écartera au point de l'aider à se dégager.

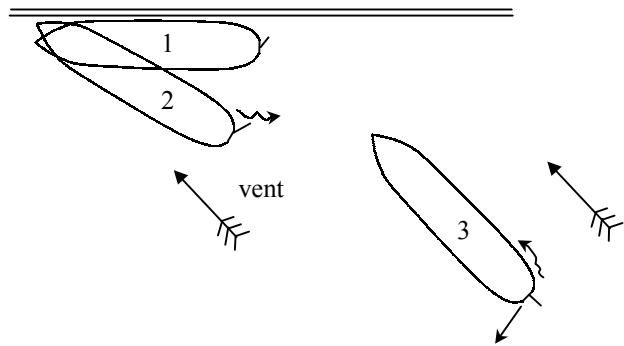


**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai, et recevant le vent par bâbord arrière (vent soufflant vers le quai)**

(1) et (2) Avant de battre en arrière, il faut écarter l'arrière suffisamment pour recevoir franchement le vent de l'autre bord, c'est-à-dire par tribord.

(3) Sinon, dès que le bâtiment commence à culer, il risque de franchir à nouveau le lit du vent, ce qui serait suivi d'une violente abattée de son avant sur tribord et engagerait sa sécurité s'il y a un danger sous le vent.

Si l'angle d'incidence du vent sur le quai dépasse 1 quart  $\frac{1}{2}$ , et qu'il souffle avec force, il est probable que l'on ne pourra pas écarter suffisamment l'arrière. Dans ce cas, il sera indispensable pour déhaler le bâtiment plaqué par le vent contre le quai, d'utiliser un remorqueur ou d'envoyer une aussière sur un point d'amarrage ou une bouée au vent.



**Appareiller avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai, et recevant le vent par bâbord sur l'arrière du travers (vent soufflant vers le quai)**

(1) et (2) Bien qu'il soit particulièrement laborieux de décoller l'arrière du quai en battant en avant sur la garde montante, il faut attendre pour battre en arrière que la poupe soit franchement écartée.

(3) Avec de l'erre en arrière, la poupe du bâtiment va remonter dans le vent, mais comme alors aucune abattée ne s'amorcera franchement ni d'un bord ni de l'autre, il sera bon d'avoir beaucoup de place au vent pour s'éviter vers la sortie.

Si le bâtiment est accosté bâbord à quai, il faudra écarter encore davantage l'arrière du quai.

Par ailleurs, il faudra culer assez loin pour être complètement dégagé de son poste avant d'essayer de faire venir le bâtiment dans la direction de la sortie, car le quai est alors sous le vent dans un gisement dangereux.

### 3.2.3 APPAREILLAGE AVEC UNE ANCRE MOUILLEE

Quand un bâtiment a mouillé une ancre au large de son poste avant de venir à quai, la méthode normale pour appareiller est de se faire assister par un remorqueur.

Le remorqueur est utilisé pour tenir l'arrière écarté du quai pendant qu'on vire la chaîne et que l'on dérape. Ensuite, il aide soit à mettre le bâtiment dans la bonne direction en faisant abattre l'arrière, soit à faire culer droit le bâtiment s'éloignant du quai pour gagner un emplacement où il pourra manœuvrer.

Dans les petits ports où il n'existe pas de remorqueur, on trouve généralement des bouées ou des corps morts du côté mer, sur lesquels on peut envoyer une aussière de l'arrière permettant de déhaler l'arrière du bâtiment pendant qu'on relève l'ancre.

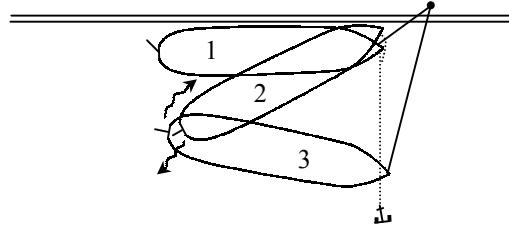
Il existe cependant deux cas où on peut parfois appareiller sans remorqueur (ou sans aussière de l'arrière) :

#### 3.2.3.1 Par calme, avec un bâtiment à deux hélices ayant une bonne puissance, ou un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai.

Par calme, et si on a moins de 3 maillons à l'eau, un bâtiment à deux hélices ayant une puissance suffisante, de même qu'un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai, peuvent sans assistance, appareiller d'un quai, même avec une ancre mouillée.

Pour cela, on écarte largement l'arrière du quai en faisant avant sur la garde montante.

A ce moment, avec un bâtiment à deux hélices, on vire la chaîne de l'ancre et simultanément on bat en arrière du bord contre le quai tout en gardant en avant le bord extérieur : l'effet giratoire des hélices écarera l'arrière du quai. On aura pris soin auparavant de garder une amarre de l'avant à terre pour empêcher l'avant de répondre trop rapidement à l'appel de la chaîne.



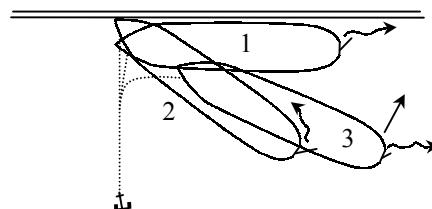
**Appareiller par calme avec un bâtiment à deux hélices accosté à un quai, et ayant une ancre mouillée.**

(1) et (2) On écarte l'arrière autant que possible (ce qui peut amener à choquer un mètre ou deux de chaîne), puis on vire les chaînes. Pendant ce temps, on gardera une ligne d'arbre en avant et l'autre en arrière, comme pour s'opposer à l'appel de la chaîne, et avec la pointe on contrôlera les mouvements de l'avant du bâtiment.

(3) L'ancre étant dérapée on met le cap vers la sortie.

### 3.2.3.2 Par calme, avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai

S'il s'agit d'un bâtiment à une hélice, tribord à quai, on battra en arrière une fois l'arrière bien écarté, et tandis que l'on s'éloigne en culant, la tension croissante de la chaîne à bâbord écarte rapidement l'avant du quai tout en faisant tomber l'arrière vers celui-ci, abattue que l'on arrête en donnant un coup de fouet en avant avec la barre à droite toute. On vire ensuite la chaîne en maintenant le bâtiment à un cap constant par manœuvre de la propulsion, et en faisant forcer l'amarre de pointe suivant les besoins.



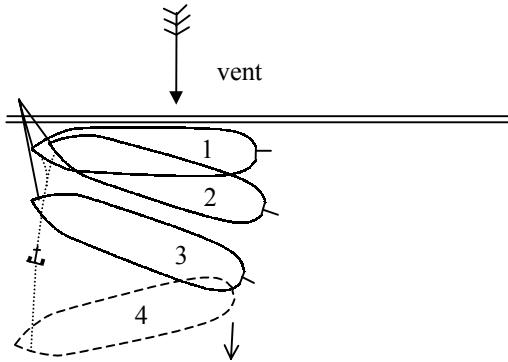
**Appareiller par calme avec un bâtiment à une hélice accosté tribord à quai et ayant une ancre mouillée.**

(1) et (2) On écarte franchement l'arrière du quai et on bat en arrière. La tension de la chaîne à bâbord avant va faire tomber l'arrière vers le quai, mais l'effet giratoire de l'hélice tendra à s'y opposer.

(3) Pendant que le bâtiment cule, la chaîne appelle de plus en plus de l'avant et son poids se faisant de plus en plus sentir, l'arrière tombera vers le quai.. On contrariera ce mouvement en donnant un coup de fouet en avant avec la barre toute. Le bâtiment s'écartera du quai et on virera la chaîne quand elle aura pris du mou.

### 3.2.3.3 Quand le vent souffle du quai on peut également se passer de remorqueur pour appareiller.

On largue derrière, en ne conservant devant qu'une seule amarre en pointe, et tandis qu'on laisse l'arrière s'écarte du quai, on vire la chaîne de l'ancre tout en choquant la pointe à la demande de façon que le bâtiment s'écarte du quai. Comme l'avant tendra à dériver plus rapidement que l'arrière, il faudra se tenir prêt à étaler la pointe en tenant bon virer la chaîne, si l'on voit que l'arrière se rapproche trop du quai.



### **Appareiller avec un bâtiment accosté à quai et ayant une ancre mouillée, par bon vent soufflant du quai**

Comme dans les deux cas précédents, on peut se passer de remorqueur.

(1) et (2) On laisse d'abord le vent écarter l'arrière du quai, puis on vire la chaîne.

(3) Jusqu'à ce qu'on soit à long pic, on conservera une amarre de l'avant à terre pour contrôler le mouvement du bâtiment, puis on relèvera l'ancre en larguant cette amarre.

(4) Si on n'a pas gardé cette amarre de l'avant, l'avant dérivera plus vite que l'on ne peut virer la chaîne et le bâtiment tombera sous le vent de son ancre. La chaîne passera alors sous l'étrave et attirera fortement l'avant vers le quai que l'on vient de quitter, compliquant ainsi la manœuvre de giration vers la sortie.

### **Comment appareiller quand on est amarré l'arrière à quai**

Quand on appareille d'un poste "arrière à quai", le mieux est de filer toutes les amarres avant de commencer à virer les chaînes. On peut éventuellement garder par précaution une aussière à terre, aussière que l'on choque à mesure que l'on vire les chaînes.

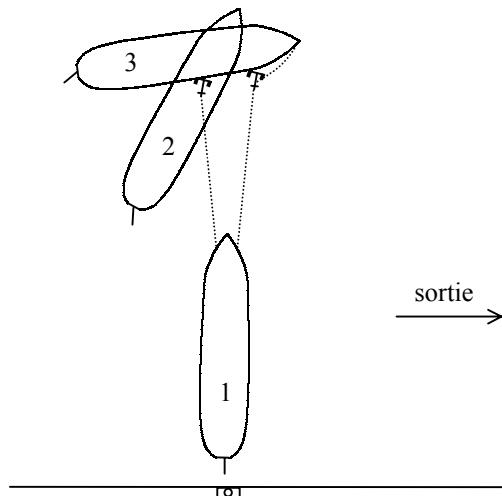
Constamment choquée, cette aussière ne permet aucun contrôle sérieux du mouvement du bâtiment, et quand on la largue, il y a une longueur de filin considérable à rentrer, opération pendant laquelle on hésite à se servir de la propulsion par crainte d'engager une hélice.

Aussitôt que l'on a largué derrière et que l'on vire les chaînes, le bâtiment ira tout seul de l'avant et, par suite de son inertie, passera au-dessus de ses chaînes. Toutefois ce mouvement sera rapidement stoppé par le poids des chaînes qui appelleront alors franchement de l'arrière.

A moins que les chaînes ne supportent un effort véritablement excessif, c'est une erreur que d'utiliser sa propulsion pendant qu'on les vire.

Si l'on est amené à battre en arrière car le bâtiment va passer au-dessus de ses chaînes, celui-ci s'immobilise, mais aussitôt que le guindeau a repris le mou des chaînes et que celles-ci raidissent à nouveau, le bâtiment repartira en avant brutalement, ce qui amènera une nouvelle manœuvre en arrière et ainsi de suite. Comme il faudra bien que le bâtiment vienne à l'aplomb de ses ancrages, autant le laisser courir librement sur son erre.

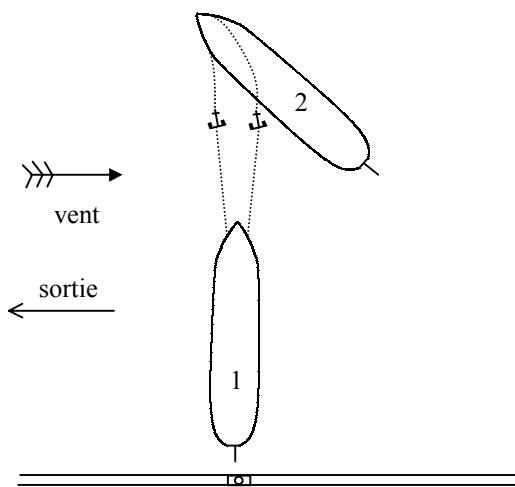
**a)** Par calme, si la direction de la sortie est telle qu'il faut venir immédiatement en grand sur bâbord ou sur tribord, on relèvera l'ancre située du côté opposé à la sortie tout en laissant l'autre ancre à l'eau avec assez de chaîne pour avoir une bonne tenue. On battrà alors en avant sur cette chaîne raide pour s'éviter autour de l'ancre, jusqu'à ce que l'on ait la sortie droit devant. On relèvera alors l'ancre pour appareiller.



**Appareiller étant amarré l'arrière à quai, avec peu de place pour manœuvrer**

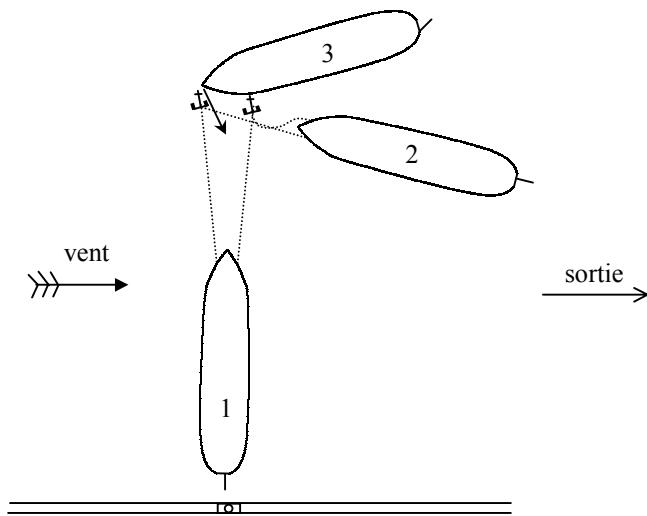
- (1) On largue derrière et on vire à long pic.
  - (2) On relève l'ancre du bord opposé à la sortie.
  - (3) On s'évite autour de l'autre ancre, que l'on relève quand on a le cap vers la sortie.
- b) S'il y a du vent et qu'on le reçoit de l'avant, on n'aura pas à s'éviter autour de son ancre, le bâtiment abattant alors facilement.
- c) Si le vent souffle de la direction de la sortie, dès qu'on virera les chaînes, le bâtiment se mettra dans le lit du vent, c'est-à-dire dans la bonne direction.

Au cas où le vent ne serait pas assez fort pour faire éviter suffisamment le navire, il sera bon, quand il n'y aura plus qu'un maillon ou deux à l'eau, de battre en avant lente pour faire venir le bâtiment au-dessus de ses chaînes, qui appeleront de l'arrière et au vent, feront tomber l'avant dans la direction voulue dès qu'on les virera.



**Appareiller étant amarré l'arrière à quai, par brise modérée soufflant de la direction de là sortie**

- (1) Si le vent n'est pas assez fort pour éviter le bâtiment quand on a largué derrière, on vire les chaînes jusqu'à ce qu'on n'ait plus qu'un maillon à l'eau, en laissant le bâtiment dépasser ses ancrages.
- (2) Les chaînes vont alors faire tomber l'avant, rapidement, si bien que lorsqu'on dérapera, le bâtiment se trouvera presque cap au vent, c'est-à-dire cap sur la sortie.



**Appareiller étant amarré l'arrière à quai, avec le vent soufflant dans la direction de la sortie**

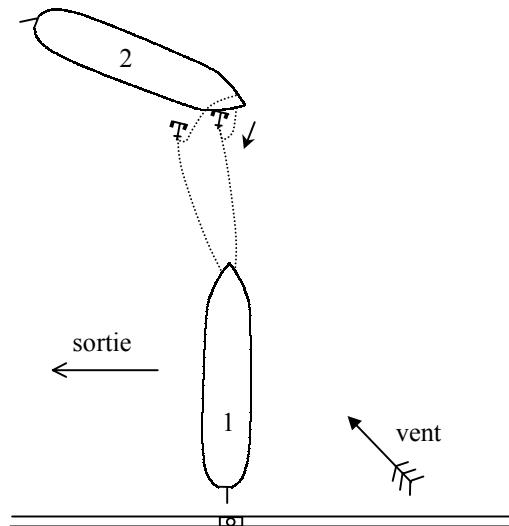
Cette situation offre un grand avantage, car lorsque l'on aura relevé les ancrages, le bâtiment viendra facilement dans la direction voulue, quelle que soit la position qu'il avait par rapport au vent.

(1) si, le vent souffle vers la sortie il faut, comme dans les autres cas, larguer tout derrière et virer les chaînes. Dès qu'on aura dérapé, il sera alors possible de s'écartier du vent pour venir sur bâbord ou sur tribord, dans la direction de la sortie.

Quand le vent souffle dans la direction de la sortie, et si l'on dispose de la place voulue pour prendre un peu d'erre en arrière pendant la manœuvre d'évitement, tout bâtiment peut être rapidement évité cap vers la sortie.

**d)** Si on reçoit le vent de l'arrière et en travers au chenal de sortie, il peut être préférable dans certains cas, de laisser le bâtiment venir bout au vent avant de relever les ancrages. Cela dépendra de l'angle d'évitement provoqué par le vent pendant qu'on virera, mouvement que l'on peut toujours accélérer en battant en avant sur l'ancre au vent.

Il est de même si on reçoit le vent sur l'arrière du travers, du bord opposé à la sortie.



**Appareiller étant amarré l'arrière à quai, avec le vent sur l'arrière du travers du bord opposé à la sortie**

Il convient de laisser d'abord le bâtiment s'éviter autour de ses chaînes sous l'action du vent, jusqu'à ce qu'on soit bout au vent. On relève alors l'ancre du bord opposé à la sortie et on s'évite ensuite autour de l'autre pour venir cap à la sortie.

### 3.3 LE MOUILLAGE

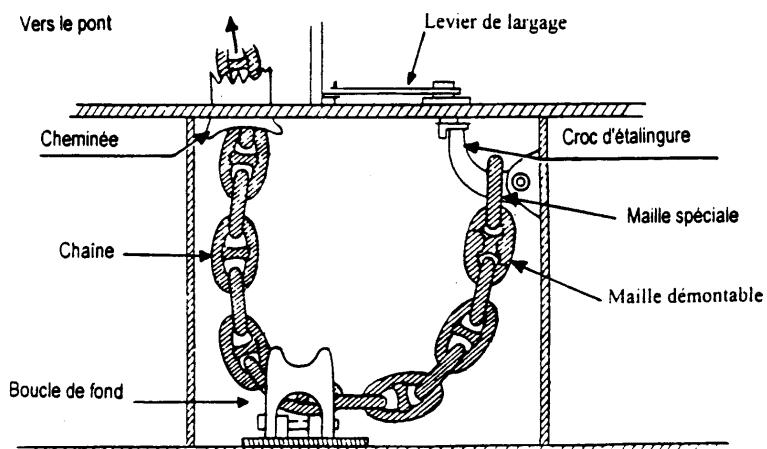
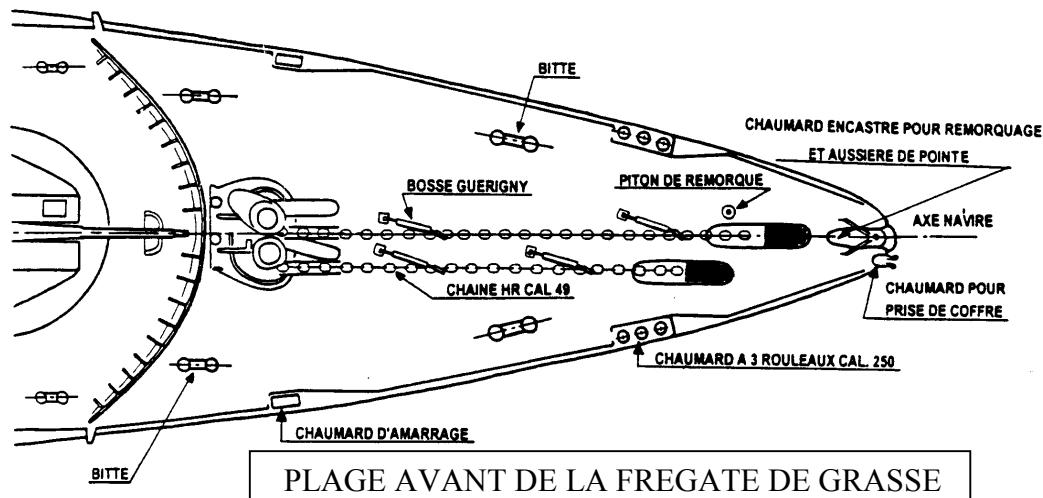
#### 3.3.1 GENERALITES

Le mouillage est apparemment le type de manœuvre simple par excellence, qui peut cependant s'avérer délicate par mauvais temps.

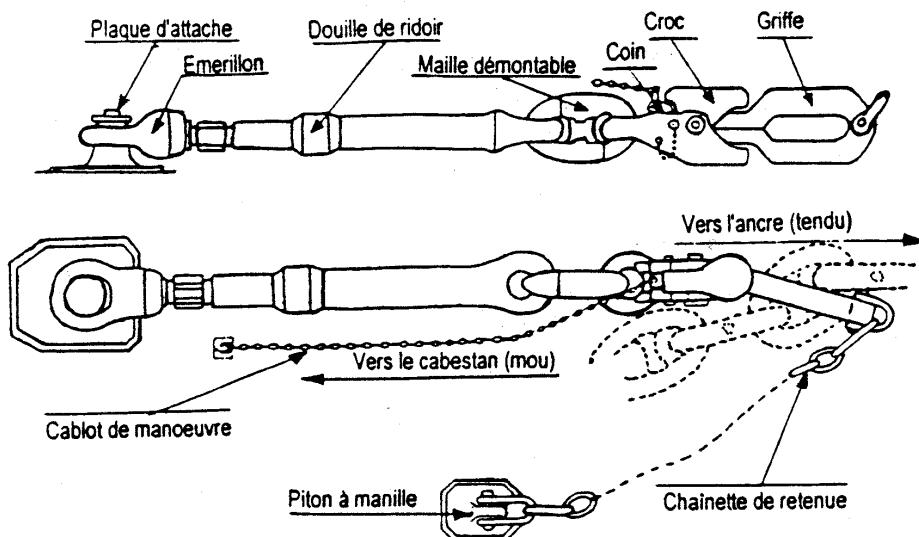
Comme toute manœuvre, elle doit être préparée et donne alors une apparence de facilité quand elle est réussie.

#### 3.3.2 LIGNES DE MOUILLAGE

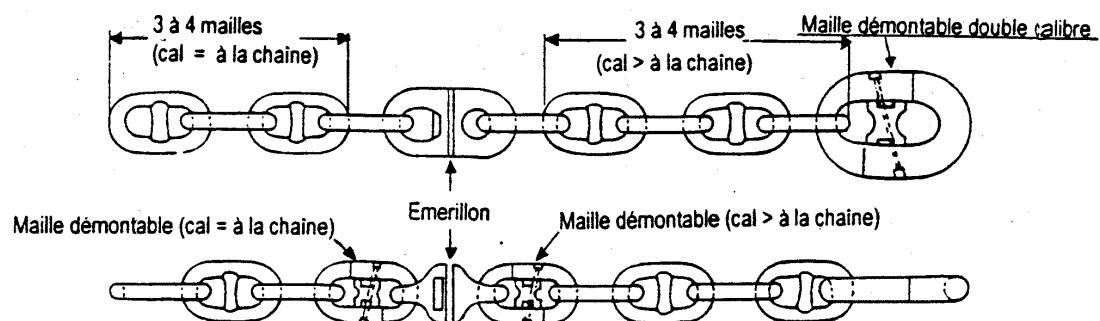
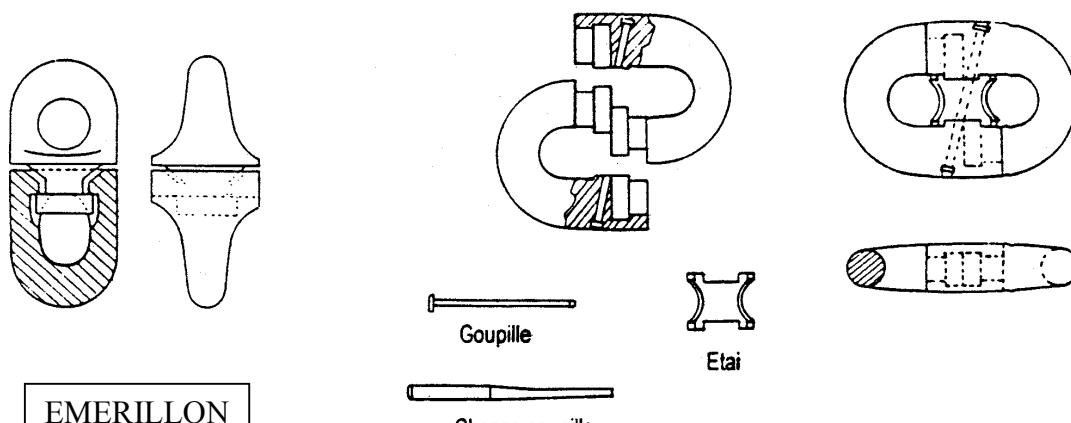
Les lignes de mouillage d'un bâtiment comprennent des installations de coque (écubiers, points fixes, puits aux chaînes), des appareils liés solidement au bâtiment (guindeau, étalingure, bosses, mouilleurs) et enfin l'ancre et la chaîne, éléments mobiles de l'ensemble.



**SCHEMA D'UN PUITS AUX CHAINES**



Bosse type « Guérigny » (modèle 1939)



EXTREMITE DE CHAINE A ELEMENTS DEMONTABLES

### 3.3.3 EFFORTS DE TRACTION LIES A LA TOUEE DE LA CHAINE

#### 3.3.3.1 Analyse et relations des forces en présence

Le poids de la chaîne et la traction **Th** due aux contraintes extérieures horizontales (en l'absence de houle notamment) donnent naissance à une tension de rappel **Tr** qui tire le bâtiment en avant, tandis que **Th** le tire en arrière.

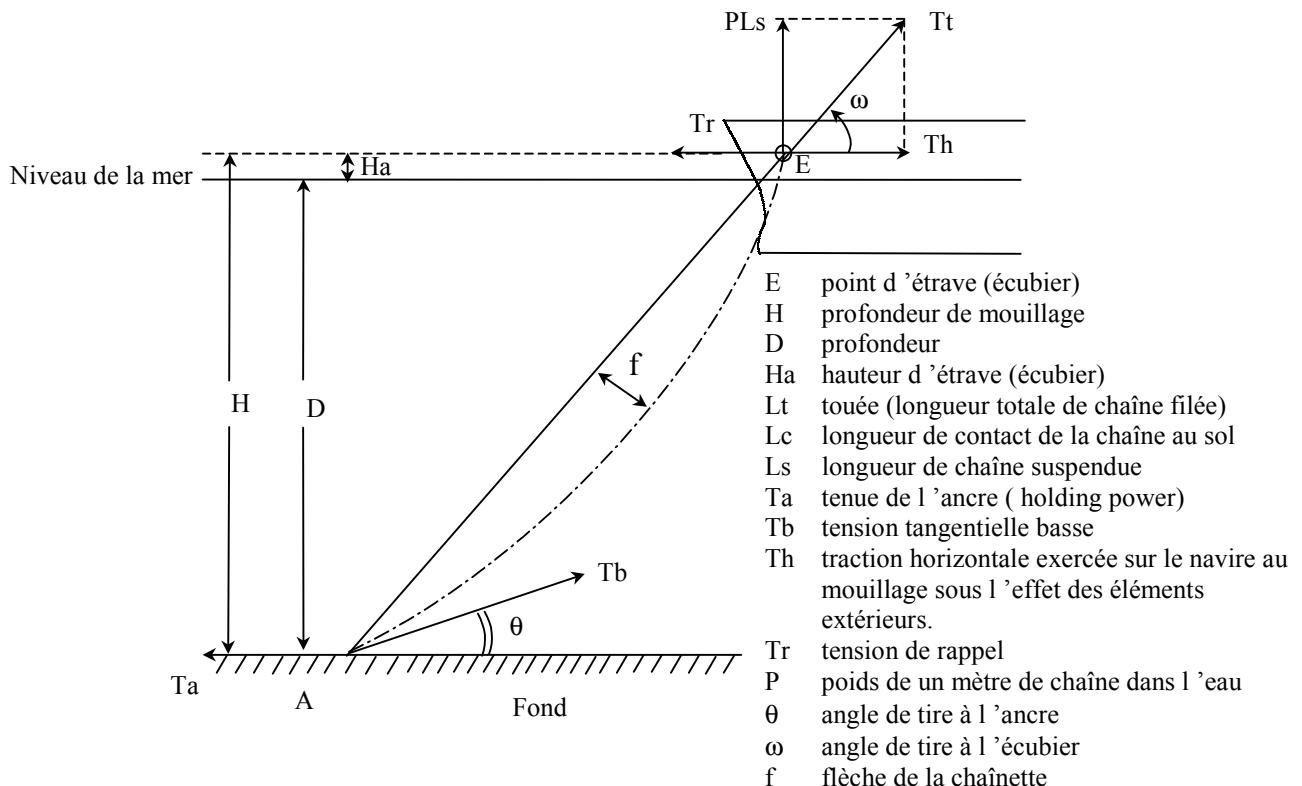
- immobile, il y a équilibre.
- si la traction **Th** vient à disparaître (sans courant, ni vent, ni houle), **Tr** agit comme un ressort et ramène le bâtiment vers son ancre jusqu'à la position à pic. Une longueur de chaîne est élongée sur le fond.

En situation de traction **Th** donne naissance avec un angle  $\omega$ , à une traction tangentielle **Tt** telle que, pour une longueur de chaîne suspendue **Ls** de poids métrique unitaire **P**, on a les relations :

$$1 - Th = Tt \cos \omega \quad (Tt, \text{tension tangentielle à l'écubier, est plus forte que } Th)$$

$$2 - \operatorname{tg} \omega = \frac{PLs}{Th}$$

$$3 - Th = PLs \operatorname{ctg} \omega$$



Pour un angle  $\omega$  donné, si  $Th$  augmente, il faut augmenter  $PLs$ , donc  $Lt$ (touée) et par là  $Ls$ .

C'est la traction **Tb** qui intervient sur l'ancre à laquelle elle se trouve transmise par liaison funiculaire.

#### conclusions

- Une ancre est conçue pour que ses pattes crochent bien lorsque l'effort de traction est parallèle au sol (angle  $\theta$  faible). Si la force de traction horizontale augmente sous l'effet des éléments extérieurs, l'angle  $\omega$  diminue, la courbure de la chaîne se déforme, (diminution de la flèche  $f$ ), et l'angle  $\theta$  augmentant, l'ancre ne peut plus tenir. Il en résulte que, pour une chaîne de même poids unitaire **P**, il faut augmenter la longueur de chaîne **Lt**. Cet élément est déterminant dans le calcul de la touée de chaîne.

- b) La chaîne subit à l'écubier un effort de traction pure beaucoup plus considérable que celui qu'elle exerce sur l'ancre (équation 1). Elle doit être en conséquence adaptée au bâtiment ; le problème consiste à choisir une chaîne qui ne se rompe pas avant que l'ancre ne chasse.

### 3.3.3.2 Effets élastiques

Une ligne de mouillage est un système qui accumule de l'énergie et ne la restitue que progressivement. Il n'y a pas ici d'élongation comme dans un câble textile, mais seulement recul du bâtiment et déformation de la courbure de la chaîne.

C'est seulement après le raidissement qu'interviennent la résistance du métal et son élasticité interne.

La capacité d'absorption d'énergie de la chaîne est donc en relation directe avec la flèche «  $f$  » de sa courbure. Plus la flèche est grande, plus la réserve d'élasticité est importante.

#### En pratique

On constate une souplesse douce de la chaîne en début de tension jusqu'à deux fois le poids de la chaîne. La souplesse devient dure jusqu'à 4 à 5 fois le poids. Au-delà il y a raideur avec travail croissant de l'élasticité interne du métal.

#### Important

L'expérience montre que dans la grande majorité des cas, l'ancre lâche prise bien avant le raidissement.

### 3.3.3.3 Touée usuelle

Compte tenu des considérations précédentes, la touée de chaîne dépend des facteurs suivants :

- qualité du fond et profondeur d'eau.
- poids de l'ancre et de la chaîne.
- place dont dispose le bâtiment pour s'éviter.

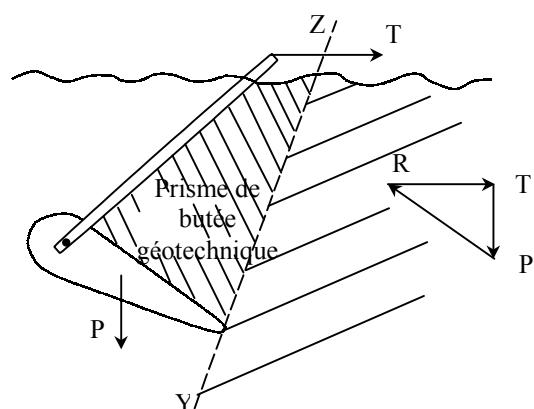
La hauteur d'eau est en fait l'élément primordial de choix. Pour les petites et moyennes profondeurs (jusqu'à 30 m) **il faut mouiller trois fois le fond plus un maillon**. (un maillon = 30 mètres).

Si le mauvais temps menace, et si la place est suffisante, il ne faut pas hésiter à **augmenter la quantité de chaîne jusqu'à 5 ou 6 fois le fond** pour améliorer ainsi la tenue. Toutefois lorsque le vent varie beaucoup, ou que le courant ne porte pas dans la même direction que le vent, le bâtiment risque, avec trop de touée, de courir rapidement sur sa chaîne dans les rafales et de la raidir brutalement, ce qui pourrait entraîner sa rupture. Il faudra alors mouiller sa deuxième ligne de mouillage, "en barbe" de préférence (voir para 3.3.9.4).

### 3.3.4 CONSIDERATIONS SUR LA CAPACITE DE TENUE DE L'ANCRE

Si une ancre est tirée par la traction  $T$  du bâtiment, on trouve devant ses pattes un volume de sol comprimé et un volume vierge délimités par le plan  $YZ$ .

Il y a équilibre tant que la résistance au sol équilibre la traction  $T$  du bâtiment. Sinon l'ancre peut remonter le long du plan de cisaillement  $YZ$ . Il y a montée sur patte et déchaussement : l'ancre va DRAGUER (et non chasser - la chasse est le déplacement dans le sol sans remontée).



### **Force en chasse :**

C'est la force qu'oppose l'ancre à un déplacement sans qu'elle lâche prise. C'est l'enfoncissement en profondeur qui provoque la force en chasse la meilleure.

### **Force oblique:**

Traduit l'aptitude de l'ancre à tenir par mouillage court, c'est-à-dire sa capacité à résister à des tractions verticales. Une bonne force oblique permet outre l'économie de poids, de réduire le rayon d'évitage et de crocher plus vite le fond. Les ancre plates apparaissent les meilleures à cet égard.

### **Conclusion**

Il en résulte que la forme d'une ancre est primordiale pour sa bonne prise. Les caractéristiques des ancre actuelles montrent une meilleure adaptation en profil et stabilité plutôt qu'une augmentation systématique des masses en fonction des déplacements des bâtiments. La réalisation de lignes de mouillage mixtes (chaîne - câble) permet un bon compromis entre la qualité de tenue du mouillage et un poids raisonnable de l'ensemble.

## **3.3.5 CHOIX DU MOUILLAGE**

Documents à consulter : Instructions nautiques, Collection des mouillages, Guides des ports.

Un bon mouillage doit présenter des garanties de sécurité suffisantes pour un bâtiment, compte tenu des contraintes météo, des délais d'appareillage (propulsion - disponibilité du personnel) et des avantages recherchés (stabilité de plate-forme pour transfert lourd ou réparations ...)

Les critères de choix seront

- un bon abri de la houle et si possible du vent;
- un fond de bonne tenue;
- une place suffisante pour évoluer au mouillage et appareiller;
- des commodités d'accès (chenal, marée, courants, balisage...).

#### **Un bon abri**

Le choix doit tenir compte du vent régnant et des prévisions météorologiques.

#### **Fonds de bonne tenue**

L'argile, la vase dure, le fond dit "sable et vase".

#### **Fonds de tenue moyenne**

Le sable, le gravier, les coquilles, brisées, l'herbier court.

#### **Fonds de mauvaise tenue**

Les très longs herbiers, la roche, les coraux, les fonds très en pente, la vase liquide.

Sur les premiers, l'ancre couche les herbes qui forment un matelas, et ripe dessus sans crocher.

Sur les deux suivants, l'ancre peut se briser en arrivant au fond, glisser ou crocher dans une infructuosité d'où il est impossible de l'arracher.

Les fonds très en pente se rencontrent surtout dans les pays tropicaux lors des mouillages au voisinage et sous le vent d'un récif de corail.

La vase liquide n'offre pas suffisamment de résistance à la traction.

#### **Mouillage**

Le choix du point de mouillage tiendra compte des paramètres précédents :

- Sur la carte la plus détaillée, tracer les routes d'accès au mouillage, si possible sur des alignements, ou sur relèvement constant d'amer remarquable (dans ce cas il peut être intéressant de choisir une route finale qui amène le bâtiment dans une position proche du cap d'évitage : bout au vent, au courant ou à la composante des deux).
- Porter les points tournants en tenant compte de l'avance et du transfert.
- Porter les points de réduction d'allure et les repérer par relèvement d'amer le plus traversier possible (ou mieux par alignement traversier).

Les distances de réduction d'allure, fonction du coefficient d'inertie, figurent dans le registre de préparation au combat (RPC) du bâtiment.

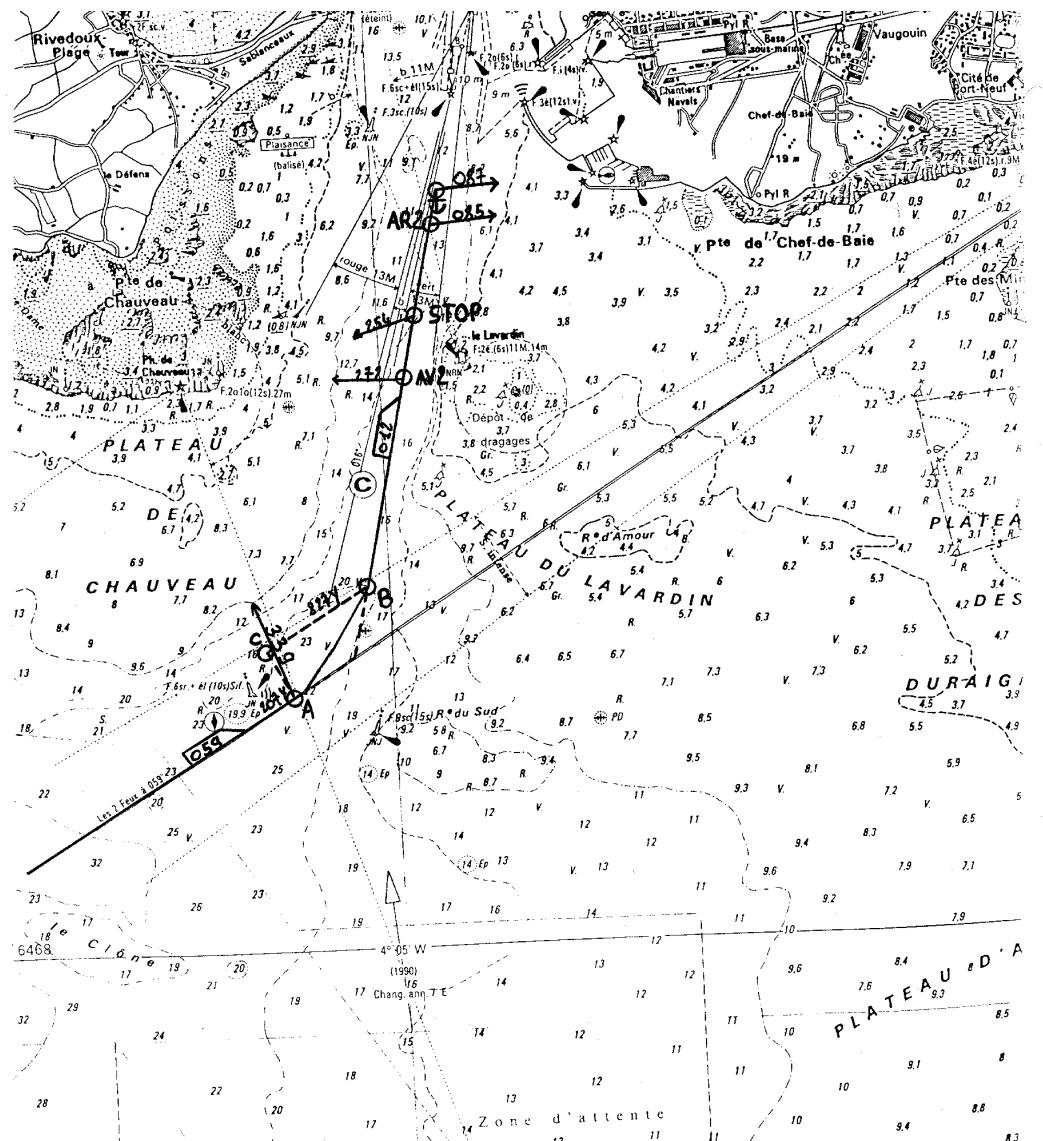
## Présentation

Garder présent à l'esprit que la dérive augmente quand le bâtiment réduit sa vitesse et stoppe.

Lorsque le bâtiment se présente sur alignement avec une forte dérive, il faut se trouver en fin de présentation au vent ou au courant du point de mouillage.

## **Exemple de préparation de mouillage (carte n° 6568)**

1. Noter les caractéristiques tactiques (avance, transfert) à utiliser
  2. Repères pour le mouillage (fonction du coefficient d'inertie) Extraits du RPC  
AV3 à 4000 Y – réduire AY2 à 1500 Y  
STOP à 800 Y - battre AR2 à 200 Y
  3. Séquence
    - Se présenter sur l'alignement des deux feux de la Rochelle à 059°
    - Point tournant en A, le phare de Chauveau au 339 (de nuit : juste après le passage du feu en secteur blanc)
    - Suivre l'alignement du feu de la tour du Môle d'escale entre les feux des angles SE et NW du Môle au 012
    - AV2 : le Phare de Chauveau au 272
    - STOP : Le phare de Chauveau par la balise du grand Greffe au 254
    - AR2 : La tour Richelieu au 085 (juste engagée sur la pointe chef de baie
    - Mouillage : sur l'alignement de la tour Richelieu par le pilône rouge de la pointe.



### 3.3.6 EXECUTION DU MOUILLAGE

Il est généralement préférable de mouiller avec de l'erre en arrière pour tenir compte de la présence du bulbe sonar ou tout autre appendice avant.

L'idéal consiste à placer le bâtiment, en fin de présentation de mouillage, dans une position proche de sa position d'évitage final.

#### a) Mouillage bout au vent (ou au courant si celui-ci est dominant).

C'est la meilleure présentation. Dépasser légèrement le point de mouillage battre en arrière et mouiller au moment où le bâtiment passe de nouveau sur son point de mouillage. Serrer le frein de temps en temps pour faire forcer la chaîne, afin que le bâtiment ne tombe pas en travers.

#### b) Mouillage vent ou courant de l'arrière ou traversier.

Cette présentation est plus délicate, surtout par courant sur l'arrière supérieur à 2 nœuds qui conduit à une vitesse fond importante.

Il faut lancer le bâtiment vers la position d'évitage final, en fin de présentation et conserver toujours présent à l'esprit que la dérive augmente quand on réduit l'allure.

### 3.3.7 FAIRE "PENEAU"

Par grands fonds, le poids de chaîne risquerait au mouillage de provoquer un dévidement trop rapide de la ligne de mouillage, et en conséquence des avaries aux apparaux de mouillage et des accidents pour le personnel. C'est pourquoi par fond supérieur à 30 m il faut faire "**peneau**". Le bâtiment étant à très faible vitesse et proche du point de mouillage, le barbotin du guindeau est embrayé et une certaine quantité de chaîne est dévirée prudemment. Lorsque l'ancre se trouve à 10 ou 15 m au-dessus du fond prévu à l'endroit du mouillage, on serre le frein et on débraye le barbotin.

Sur les bâtiments à bulbe sonar à l'avant, pour éviter de détériorer celui-ci, pour faire « peneau » il ne faut dévirer la chaîne qu'une fois stoppé ou avec de l'erre en arrière.

Au commandement "mouillez" on desserre le frein pour libérer la chaîne.

#### Nota important

Il ne faut pas mouiller sur "bosse" après avoir fait "peneau", car dans ce cas compte tenu de la quantité de chaîne déjà dévirée la chaîne peut filer par le bout et balayer la plage avant sans que l'on puisse actionner le frein. Des accidents graves se sont déjà produits dans ces circonstances. En mouillant sur frein, le filage de la chaîne est plus progressif et peut être contrôlé.

### 3.3.8 MOUILLAGE EN FORMATION

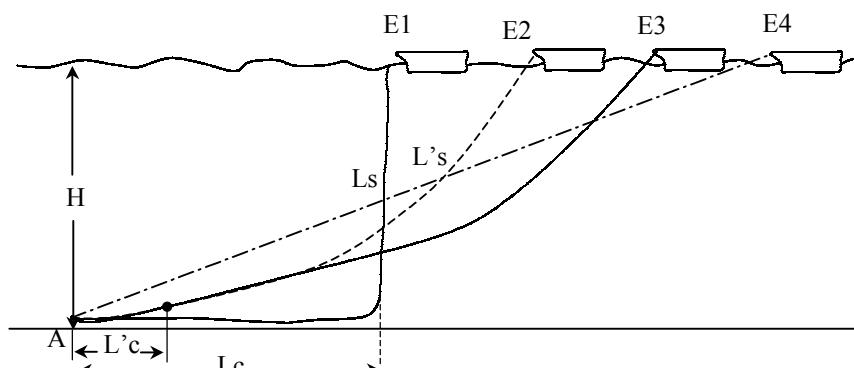
Les bâtiments sont placés, par rapport au bâtiment guide, dans la formation du plan de mouillage préalablement communiquée.

Il suffit alors au "guide" de manœuvrer la formation par signaux de "TURN" et de vitesse pour amener tous les bâtiments simultanément à leur point de mouillage.

### 3.3.9 LE NAVIRE AU MOUILLAGE

L'expérience apprend que les incidents qui arrivent à un navire mouillé proviennent rarement d'une rupture de chaîne ou d'une défaillance d'un des accessoires de la ligne de mouillage.

En revanche les incidents les plus courants surviennent lors de l'opération de mouillage proprement dite, et par suite de chasse de l'ancre lorsque le navire est mouillé.



### 3.3.9.1 Les situations types du navire mouillé

**Situation E<sub>1</sub>** : le navire a bien élongé sa chaîne en reculant. Il n'y a ni vent, ni courant, ni houle. La tension de rappel T le ramène plus près de l'ancre jusqu'à ce que la longueur de contact Lc fasse un angle droit avec la longueur suspendue Ls . **La chaîne est "à pic"**.

**Situation E<sub>2</sub>** : il souffle une légère brise. Le navire commence à exercer une légère traction Th horizontale. Il recule en E<sub>2</sub> il y a toujours une partie Lc de chaîne en contact avec le sol, l'autre partie Ls se soulève en "chaînette".

**Situation E<sub>3</sub>** : Th se renforce sous l'influence d'éléments extérieurs suffisants pour que la totalité de la chaîne se soulève à partir de l'ancre A et devienne tangente à l'horizontale de ce point. Le navire vient en E<sub>3</sub> mais la chaîne n'a pas tenté de soulever la verge de l'ancre. C'est ce que nous appellerons la position tangentielle de la ligne de mouillage (Lc=0).

C'est au delà de cette intensité de traction que les incidents vont se produire, suivant le type d'apparaux dont est doté le bâtiment et suivant la nature du fond.

**Situation E<sub>4</sub>** : le temps s'aggrave et le raidissement de la chaîne s'accentue. La courbe "en chaînette" de la chaîne tend à devenir une droite sous la tension extrême.

### 3.3.9.2 Touée usuelle. Complément du para 3.3.3.3

On admet qu'il faut filer **quatre fois le fond** dans des conditions normales de temps pour des profondeurs moyennes, c'est-à-dire pour 20 mètres d'eau au minimum 80 mètres . Ce coefficient doit être sensiblement augmenté pour les faibles profondeurs (3 fois le fond plus un maillon); il peut être diminué par grand fond (plus de 35 m.). (rappel : un maillon = 30 mètres).

Si le mauvais temps menace, et si la place est suffisante, il ne faut pas hésiter à augmenter la quantité de chaîne jusqu'à 5 ou 6 fois le fond ; la tenue est ainsi nettement améliorée.

### 3.3.9.3 Efforts dynamiques

Par mauvais temps, le vent souffle d'une façon irrégulière tant en force qu'en direction. Lorsque le courant ne porte pas dans la même direction que le vent, le navire joue sur son mouillage, il court sur sa chaîne, la raidit, prend alternativement le vent d'un bord puis de l'autre. La chaîne est raidie brutalement par à-coups, elle subit des efforts dynamiques qui entraînent des contraintes importantes et ceci d'autant plus que la touée est grande. La bonne tenue du mouillage dépendra évidemment de la réserve d'élasticité de la ligne.

En ce qui concerne la touée à filer, l'expérience a montré que par fonds de 20 à 30 m, 7 maillons étaient suffisants pour étaler un fort coup de vent dans une zone abritée de la houle.

#### La houle

La houle formée a un effet très néfaste sur la tenue du mouillage. Les houles courtes communiquent au navire une grande partie de leur énergie cinétique d'où une forte traction. Les houles longues entraînent des mouvements fluctuants dont l'importance dépend de l'amplitude, et provoque des effets de pilonnements, lacets, cavalements....

Si les forces ainsi créées sont difficilement calculables, elles sont en revanche considérables.

Pour toutes ces raisons les zones de mouillage exposées à la houle sont rapidement intenables et ne peuvent être envisagées qu'en cas de force majeure. Lorsqu'on doit s'y résoudre, il vaut mieux mouiller bien au large de la côte, la houle y étant moins forte qu'à proximité. Pour des raisons identiques, il faut éviter le voisinage des hauts fonds, ou des plateaux proches des relèvements de fond.

#### Surveillance du navire mouillé

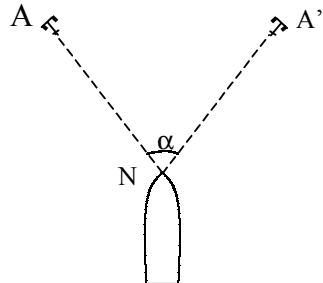
Elle se fait par repérage des alignements, par relèvements, distances radar... On peut s'apercevoir que l'ancre chasse quand le navire tombe en travers du vent ou du courant, la chaîne mollissant et raidissant alternativement. Une veille passerelle seule ne suffit pas, et une ronde régulière de plage avant est à organiser, même par météo clément.

Certains types de guindeaux dévirent automatiquement lorsque la traction sur la chaîne dépasse une certaine valeur déterminée à l'avance. Dans ce cas il est indispensable de placer un repère sur une maille (chiffon de couleur au autre) afin de s'assurer que le guindeau n'a pas déviré.

### 3.3.9.4 Mouillage sur deux ancre

#### Affourchage

Son but est de diminuer le rayon d'évitage. Avec courant ou vent variable, les chaînes des deux lignes de mouillage se croisent et il est nécessaire de prévoir un émerillon d'affourche.



Pour que l'affourchage soit correct il faut que :

$$\alpha < 120^\circ \text{ et } AA' > AN$$

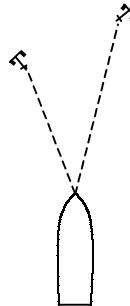
Dans la pratique  $\alpha$  doit être voisin de  $90^\circ$  :

$$60^\circ < \alpha < 120^\circ$$

L'affourchage n'a jamais été un mouillage de mauvais temps, et doit être abandonné si les prévisions météorologiques sont mauvaises.

#### Mouillage en barbe

C'est essentiellement un mouillage de mauvais temps. Son but théorique est de faire supporter à chaque chaîne la moitié de l'effort total appliquée au navire. Pour cette raison la distance des ancre est toujours faible par rapport à la longueur des chaînes et les touées ne sont pas obligatoirement égales.



**Inconvénients** : Lorsque le navire embarde sous les rafales, les chaînes sont alternativement sollicitées. Si les vents ou les courants changent de direction on peut avoir des chaînes emmêlées. La manœuvre d'appareillage est alors beaucoup plus longue.

Le mouillage en barbe n'est conseillé pour les grands bâtiments qu'en cas de force majeure.

#### Exécution du mouillage "en barbe" par mauvais temps

On mouille l'ancre au vent en laissant filer la chaîne puis on bat en avant travers au vent. On mouille alors l'ancre sous le vent sans étaler les chaînes, puis on file jusqu'à 7 maillons environ. On étale d'abord la chaîne au vent. Pour 7 maillons filés, un écartement de 2 à 3 maillons entre les points de mouillage est satisfaisant.

### 3.3.9.5 Mouillage en plomb de sonde

Ce mouillage est à conseiller lorsqu'on redoute de chasser et que l'on se trouve à proximité de hauts fonds.

Le navire étant déjà mouillé, on profite d'une embardée du côté de l'ancre à mouiller ou on la provoque avec barre et propulsion. On file alors une faible longueur (environ un maillon par fond de 20 m) et on serre légèrement le frein du guindeau. Si la première ancre chasse, l'effort sur la deuxième ligne de mouillage est

suffisant pour provoquer le filage malgré le frein. On laisse alors filer la longueur nécessaire et on se retrouve pratiquement dans la même situation que dans un mouillage en barbe.

### **3.3.9.6 Tenue du mouillage par fort coup de vent**

La propulsion doit être parée à manœuvrer (ou à très court délai). Le quart passerelle est effectué comme à la mer (éventuellement allégé).

En zone exposée, il faut appareiller au plus tôt et gagner le large.

En zone abritée, il faut augmenter la touée de chaîne et ballaster s'il y a lieu.

Si on chasse, la meilleure méthode consiste à relever l'ancre et aller remouiller dans un secteur plus abrité. Sur un navire de taille moyenne, on peut envisager le mouillage en barbe. Sur ce même type de navire, on peut également battre en avant sur les chaînes appelant de l'arrière de façon continue, en faisant face au vent. Il y a lieu d'être attentif à la direction de ce dernier et à limiter le plus possible les embardées. Cette méthode délicate n'est pas praticable sur des navires de fort tonnage. Ces derniers auront tout intérêt à se tenir sur une seule ligne de mouillage, en conservant par sécurité la seconde ligne en plomb de sonde.

Dans tous les cas où le navire joue beaucoup sur sa ligne, sa tenue au mouillage doit être considérée comme compromise à court terme.

### **3.3.9.7 Mouillage de longue durée**

Lorsqu'un navire doit rester au mouillage pour une longue durée, il faut :

- Choisir un mouillage bien abrité.
- Oringuer l'ancre de façon à pouvoir retrouver aisément la ligne de mouillage si l'on est amené à la filer par le bout.
- Filer ou reprendre tous les jours un à deux mètres de chaîne pour changer les portages.
- Faciliter les accès à bord : échelle de pilote, coupées et faux bras à chaque bord.
- Activer en permanence les moyens de communication de la passerelle (liaisons intérieures et extérieures).

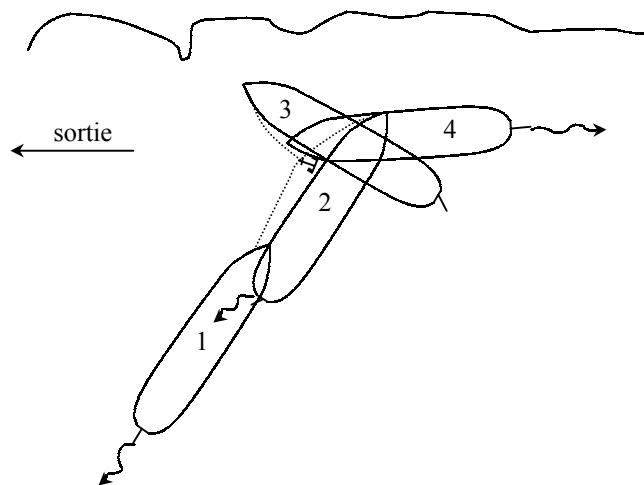
## **3.3.10 L'APPAREILLAGE**

### **Sans vent ni courant**

Il n'y a pas de difficultés particulières pour appareiller. Il n'est normalement pas utile de se servir de la propulsion pour aider à virer, le guindeau étant conçu pour les cas mêmes difficiles. On risque en opérant ainsi de dépasser le mouillage et de forcer inconsidérément sur la chaîne, surtout à l'écurier. Si la direction de la sortie impose un évitage et que la place est mesurée, on peut s'éviter sur la chaîne. Il faut alors manœuvrer doucement et sans à coups, surtout si le bâtiment est chargé.

### **Comment appareiller étant mouillé**

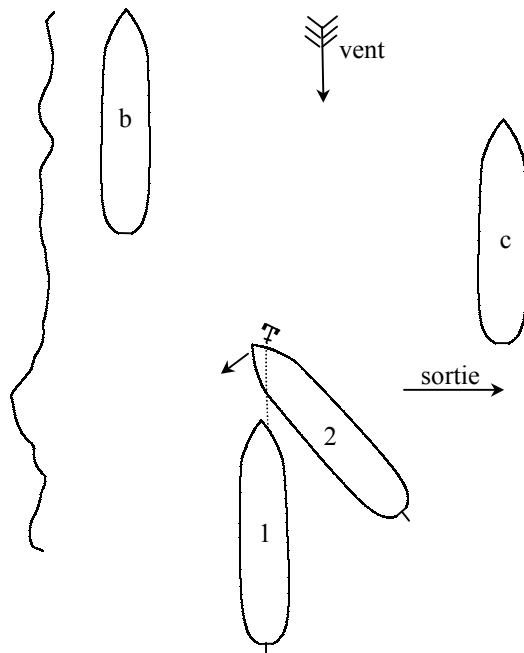
Quand on est mouillé par temps calme, rien n'est plus simple que d'appareiller. Il faut uniquement orienter le bâtiment dans la direction de la sortie.



**Appareiller d'un mouillage où l'on manque de place pour évoluer, avec un bâtiment dont le cap est très éloigné de la sortie**

Dans ce cas, on s'évite d'abord autour de son ancre.

- (1) Le bâtiment étant à l'aplomb de sa chaîne, on bat en avant lente en gardant la barre à zéro de façon à passer juste au dessus de l'ancre.
- (2) La chaîne raidissant de l'arrière, on bat en avant très lente avec la barre toute, du même bord que l'ancre.
- (3) Quand le bâtiment est presque évité, on stoppe, et on vire la chaîne.
- (4) Au moment où l'ancre est relevée, le bâtiment a le cap vers la sortie.

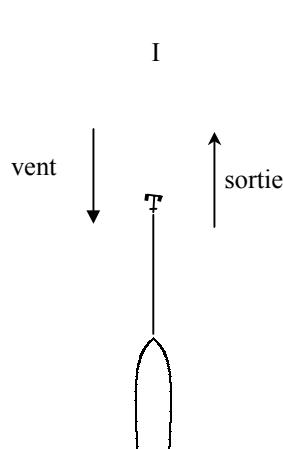


**Appareiller d'un mouillage étroit et encombré, par bon vent**

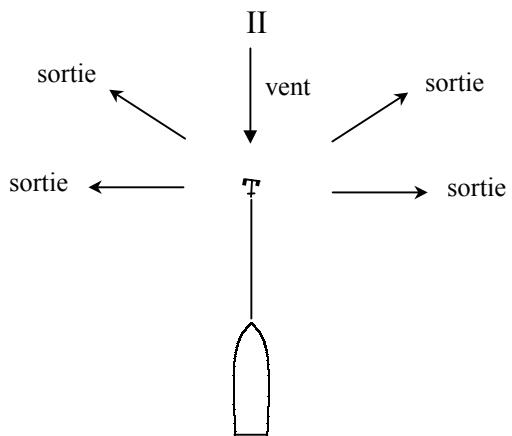
Quand on dérape, il ne faut pas laisser le vent prendre franchement du bord où se trouve la sortie, car avant, qu'on ait pu prendre de l'erre en avant, l'avant tomberait en grand sous le vent ( position 2 ). En revanche avec le vent droit devant ou de l'autre bord, il sera facile de venir dans la bonne direction ( b et c représentent d'autres bâtiments mouillés ).

Par bon vent, il est inutile de s'éviter avec la propulsion autour de son ancre quand on est encore mouillé car, dès que l'on stoppe pour pouvoir relever l'ancre, le bâtiment tombe sous le vent de l'ancre et son avant revient aussitôt dans le lit du vent.

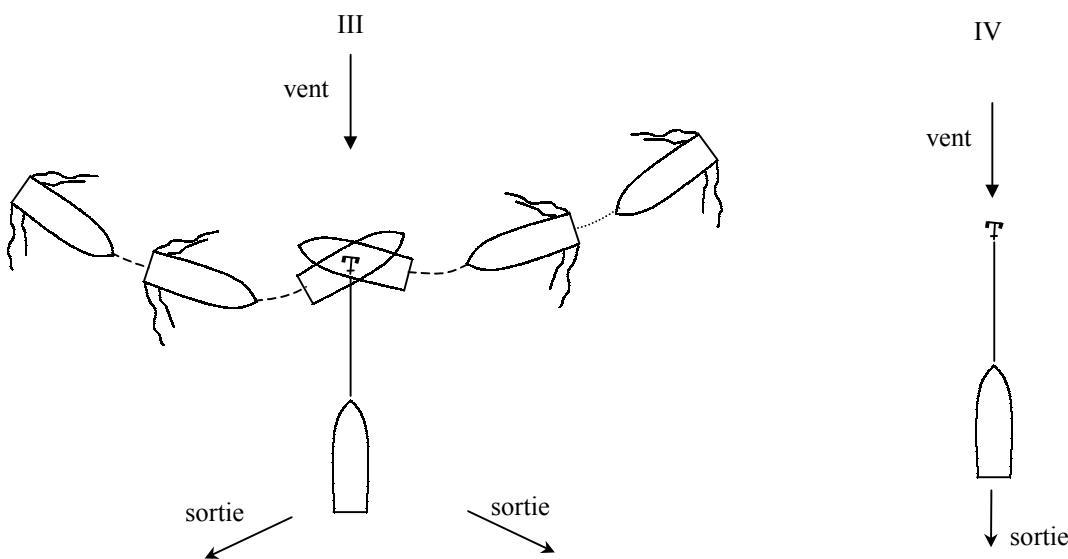
Dans ce cas, une fois dérapé, le bâtiment va tomber rapidement et indifféremment d'un côté ou de l'autre du vent. Si on veut cependant partir dans une direction particulière, perpendiculaire au vent, il faut manœuvrer avec vigueur dès qu'on dérape pour amener le bâtiment du bon côté du lit du vent car il serait très difficile ensuite de venir le repasser sans prendre beaucoup d'erre et d'espace de manœuvre.



Aucune difficulté



Il faut prendre le vent  
du bon côté lorsqu'on dérape.



Lancer le navire du coté désiré. Si la place est mesurée et qu'une giration complète n'est pas possible, battre en arrière rondement ; le navire remontera son arrière dans le vent.

Lancer énergiquement le navire d'un bord ou de l'autre suivant la disposition des lieux puis opérer comme en III

### 3.4 LA NAVIGATION EN CHENEAUX ET RIVIERES

Les bâtiments naviguant en chenaux et rivière doivent tenir compte des mêmes éléments qu'au large, auxquels s'ajoutent :

- les profondeurs réduites et très variables,
- l'étroitesse et les sinuosités des chenaux,
- les courants variables et souvent très violents.

Le trafic s'effectuant dans les deux sens, la longueur du trajet et les vitesses très différentes des navires fréquentant les eaux resserrées nécessitent de prévoir des dépassements et des croisements.

Les pilotes doivent faire leur propre régulation aux endroits favorables, dans de bonne conditions de sécurité.

La taille des bâtiments ne permet pas d'effectuer un évitement en tout endroit de la rivière ou du port.

Les manœuvres d'appareillage, d'accostage ou de mouillage ne doivent être entreprises qu'après examen de tous ces éléments.

#### 3.4.1 LA NAVIGATION EN EAUX PEU PROFONDES

Le terme "faible profondeur" désigne les profondeurs telles que la proximité du fond ait une incidence sur le comportement du navire.

Sous l'effet de forces extérieures, le navire dérive moins en faible profondeur, qu'il soit stoppé ou en marche.

La mise en giration, pour un angle de barre donné, s'effectue plus lentement (accroissement de l'inertie) après la mise à l'angle de la barre, et la vitesse de giration est plus faible qu'elle ne le serait en eau profonde.

En giration établie, l'angle de dérive à vitesse égale est toujours plus faible : en conséquence la distance de transfert, l'avance et le diamètre de giration augmentent lorsque la profondeur diminue.

La vitesse finale de giration en régime établi est peu modifiée.

#### 3.4.2 LA NAVIGATION EN EAUX RESSERREES (navigation en canal maritime et en chenal)

La largeur du canal ou du chenal est un élément important et contraignant pour la sécurité et la facilité de la navigation.

Lorsqu'un navire se déplace parallèlement à une berge et à proximité de celle-ci, son avant est d'abord soumis à une force d'attraction vers la berge (effet du succion), du fait que l'écoulement entre sa carène et cette berge se trouve ralenti à l'avant et accéléré à la partie arrière. Puis le matelas d'eau entre la carène et la berge crée un moment tendant à écarter l'avant et rapprocher l'arrière de la rive et le navire ne peut maintenir sa route qu'avec un certain angle de barre du côté de cette rive. Dans un canal où les deux berges ont la même pente, naissent des forces de même nature mais antagonistes, qui ne se neutralisent que si le navire est exactement sur l'axe.

Mais tout écart de position par rapport à cet axe crée un déséquilibre qui ira en s'accroissant à mesure que l'écart augmente, de sorte que la position du navire dans l'axe est instable est l'instabilité croît rapidement lorsque la largeur du canal diminue. De façon plus précise, si le navire s'écarte d'une distance "d" de l'axe du canal , il se trouve soumis à une **force transversale F dirigée vers la rive la plus proche**, et à **un moment N** tendant à le faire tourner dans le sens qui rapproche l'arrière de la berge. Ces forces déstabilisatrices augmentent très vite lorsque la largeur et la profondeur diminuent.

En fait, il existe une distance minimale de l'arrière du navire à la berge en dessous de laquelle il n'est plus possible de redresser le navire avec la barre.

Les aides à la navigation interviennent pour faciliter l'appréciation du chef de quart concernant :

- sa position dans l'axe du canal ou chenal,
- sa vitesse par rapport aux berges.

L'appréciation d'un bon centrage du navire est facilitée par la présence de bouées mouillées à des profondeurs connues et qui marquent soit la limite du chenal, soit la limite d'un banc.

Dans les parties rectilignes très larges, les alignements conventionnels sur amers à terre peuvent également être utilisés.

La connaissance de la vitesse est obtenue à partir de repères. Des alignements transversaux sur amers peuvent faciliter la navigation dans les courbes en matérialisant les points de début de giration.

Le radar de bord, réglé sur échelles de 0,25 à 2 nautiques, peut être utilisé pour apprécier la position du navire par rapport aux berges.

### 3.4.3 LA NAVIGATION EN RIVIERE

Les fonds en rivière sont irréguliers. On y trouve généralement des fosses dans les tournants, suivant la nature des fonds.

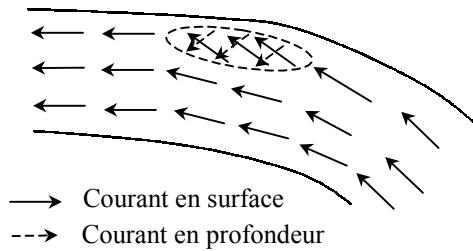
La présence de ces fosses a des incidents sur la navigation en ce qui concerne :

- la configuration des courants qu'elle modifie,
- la largeur et la position du chenal navigable,
- les effets de berge.

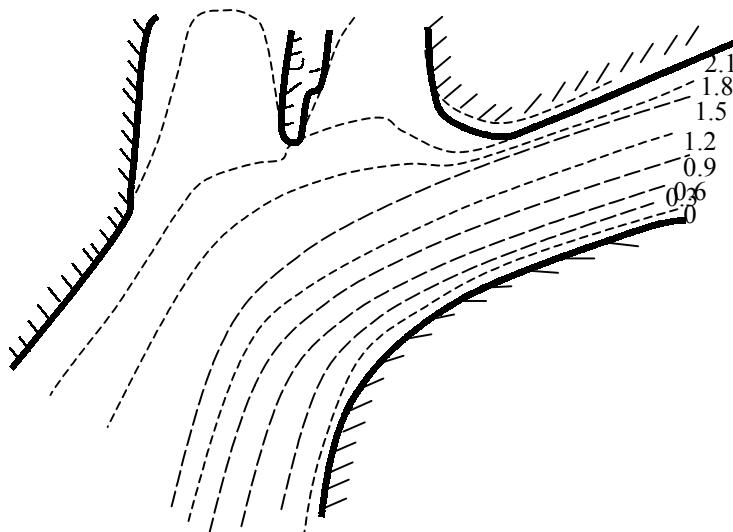
#### Configuration des courants

L'expérience des écoulements en rivière enseigne que, dans un coude :

- la vitesse du courant est renforcée près de la berge concave (extérieur du coude),
- le courant de surface donne lieu à une recirculation en profondeur, celle-ci provoquant un surcreusement de la fosse.

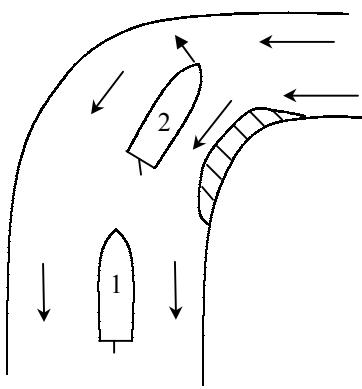


La figure suivante donne un exemple de la valeur des courants dans une courbe en rivière.



#### 3.4.3.1 Remonter le courant

Si dans les approches d'un coude, une rivière n'a pas une grande largeur, un navire qui a le courant de front peut à ce moment se trouver avec son avant soumis au fort du courant, tandis que son arrière n'en sent pas encore les effets : l'avant tendra fortement à s'approcher de la berge extérieure et il faudra prévenir cette action en mettant immédiatement suffisamment de barre pour la contrer.



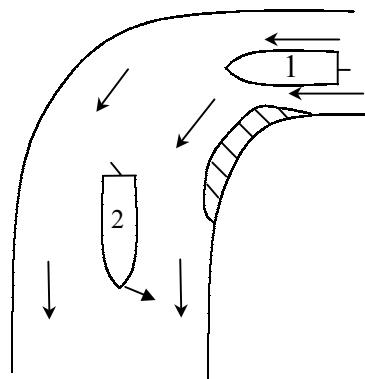
### 3.4.3.2 Descendre le courant

Si on arrive dans un coude et que l'on met de la barre pour s'y engager, l'arrière va se trouver soumis au plus fort courant, ce qui amplifiera l'abattée et rapprochera l'arrière de la berge.

Etant donné la vitesse du navire sur le fond, il peut être dangereux d'augmenter l'allure pour aider le gouvernail à réagir efficacement contre cette abattée.

C'est pourquoi, dès qu'on sera engagé dans la courbe, on devra mettre de la barre du bord opposé et il peut se faire que dans la dernière partie de la giration, on soit amené avoir la barre toute du bord opposé à la giration.

La situation la plus critique est celle d'un navire à une hélice ayant à venir sur la droite en descendant le courant, auquel on laisse amorcer une abattée que l'on ne pourra plus enrayer. Si on bat en arrière, l'effet giratoire de l'hélice ne fera qu'aggraver la situation et le navire, après s'être mis en travers du courant, ira très probablement s'échouer. Ce risque est encore accru par fort vent arrière.



### 3.4.3.3 Largeur et position du chenal navigable

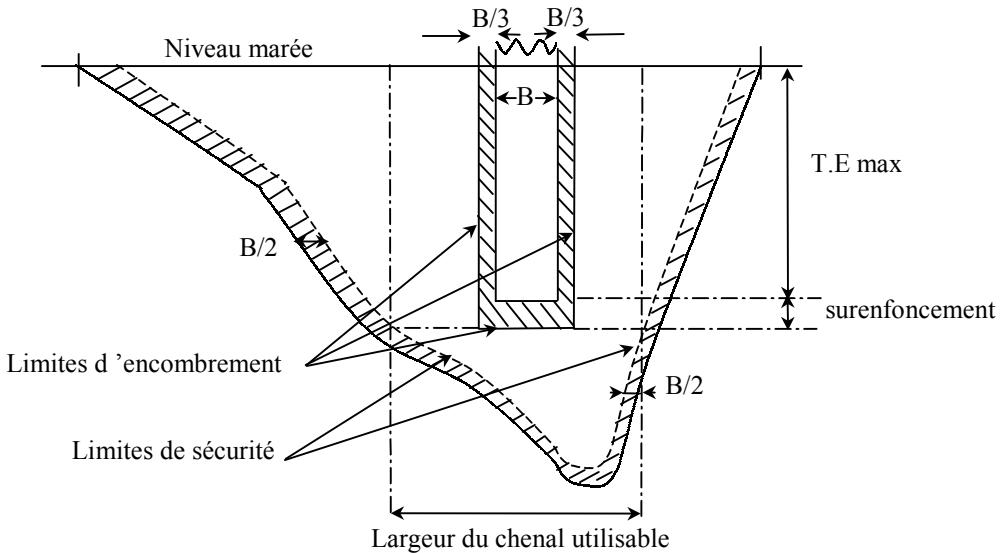
Le courant étant plus fort près de la berge concave d'une courbe, les fonds ont tendance à se creuser et, de ce fait, le chenal navigable se trouve généralement déplacé vers cette berge alors que, près de la berge convexe (intérieur du coude), les courants étant plus faibles, les fonds ont tendance à monter.

L'encombrement réel d'un navire est déterminé :

- **en profondeur** par son tirant d'eau augmenté du surenfoncement dû à sa vitesse (qui peut atteindre 0,80 m à 1 m),
- **en largeur** par la largeur du navire au maître-bau, augmentée par les mouvements de lacet inévitables (que l'on peut estimer à  $\frac{1}{4}$  ou  $\frac{1}{2}$  largeur de chaque côté), ce qui fait que le navire occupe pratiquement dans le chenal 1,5 à 2 fois sa largeur.

L'épaisseur de la couche minimale sous quille, nécessaire pour assurer au navire une manœuvrabilité suffisante, peut être estimée à 0,50 m. De plus, la distance latérale minimale nécessaire entre coque et talus de berges, pour que les effets de berges restent dans des limites raisonnables, peut être estimée à  $\frac{1}{2}$  largeur du navire.

La figure ci-dessous matérialise l'encombrement réel d'un navire ainsi que la largeur du chenal utilisable pour ce même navire.



### 3.4.3.4 Effets de berges

Ces effets qui résultent d'une modification de l'écoulement de l'eau déplacée, sont de deux types :

- force latérale d'attraction (suction) et moment de giration écartant l'avant,
- surenfoncement supplémentaire.

La proximité d'une berge ou d'un autre navire produit un surenfoncement supérieur à celui qui résulte de l'application des formules générales.

La présence d'une berge à la distance d'une demi-largeur du navire peut donner un surenfoncement de 25% pour  $h/t = 1,5$  et 47% pour  $h/t = 1,2$ .

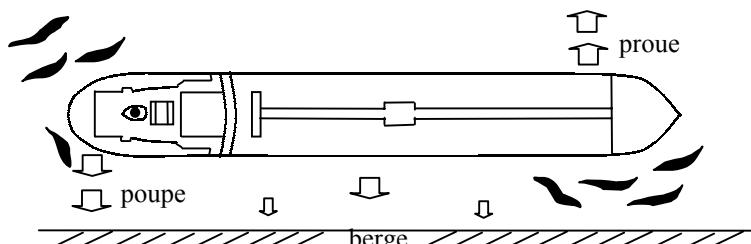
A la distance d'une largeur du navire, ces valeurs ne sont que 16% et 34%.

Elles deviennent nulles à une distance supérieure à trois fois la largeur du navire.

Ce surenfoncement peut donc dépasser très largement la marge de sécurité calculée avec le pied de pilote habituel. Il faut noter que le croisement ou le dépassement d'un navire à grand tirant d'eau a le même effet qu'une berge.

Lorsqu'un navire se trouve près d'une berge, sa stabilité de route se trouve affectée plus ou moins suivant la distance de cette berge, sa pente, ses ondulations qui amènent des irrégularités de courants et de pressions.

La présence de hauts-fonds ou d'une berge d'un côté du navire perturbe le mouvement d'écoulement de l'eau de ce côté. L'espace laissé à l'eau de l'avant vers l'arrière se trouve réduit.



**Effets de berges** : navire à droite de l'axe.

**Proue** : repoussée vers la gauche.

**Coque** : attirée en bloc vers la droite.

**Poupe** : attirée vers la droite

### 3.4.4 PRATIQUE DE LA NAVIGATION EN CANAL

Il est nécessaire de connaître tous les effets se produisant en canal si l'on veut savoir les utiliser à son avantage.

La navigation en canal doit tenir compte des phénomènes hydrauliques dus, d'une part à la vitesse du navire, d'autre part à celle de la rotation de l'hélice et au flux d'eau déplacé.

Simultanément à une perte d'efficacité de l'hélice et du gouvernail, le navire peut être soumis à des effets de berges : l'avant est repoussé vers le milieu du canal par la vague d'étrave, alors que le navire a tendance à se rapprocher latéralement de la berge par la suite de l'abaissement du niveau d'eau, l'arrière étant attiré vers la berge par la succion de l'hélice. Ces effets de berges sont d'autant plus importants que la vitesse est grande, que l'angle avec la berge est faible et que la vitesse "ligne d'arbre" est rapide. Dans les parties droites, la navigation est relativement simple. Il suffit de rester dans l'axe du canal pour que les effets de berges soient symétriques et égaux. De faibles angles de barre ( $5$  à  $10^\circ$ ) sont normalement suffisants pour gouverner, à condition que la vitesse ne soit pas trop élevée, la vitesse maximale possible dépendant du rapport entre la section du canal et celle du navire.

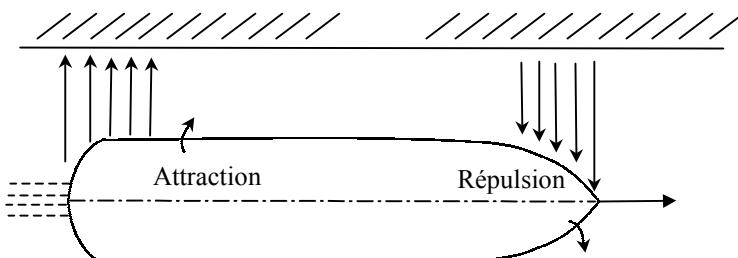
Il est d'ailleurs facile de regagner l'axe si pour une raison quelconque on l'a quitté : sous l'effet de la vague d'étrave, l'avant étant repoussé vers le milieu du canal, le navire prendra une embardée que l'on contrôlera en mettant de la barre vers la berge près de laquelle se trouve le navire, ce qui aura pour effet d'éloigner aussi l'arrière de la berge. Il faudra pour contrôler cette embardée d'autant plus de barre qu'on est plus près de la rive et que la vitesse est plus grande. Quand les effets de berge sont supérieurs à ceux du gouvernail et de la propulsion, le navire devient alors incontrôlable.

1. L'utilisation d'une puissance plus élevée augmente la succion de l'arrière.
2. L'utilisation d'une puissance moindre réduit l'efficacité du gouvernail.
3. Quand il est près d'une berge, un navire ne peut s'en écarter très rapidement car, pour ce faire, cela nécessiterait un rapprochement exagéré de l'arrière vers la berge.

*Exemple :* un navire de 270 m de long a son centre de giration approximativement à 180 m de l'arrière. Pour chaque degré de changement de cap à l'opposé de la berge, l'arrière se rapproche de 3 m de la berge. Un changement de  $3^\circ$  le rapproche de 9 m de la berge, soit environ un quart de sa largeur au maître bau.

### 3.4.5 CHENAL COURBE

A l'approche d'une courbe, dans un canal **sans courant**, on pourra au contraire quitter volontairement l'axe pour se rapprocher légèrement de la berge extérieure. Les actions combinées de la vague d'étrave et de la succion de l'hélice tendent à tourner le navire dans la bonne direction, la barre utilisée généralement dans ce cas vers la berge et avec de petits angles servant seulement à contrôler l'abattée. Si le navire était au contraire, plus près de la berge intérieure, les effets de berges auraient tendance à le faire tourner dans le sens opposé à celui de la courbe à prendre et il faudrait alors utiliser de grands angles de barre, voire toute la barre et toute la puissance de la propulsion pour négocier la courbe.



**Avec du courant de l'avant**, le navire doit conserver une vitesse relativement élevée pour avancer, mais il peut tourner avec un faible rayon de giration, les courbes étant prises en se rapprochant légèrement de la berge extérieure.

**Avec du courant de l'arrière**, le navire peut au contraire conserver une vitesse propre relativement faible, tout en ayant une vitesse normale sur le fond. Mais il tournera avec un grand rayon de giration, les courbes étant prises en restant pratiquement dans l'axe du chenal.

Dans les deux cas, courant de l'avant et courant de l'arrière, il faut se méfier dans les courbes des contre-courants possibles.

Si l'on doit ralentir dans un canal, il faut savoir que l'on perd facilement le contrôle de son navire en ralentissant trop rapidement. La réduction de vitesse devra être progressive, la propulsion n'étant utilisée en arrière que quand la vitesse est bien réduite.

Ceci doit être respecté si l'on doit s'arrêter et s'accoster à la berge, et l'approche de la berge se fera à vitesse très faible et avec un tout petit angle. L'accostage bâbord à la berge présente, avec un navire à hélice à pas à droite, l'énorme avantage de faciliter la manœuvre de départ. Il suffira en effet d'écarter l'arrière avec la machine en avant très lente et la barre à gauche puis de battre en arrière toute quant l'angle avec la berge sera suffisant pour se retrouver dans l'axe du canal.

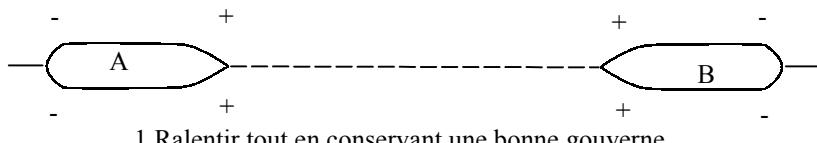
### 3.4.6 CROISEMENTS

Les croisements, même dans un canal étroit, sont des manœuvres sûres si elles sont effectuées par de manœuvriers connaissant les quelques règles simples à respecter :

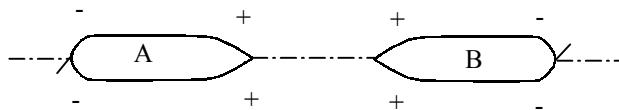
1. ralentir tout en conservant une bonne gouverne et ne pas s'écartez de l'axe du canal trop tôt pour ne pas subir les effets de berges.
2. commencer la manœuvre à une distance relativement réduite.
3. venir alors assez rapidement pour gouverner entre le navire que l'on va croiser et la berge (ou les bouées) et revenir rapidement parallèle à la berge quand les étraves sont à la même hauteur en augmentant le nombre de tours si besoin pour dégager l'arrière.
4. enfin, laisser le navire revenir dans l'axe quand le croisement est terminé, et reprendre sa vitesse initiale.

Pour les croisements en rivière ou en chenal relativement large, la technique diffère légèrement en ce sens que les navires peuvent s'écartez plus tôt de l'axe tout en ne s'approchant pas trop de la rive afin que les effets de berges restent facilement contrôlables.

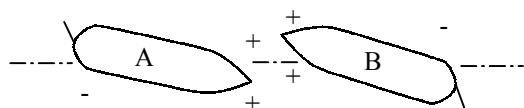
#### CROISEMENT



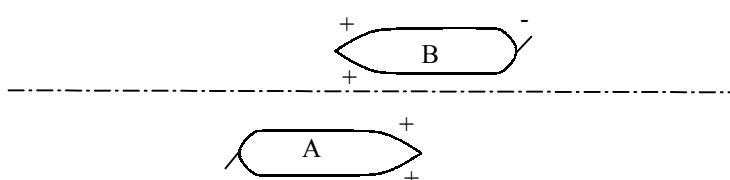
1. Ralentir tout en conservant une bonne gouverne

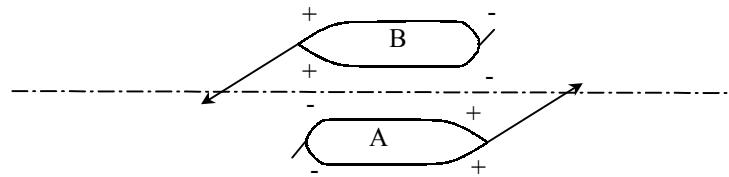


2. À distance relativement réduite , venir à droite

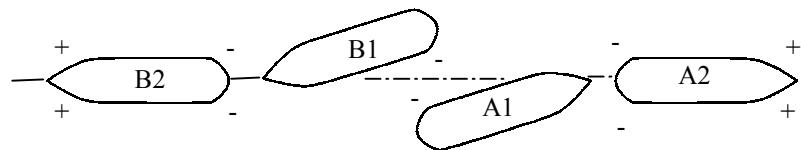


3. Revenir rapidement parallèle à la berge quand les étraves sont à la même hauteur
- 3 bis. Barre à droite si nécessaire pour neutraliser les effets de berges





4. Contrôler , sans la stopper , l'abattée sur bâbord.

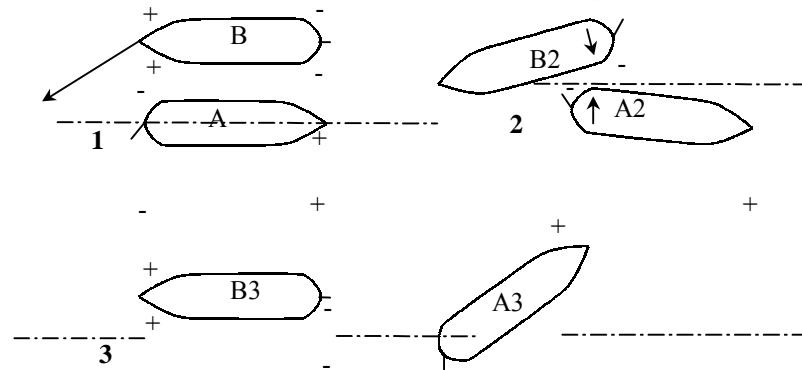


4 bis. Laisser le navire revenir dans l'axe et reprendre sa vitesse.

#### **Exemple d'une mauvaise manœuvre du navire "A" :**

En position 1, le navire A a mis trop de barre à droite et a ainsi stoppé son abattée sur bâbord.

Le navire B laisse son avant revenir au milieu et veille à ce que son arrière ne s'approche pas trop de la berge.



En position 2, l'action combinée des succions des arrières amène l'avant du navire A trop près de la berge, alors que le navire B est en bonne position.

Le navire A doit mettre de la barre à gauche et augmenter sa vitesse pour amorcer son abattée sur bâbord et revenir au milieu.

En position 3, l'arrière du navire B est revenu au milieu grâce à la succion des arrières. Le navire B est en bonne position et peut reprendre sa route à vitesse normale.

Par contre, le navire A, après avoir presque touché la berge à tribord, se retrouve passant l'axe du chenal avec une forte inclinaison sur la gauche.

La barre toute à droite et la propulsion en avant toute ne lui éviteront peut-être pas de traverser le canal et d'aborder l'autre berge.

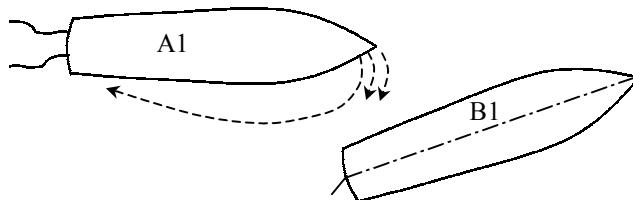
#### **3.4.7 DEPASSEMENTS**

Les dépassements en canal étroit, rivière ou chenal sont des manœuvres dangereuses, l'action réciproque des deux navires durant beaucoup plus longtemps. Une assez grande différence de vitesse diminuera ce temps.

Si un petit navire dépasse sans problème un gros navire, il n'en est pas de même dans le cas contraire.

**Position 1 :** Le navire A dépassant repousse d'abord l'arrière du navire dépassé B.

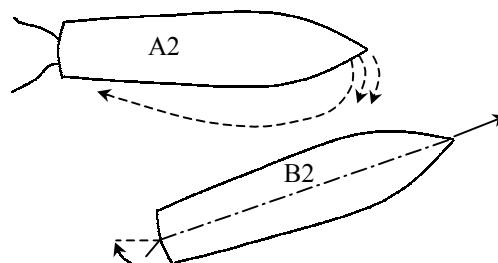
Apparition d'une abattée du dépassé vers le dépassant.



Pour contrecarrer cette abattée, le navire dépassé doit mettre de la barre à droite.

**Position 2 :** Le navire A repousse l'avant du navire dépassé B.

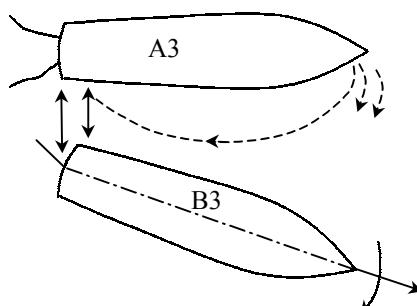
Le navire dépassé B doit mettre sa barre à zéro ou même sur la gauche pour rester parallèle à sa route initiale.



La succion de l'arrière du navire dépassant A commence à se faire sentir. Le navire dépassé B doit être prêt à contrecarrer une abattée sur tribord avec de la barre à gauche.

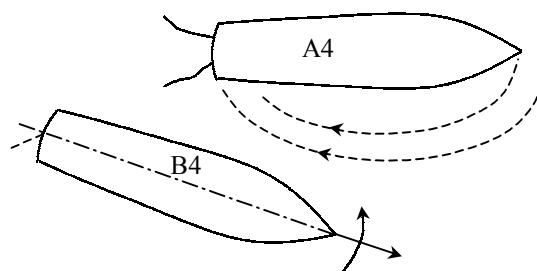
**Position 3 :** Le navire dépassant A attire l'arrière du navire dépassant B.

Le navire dépassé B doit mettre de la barre à gauche. La vitesse sur le fond du navire dépassé B est réduite par le sillage du navire dépassant A.



**Position 4 :** Le navire dépassant A attire l'avant du navire dépassé B.

C'est une période critique du dépassement : si l'abattée sur la gauche, du navire dépassé B, n'est pas combattue vigoureusement, il y a risque d'abordage par l'avant bâbord du navire B tombant sur l'arrière tribord du navire A.



Manœuvre du navire dépassé B : au maximum de l'abattée sur tribord, mettre la barre à zéro. S'il y a succion de l'avant de B par l'arrière de A, mettre de la barre à droite.

En cas de dépassement en eaux resserrées, rivières et canaux, les effets de berges, s'ajoutant aux interactions des navires, provoquent des réactions amplifiées et de grandes variations de vitesses sur le fond, du navire dépassé.

L'apparition d'une abattée du dépassé vers le dépassant se manifeste soit au début du dépassement quand la vague d'étrave du dépassant repousse l'arrière du dépassé, et quand l'avant du dépassé est aspiré par l'effet de succion du dépassant. Ce dernier phénomène se produit au moment où l'arrivée de la vague arrière du dépassant provoque une accélération de la vitesse sur le fond du dépassé, c'est-à-dire que l'arrière du dépassé, à cet instant, est normalement sur l'arrière de la poupe du dépassant ou tout au plus à sa hauteur.

Au cours d'une manœuvre de dépassement de deux navires à proximité d'une berge, les interactions avec la berge vont se combiner avec les interactions entre navires, les forces développées pouvant se contrarier ou au contraire se renforcer dans les différentes phases de l'opération. En outre, les irrégularités des fonds et des berges peuvent provoquer des tourbillons dus aux courants, si bien que le navire dépassé peu très bien, soit s'échouer, soit être attiré jusqu'à la collision.

### Résumé

- choisir l'endroit du dépassement afin de s'affranchir le plus possible des effets de berge.
- entrer en communication avec le navire à dépasser suffisamment tôt pour lui permettre de ralentir au maximum en sécurité.
- avoir une bonne différence de vitesse au moment du dépassement, sans que le navire dépassant atteigne une vitesse excessive (vitesse limitée en chenal).
- être prêt, sur le navire dépassé, à agir sur la propulsion, soit en avant pour augmenter l'action du gouvernail, soit en arrière pour se dégager et éviter un abordage.
- effectuer le dépassement avec le maximum de distance possible entre les deux navires.

#### 3.4.8 EFFETS SUR UN NAVIRE AMARRE EN RIVIERE

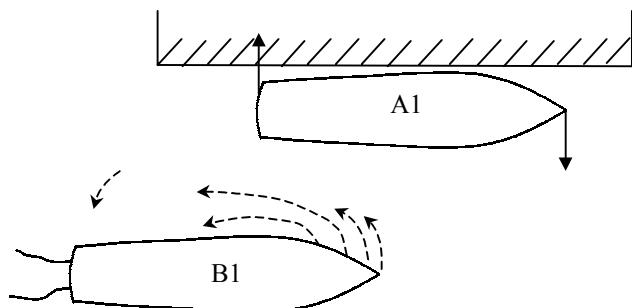
Au passage d'un navire, un navire amarré à un appontement en rivière est soumis aux mêmes interactions qu'un navire dépassé, mais ce sont ses amarres qui devront résister aux contraintes. Les amarres devront s'opposer à des mouvements transversaux des extrémités ainsi qu'à des mouvements longitudinaux du navire.

Les forces mises en jeu lors du passage d'un navire de fort tonnage à une vitesse relativement importante, sont considérables en regard de la résistance des amarres.

Aussi est-il indispensable de passer très lentement à proximité des navires amarrés en rivière, le ralentissement étant effectué suffisamment à l'avance et progressivement afin de ne pas diminuer excessivement la capacité à gouverner.

Le navire amarré à un appontement devra, lui aussi prendre des précautions : amarres en nombre suffisant, bien réglées et toujours tenues raides.

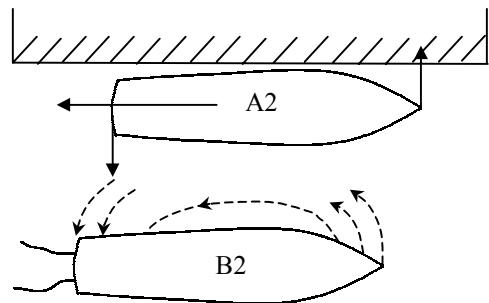
#### Interactions sur le navire amarré



#### Position 1

L'avant de B pousse l'arrière de A sur le quai et tend à écarter l'avant.

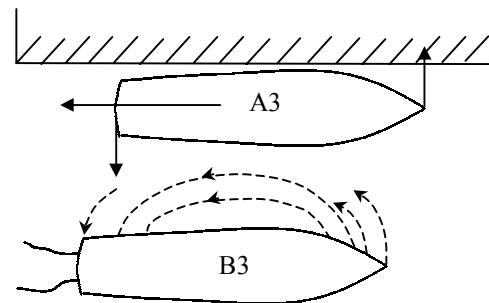
Travail des traversiers avant.



### Position 2

L'avant de B pousse l'avant de A vers le quai ce qui tend à écarter l'arrière : la succion de l'hélice augmente ce mouvement. En même temps, le mouvement d'eau d'avant vers l'arrière de B tire le navire A en arrière.

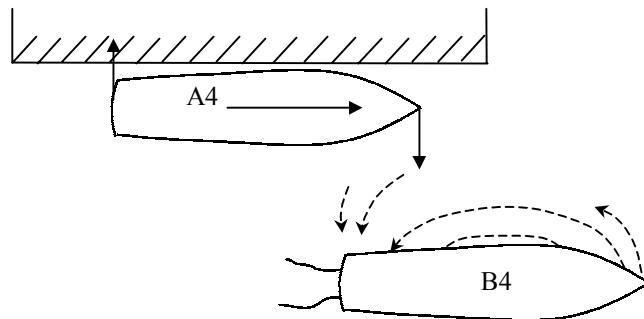
Travail des traversiers, des gardes arrière et des amarres de pointe avant.



### Position 3

L'effet précédent est maximum. Arrière écarté et navire tiré en arrière.

Forte action sur les traversiers arrière, travail des amarres de pointe avant et gardes arrière.



### Position 4

L'arrière de B attire l'avant de A. En même temps, la lame arrière propulse le navire A en avant et pousse son arrière sur le quai.

travail des traversiers, des gardes avant et des amarres de pointe arrière.

## 3.5 LES MANŒUVRES EN RIVIERE

### 3.5.1 GENERALITES

Le courant, si on le connaît bien, et s'il n'est pas trop violent, peut être mis à profit pour aider à la manœuvre des bâtiments.

Pour manœuvrer en rivière, on s'aidera souvent des particularités des courants :

- En ligne droite, le courant est plus fort au milieu de la rivière que près des berges.
- Dans les courbes, le courant le plus fort se situe près de la berge concave (extérieur du virage).
- Près de la berge convexe, le courant peut être faible, nul, ou même être de sens contraire.
- Aux entrées de bassins, il existe généralement une zone sans courant.

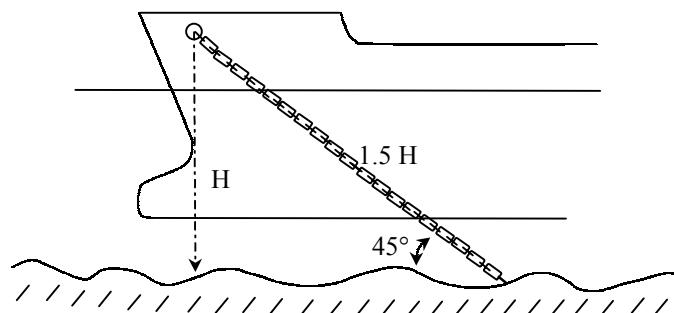
Pour les manœuvres en conservant l'ancre à draguer; il faut mouiller environ 1,5 fois la profondeur et ne pas dépasser la vitesse de 1 nœud sur le fond.

Pour éviter sur la chaîne, il faut :

- arriver lentement,
- s'étaler et mouiller 1,5 fois la profondeur,
- laisser raidir puis filer 3 fois la profondeur,
- quand la chaîne est raide, on peut tourner avec la propulsion en avant très lente,

On peut tourner contre un vent de 20 à 25 nœuds, mais il ne faut jamais essayer de tourner contre le courant en mouillant.

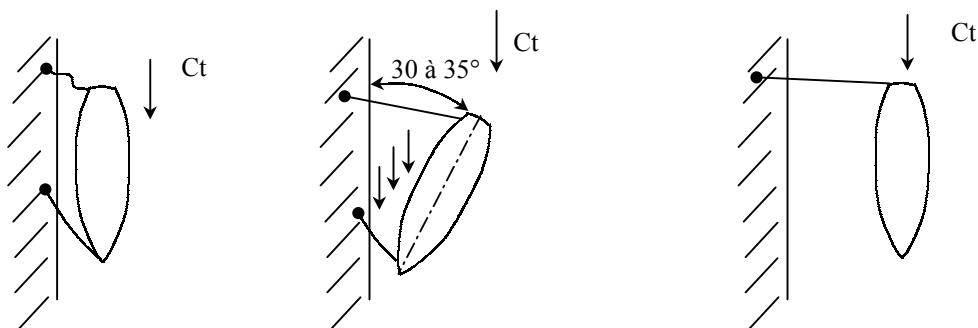
A 2 nœuds, il faut approximativement une longueur de navire pour s'étaler en arrière toute.



### 3.5.2 APPAREILLAGE

#### Courant de l'arrière, sans évitage

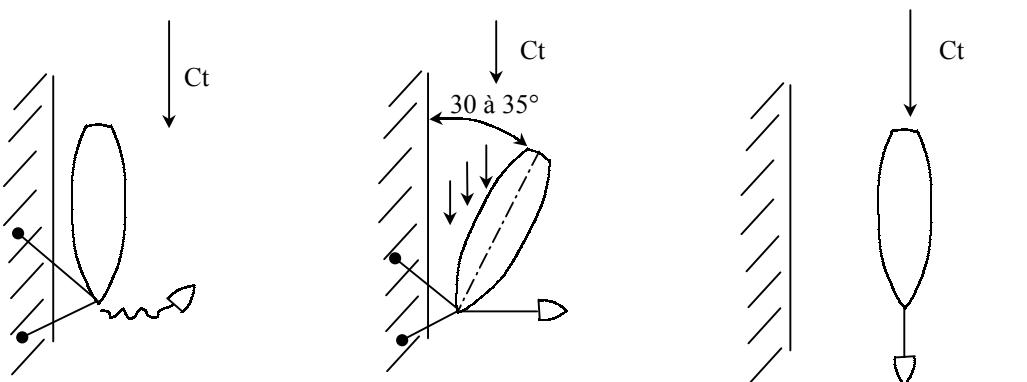
Longueur < 100 m - pas de remorqueur



- |                        |                               |                           |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| - 1 garde avant        | - on choque le traversier     | - en culant, le navire va |
| - 1 traversier arrière | - angle 30 à 35° : le tourner | venir dans le lit du      |
|                        | - machine arrière lente puis  | courant.                  |
|                        | Stop                          |                           |

Navire de longueur >100m et assez lourd

Le traversier risque d'être un peu faible. Il faudra utiliser les services d'un remorqueur que l'on pourra prendre en flèche à l'avant.

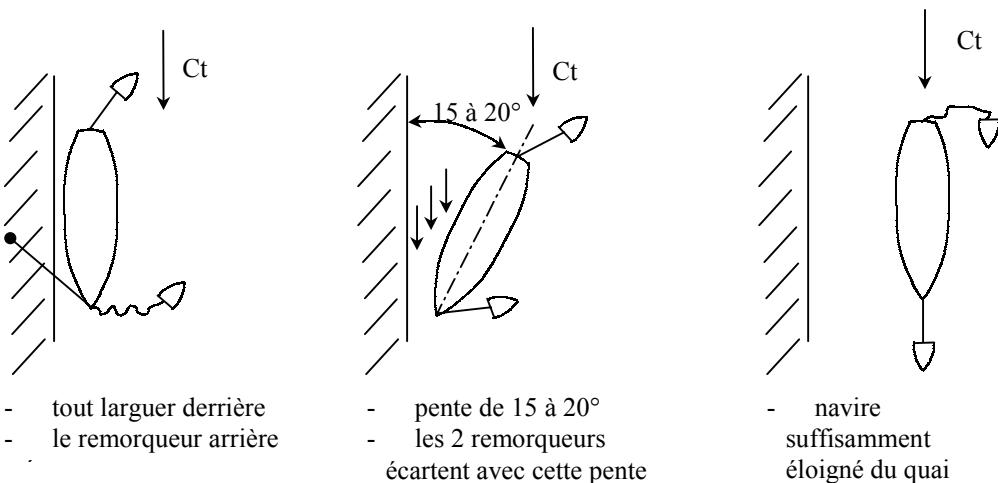


- 1 garde avant
  - 1 pointe avant
  - 1 remorque à
- on écarte l'arrière en virant sur la pointe avant jusqu'à un angle de 30 à 35°.

- on largue tout
- machine arrière lente
- remorqueur écarte

Nota : la pente de 30 à 35° est nécessaire si l'on ne veut pas se retrouver très près du quai lorsque l'on redresse le navire.

#### Navire de longueur >130/140 m et lourd



- tout larguer derrière le remorqueur arrière

- pente de 15 à 20°
- les 2 remorqueurs écartent avec cette pente

- navire suffisamment éloigné du quai

Il sera prudent d'utiliser les services de deux remorqueurs.

Nota : ces manœuvres restent valables, que le navire soit tribord à quai ou bâbord à quai

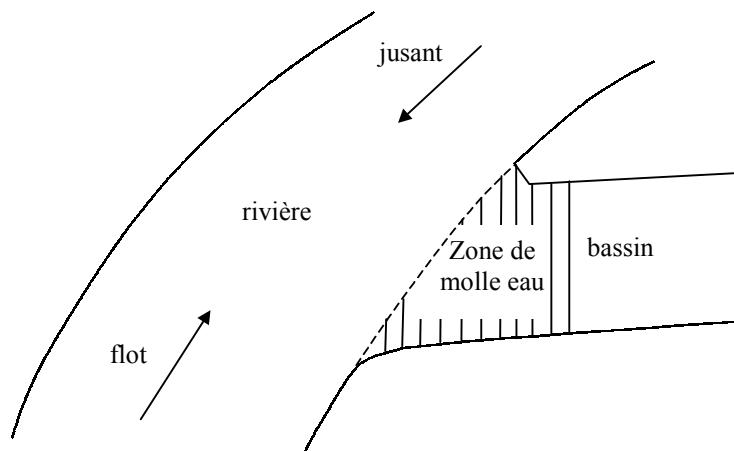
### 3.5.3 EVITAGE DES NAVIRES

En général, un évitement en rivière demande un certain nombre de facteurs favorables pour réussir :

- ne pas avoir de vitesse sur l'eau,
- avoir de bons repères à terre pour évaluer sa dérive et son erre,
- bien placer ses remorqueurs quand on en a,
- garder l'hélice à l'endroit où il y a le plus d'eau,
- tenir compte des éléments non contrôlables (vents, courants, fonds) en fonction du navire (pas d'hélice, navire léger ou chargé, machine à moteurs ou turbines, etc...).

Pour éviter les navires, on profite du courant et de la configuration de la rivière.

Aux entrées des bassins, il existe une zone sans courant dite de "**molle eau**", d'où le terme : "il faut y aller molle-eau".



L'évitage des navires montants sera effectué en tenant compte de cette zone de "molle eau", soit sur le tribord si le courant vient de l'arrière, soit sur bâbord si le courant est debout dans le cas de la figure, et inversement pour les navires descendants.

### 3.5.4 ÉVITAGE AVEC REMORQUEURS

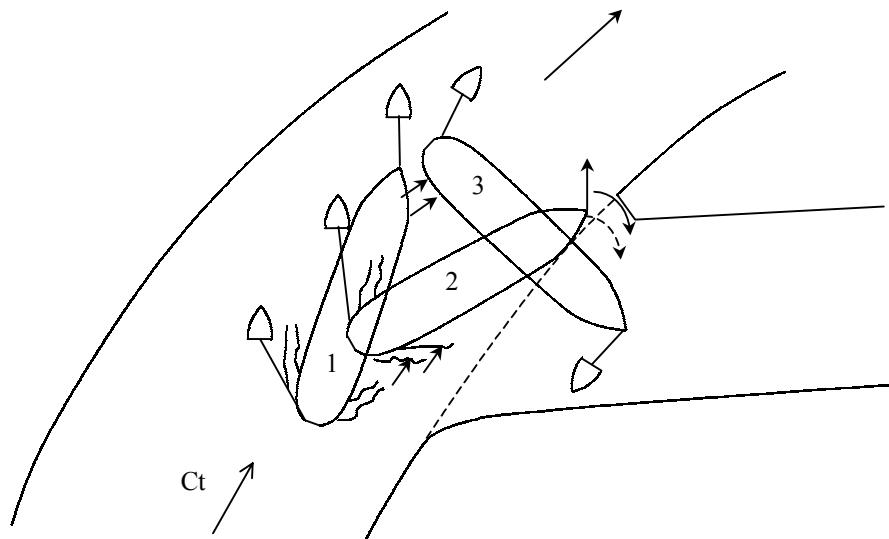
Il faut un diamètre d'évitage d'environ 1,5 longueur de navire.

On place les remorqueurs de façon à faire le point fixe contre le courant et à tenir le navire pour le stabiliser en fin d'évitage. Il faut donc prévenir le remorqueur en flèche à l'avant pour qu'il soit prêt à retenir le navire.

S'il s'agit d'un évitage à l'appareillage, il faut prendre un peu d'erre en fin d'évitage pour être manœuvrant. Larguer en premier le remorqueur arrière tout en gardant l'hélice claire en stoppant la propulsion si cela est possible.

On peut mettre un remorqueur en flèche avant, un remorqueur en flèche arrière et un remorqueur à pousser à bâbord avant selon les formes du navire, ou un remorqueur en flèche avant et deux remorqueurs à pousser à bâbord.

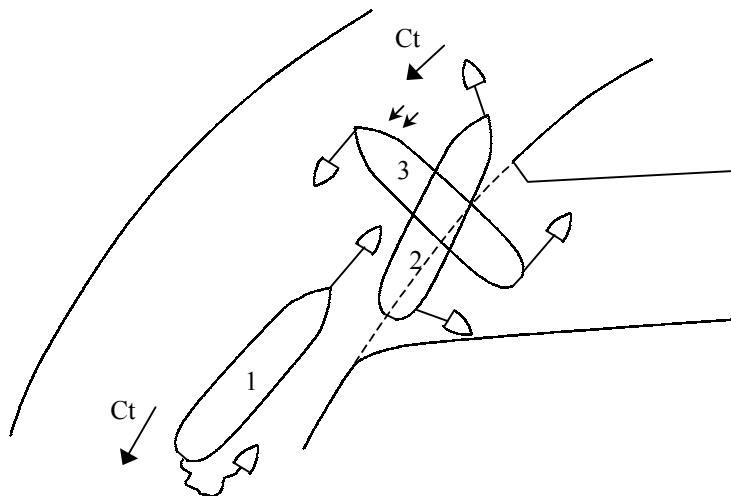
#### 3.5.4.1 Courant de l'arrière - évitage sur tribord



- le navire arrive au fil de l'eau en position 1,
- s'étaler en arrière pour se retrouver stoppé sur le fond en position 2,
- donner à éviter sur tribord ,
- en cours d'évitage, la partie avant va se trouver dans la zone de courant nul, la partie arrière étant dans le fort du courant. La vitesse d'évitage va s'accroître.

Il faudra constamment contrôler l'erre du navire en cours d'évitage, courant et remorqueurs ayant tendance à lui donner de l'erre en avant.

### 3.5.4.2 Courant debout - évitage sur babord



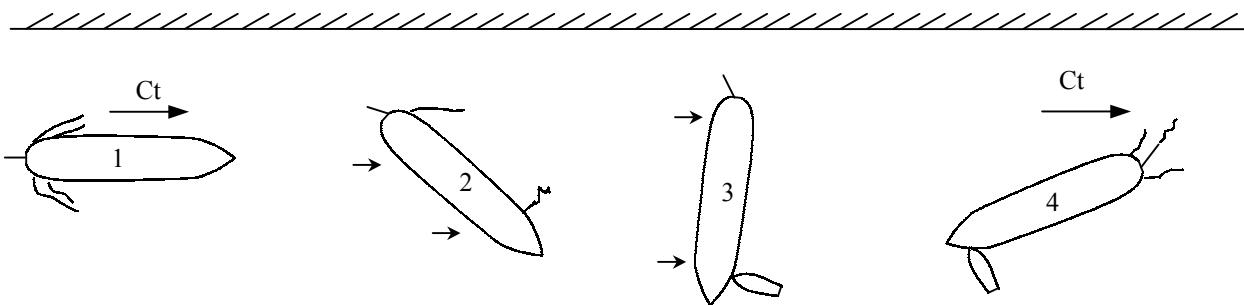
- Le navire est étalé en position 2,
- donner à éviter sur bâbord,
- la partie arrière du navire va rester dans la molle eau,
- attention ici aussi à la composante transversale du courant qui aura tendance, au début de l'évitage, à faire avancer la navire, et en fin d'évitage à le faire tomber sur l'extrémité aval du bassin. Il faudra alors utiliser la propulsion.

### 3.5.4.3 Courant de l'arrière - un remorqueur à pousser - pas de propulseur d'étrave

Le principe reste le même : faire point fixe avec une extrémité du navire et se servir du courant pour faire tomber l'autre extrémité.

Il est prudent d'avoir une ancre parée à mouiller en cas de besoin.

- présentation au fil de l'eau en position 1.
- le navire est étalé avec la propulsion en arrière position 2.
- se servir du remorqueur en le faisant pousser quand le bâtiment est stoppé.
- pendant toute la durée de l'évitage, le navire dérivera avec le courant dans l'axe.
- contrôler la position du navire avec la propulsion.



### 3.5.5 EVITAGE SANS REMORQUEUR

#### Sans mouiller

Il est préférable de s'éviter en s'aidant du pas d'hélice, tout en tenant compte des forces de courant. En plaçant l'étrave dans un mou de courant, l'arrière dans une zone de maximum de courant, le pas d'hélice n'a plus un effet dominant.

- Ne pas avoir de vitesse pendant tout l'évitage ou minimum si la zone d'évitage le permet.
- Avoir des alignements ou repères à terre pour surveiller sa dérive et sa vitesse.
- Donner un coup de fouet du bord où l'on veut tourner puis s'étaler en arrière.
- Se rappeler que le point de giration se confond avec le centre de gravité du navire quand celui-ci n'a pas d'erre, qu'il se déplace jusqu'au 1/3 avant avec de l'erre en avant et jusqu'au 1/4 arrière avec de l'erre en AR (approximation suffisante pour envisager la manœuvre).
- Etre maître de son abattée pour pouvoir stopper l'embardée du navire au cap que l'on désire prendre.

#### Évitage vent et courant opposés

Selon que le navire est chargé ou non et que son centre de voilure est sur l'avant ou l'arrière, on choisira le bord d'évitage de façon à remonter au vent le plus vite possible.

Exemple : vent sur la hanche tribord arrière - courant debout - navire à château arrière lège.

Il faudra éviter sur tribord.

#### **En mouillant**

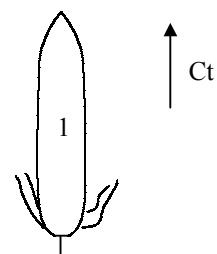
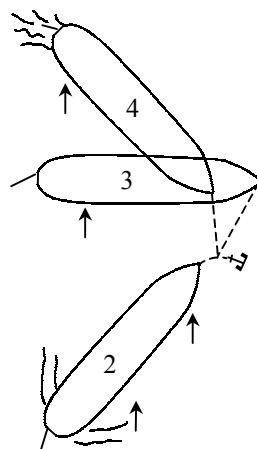
- En position 1, présentation au milieu de la rivière.
- En 2 , navire stoppé sur le fond. Mouiller tribord.
- En 3 , navire en travers. Barre à droite.
- En 4 , la chaîne rappelle l'avant vers le milieu. Mettre la propulsion en avant et virer la chaîne.

L'évitage se fait généralement sur tribord pour profiter du pas d'hélice à droite.

On s'étale avec la propulsion et l'on ne mouille que lorsque la vitesse sur le fond est nulle ou presque, sinon on risque de casser la chaîne.

Mais, stoppé sur le fond, le navire a de l'erre en arrière par rapport à la surface : il faut donc contrôler la position avec la propulsion. Il faut approcher l'avant le plus possible de la berge, le courant étant plus fort au milieu, le navire évitera plus rapidement.

Pour un évitage rapide à proximité du poste d'accostage, si on n'a pas de contraintes de tirant d'eau, de nature du fond, de configuration de rivière ou de longueur de navire, il est préférable d'éviter sur tribord si l'on va bâbord à quai, et sur bâbord si l'on va tribord à quai. Mais le vent restera prédominant pour le choix du bord de l'évitage.



### 3.5.6 MOUILLAGES EN RIVIERE

#### Généralités

Les mouillages en rivière sont généralement caractérisés par :

- un espace restreint,
- une hauteur d'eau sous quille réduite,
- une nature des fonds ne permettant pas toujours une bonne tenue.

Pour éviter que la chaîne ne tombe en tas sur l'ancre, mouiller toujours avec un peu d'erre sur le fond en avant ou en arrière.

Pour diminuer le rayon du cercle d'évitage, un navire pourra être amené à affourcher, ses deux ancrages étant mouillées dans le sens du courant (ancre de flot + ancre de jusant) ou perpendiculairement (si le vent souffle suivant un axe oblique par rapport à l'axe de la rivière).

Du fait de la hauteur d'eau réduite sous la quille, il faudra tenir compte d'un surenfoncement du navire dû à la vitesse du courant, et aussi du risque de modification des fonds à proximité du navire.

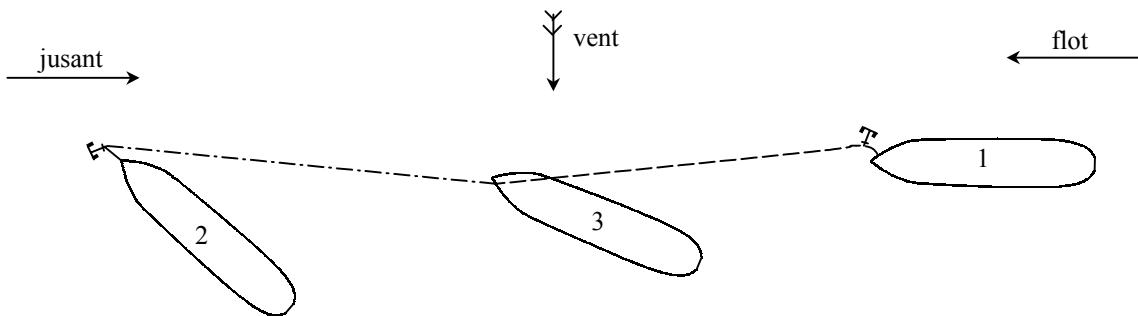
La nature des fonds, élément important de la tenue au mouillage, pourra contraindre le navire à mouiller ses deux ancrages en barbe et, par voie de conséquence, à prendre des mesures lors des évitages.

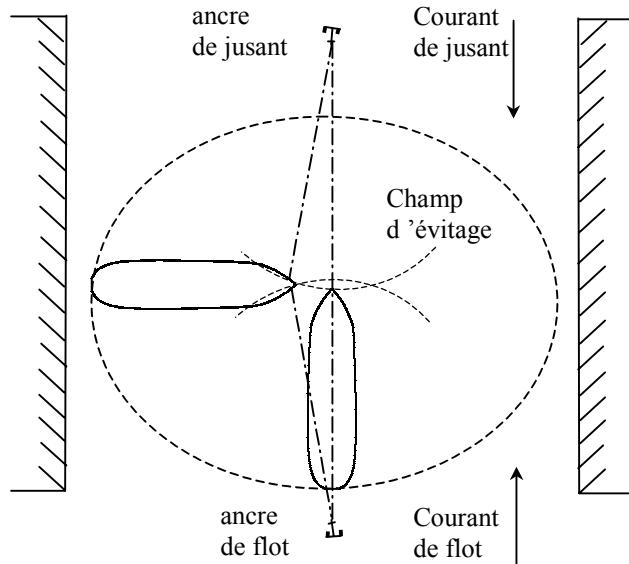
Une ancre s'enfonce profondément dans la vase molle, et il est de bonne précaution de la relever de temps à autre si le séjour au mouillage est de longue durée.

#### 3.5.6.1 Mouillage des ancrages dans le sens du courant

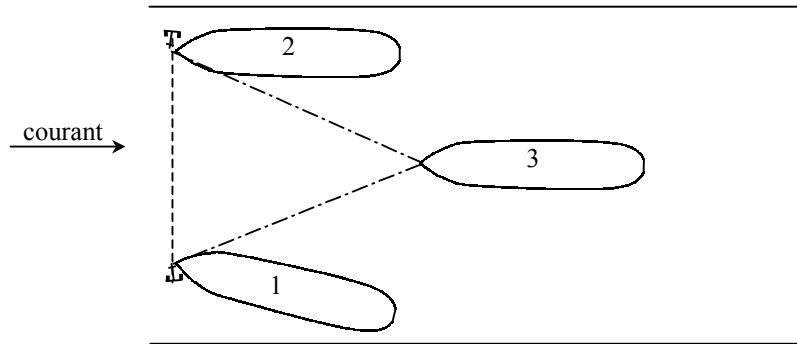
On arrive au point de mouillage de la première ancre avec un cap aussi voisin que possible de la direction que doit avoir la ligne des ancrages, et on procède comme suit :

- Conserver un peu d'erre sur le fond.
- -Mouiller la première ancre (celle au vent) au point fixé en 1.
- Laisser filer à la demande en faisant route vers la position de la deuxième ancre. La distance entre les deux ancrages doit être si possible supérieure à deux fois la longueur du navire afin qu'à marée basse le navire ne risque pas de se faire des avaries en passant sur son ancre.
- Mouiller cette seconde ancre en 2 avec de l'erre en avant d'être certain qu'elle croche bien sur le fond.
- En mouillant cette deuxième ancre, lancer le navire au vent et freiner la première chaîne. celle-ci parcourt sur le fond un chemin tel qu'elle ne peut pas repasser au dessus- de la deuxième ancre.
- Revirer la première chaîne en filant la seconde jusqu'à égaliser les deux touées (3).



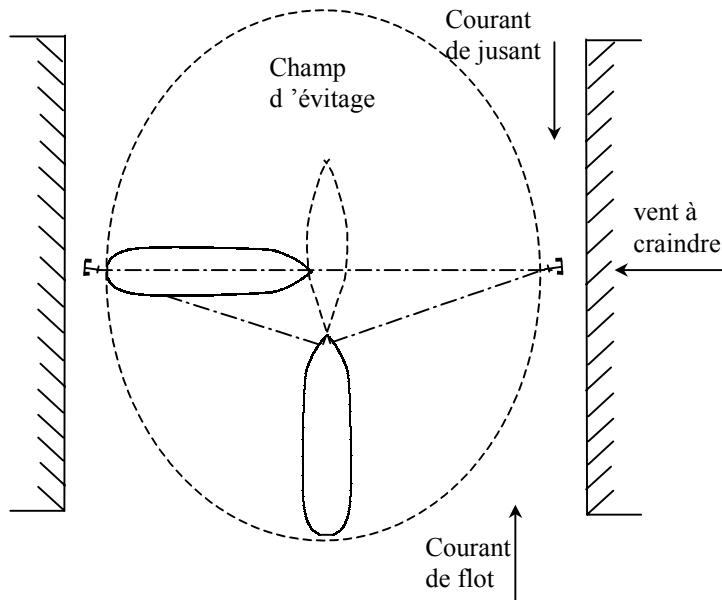


### 3.5.6.2 Mouillage des ancres perpendiculairement au courant

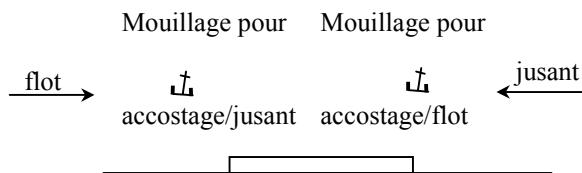


Il faut absolument se présenter bout au courant.

- Arriver au point de mouillage de la première ancre avec un peu d'erre sur le fond et la plus grande pente possible vers le milieu de la rivière.
- Mouiller la première ancre et filer la chaîne (1).
- Faire route vers le point de mouillage de la deuxième ancre et manœuvrer pour y être de bout au courant.
- Mouiller cette deuxième ancre (2).
- Egaliser les touées à une longueur d'environ les 2/3 de la distance entre les deux ancre (3)



### 3.5.6.3 Mouillage en attente d'un poste d'amarrage



Si on arrive sur flot et qu'on compte s'accoster sur flot, on choisira un mouillage à l'amont du poste d'accostage où le navire évitera sur sa chaîne en arrivant.

Si on arrive sur flot et qu'on compte s'accoster sur jusant, mouillage à l'aval et évitement sur chaîne à l'arrivée puis à la renverse.

Si on arrive sur jusant et qu'on compte s'accoster sur jusant, mouillage à l'aval et pas d'évitement.

### 3.5.6.4 Mouillage pour s'éviter en rivière

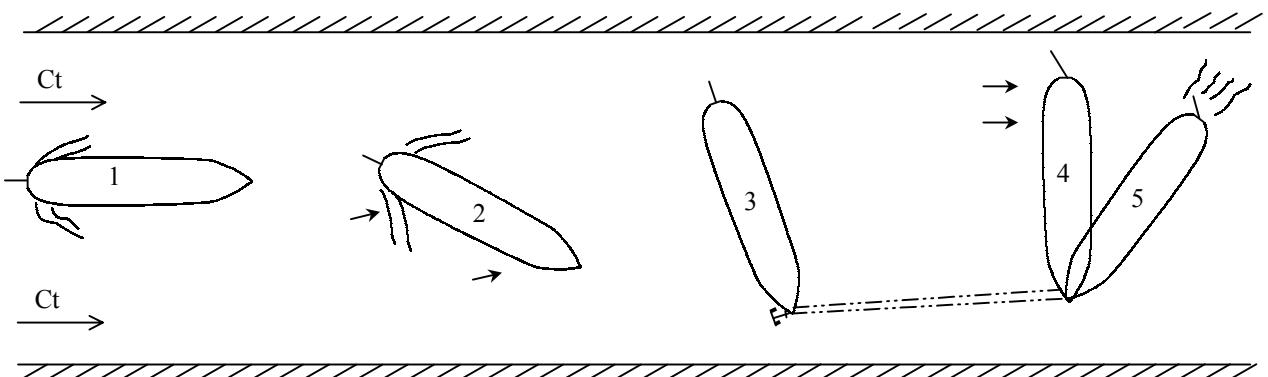
Après mouillage, la position d'un navire stoppé est bout au courant. Pour s'éviter, on pourra donc mouiller lorsqu'on arrive avec courant de l'arrière, mais jamais si on arrive courant debout car, une fois mouillé, on peut s'éviter en luttant contre un vent modéré mais jamais contre le courant.

Pour profiter du pas de l'hélice lors de l'évitement :

Évitement sur tribord en mouillant tribord avec hélice à pales fixes et pas à droite ou avec hélice à pas variable à gauche; évitement bâbord en mouillant bâbord avec hélice à pales fixes et pas à gauche ou avec hélice à pas variable à droite.

1. Se présenter au milieu de la rivière avec le moins possible de vitesse sur l'eau.
2. S'étaler en arrière. Sous l'effet du pas de l'hélice, le navire prend une pointe. Tant qu'il a de l'erre en avant sur l'eau, le navire se déplaçant obliquement offre une grande résistance aux filets d'eau. Il se trouve freiné et tend à venir en travers du courant.
3. Mouiller l'ancre du bord de l'évitement lorsqu'on n'a plus d'erre longitudinale sur le fond. Puis stopper. Ne pas filer trop de chaîne d'un coup pour permettre à l'ancre de draguer sans casser la chaîne. Filer ensuite jusqu'à deux maillons et laisser le navire éviter sous l'effet du courant, en rectifiant sa position avec la propulsion si besoin. Il est préférable d'amener l'avant du navire près de la berge plutôt que de risquer d'accrocher l'arrière pendant l'évitement. De plus, l'évitement est plus rapide avec l'avant près de la berge et l'arrière plus près du milieu, le courant au milieu étant plus fort que près des berges. Dans certains ports où la configuration et la nature du fond le permettent, on met le nez contre la berge pour s'éviter.
4. Quand on a passé le travers, mettre la barre du côté d'où vient le courant.

5. Après un évitement de  $120^{\circ}$  environ, la chaîne rappelle de l'avant vers le milieu de la rivière. Mettre alors la propulsion en avant pour soulager la chaîne puis virer. Redresser la barre lorsque le navire est dans l'axe de la rivière.





## **CHAPITRE 4 LES MANŒUVRES DE PORT AVEC UTILISATION DES REMORQUEURS**

<b>4.1</b>	<b>L'EMPLOI DES REMORQUEURS - GÉNÉRALITÉS</b>	<b>240</b>
<b>4.2</b>	<b>LES REMORQUEURS DE PORT</b>	<b>241</b>
<b>4.3</b>	<b>LE REMORQUAGE DE PORT</b>	<b>268</b>
<b>4.4</b>	<b>L'UTILISATION DES REMORQUEURS</b>	<b>285</b>

## 4.1 L'EMPLOI DES REMORQUEURS - GENERALITES

Nous n'évoquerons ici que le cas des remorqueurs de port. S'ils peuvent être parfois d'une utilité discutable, ils sont en revanche indispensables pour aider les bâtiments dans des conditions particulières : vent, courant, place restreinte, avarie de propulsion ou d'appareil à gouverner, manœuvrabilité réduite ....

Certains commandants ne conçoivent pas une manœuvre de port sans eux, alors que les circonstances ne l'exigent pas et que le risque n'en est pas obligatoirement réduit. La prudence conduit à demander l'assistance de remorqueur(s) chaque fois que les conditions de manœuvre paraissent devoir l'imposer, même si au moment de la manœuvre les conditions sont jugées par le commandant suffisamment bonnes pour le (ou les) garder en attente (stand by).

Le manœuvrier est parfois sévère pour les remorqueurs et leur adresse des reproches injustifiés pour la lenteur de leurs mouvements ou leur incompréhension de la manœuvre en cours, les rendant responsables de tout échec. Il convient de faire la part des choses et de reconnaître aussi, humblement, sa propre maladresse.

Un remorqueur de port est un bâtiment d'un type spécial, qui malgré ses qualités évolutives très développées, est considérablement gêné par la présence à son voisinage d'un grand bâtiment, ou par la seule tension de la remorque. De plus, les commandants de remorqueurs connaissent très bien un port donné et sont accoutumés à y manœuvrer d'une certaine façon. Si un bâtiment vient changer leurs habitudes, ils deviennent plus hésitants et dubitatifs. Sans l'assistance d'un pilote, il peut arriver que des commandants de bâtiments ne se soucient pas suffisamment des difficultés des remorqueurs et qu'ils leur demandent plus qu'ils ne peuvent, les mettant parfois dans des situations délicates.

Dans les bassins à flot où la place est très mesurée, on utilise toujours au moins un remorqueur devant et un remorqueur derrière, soit pour rentrer dans une écluse, soit pour s'éviter dans le coude d'une passe étroite, soit pour franchir les pertuis des bassins et cela aussi bien quand on va prendre un poste d'amarrage que lorsqu'on appareille.

Pendant toutes ces opérations, ce sont les remorqueurs qui contrôlent les mouvements du bâtiment, celui-ci ne se servant de sa propulsion que pour casser l'erre ou l'augmenter, et pour accélérer l'évitage.

Dans les ports ouverts où il y a généralement plus d'espace navigable que dans les bassins à flot, un bâtiment a généralement intérêt à prendre son poste ou à appareiller par ses propres moyens. Les remorqueurs ne sont alors utilisés qu'éventuellement dans la dernière partie de la manœuvre d'accostage pour mettre le bâtiment complètement à poste, ou au moment de l'appareillage pour l'aider à se dégager de son poste.

Au cours d'une manœuvre, le pilote doit constamment veiller à ne pas compromettre la sécurité du remorqueur et garder à l'esprit que, même avec du matériel sophistiqué, un commandant de remorqueur, aussi expérimenté et coopératif soit-il, ne peut pas toujours exécuter immédiatement n'importe quelle manœuvre.

Le pilote devra donc bien connaître les capacités du remorqueur, c'est-à-dire sa force statique de remorquage et ses qualités manœuvrières.

D'une passerelle de navire ou de terre, on ne se rend pas toujours bien compte des difficultés rencontrées par un commandant de remorqueur. Tout commandant de bâtiment pourra envoyer son officier de manœuvre assister à des manœuvres à bord des différents types de remorqueurs utilisés dans le port. Si l'intérêt technique d'une telle démarche est évident, plus important encore est l'intérêt «humain». La connaissance, la compréhension et le respect réciproques des pilotes et des commandants de remorqueurs ne peuvent qu'améliorer la coopération entre remorqueur et bâtiment.

### Utilité des remorqueurs

En manœuvre portuaire dans des zones resserrées avec des conditions de vent ou de courant défavorables, l'utilisation de remorqueurs est indispensable pour effectuer certaines manœuvres qu'un bâtiment ne peut réaliser avec ses seuls moyens. En effet, un navire à une seule hélice, ne possédant pas d'auxiliaires particuliers de manœuvres tels que gouvernails spéciaux ou propulseurs transversaux, est limité aux manœuvres suivantes :

- prendre de l'erre en avant ou en arrière,
- casser son erre en décrivant une trajectoire courbe quelquefois imprévisible,
- évoluer avec un rayon de giration difficilement restreint,

En revanche, ce bâtiment ne pourra pas :

- s'opposer à la dérive sans erre suffisante,
- maintenir sa route avec une erre réduite dans certaines circonstances défavorables,
- s'étaler droit,
- culer droit ou dans une direction précise,
- évoluer ou s'éviter sur place,
- se déhaler transversalement.

Les remorqueurs devront donc fournir au navire :

- soit en traction, une composante longitudinale pour l'étaler droit ou le faire culer dans une direction précise.
- soit en traction ou en poussée, une composante transversale pour lui fournir un couple évolutif, une force transversale de déhalage, ou l'empêcher de dériver.

Il est certes possible, dans des circonstances météorologiques favorables, en utilisant intensivement la propulsion, les lignes de mouillage, et les amarres passées à terre, de pallier les carences manœuvrières d'un bâtiment et de se passer des services des remorqueurs ou d'en diminuer le nombre.

L'emploi de remorqueurs n'en demeure pas moins un facteur de sécurité, et les autorités portuaires en imposent parfois l'usage dans quelques cas particuliers ou pour certains types navires.

### **Choix du nombre de remorqueurs**

Il appartient au commandant d'un navire de fixer le nombre de remorqueurs qu'il juge nécessaire pour effectuer une manœuvre. Il le fait en général, sur l'avis du pilote qui est le plus à même d'évaluer l'ensemble des nombreux facteurs dictant ce choix :

- Le bâtiment proprement dit : ses dimensions (longueur et largeur), tirant d'eau, état de chargement, fardage, caractéristiques manœuvrières.
- L'environnement marin : profondeurs rencontrées, espace d'évitage ou d'accostage (créneau entre deux navires).
- La nature de la manœuvre : nécessité de culer dans une darse encombrée, évitages, passages de pertuis, passages d'écluses, entrée ou sortie de dock ou de cale sèche.
- La force de traction totale requise : le bâtiment en manœuvre devra vaincre les forces dues au vent et au courant, ces forces étant considérées sous leur aspect le plus défavorable, c'est-à-dire normales au plan longitudinal du navire.

A ces forces s'ajoute "la force de traction de contrôle", qui est la force nécessaire pour déhaler un navire dans des conditions idéales de vent et courant nuls, avec une profondeur d'eau sous quille importante.

L'addition des forces dues au vent et au courant et de la force de traction de contrôle donne la traction totale requise. On majore la traction totale de 15 %, car les courbes de coefficients entrant dans le calcul des différentes forces sont établies avec cette marge d'erreur, et l'on obtient la formule ci-dessous :

$$\text{F totale requise} = (\text{F due au vent} + \text{F due au courant} + \text{F contrôle}) \times 1,15$$

## **4.2 LES REMORQUEURS DE PORT**

### **4.2.1 LES REMORQUEURS CLASSIQUES**

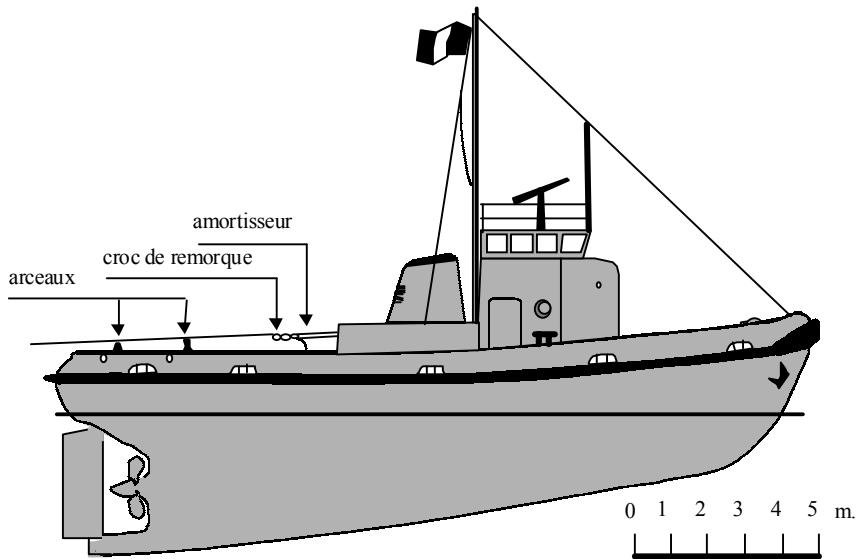
#### **caractéristiques générales**

Elles peuvent présenter quelques différences selon qu'il s'agit de remorqueurs spécialisés dans un genre de manœuvre ou un autre, mais tous doivent posséder les qualités communes suivantes :

1. Une faible longueur et un grand gouvernail, leur permettant d'évoluer aisément dans des darses étroites,
2. Une bonne largeur, leur assurant une stabilité suffisante pour être déhalés parfois en travers à faible vitesse,
3. Des formes de carène propices aux évolutions rapides (différence des tirants d'eau avant et arrière),
4. Un appareil moteur puissant entraînant lentement une hélice unique de grand diamètre, de façon à pouvoir exercer une grande force très progressivement,
5. Un appareil de renversement de marche rapide, éliminant le plus possible les temps morts,

6. Un grand tirant d'eau qui diminue la dérive, augmente la stabilité et permet d'immerger l'hélice plus profondément pour qu'elle travaille dans de meilleures conditions,
7. Un arrière large et en porte-à-faux, afin d'assurer une bonne protection de l'hélice et ne pas risquer qu'une remorque pendante ne soit happée par une pale. En outre, toute la coque doit être entourée d'une large ceinture de bois, protégée par des défenses, de façon à pouvoir accoster fréquemment en n'importe quel endroit (quai, coque de bâtiment) sans ébranler la charpente du remorqueur,
8. Des superstructures peu importantes laissant un large passavant sur le pont, de façon que la passerelle ne heurte pas les parties élevées d'un bâtiment haut sur l'eau, même avec un peu de roulis,
9. Un croc de remorque à échappement situé aussi près que possible de la verticale du centre de dérive transversal. Ce croc s'oriente du gisement  $90^\circ$  au gisement  $270^\circ$ , guidé sur un rail horizontal. Il est souvent fixé sur un amortisseur destiné à donner de la souplesse à l'attelage et à éviter la rupture de la remorque en cas de choc,
10. Des arceaux permettant de guider la remorque au-dessus de l'arrière de façon qu'elle ne s'engage pas dans les accessoires de pont (claires-voies de la machine, bittes, cabestan ...),
11. Une très importante défense avant, qui entoure l'étrave, et permet de pousser sur la coque des bâtiments sans abîmer la peinture,
12. Enfin, la remorque n'étant jamais très longue (20 à 40 mètres), il est judicieux d'utiliser des springs qui sont plus élastiques. La plupart des remorqueurs des ports militaires fournissent eux-mêmes la remorque, composée d'un spring d'une quinzaine de mètres auquel fait suite un fil d'acier,
13. Le remorqueur, pour des raisons de sécurité propre, fournit en général la remorque,
14. Les remorqueurs possèdent également d'importants moyens de lutte contre les incendies et les voies d'eau.

#### **Avantages et inconvénients des remorqueurs classiques**



#### **Mono hélice, pales fixes**

Avantages: Possèdent une bonne force statique de remorquage. Ils seront surtout utilisés comme remorqueurs "en pointe" à l'avant. Très bonne stabilité de route en avant.

Inconvénients: Risque de chavirement.

#### **Mono hélice - pales fixes - Tuyère fixe**

Avantages: Traction augmentée

Inconvénients: Hélice plus vulnérable

### Mono hélice, pales fixes, tuyère orientable

Avantages: Manœuvrabilité augmentée surtout en marche arrière.

### Hélice à pas variable

Avantages: Grande souplesse d'utilisation.

Inconvénients: Diminution de la traction en marche arrière. L'hélice à pas variable peut être entourée d'une tuyère fixe ou mobile avec les avantages et inconvénients précédemment cités. L'hélice à pas variable restant toujours en rotation, il peut être dangereux d'y engager une aussière si le débrayage de ligne d'arbre n'est pas instantané.

### Deux hélices à pales fixes ou mobiles entourées ou non de tuyères fixes ou mobiles

La combinaison de ces différents systèmes a pour avantage principal une très grande manœuvrabilité en avant et en arrière.

L'une des principales caractéristiques d'un remorqueur, est sa puissance développée au point fixe (bollard pull) appelée force de traction au croc.

Cette traction au croc est obtenue en attelant le remorqueur à un point fixe et en lui faisant développer toute sa puissance machine. Un dynamomètre maillé sur la remorque permet de lire la force en tonnes de cette traction.

En remorquage par beau temps, cette traction au croc pourra être atteinte pour vaincre l'inertie et les résistances de carène. Mais quand le bâtiment remorqué aura pris de l'erre, la force de traction diminuera.

Par mauvais temps, les effets conjugués du vent, de la houle et des mouvements de plate-forme peuvent entraîner un dépassement de la force de traction alors que le remorqueur n'est pas à sa puissance maximale. De ce fait, les efforts subis par la remorque peuvent être considérables et aboutir à une rupture.

La règle de sécurité en remorquage imposant de ne pas casser, il est d'usage de ne pas dépasser en traction le tiers de la charge de rupture de la remorque.

## 4.2.2 REMORQUEURS "A PROPULSEURS"

D'une conception plus récente que les remorqueurs « classiques », ce type englobe deux grandes familles :

- Les remorqueurs à propulseurs orientables
- Les remorqueurs type hydrotracteurs "Voith-Schneider"

### 4.2.2.1 Remorqueurs à propulseurs orientables "AQUA-MASTER"

Au lieu d'une ou plusieurs hélices situées à l'arrière comme sur un remorqueur classique, l'élément principal de propulsion est constitué par une ou plusieurs hélices verticales, ayant le même sens de rotation, orientables sur 360°, généralement situées 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 qui est disponible dans toutes les directions.

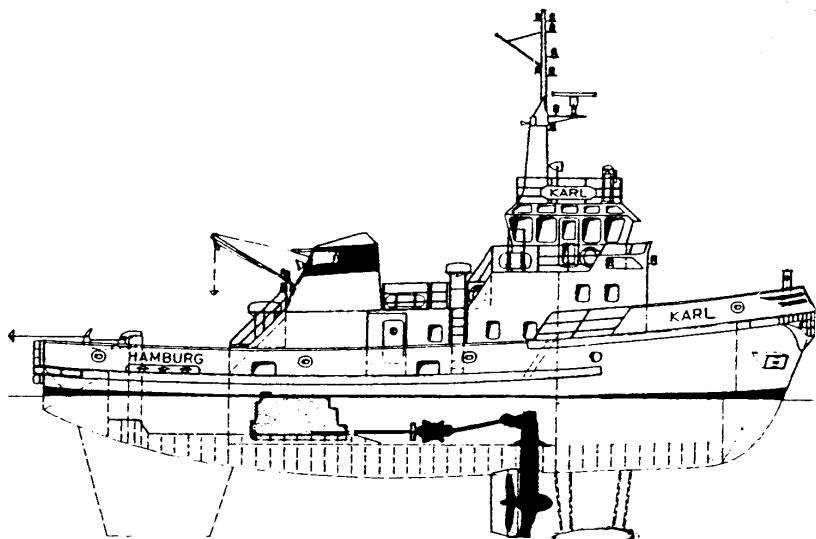
L'ensemble des propulseurs est protégé d'avaries éventuelles par un bouclier horizontal assez résistant pour supporter un choc violent ou le poids du remorqueur, lors de l'échouage. Ce bouclier est relié à la coque par des supports de forme hydrodynamique. Un aileron vertical placé à l'arrière assure la stabilité de route en marche avant.

Le croc de remorque ou le chaumard de remorque sur le remorqueur est équipé d'un treuil de remorque, situé à environ 1/5<sup>ème</sup> de la longueur à partir de l'arrière.

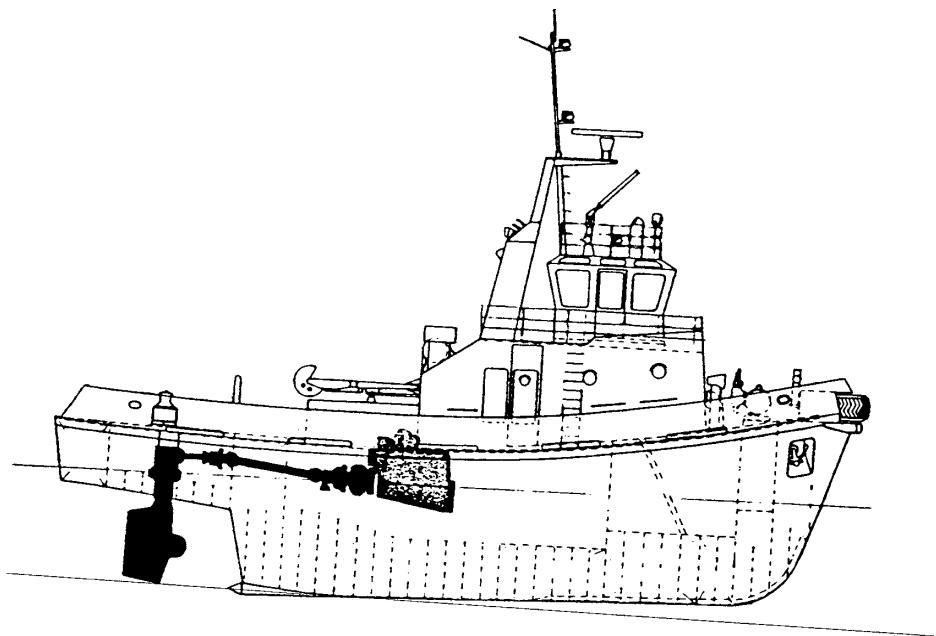
Comme sur les remorqueurs classiques et pour les mêmes raisons, le rapport longueur/largeur est faible et le (p - a) important, le passavant est large, l'avant et l'arrière sont renforcés, et la coque est ceinturée par une importante défense permettant de pousser sur une coque de navire dans n'importe quelle position.

Les propulseurs peuvent être parfois installés sur l'arrière. Le croc de remorquage est alors ramené vers le milieu de la longueur pour permettre une meilleure manœuvrabilité sous remorque en traction avant. Le principal intérêt de cette disposition est une diminution du tirant d'eau, qui est ramené de 5 m et plus à moins de 3 m. Cette disposition permet aussi, en donnant une assiette sur l'avant, d'intervenir « à flot » sur les organes de propulsion situés dans des puits, d'où économie de cale sèche et gain de temps .La majorité des remorqueurs japonais est équipée de cette façon (propulseurs Z-Peller).

## Propulsion sur l'avant



## Propulsion sur l'arrière



## Manœuvre

Le commandant utilise deux poignées de commande, une par propulseur. Chaque poignée regroupe le contrôle d'orientation du propulseur, d'accélération et d'embrayage du moteur d'entraînement. Chaque groupe de propulseur (propulseur, moteur d'entraînement) est commandé individuellement. Les manœuvres des poignées correspondant aux différents mouvements sont représentées par des figures particulières pour les propulseurs "avant" et pour les propulseurs "arrière". Il existe aussi sur certains remorqueurs, un levier de commandes coordonnées, permettant le contrôle simultané de deux groupes de propulsion (Joystick System).

## Performances

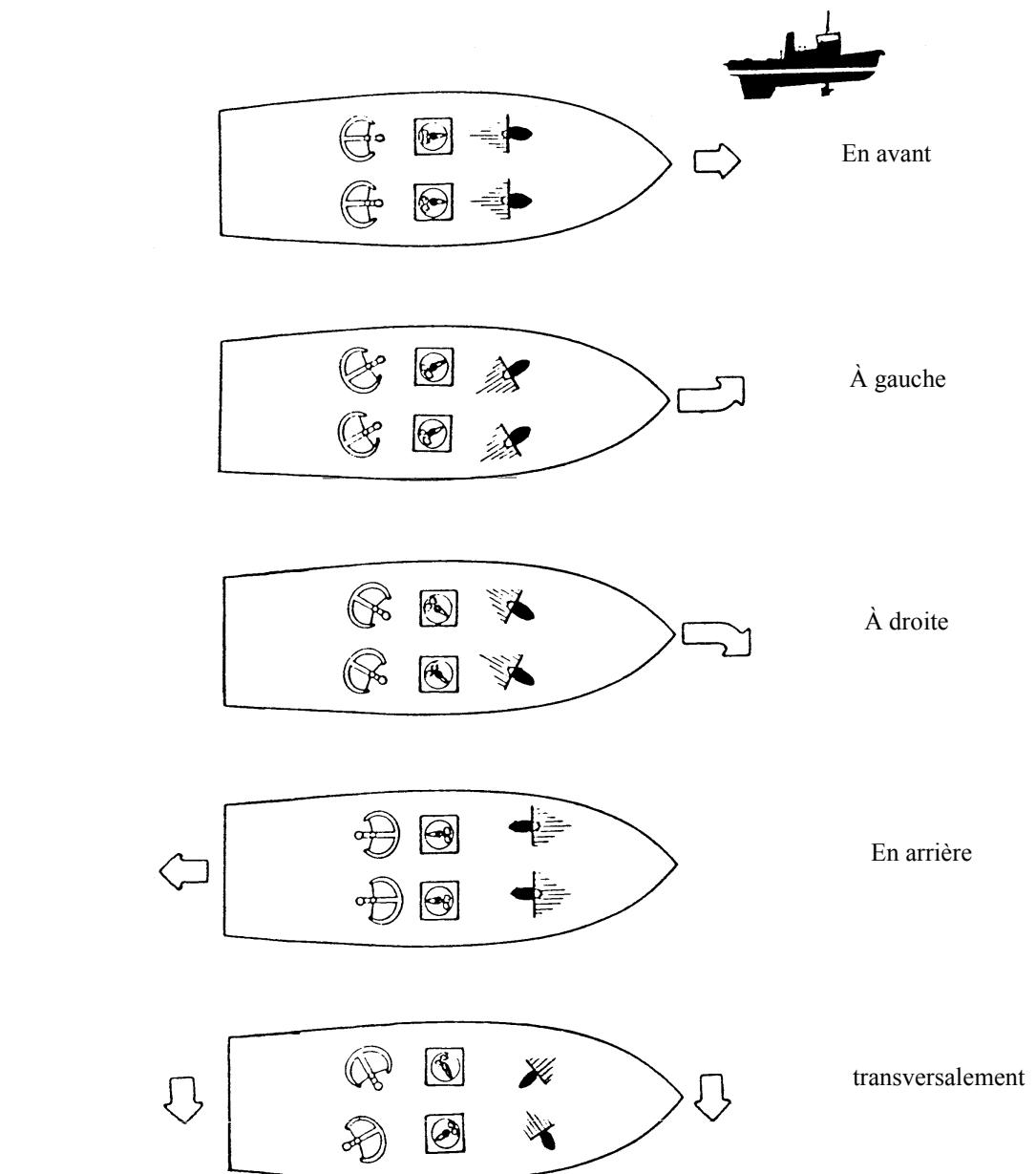
Manœuvrabilité : extraordinaires qualités manœuvrières.

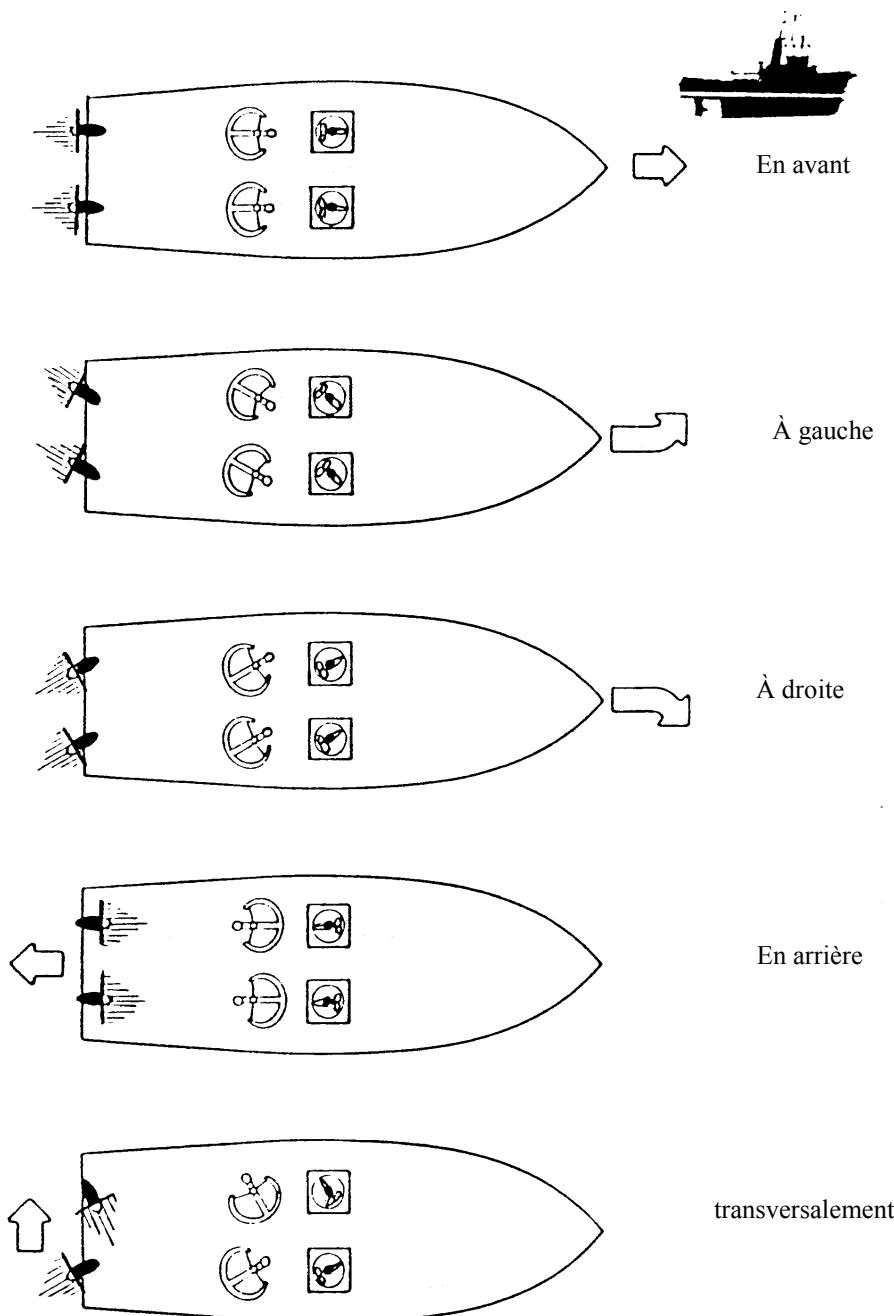
La poussée est obtenue dans toutes les directions.

Vitesse maximum (avant ou arrière) : 12 noeuds.

A cette vitesse le remorqueur s'étale 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 place. La rotation sur 360° dure 45 à 50 secondes.

#### UTILISATION DES PROPULSEURS AVANT



UTILISATION DES PROPULSEURS ARRIERE**Avantages**Sécurité

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

Manœuvrabilité excellente

Bonne stabilité de cap même sous remorque.

Bon rapport traction/puissance 1,3 t à 1,4 t pour 100 CV, quoique inférieur à celui des classiques avec tuyères. Le diamètre des hélices est en effet inférieur à celui des classiques et le rendement moins bon.

La poussée totale est obtenue dans presque toutes les directions sauf par le travers puisque les deux propulseurs sont placés transversalement l'un à côté de l'autre

L'ensemble propulseur est relativement exposé et fragile.

La réalisation mécanique (renvois d'angle) est plus complexe que sur un remorqueur classique.

A poussée égale, les prix d'achat et d'utilisation sont un peu plus élevés que pour les classiques.

#### Restriction en utilisation comme pousseur

En poussant sur un navire transversalement, c'est-à-dire avec un de ses côtés, 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.

#### **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 bâtiment peut être facilement évité grâce à la 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 arrive souvent avec un remorqueur classique.

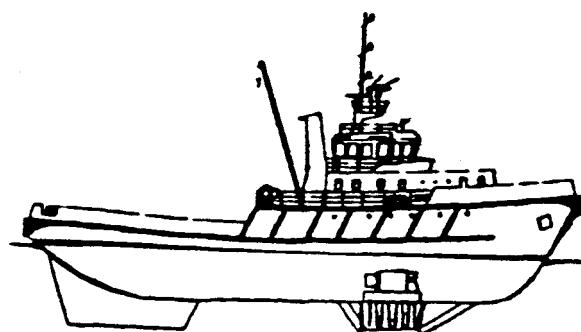
#### Remorqueur arrière

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 en toute sécurité.

#### Pousseur

Sauf restriction évoquée précédemment, la poussée est utilisable dans toutes les positions. Le meilleur rendement est cependant obtenu en poussant avec l'arrière, les propulseurs étant alors plus éloignés de la coque du bâtiment, et leur travail moins perturbé que dans le cas des propulseurs avant.

### **4.2.2.2 Remorqueurs à propulsion cycloïdale (VOITH - SCHNEIDER)**



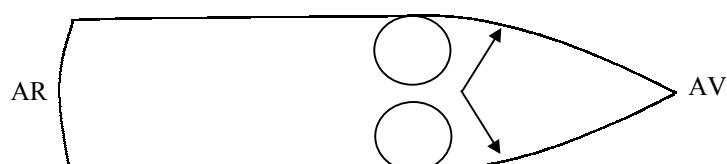
#### **Description générale**

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

Propulseur horizontal car la rotation s'effectue dans un plan horizontal. L'installation se compose d'un tambour logé dans la coque, en rotation constante autour d'un axe vertical.

À la périphérie de la partie inférieure du tambour, deux ou trois paires de pales diamétralement opposées participent au mouvement circulaire du tambour et peuvent en outre pivoter autour de leur axe de fixation.

Dans le cas de deux propulseurs qui sont 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. Il a également pour but de déplacer le centre de résistance latéral vers l'arrière.

Le croc de remorque est situé à une distance comprise entre 15 et 30 % de la longueur à partir de l'arrière.

Les plus puissants de ces remorqueurs sont parfois munis d'un treuil de remorque.

Les autres caractéristiques générales sont pratiquement identiques à celles des remorqueurs à propulseurs orientables.

### **Principe de fonctionnement**

Comparé à l'hélice ordinaire où l'action est relativement facile à comprendre, le fonctionnement du «V.S.» apparaît quelque peu inhabituel, et nous nous limiterons ici à une explication sommaire.

Une illustration bien connue de tous les marins rappelant de loin cette méthode de propulsion 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 vers l'avant.

Dans le « V.S. » les pales sortant de la coque à 90° 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 parfois à ce type de propulsion. Le mécanisme de pivotement des pales, d'une réalisation très complexe, 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 et ne subissent aucun pivotement.

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

A une position de direction donnée 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.

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

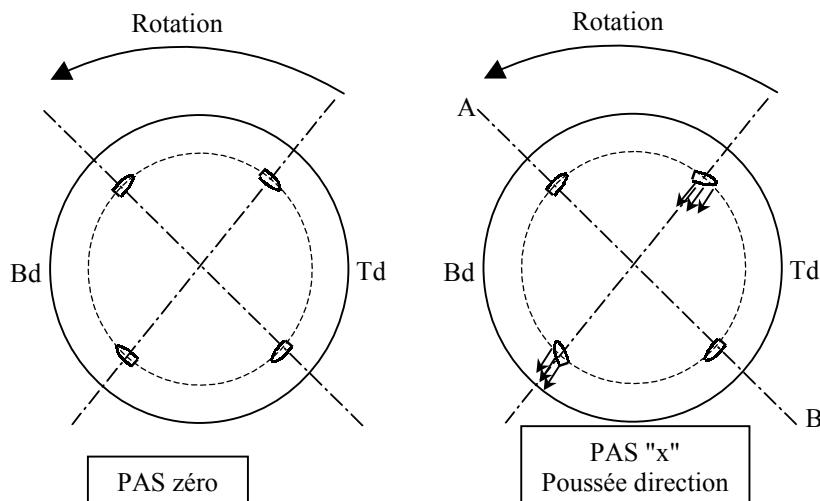
Au cours d'un demi-tour, l'inclinaison part de zéro, augmente, passe par un angle maximal appelé « pas » puis diminue. La pale diamétralement opposée pivote en sens inverse et produit ainsi une poussée dans le même sens que la première.

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 (commun à toutes les pales), donc la poussée.
- soit faire varier l'orientation du diamètre AB par rapport à l'axe du remorqueur, donc la direction de la poussée.



### Manœuvre:

#### Hydrotracteur à un seul propulseur

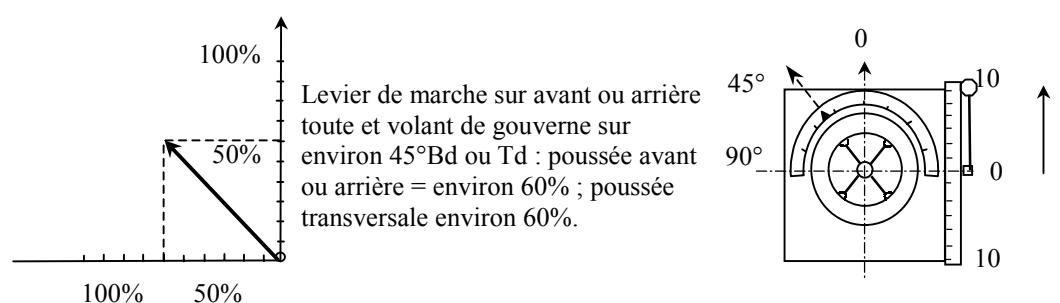
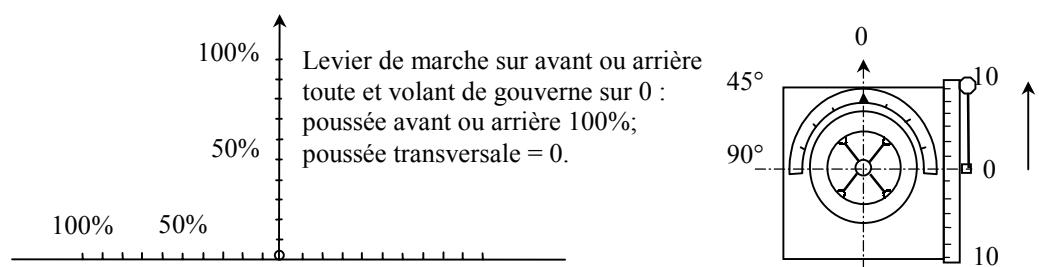
On dispose à la passerelle de deux organes de commande :

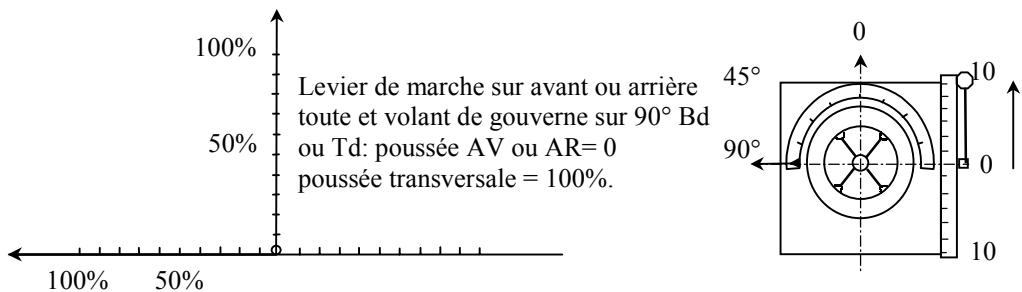
- un volant de gouverne qui contrôle le pas transversal et donne une poussée transversale. Il a un effet de direction.
- un levier de marche qui contrôle le pas longitudinal et donne une poussée longitudinale. Il a deux effets : il commande la marche avant ou arrière et, suivant sa position, augmente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

Ainsi lorsque le volant est dans l'axe et le levier sur zéro, la poussée résultante est nulle.

Lorsque le volant est sur  $45^\circ$  bâbord 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 60% de la poussée maximale.

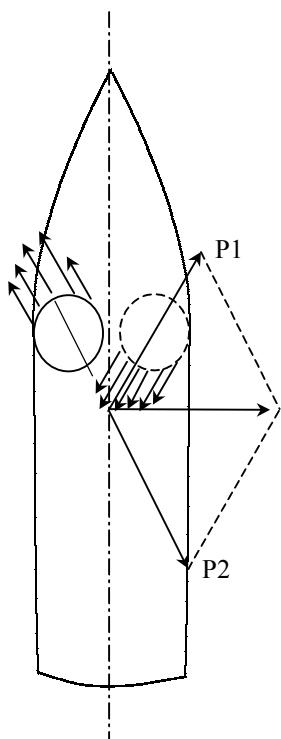
Lorsque le volant est sur  $90^\circ$  bâbord, il n'y a plus qu'une seule poussée dirigée sur bâbord dont on fera varier la force en déplaçant le levier de marche qui agit sur le pas.





### Hydrotracteur à deux propulseurs :

Le remorqueur ne possède qu'un seul volant de gouverne mais deux leviers 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**

Manœuvrabilité excellente.

Poussée : l'avantage sur les remorqueurs à hélice en ce qui concerne la poussée latérale est très net.

Vitesse maximale : 12,5 nds, avant ou 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 propulseur à l'avant, et du croc à l'arrière, élimine tout risque de chavirement quand le remorqueur est tiré en arrière.

La manœuvrabilité est aussi un facteur de sécurité La poussée est obtenue dans toutes les directions.

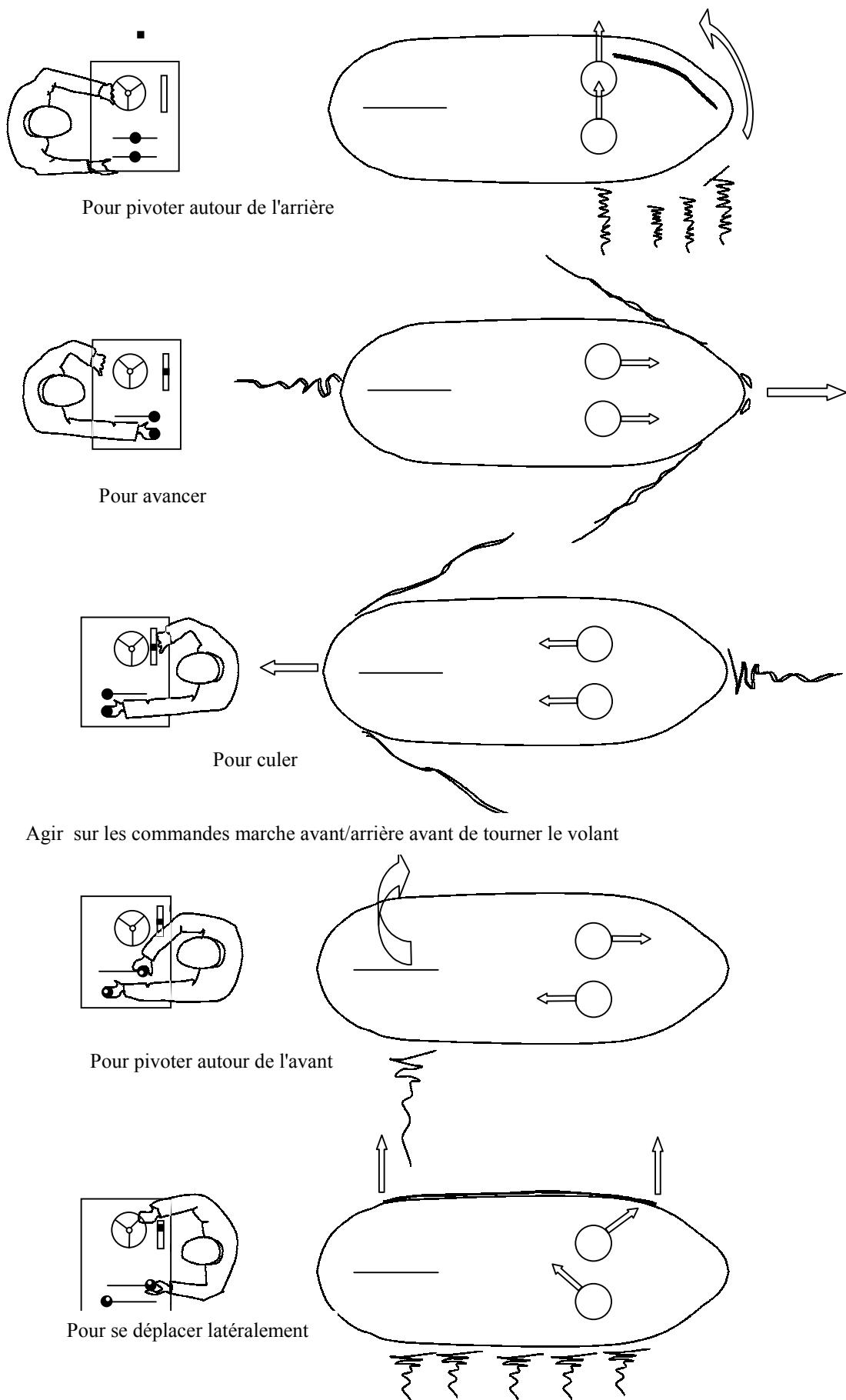
**Inconvénients**

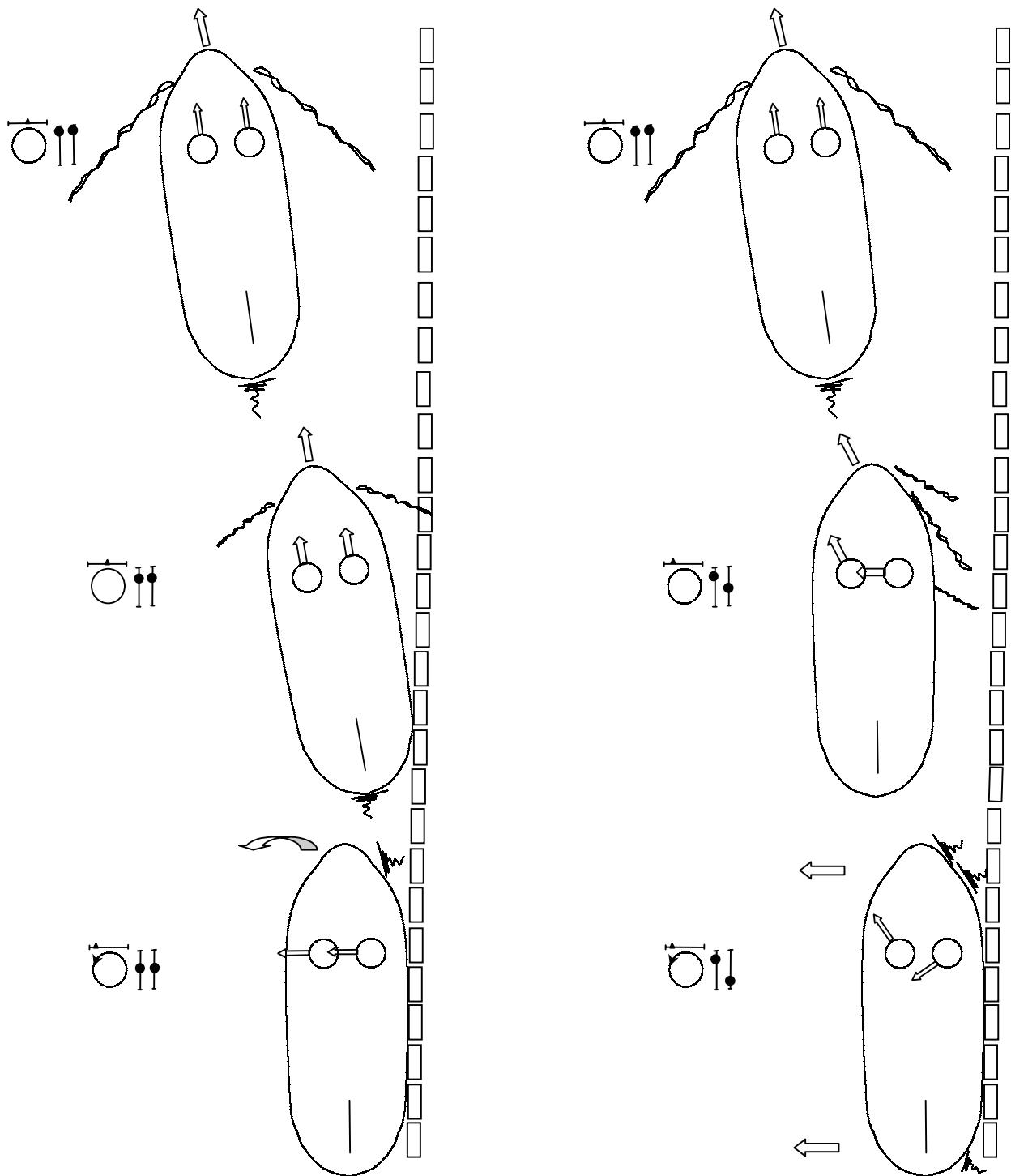
Le rapport traction/puissance 1,15 à 1,20 t pour 100 CV est faible par rapport aux remorqueurs classiques (1,5 à 1,7) et aux remorqueurs à propulseur orientables (1,3 à 1,4).

A traction égale, c'est le plus cher des remorqueurs, que ce soit à l'achat ou à l'entretien.

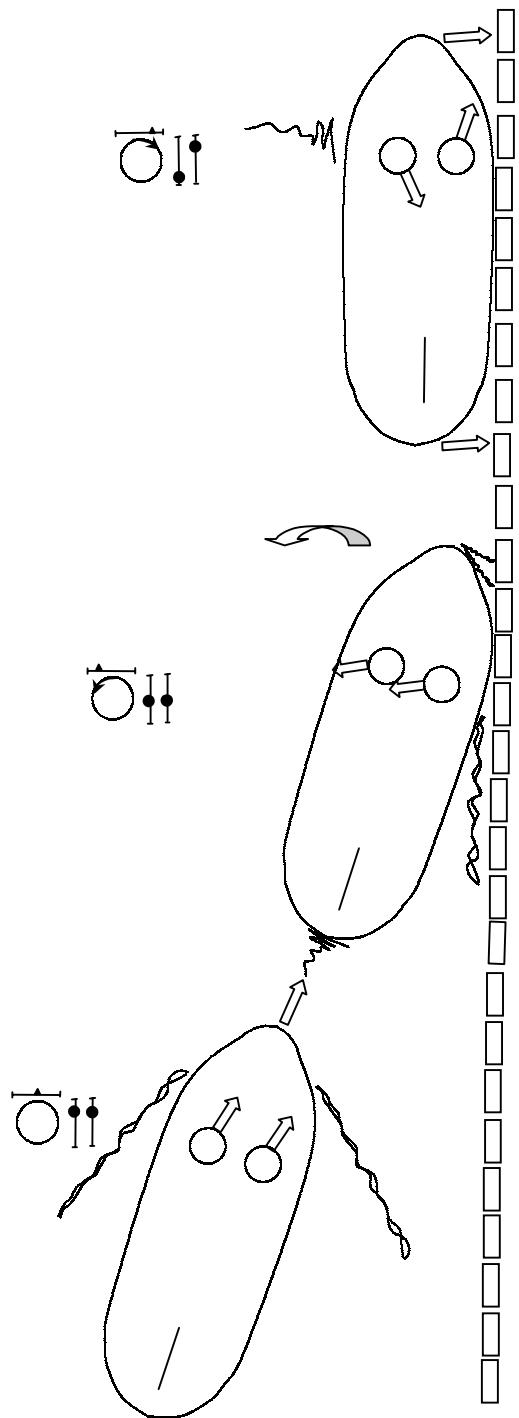
La réalisation mécanique est complexe et il y a beaucoup de pertes mécaniques.

Le mouvement oscillatoire des pales, moins naturel que le mouvement circulaire d'une hélice, rend ce type de propulseur relativement fragile.

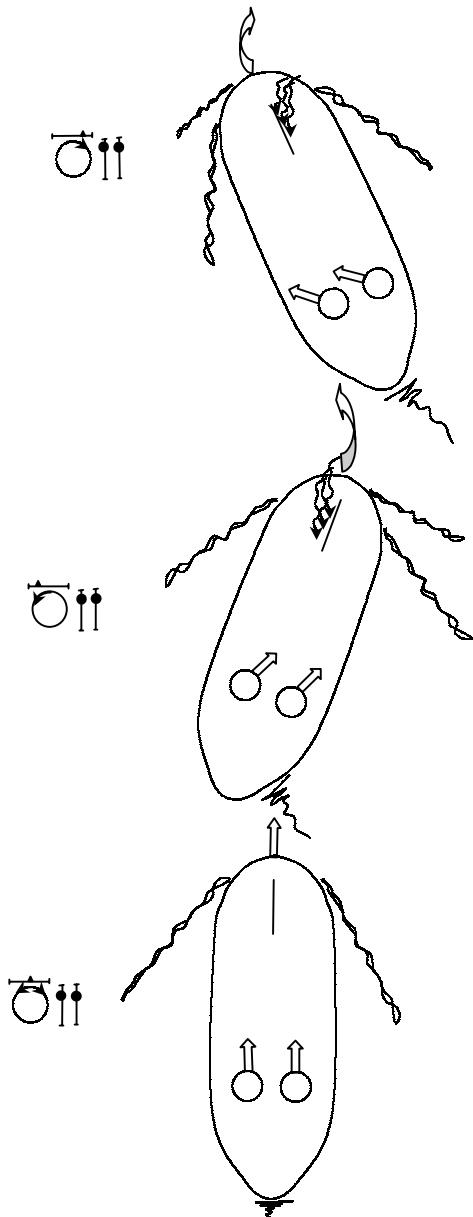
**Utilisation**Manœuvres élémentaires



DECOLLER D'UN QUAI

**POUR ACCOSTER**

**Noter qu'il faut attendre d'être proche du quai pour mettre du volant et ainsi écarter l'avant**



#### POUR SE DIRIGER EN MARCHE ARRIERE

##### 1<sup>ère</sup> méthode : avec le volant.

Les commandes marche avant / marche arrière ne sont utilisées que pour ajuster la vitesse du remorqueur par rapport à celle du remorqué.

Les commandes peuvent alors être couplées.

Manœuvrer doucement pour corriger la direction. L'angle d'incidence des filets sur la dérive doit être le plus faible possible.

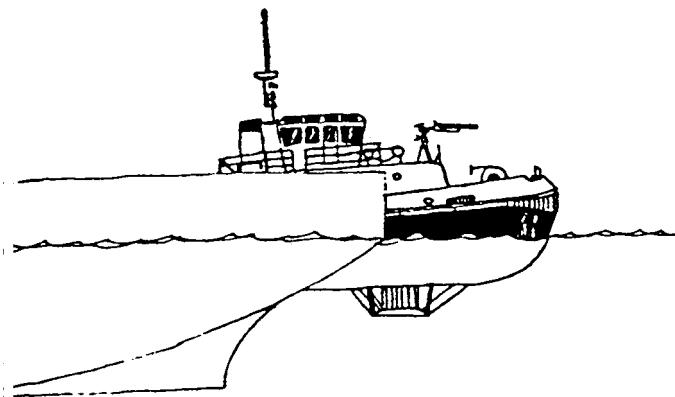
En marche arrière, comme en marche avant, tourner le volant dans la direction où vous voulez aller.

##### 2<sup>ème</sup> méthode : sans le volant.

Laisser le volant à zéro.

Rattraper les abattées avec les commandes marche avant/marche arrière en plus ou moins de pas.

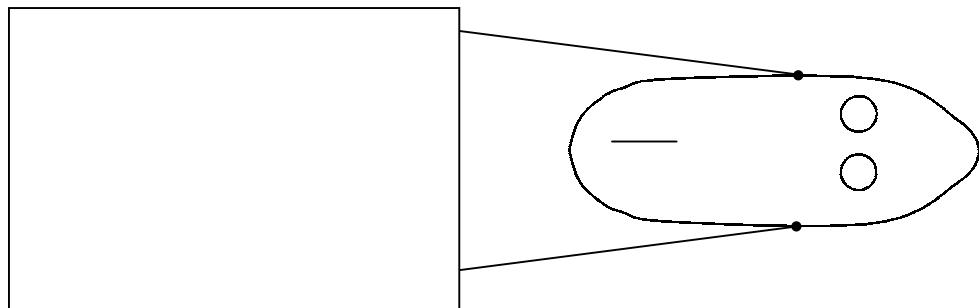
### Remorquage à couple



Bien dégager les propulseurs de la coque du remorqué afin qu'ils travaillent en eaux libres.

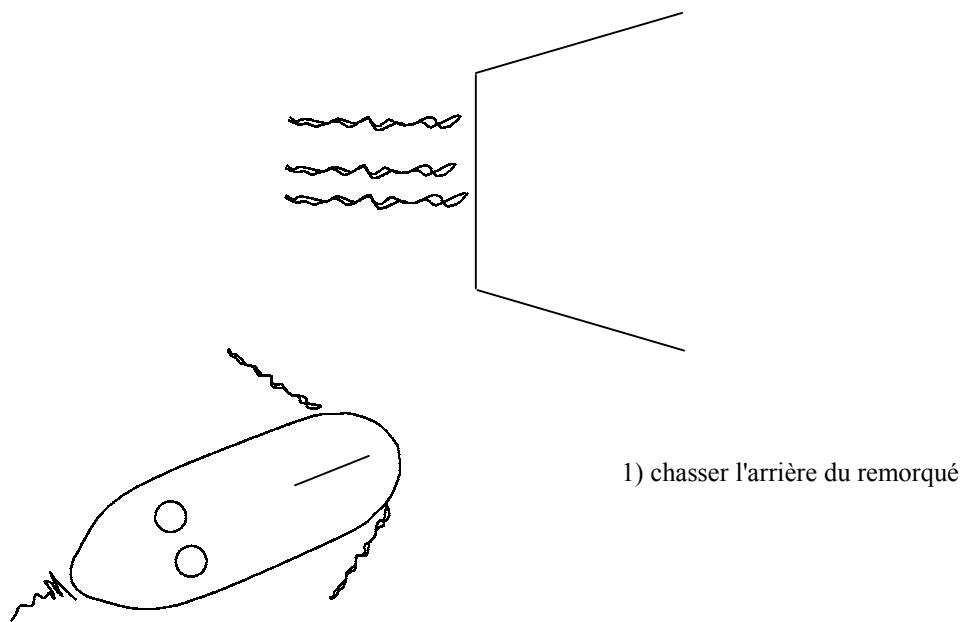
Attelé ainsi, le remorqueur peut diriger le remorqué dans toutes les directions (un pousseur peut cependant être utile sur l'avant du remorqué).

### Remorquage d'une barge

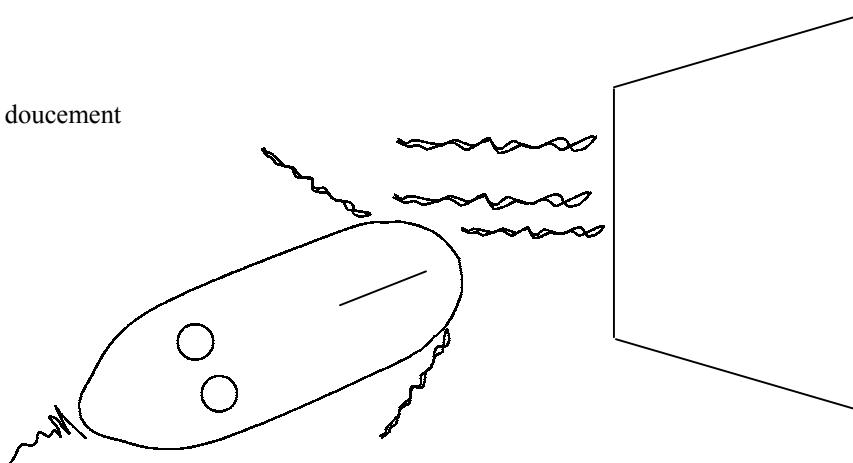


### Prise de flèche arrière

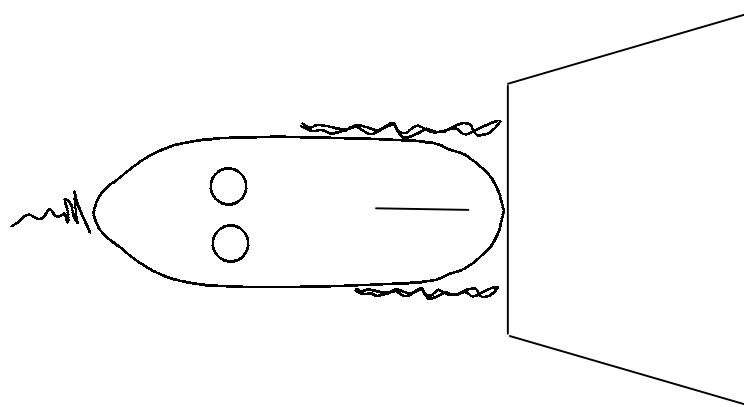
(1<sup>ère</sup> méthode)



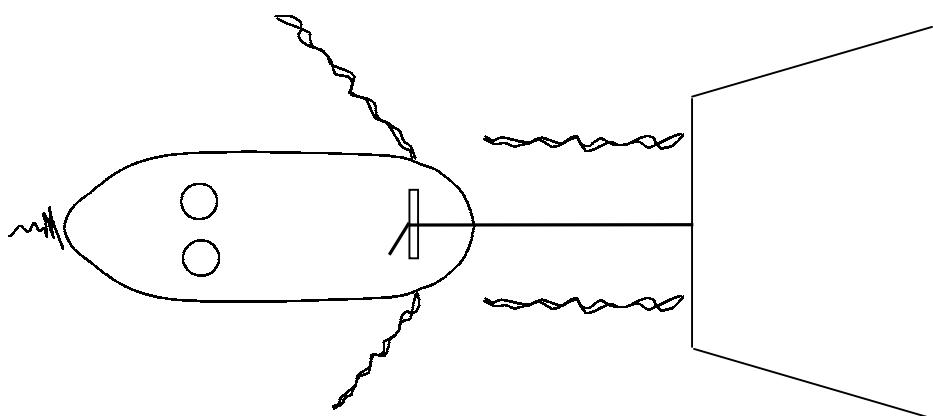
2) arrondir doucement



AMENER L'ARRIERE DU REMORQUEUR A PROXIMITE DE L'ARRIERE DU REMORQUÉ



Lorsque la remorque est capelée sur le croc du remorqueur, s'éloigner doucement du remorqué<sup>1</sup>

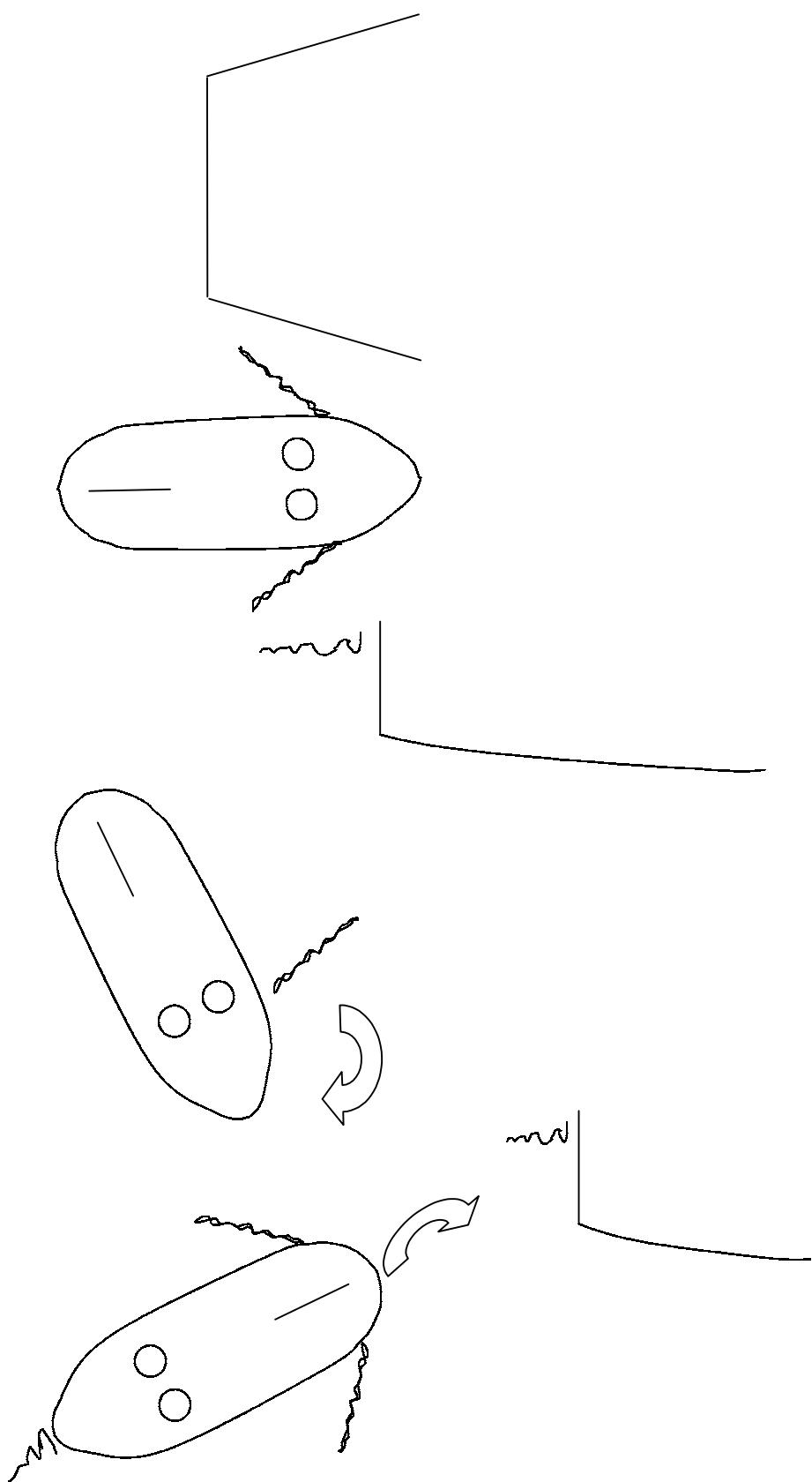


#### ATTENTION :

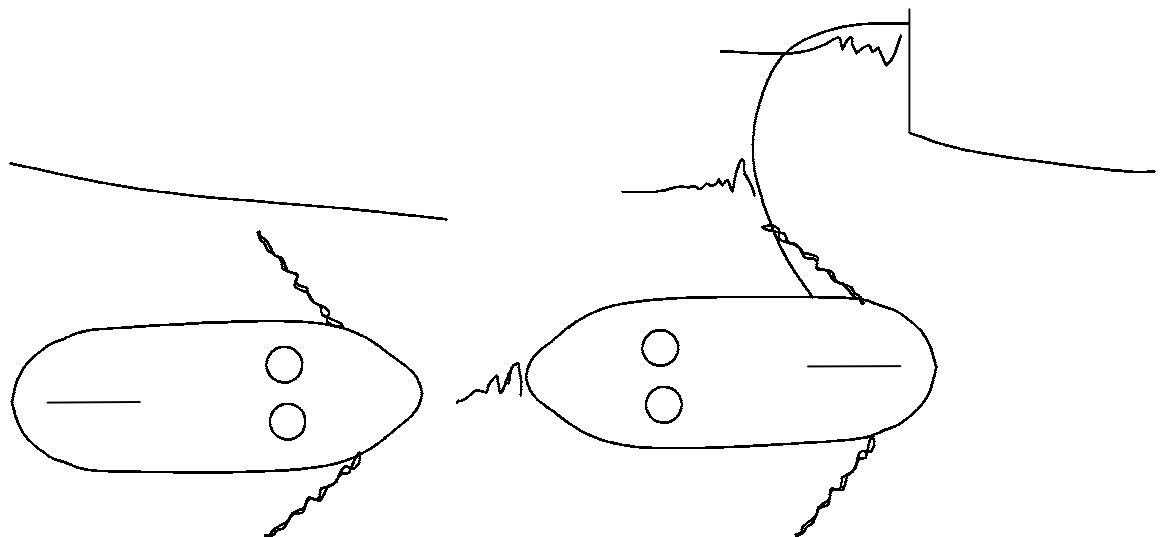
- Aux abattées du remorqué.
- Aux coups de fouet qui ont pour effet d'envoyer l'eau frapper la dérive et ainsi d'augmenter l'incidence, donc d'écartier l'arrière et de raidir la remorque.
- A la stabilisation dans l'axe du remorqué qui peut s'avérer difficile.

---

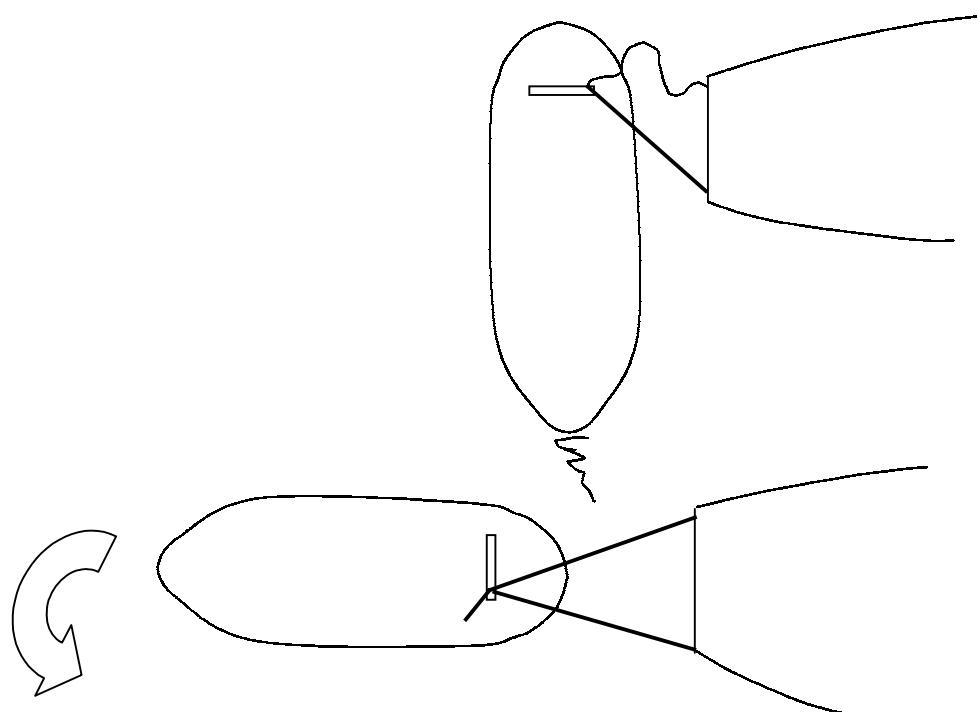
<sup>1</sup> Attention ! ne raidir qu'après que la plage arrière du remorqué ait signalé que la remorque est tournée.

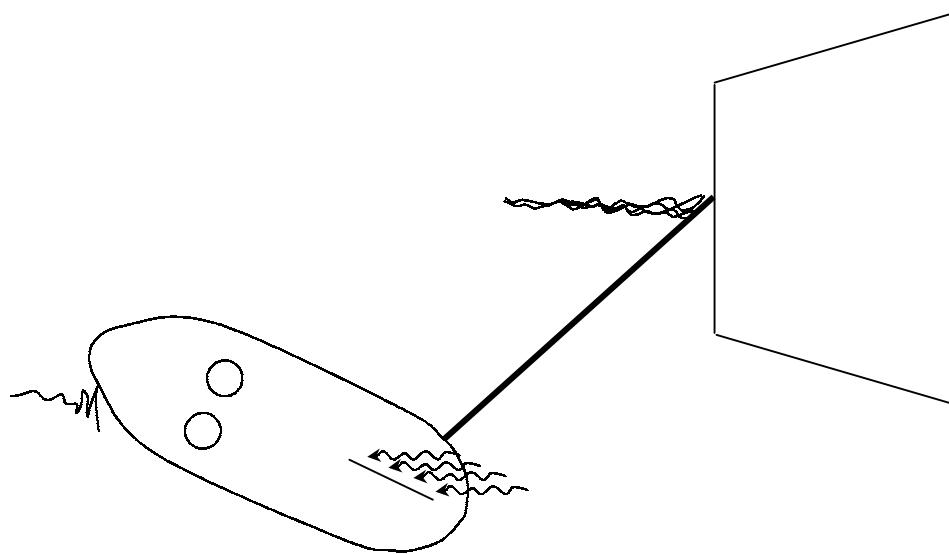
**Prise de flèche arrière**(2<sup>eme</sup> méthode)

Pour être en dehors des remous de l'hélice du remorqué



**POUR ACCOSTER UN NAVIRE A FORT DEVERS, LE REMORQUEUR ETANT ATTELE EN PATTE D'OIE.**

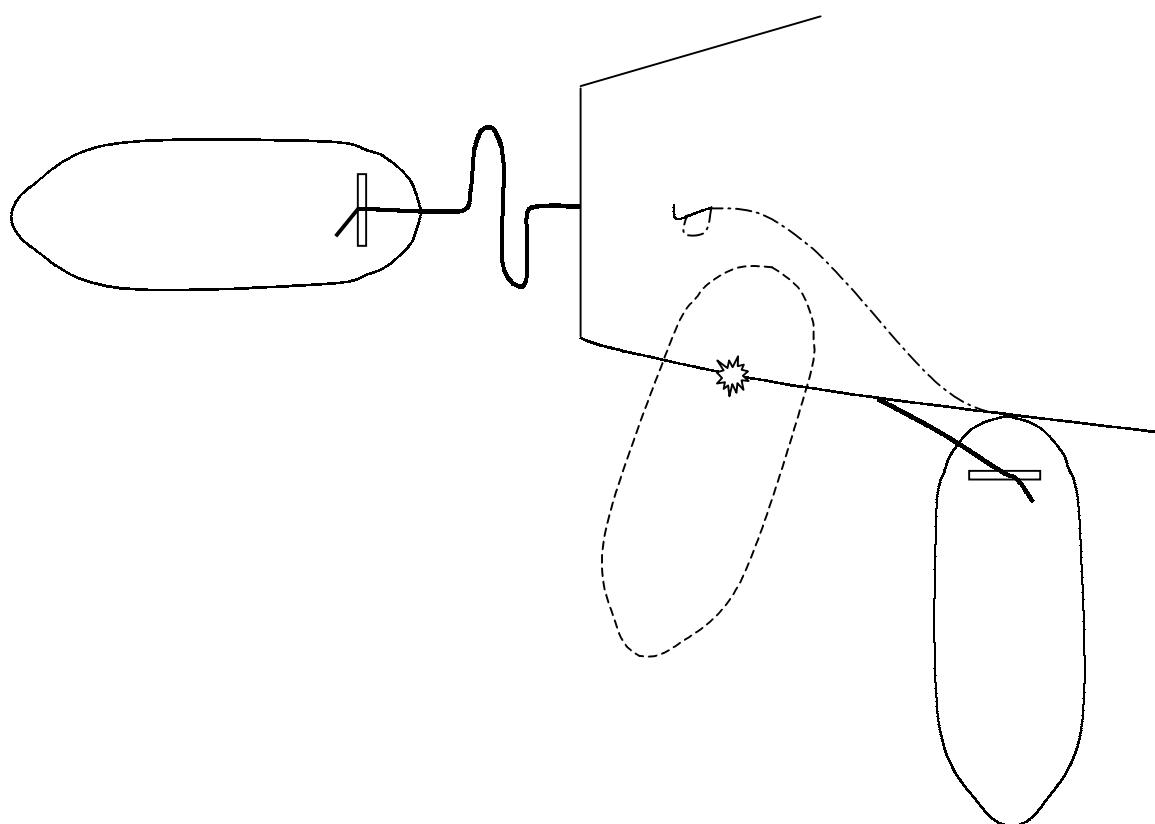


**En portance**

La dérive fait divergent lorsque le remorqué a de l'erre.

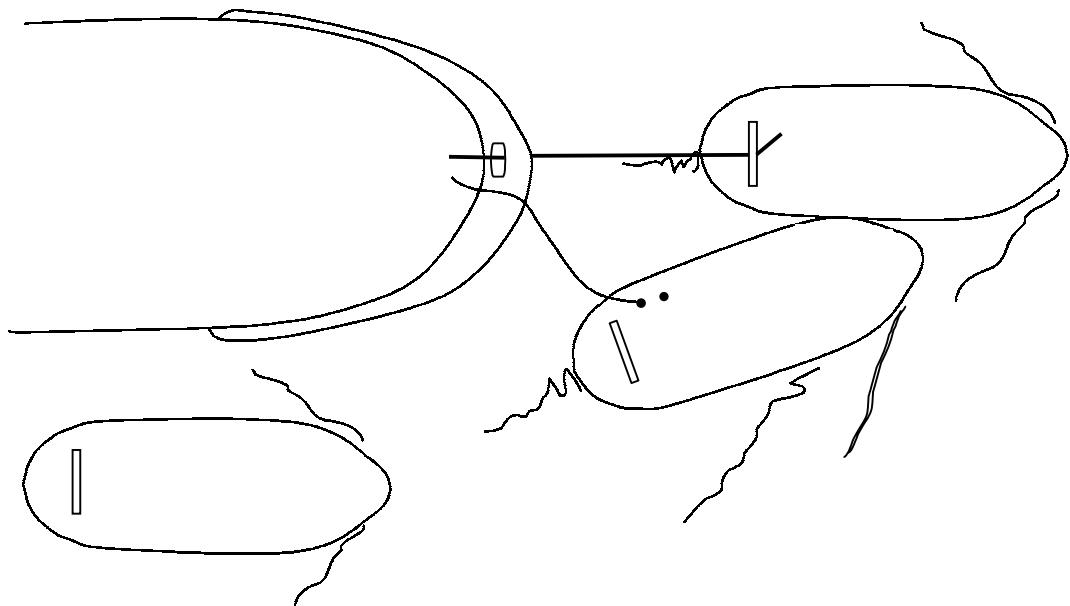
Pour modifier la divergence, il suffit d'agir sur le volant.

Le remorqueur va alors gîter. Si nécessaire, un coup de volant permet de le remettre très rapidement dans l'axe de la remorque.

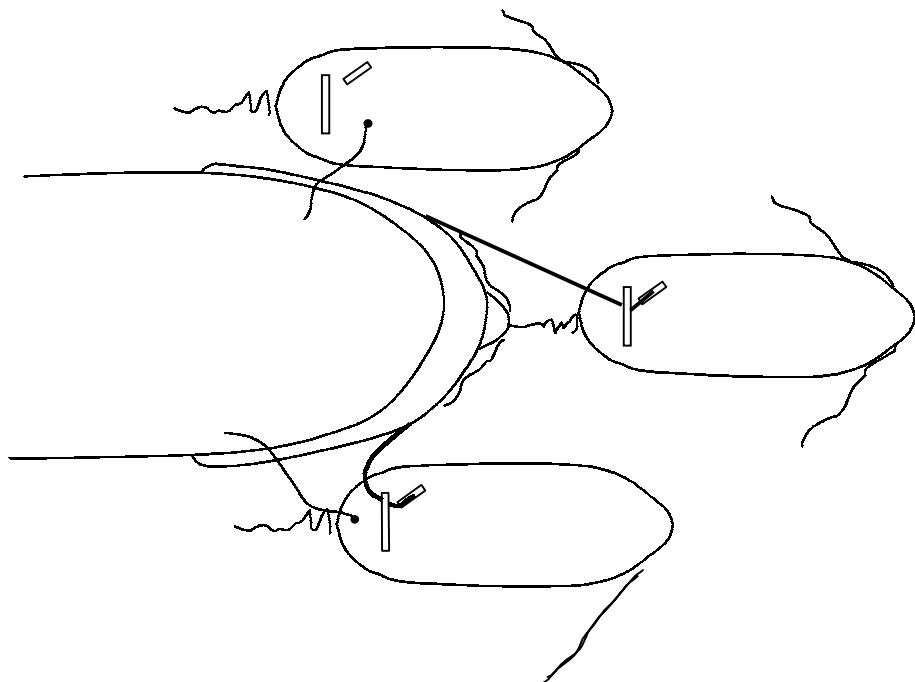


Le remorqueur peut très facilement passer de la position de tracteur à celle de pousseur.

Sur certains navires, il est nécessaire de prendre une longueur de remorque suffisante pour pouvoir ensuite pousser sans être bridé, et pris sous le dévers de la coque

**Prise de flèche avant**

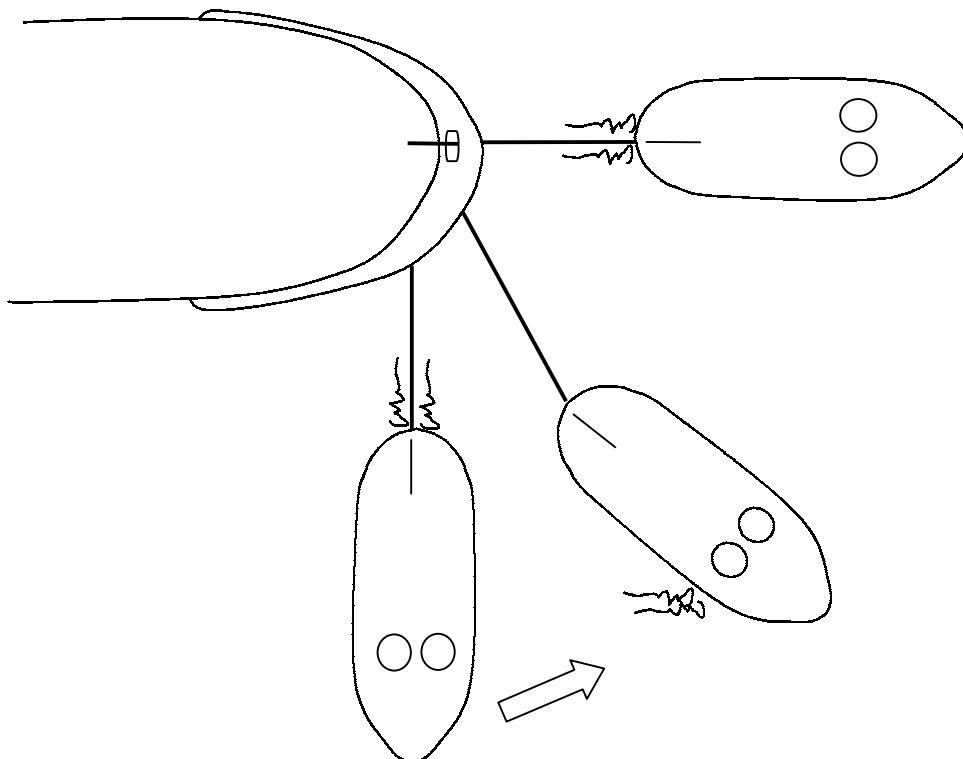
L'action sur le volant permet de revenir quasi instantanément à la même route que le remorqué.

Prise de flèche avant, avec patte d'oie, sur un gros navire avec bulbe d'étrave

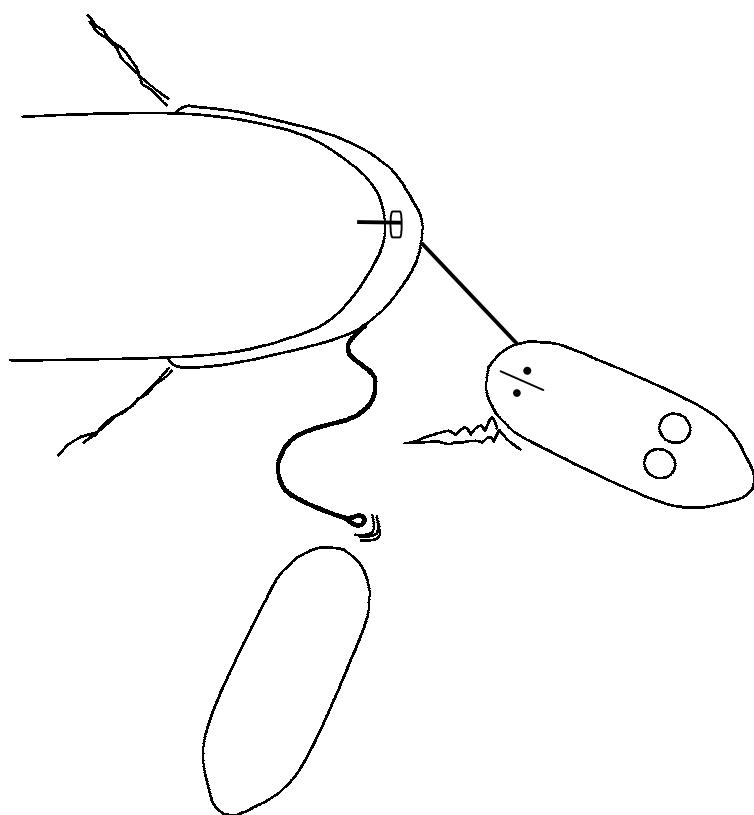
### Maneuvres en flèche

Coupler les commandes marche avant / marche arrière.

Venir dans la direction demandée par le pilote en agissant sur le volant.



**En flèche lorsque le remorqué a de l'erre**

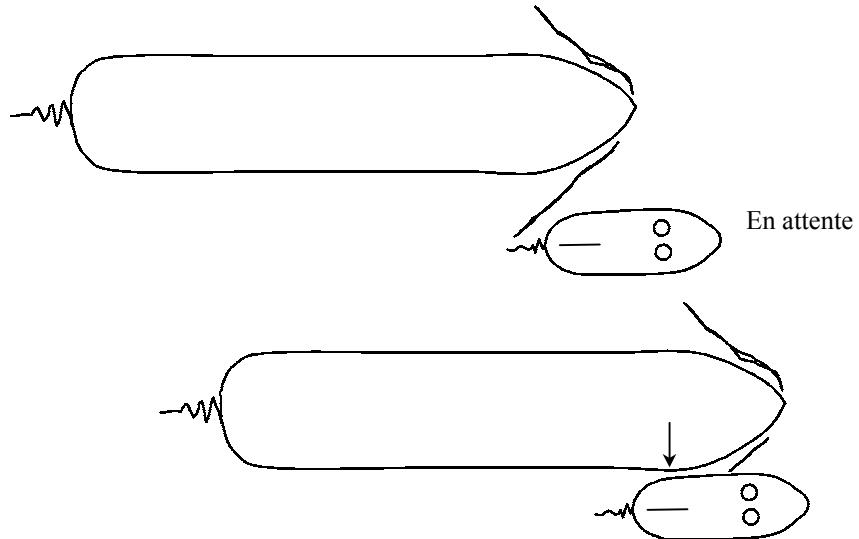


Le remorqueur garde la remorque dans la direction demandée (ici 45 droite) en agissant sur le volant. Mais ATTENTION! Quand on met du volant, on perd de la puissance en traction.

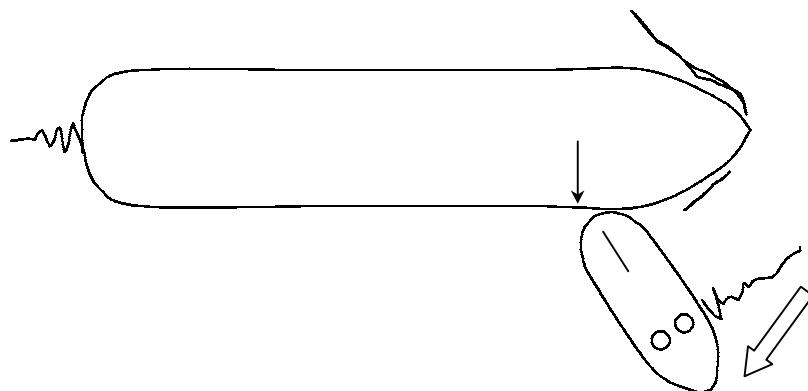
Au-delà d'une certaine vitesse de l'attelage, le remorqueur peut se trouver entraîné par le remorqué. Il peut être nécessaire de larguer la remorque.

**Pour se mettre à pousser sur un navire qui à conservé un peu d'erre**

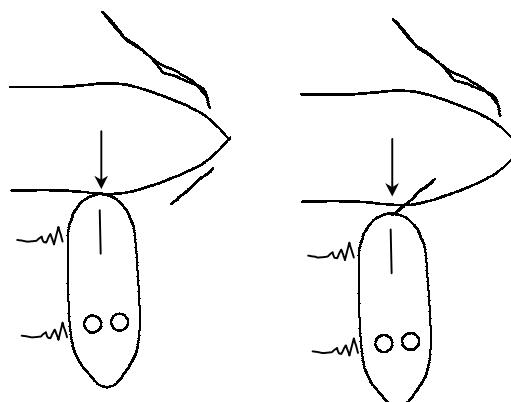
(manœuvre difficile)



Lorsque le remorqueur reçoit l'ordre d'aller pousser, choisir le point d'accostage sur le remorqué, s'approcher du remorqué en restant sur l'avant du point choisi.



Puis donner un coup de volant et appuyer énergiquement l'arrière.

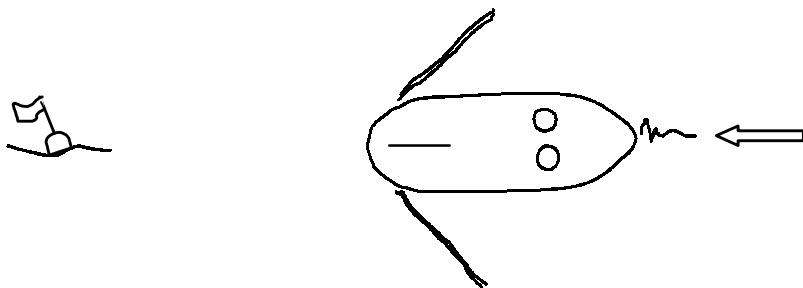


Si l'arrière n'est pas appuyé, le remorqueur va glisser le long de la coque du remorqué sans donner la poussée attendue.

Pour garder le remorqueur perpendiculaire au remorqué, mettre du volant.

Si la vitesse du remorqué est très faible, on peut le suivre en différenciant et en mettant du volant

## Se présenter pour récupérer une bouée, etc...



### 4.2.3 REMORQUE ET APPARAOUS DES REMORQUEURS

Le matériel de remorquage (croc de remorque, treuil de remorque, remorque) doit être conçu en fonction de la valeur de traction maximum au point fixe. La résistance de rupture de la remorque sera la donnée de référence utilisée pour garantir que la remorque sera toujours le point faible de l'ensemble des apparaux de remorquage.

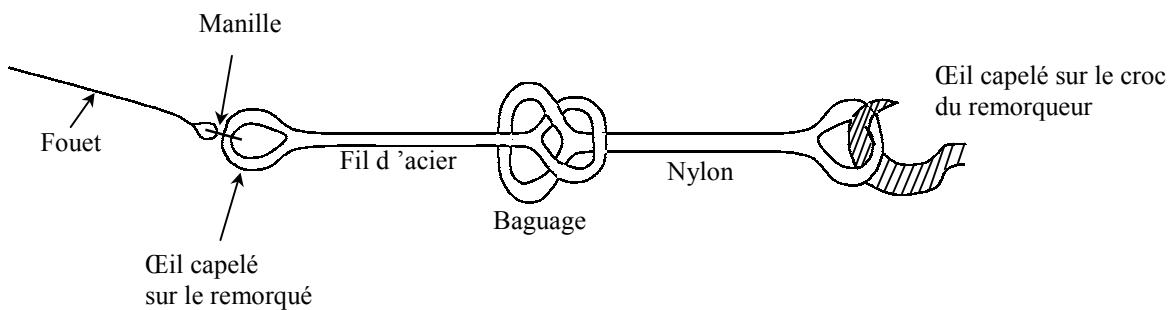
#### Remorque

##### Description

Une remorque de remorquage portuaire se compose en général de deux parties :

- Un fil d'acier terminé à chaque extrémité par un oeil épissé. L'un est capelé sur une bitte du navire remorqué et possède un fouet servant à embrasser le fil d'acier sur le remorqué. L'autre est relié par baguage à l'oeil épissé d'une aussière relativement élastique "nylon".
- l'aussière "nylon" comporte à son autre extrémité un oeil qui est capelé sur le croc de remorque. Ceci permet au remorqueur de larguer rapidement sa remorque en déclenchant l'ouverture du croc.

Le fil d'acier envoyé sur le remorqué résiste au ragage sur les chaumards du navire, tandis que l'aussière "nylon" donne une certaine élasticité à l'ensemble.

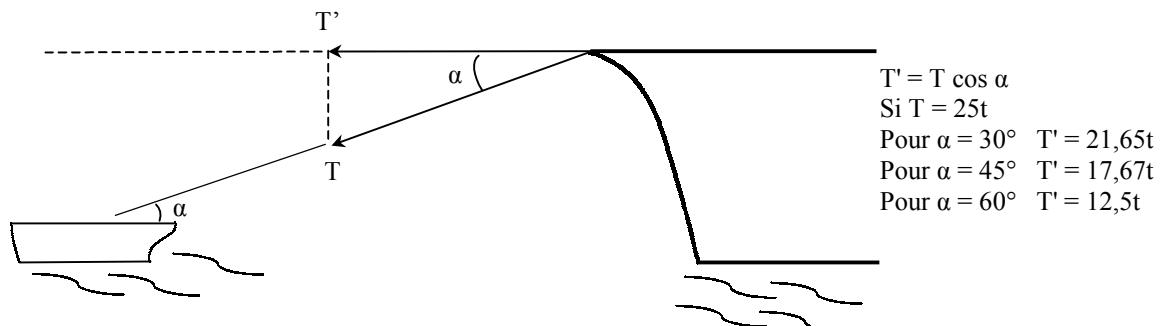


##### Longueur :

Pour absorber les surtensions, les remorques doivent être aussi longues et extensibles que cela est permis par les limites de la zone d'accostage. L'expérience a montré qu'une longue remorque caractérisée par une plus grande élasticité diminue le moment de gîte appliqué au remorqueur à chaque surtension.

Si la remorque utilisée est trop courte, la majeure partie de la traction exercée par le remorqueur est annihilée par la poussée des filets d'eau s'exerçant directement sur le côté du navire remorqué.

Une remorque trop courte présente aussi l'inconvénient de former un angle élevé avec le pont du remorqueur, diminuant d'autant la traction utile appliquée au remorqué (composante horizontale).



T est la traction exercée au croc,

T' est la traction exercée sur l'avant du remorqué :

On admet que la longueur minimale des remorques depuis l'arrière du remorqueur doit être de 1,5 à 2 fois la longueur du remorqueur lorsqu'il travaille en flèche.

Les remorqueurs qui ne possèdent pas de treuil de remorque ont en général plusieurs remorques de longueurs différentes permettant de s'adapter aux différents cas.

Les longueurs les plus communes sont de : 10 m pour le "nylon", 40 m pour le fil d'acier.

#### Résistance de rupture, usure :

Pour prendre en compte les surtensions (ou surcharges), on adopte en général une résistance de rupture égale :

- à 2,5 fois la traction au point fixe pour le fil d'acier ;
- à 3 ou 3,5 fois la traction au point fixe pour le "nylon".

L'usure des remorques est assez rapide, et pour des durées de mouvement d'environ 2h :

- le fil d'acier est changé environ tous les 100 mouvements ;
- le "nylon" est changé environ tous les 70 mouvements.

Le remorqueur fournit lui-même la remorque, sauf cas exceptionnel.

La remorque du remorqueur est embraquée sur le remorqué au moyen d'une touline, puis d'un fouet maillé sur l'oeil du fil d'acier.

Le fouet est garni sur une poupe de treuil, puis une fois l'oeil à bord, celui-ci est capelé sur une bitte.

Les caractéristiques de la remorque doivent être garanties par le remorqueur et être conformes à sa puissance de traction au point fixe: ceci est important en cas de litige juridique suite à un accident de remorquage.

La récupération de la remorque par le remorqueur est une opération délicate qui prends un temps assez long. Le remorqueur pourra être amené à stopper pour ne pas engager la remorque dans son hélice ou son propulseur.

Lorsqu'il largue un remorqueur arrière, le pilote doit dans la mesure du possible éviter de mettre trop brutalement la propulsion en avant, ce qui risquerait de projeter la remorque dans l'hélice ou le propulseur du remorqueur.

La récupération de la remorque est facilitée et accélérée si celle-ci est garnie sur un treuil de remorque. Sinon on peut employer un treuil particulier situé sur l'avant, qui vire une vérine maillée sur la remorque. L'utilisation de guides ou de rouleaux amovibles situés sur le pavois à l'extrême arrière facilite également cette manœuvre.

#### Cas particulier de remorque fournie par le navire remorqué :

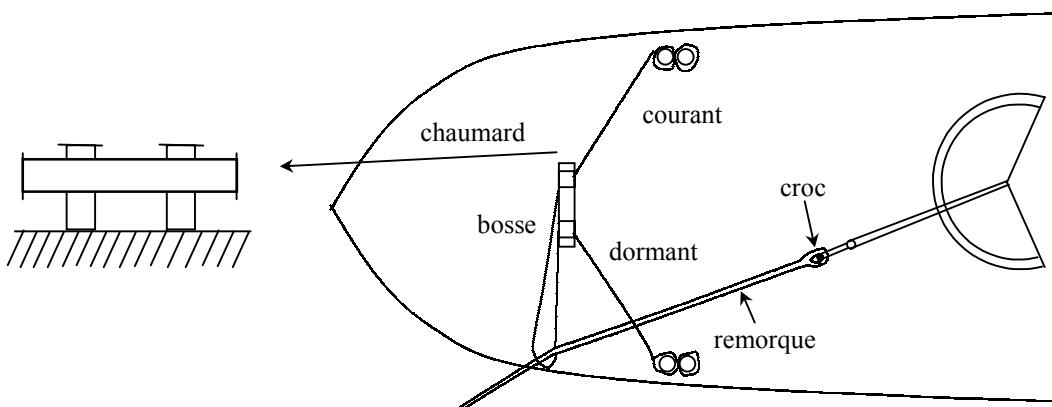
Le remorqueur largue alors l'oeil de la remorque au croc et se dégage hélice claire. Ceci est particulièrement utile lorsque le remorqueur est utilisé rapidement en pousseur pour tenir un navire par vent débordant (manœuvres en forme de radoub par exemple). Dans ce cas, la garantie de la remorque est assurée par le remorqué.

#### **Bosse de remorque :**

Elle est utilisée à bord des remorqueurs classiques attelés à l'arrière d'un bâtiment (ou à l'avant si celui-ci doit être déhalé en arrière).

La bosse ramène le point de tire sur l'arrière du remorqueur, ce qui lui permet de rester manoeuvrant et lui évite d'être "pris par le travers" lorsque le navire assisté prend de l'erre.

C'est généralement une amarre "nylon", passée par-dessus la queue en "nylon" de la remorque pour brider celle-ci sur l'arrière, et limiter l'angle formé par la partie de la remorque se trouvant à bord avec l'axe du remorqueur.



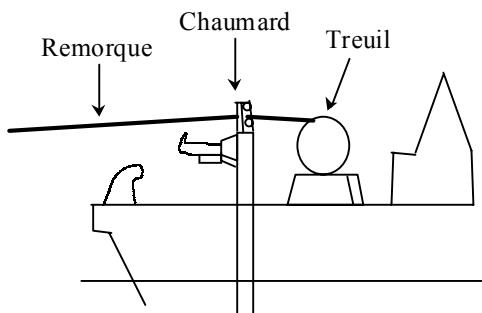
Comme le montre la figure ci-dessus, le dormant de la bosse, tourné sur des bittes situées en abord, passe sous un chaumard placé à l'arrière, puis par-dessus la remorque.

Le courant repasse sous le chaumard puis est tourné sur des bittes de l'autre bord. Le courant peut être garni sur la poupe d'un "treuil de bosse", permettant de régler la longueur de la bosse.

### Treuil de remorque

A l'instar des remorqueurs de haute mer, certains remorqueurs portuaires (le plus souvent de type Voith-Schneider ou à propulseurs) possèdent un treuil de remorque télécommandé de la passerelle et commandé localement.

Le point d'application de la force de traction est généralement un chaumard situé sur l'arrière du treuil et dans l'axe du remorqueur.



### Utilisation

Pour passer sa remorque, on dévire le treuil ou le débraye pendant que le remorqué embraque la remorque à son bord.

Pour rentrer la remorque lorsqu'elle a été larguée, il suffit alors au remorqueur de la virer.

Pendant la manœuvre, on peut après avoir réduit la traction, régler la longueur en fonction des circonstances : l'augmenter dans un avant-port ouvert à la houle pour réduire les à-coups, ou la diminuer pour une entrée dans une écluse, un passage de pertuis, ou des eaux resserrées.

Pour des raisons de sécurité, une fois la longueur réglée et avant de raidir, le tambour est débrayé et mis sur frein. Ceci permet en manœuvre d'urgence de desserrer le frein et de filer toute la remorque par le bout.

### Avantages

- plus grande sécurité pour l'équipage du remorqueur;
- simplification des passages et récupérations de la remorque ;
- possibilité d'adapter la longueur de la remorque aux circonstances de la manœuvre.

### **Croc de remorque :**

C'est, à bord du remorqueur, le point à partir duquel s'effectue l'effort de traction. Il est généralement constitué par un crochet vertical sur lequel on capte l'oeil de la remorque ;

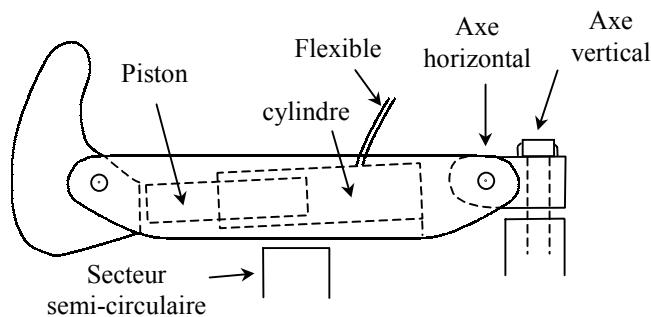
Ce crochet pivote autour d'un axe horizontal de façon à s'ouvrir pour larguer la remorque en cas de nécessité.

Pour des raisons évidentes de sécurité, cette ouverture doit être rapide et commandée à la fois localement, à proximité du croc, et à distance de la passerelle.

#### Fonctionnement :

Il existe deux types de crocs à échappement :

- les crocs mécaniques où l'ouverture se fait par un système un peu analogue à celui de la détente d'une arme à feu. Un des inconvénients de ce système est la brutalité du déclenchement, ce qui peut être dangereux pour le personnel, et soumet les pièces mécaniques à rude épreuve. Ce système est pratiquement abandonné.
- Les crocs hydrauliques dont l'usage s'est généralisé. Comme le montre le schéma ci-dessous, le croc est maintenu vertical, en position fermée de traction par l'intermédiaire d'un vérin dont le piston appuie sur le talon du croc.



Pour ouvrir le croc, il suffit d'ouvrir une vanne qui vide le cylindre du vérin de son contenu d'huile dans une caisse prévue à cet effet. Des ressorts de rappel font rentrer le piston à l'intérieur du cylindre, libérant ainsi le croc qui bascule vers l'arrière. Ce mouvement n'est pas brutal parce que l'huile ne se vide pas instantanément.

Pour réarmer le croc il suffira au moyen d'une pompe à main, de remplir le cylindre du vérin d'huile et de remettre cette huile en pression.

On dispose à la passerelle, près de la télécommande de largage, d'un manomètre qui indique la pression d'huile dans le circuit. La lecture de cette pression donne une idée de la charge supportée par le croc, et peut prévenir de la rupture de la remorque.

Le flexible alimentant en huile le vérin supporte une pression d'environ 300 bars. On maintient en général une pression dans le circuit entre 50 et 100 bars. L'ensemble du croc doit pouvoir supporter une charge au moins égale à 4 fois la traction au point fixe du remorqueur, c'est-à-dire davantage que la remorque qui doit toujours rester le point faible du matériel.

#### Position, orientation :

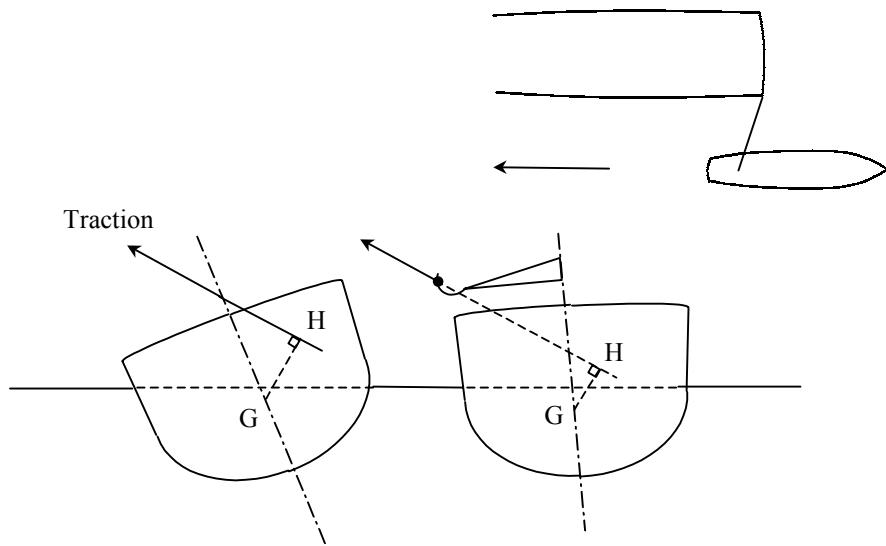
Le croc est situé à l'extrémité d'un bras oscillant dans un plan horizontal autour d'un axe vertical. Le bras est aussi mobile dans un plan vertical, au-dessus de l'horizontale, grâce à un secteur semi-circulaire sur lequel il s'appuie.

Sur les remorqueurs classiques, l'axe vertical du bras oscillant est situé au voisinage de la verticale du centre de dérive transversale.

Ce bras est long, d'une demi - largeur de remorqueur(approximativement), de façon à venir en abord par le travers et diminuer ainsi le couple de chavirement. Il s'oriente sur 180°, du gisement 90° au gisement 270°. Sur la figure ci-dessous le bras de levier GH est diminué.

Sur les remorqueurs type Voith ou à propulseurs, l'axe du bras oscillant est situé beaucoup plus sur l'arrière, le bras est moins long (moins d'un quart de la largeur du remorqueur), et s'oriente sur 270°, du gisement 45° au gisement 315°.

Ceci permet de faire en arrière sur la remorque pour donner un couple évolutif ou simplement accompagner un navire.



## 4.3 LE REMORQUAGE DE PORT

### 4.3.1 GENERALITES

A moins de disposer de moyens de propulsion souples et variés, en particuliers de propulseurs transversaux avant et arrière, il est rare qu'un navire d'un certain tonnage qui fait mouvement dans un port puisse se dispenser du concours des remorqueurs.

Ces mouvements portuaires se présentent de différentes manières selon :

- que le remorqué dispose ou non de sa propulsion ;
- qu'il vient du large ou quitte le quai ;
- qu'il est bâtiment de guerre ou navire de commerce ;
- qu'il a ou non un bulbe d'étrave et que celui-ci est immergé ou visible ;
- qu'il a ou non de l'erre au moment du passage de la remorque ;
- que le remorqueur est prévu pour aller en flèche à l'avant ou à l'arrière ;
- que les conditions météorologiques obligent le remorqué à conserver peu ou beaucoup d'erre ;
- que la configuration du chenal nécessite des changements de route.

### 4.3.2 REGLES A RESPECTER

- Un croc de remorque doit être fréquemment vérifié et le bon fonctionnement de sa commande d'ouverture à distance contrôlé avant toute manoeuvre de remorquage;
- un moyen de secours doit rester à proximité du croc (hache, masse, tronçonneuse, oxycoupeur...) ;
- un remorqueur ne se présente en position de passage de remorque que sur l'ordre du pilote et après avoir estimé la vitesse du convoi qui doit être limitée à quatre noeuds au maximum ;
- une remorque n'est jamais crochée à la gaffe ou à la chatte. Elle est toujours passée au moyen d'une touline ;
- la plage arrière du remorqueur doit être évacuée de son personnel avant la mise en tension de la remorque ;
- le gain de temps est appréciable au passage de la remorque (donc lorsque le remorqueur est en situation délicate) quand le remorqueur fournit lui-même la remorque ;
- tous les hublots, sabords, portes, claires-voies de machine, doivent être soigneusement fermés durant les remorquages en flèche (avant ou arrière) ;
- le port de la brassière et du casque est obligatoire pour le personnel de la manoeuvre arrière.

### **4.3.3 PASSAGE DE REMORQUE A UN NAVIRE SANS ERRE, A QUAI OU AU MOUILLAGE, SANS COURANT**

Que ce soit pour appareiller d'un port, pour y rentrer à partir d'un mouillage sur rade abritée sans courant, ou pour faire un mouvement de changement de quai, la manœuvre qui consiste à prendre en charge un navire sans erre est certainement celle qui offre le moins de risques sans être forcément la plus aisée.

Le remorqueur peut s'approcher du chaumard d'étrave ou du chaumard axial arrière pour prendre et établir sa remorque.

Il pourra ensuite tenir son poste d'attente sans difficulté, en faisant au besoin en avant très lentement sur sa remorque. Si le courant et/ou le vent le plaquent sur le remorqué, le remorqueur pourra choisir entre deux solutions :

- - soit rester en avant très lentement sur sa remorque ;
- - soit mouiller une ancre au vent et se laisser culer pour se rapprocher du remorqué (cas d'un bâtiment accosté).

### **4.3.4 PASSAGE DE REMORQUE A UN NAVIRE EN DERIVE**

Quelles que soient les forces et directions du vent et du courant, ce navire s'est stabilisé à sa position d'équilibre, généralement voisine du vent de travers.

L'influence relative du courant est négligeable entre le remorqueur et le remorqué.

Comme dans les cas précédent , le remorqueur va pouvoir s'approcher sans grand danger des plages avant ou arrière par la seule influence des effets du clapot régnant sur la zone d'attente du port.

### **4.3.5 PASSAGE DE REMORQUE A UN NAVIRE AU MOUILLAGE DANS UNE ZONE A COURANT**

La présentation des remorqueurs pour le passage de remorque est similaire à celle adoptée pour un navire en route à vitesse modérée, correspondant ici à la force du courant.

En règle générale , les remorques sont établies lorsque le navire a viré sa chaîne à pic. Dans le cas où l'ancre n'est pas encore à pic, la chaîne pourrait rappeler dans la direction du remorqueur , risquant de lui détériorer hélice ou gouvernail.

### **MANIERES D'UTILISER UN REMORQUEUR**

Il existe plusieurs manières d'utiliser les remorqueurs, quelles que soient leurs caractéristiques :

- -en flèche
- -à couple
- -en pousseur (ou en fronton)
- -en tableau
- -en bretelle
- -en arbalète, ou remorqueur d'embelle(en belle)

### **4.3.6 LE REMORQUAGE EN FLECHE**

Le remorqueur est attelé soit à l'avant soit à l'arrière du remorqué par l'intermédiaire d'une aussière capelée sur son croc de remorque .

La longueur de l'aussière (20 à 40 mètres) dépend de la hauteur de l'étrave (ou de la poupe) du bâtiment remorqué, et de l'encombrement du plan d'eau où doit s'effectuer la manœuvre .La remorque sera la plus longue possible, pour que l'attelage présente plus de souplesse et que le remorqueur perde moins de puissance par l'effet des filets d'eau projetés par l'hélice contre la coque du remorqué .

Le remorquage de port en flèche n'est pas destiné, en principe, à faire avancer ou culer le bâtiment, mais à le diriger ou à limiter sa dérive. C'est pourquoi il est indispensable que le remorqueur attelé puisse évoluer rapidement d'un bord à l'autre .

Lorsqu'un bâtiment qui s'amarre dans un port est en mesure de se servir de sa propulsion, c'est elle qui donne l'erre en avant ou en arrière et étale le bâtiment. En cas d'indisponibilité de propulsion, d'autres remorqueurs généralement plus puissants que les premiers sont utilisés amarrés à couple.

La manœuvre de présentation en flèche à l'avant est indéniablement la plus délicate et celle qui demande le plus d'attention de la part du commandant, de l'homme de barre ou des équipes de manœuvre .

Cette manœuvre n'est pas dénuée de risques : accostage involontaire du remorqué , pivotement du remorqueur sur le bulbe ou l'étrave du remorqué, pouvant au pire entraîner le chavirement du remorqueur, ou tout au moins des dégâts matériels ou des accidents de personnel .

Cette manœuvre de présentation en flèche à l'avant peut-être décomposée en trois phases, correspondant aux positions du remorqueur :

- attente
- passage de la remorque
- remorquage

#### a) position d'attente

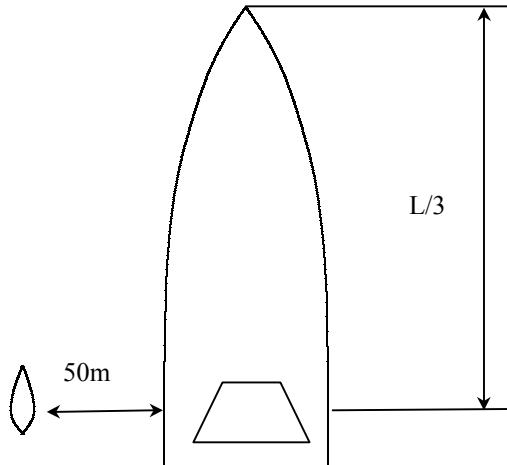
Le remorqueur vient prendre un poste sur l'arrière du dévers , c'est-à-dire en général au tiers de la longueur à partir de l'avant du remorqué , à une cinquantaine de mètres de distance .

Il peut alors contrôler la route et la vitesse du navire à remorquer .

Cette position d'attente est une phase décisive car , avant de se présenter pour établir la remorque il est indispensable de savoir si le remorqueur a une marge de manœuvre suffisante pour dégager en urgence.

La vitesse du remorqué devra être de 3 à 4 noeuds au maximum. Si cette limite est dépassée, le commandant du remorqueur devra le signaler au pilote afin qu'il diminue l'allure.

De plus, le remorqueur devra s'assurer que l'équipe de plage avant du remorqué a rallié son poste et qu'elle est parée à établir la remorque.

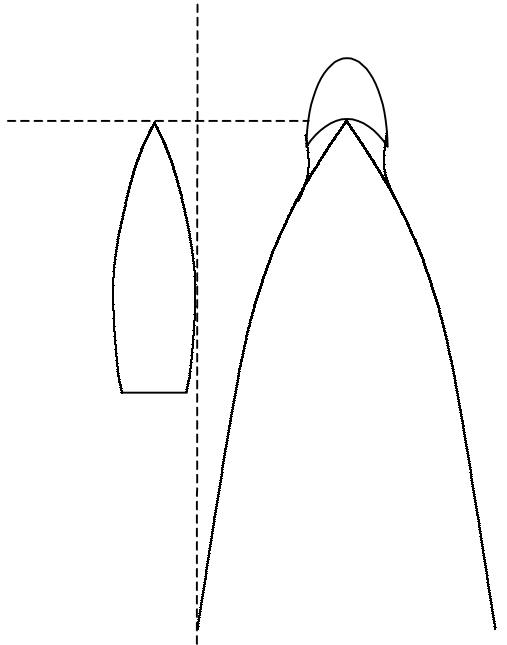


#### b) Position de passage en remorque

Sur ordre du pilote

"Présentez vous sur tel bord" ou sur demande du commandant de remorqueur, "Puis-je me présenter pour prendre (ou passer) ma remorque en flèche avant ?", le remorqueur se rapproche de la joue du remorqué en tenant les deux étraves (remorqueur/remorqué) sensiblement à même hauteur .

Le côté engagé du remorqueur ne doit pas rentrer à l'intérieur de la ligne prolongeant vers l'avant la muraille de la coque du remorqué.



Cette position de passage de remorque est délicate :

- le remorqueur est dans la zone de dépression créée par le bulbe ;
- il subit les effets de la lame d'étrave ;
- le couronnement arrière est relativement proche du remorqué, mais la position reste néanmoins confortable car une erreur dans la tenue de poste du remorqueur n'entraîne au maximum que l'accostage sous la joue avant, à l'exclusion de tout chavirement ou pivotement sur l'étrave ou sur le bulbe.

### c) position de remorquage

Le remorqueur ne quitte sa position de passage de remorque (n°2) qu'après l'évacuation de tout le personnel de sa plage arrière.

En conservant sensiblement une route parallèle au remorqué, le remorqueur accélère franchement, jusqu'à dégager son couronnement arrière de l'étrave (position 3)

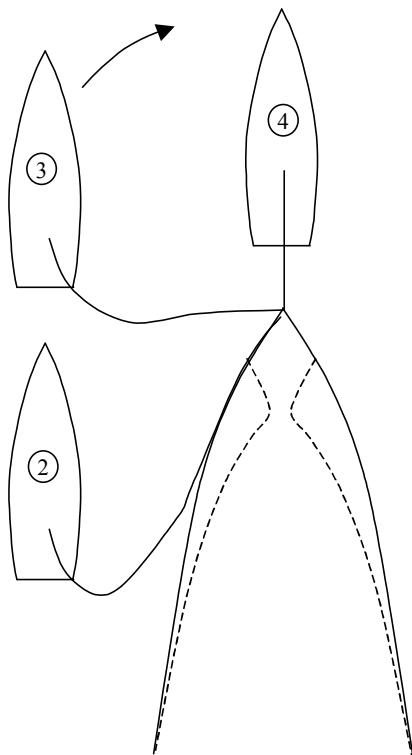
C'est ici que la réserve de puissance appréciée dans la phase "position d'attente" va trouver sa justification.

Sans atteindre sa vitesse maxima, le remorqueur doit pouvoir adopter une vitesse de 2 à 3 noeuds supérieure à celle du remorqué.

La remorque reste molle pendant les phases 2 et 3.

Le remorqueur peut alors infléchir sa route pour venir dans l'axe (position 4) et régler définitivement la longueur de sa remorque.

Le commandant du remorqueur est seul compétent pour ordonner le tournage de l'extrémité de la remorque sur la plage avant du remorqué.



### Tournage de la remorque

Lorsque le navire assisté est un habitué du port, la remorque choisie est généralement bien adaptée et se termine alors par un oeil que l'équipe de manœuvre du remorqué capelle sur une bitte. Bien que rapide, cette procédure ne doit être utilisée qu'avec la certitude de pouvoir déclencher le croc ou d'être prêt à cisailier la remorque en cas de danger.

Le plus souvent l'extrémité franche de la remorque est simplement tenue par une surliure, et la remorque est tournée aux bittes de la plage avant du remorqué.

Cette solution est plus sécurisante car la remorque peut-être choquée ou larguée même sous forte tension.

### Mise en tension de la remorque

En se conformant aux ordres du pilote, la remorque est raidie en souplesse.

L'homme de barre essaie de conserver un cap stable car les embardées provoquent des tensions brutales sur la remorque.

Le servant de commande moteur accélère tour par tour, dixième de noeud par dixième de noeud afin que la remorque se raidisse en douceur.

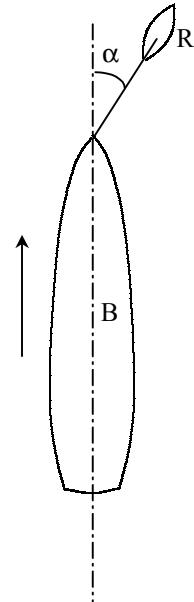
Il est en effet indispensable que la remorque soit préalablement tendue avant de permettre au remorqueur de donner toute sa puissance ou la puissance demandée.

### Danger de l'erre en avant pour le remorqueur en flèche avant

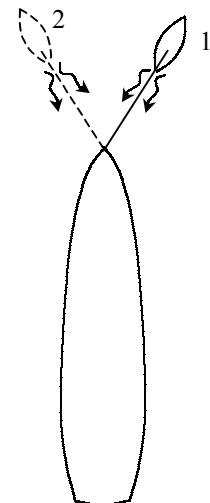
Les évolutions d'un bâtiment lourd avec des remorqueurs en flèche doivent être entreprises avec un peu d'erre.

Supposons un remorqueur de l'avant tirant vers la droite pour une certaine vitesse du bâtiment B, il y a une limite supérieure de l'angle  $\alpha$  que fait la remorque avec l'axe du bâtiment, au-delà de laquelle le remorqueur n'est plus manœuvrant, est tiré en travers par le remorqué et risque de chavirer.

Cet angle est d'autant plus faible que la vitesse est plus grande; et ne peut atteindre  $90^\circ$  (traction par le travers) que si le bâtiment B est étale. D'une part, il appartient au commandant du remorqueur de ne jamais dépasser cet angle limite; d'autre part, il appartient au directeur de la manœuvre, c'est-à-dire au pilote, d'agir sur la propulsion du navire pour diminuer la vitesse avant de faire tirer le remorqueur sous un angle trop fort. C'est pourquoi un grand bâtiment ne doit jamais dépasser 2 nœuds pendant une évolution importante. En route droite, avec un remorqueur tirant, presque dans l'axe, il peut accélérer sans danger jusqu'à 4 nœuds.



Il arrive que l'erre de l'ensemble augmente sans qu'on s'en doute. Supposons un bâtiment dont le remorqueur en flèche doit alternativement tirer vers tribord (position 1) et vers bâbord (position 2) pour le maintenir en route stable. À chaque changement de bord, il est obligé d'accélérer pour évoluer plus facilement ou plus rapidement. Pendant ces manœuvres, il exerce dans l'axe du remorqué (entre les positions 1 et 2) une traction intense, qui finit par augmenter sensiblement l'erre de l'ensemble. Le remorqué, devra, battre en arrière de temps en temps pour limiter la vitesse.



#### d) Manœuvres d'urgence en cas de succion

Si en dépit de ces instructions un remorqueur est plaqué contre la coque d'un bâtiment, il faut :

- avertir le pilote;
  - amorcer l'une des manœuvres d'urgence suivantes :
1. Si le remorqueur est aspiré par le remorqué en phase de passage de remorque (position 2) c'est-à-dire, lorsque les deux étraves ou étrave bulbe sont à même hauteur, aucun chavirement n'est à craindre. Les superstructures du remorqueur risquent de souffrir sous le dévers du remorqué. Après avoir déclenché ou récupéré sa remorque, le remorqueur se dégagera en arrière jusqu'au bordé franc de la coque où il pourra s'en écarter.
  2. Si l'aspiration se produit entre les phases 2 et 3 c'est-à-dire lorsque l'étrave du remorqueur a dépassé le bulbe ou l'étrave du remorqué, mais le couronnement arrière du remorqueur n'en est pas encore dégagé, il importe de réagir sans délai.  
Il est probable que la proximité, de l'étrave du remorqué ne permette pas au remorqueur de mettre sa barre en grand pour se dégager.

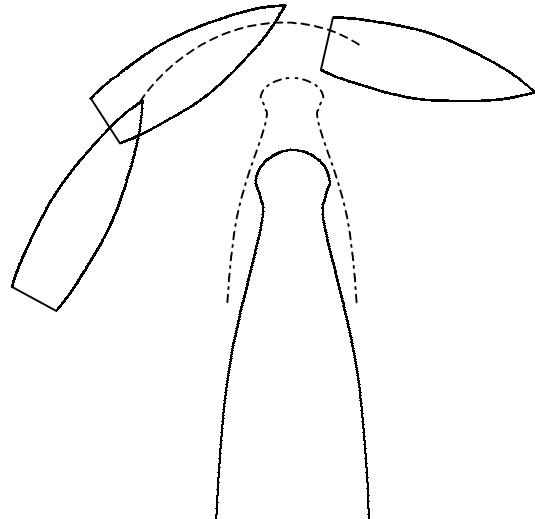
Lorsque le commandant du remorqueur se rend compte que la barre ne sera pas suffisante pour redresser son bateau, et bien avant qu'il s'appuie sur le bulbe, ou l'étrave au risque de chavirer, la manœuvre d'urgence suivante a souvent été couronnée de succès :

Barre à zéro, monter très rapidement en allure  
"En avant toute"

Déclencher le croc de remorque.

Mettre ensuite la barre toute du bord engagé côté remorqué, lorsque la passerelle ou le centre de gravité du remorqueur passe dans l'axe du remorqué.

La vitesse acquise et la bosse de l'arrière risquent d'atténuer les dommages éventuels et empêcheront le remorqueur de rester en travers sur l'étrave du remorqué.

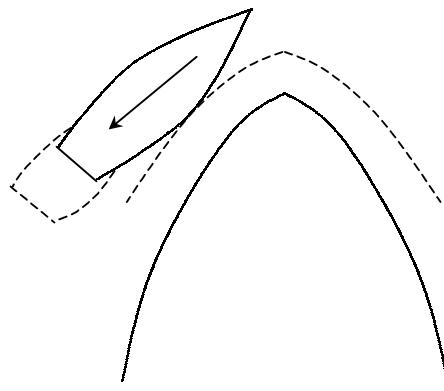


3. Si le remorqué doit conserver une bonne vitesse en raison des conditions particulières (météorologiques par exemple) et que sciemment le commandant du remorqueur en ait accepté le risque lors du passage de remorque, la vitesses relative de dégagement du remorqueur en sera diminuée.

Si la succion se produit avant que la passerelle du remorqueur ait dépassé le bulbe et si le temps de réponse des moteurs du remorqueur est relativement bref, il peut être judicieux d'envisager :

- de déclencher la remorque
- de stopper et battre en arrière roulément.

La vitesse de défilement du remorqué amènera le remorqueur dans une position d'accostage sous le dévers, lui occasionnant sans doute des dégâts dans ses superstructures mais avec de faibles risques de chavirement.



#### **4.3.7 LE REMORQUAGE EN FLECHE PAR L'ARRIERE**

De même qu'à l'avant, on ne doit prendre ou passer une remorque en flèche à l'arrière qu'avec très peu d'erre.

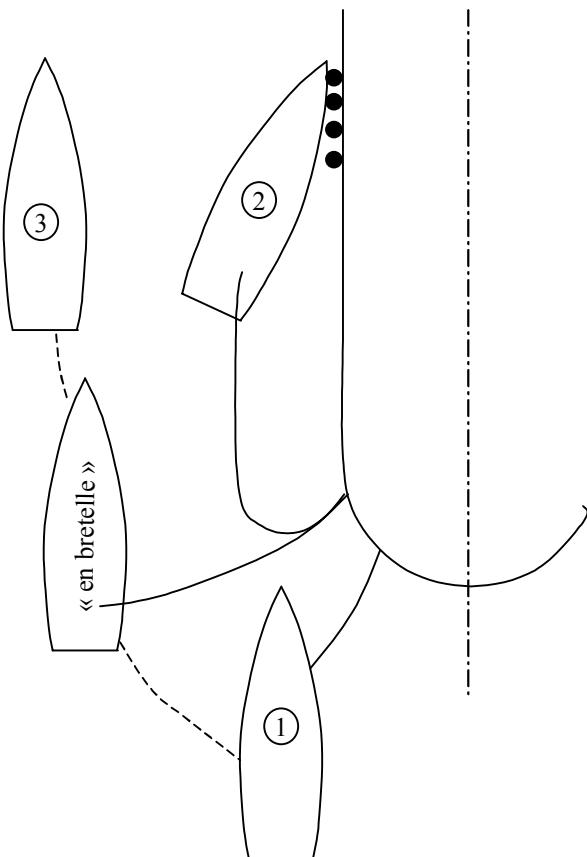
Le pilote signale au remorqueur le bord de présentation et la vitesse du bâtiment.

Le remorqueur remonte le remorqué dans son sillage et reçoit la touline lorsqu'il arrive à bonne portée (position 1).

Tout en établissant la remorque, le remorqueur passe sur l'avant des hélices pour gagner sa position de transit en "bretelle".

Certains remorqueurs civils appuient leur joue garnie de défenses sur la hanche du remorqué.

Le remorqueur reste ainsi plaqué avec un léger, angle de barre (position 2).

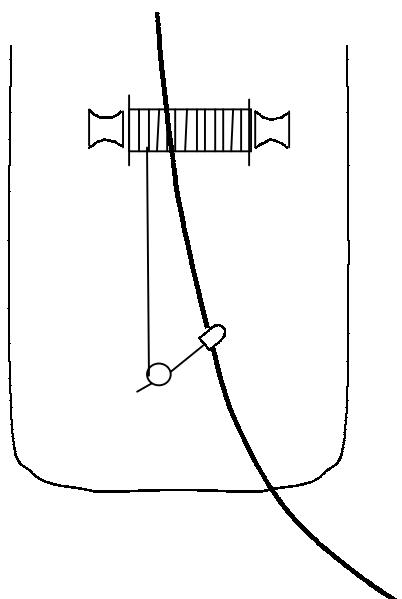


Les remorqueurs de la Marine Nationale choisissent de préférence de tenir un poste en route parallèle et à faible distance de la hanche du remorqué. (Position 3).

Dans ces deux cas, une attention toute particulière doit être portée sur la tension de la remorque, suffisamment molle pour ne pas influer sur la route du remorqué, mais assez tendue pour ne pas s'engager dans une hélice.

L'emploi de la redresse raidie à volonté au treuil de bosse peut être conseillé, surtout si le remorqueur est appelé à se déployer et à venir en traînard derrière le remorqué. Cette retenue plage arrière lui évitera d'être remorqué en travers en cas de défaillance de sa propulsion.

La position en bretelle devra être maintenue tant que la vitesse du convoi ne sera pas réduite à un nœud maximum.



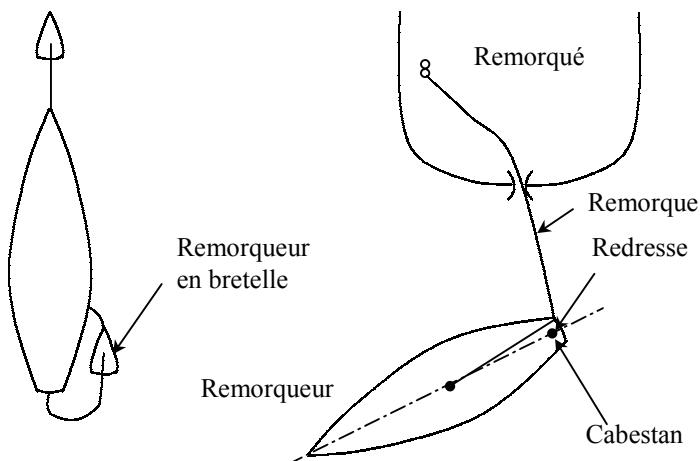
Durant toute la manœuvre, le pilote doit signaler aux remorqueurs tout changement de route et de vitesse.

#### **Danger de l'erre en avant pour le remorqueur arrière**

Si le remorqueur arrière se laisse traîner en culant, il n'est pas manœuvrant. Le point de traction s'effectuant aux environs de la verticale du centre de dérive transversal, il va venir en travers malgré sa barre et chavirer. Toutefois, la plupart des remorqueurs de port ont une stabilité telle qu'ils peuvent se faire ainsi traîner par le travers tant que la vitesse ne dépasse pas 1 nœud.

C'est pourquoi les règles suivantes sont à respecter :

- Lorsque l'ensemble remorqueur - remorqué doit effectuer un assez long trajet entre deux évolutions et par conséquent prendre un peu d'erre, le remorqueur arrière se retourne et adopte une route exactement parallèle, à la même vitesse et remorque molle (remorqueur en bretelle).



- Pour éviter qu'au cours d'une évolution de l'ensemble, un remorqueur arrière ne soit surpris par une erre trop importante l'empêchant de se redresser, sa remorque est généralement bossée. L'artifice consiste à reporter le point d'application de la force de traction du croc en un point situé davantage sur l'arrière du remorqueur. Son axe longitudinal se rapproche de la direction de la remorque et le chavirement n'est plus à craindre.

La « bosse » (appellation usuelle dans les ports de commerce) ou « redresse » (Marine Nationale), est faite d'un gros filin, ou d'un fil d'acier terminé par une cosse, dans laquelle est maillée une manille capelée sur la remorque. L'autre extrémité est garnie au treuil arrière du remorqueur et peut être virée ou dévirée à la demande.

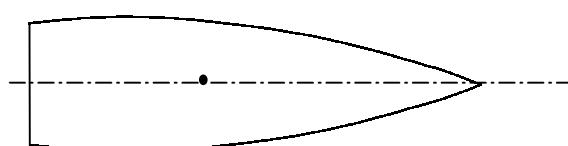
#### **Notion de "pivot point"**

Le "pivot point" est le point d'application de la résultante des forces liquides qui s'appuient sur la coque. Le navire pivote autour de ce point, dont la position fictive varie sur l'axe longitudinal suivant que le navire est stoppé, a de l'erre en avant, ou a de l'erre en arrière.

##### 1. Navire stoppé

Le pivot point est au milieu.

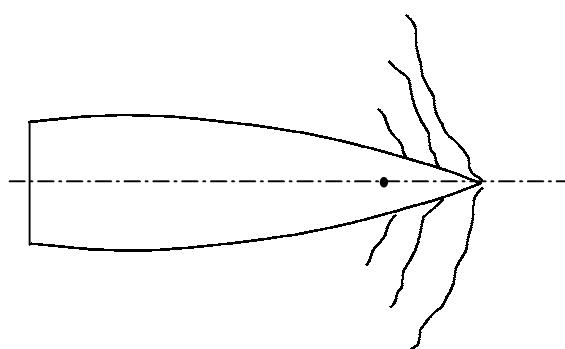
On le manœuvre en agissant indifféremment sur l'avant ou sur l'arrière.



##### 2. Navire avec de l'erre en avant

Le pivot point est à l'avant.

On le manœuvre en agissant sur l'arrière.

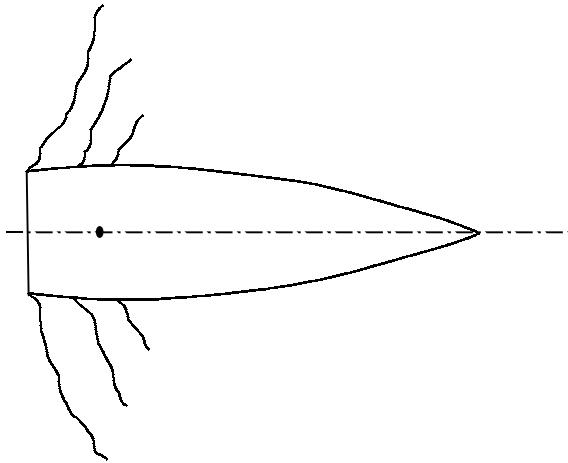


### 3. Navire avec de l'erre en arrière

Le pivot point est à l'arrière.

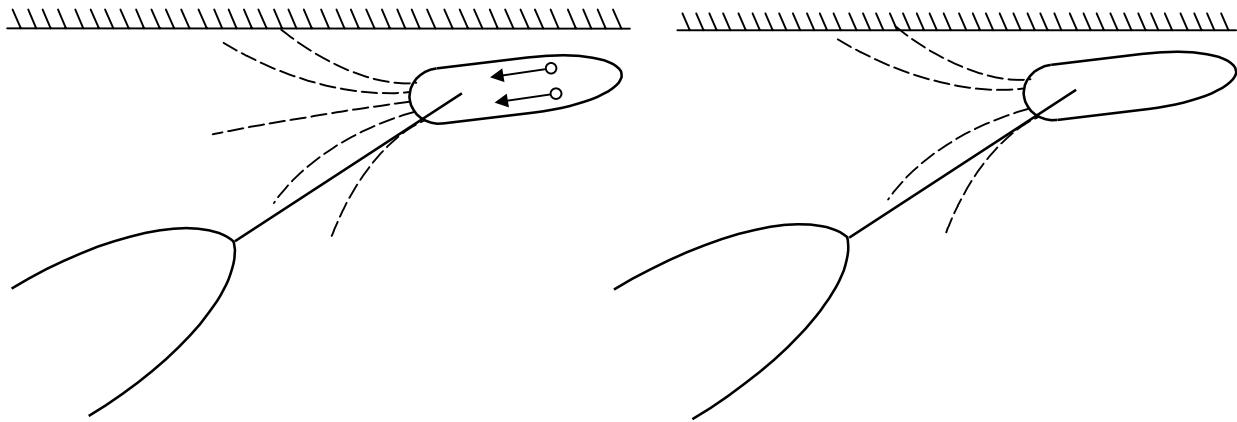
On le manœuvre en agissant sur l'avant.

Le remorqueur se trouvant à l'extrémité opposée au pivot point aura une action prépondérante.



#### Effet de quai

Un autre effet contraire est à noter : lorsqu'un navire remorqué approche d'un quai qu'il doit accoster la proximité de ce quai empêche le remorqueur de tirer avec de l'angle. Une partie des filets d'eau projetée s'engouffre entre le navire et le quai,, l'empêchant d'accoster . Cet effet néfaste est d'autant plus sensible que le clair sous quille est peu élevé.



Il est aussi plus important avec un remorqueur type Voith , qu'avec un classique . En effet, son croc étant situé presque au milieu, le classique glisse le long du quai avec un peu de barre à droite, une partie des filets d'eau est ainsi dirigée vers la joue tribord du navire.

De toute façon, dans cette phase finale, le remorqueur en flèche n'a plus beaucoup d'action utile. Par fort vent débordant, un remorqueur classique est obligé de se tenir sur sa remorque pour ne pas tomber sous le vent, et peut, malgré lui, contrarier la manœuvre. Lorsque cela est possible, dès qu'il y a des amarres à terre, il peut être utile de larguer le remorqueur et de le faire venir pousser, à tribord avant dans ce cas de figure.

En revanche, ce phénomène peut être utile s'il contribue à écarter un navire tombant trop rapidement à quai.

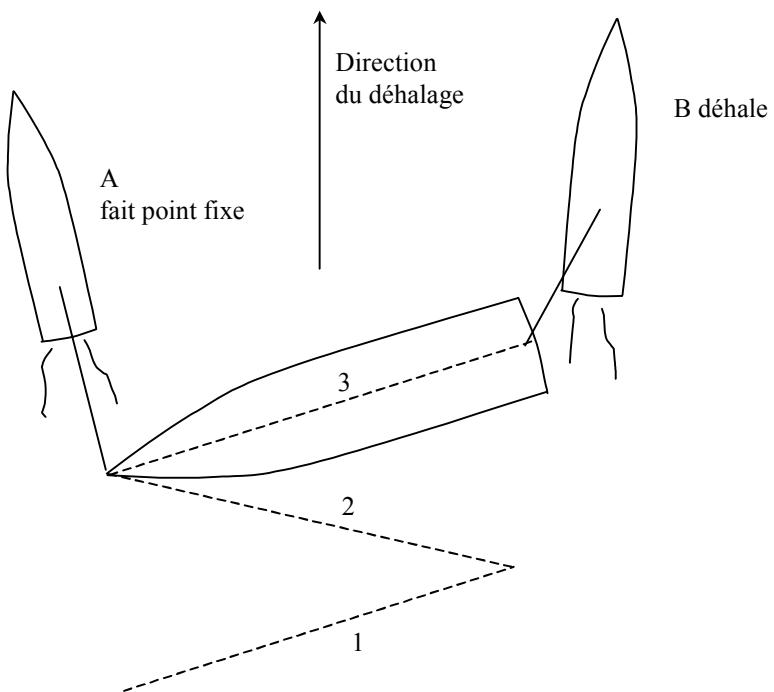
Dans les deux cas ci-dessus , les remorqueurs, en revenant à tribord pour écarter le navire, vont, pendant un court moment, diriger la presque totalité de leurs filets d'eau entre le quai et le navire.

## Différents cas d'utilisation

### Déhalage transversal

Les remorqueurs sont utilisés :

- Pour décoller un navire ou, au contraire pour le retenir lors de l'accostage vent d'un quai sous le vent.
- Pour remonter un navire au vent d'un obstacle, d'un pertuis, d'une écluse. Lorsque le vent est fort, ce mouvement s'effectue presque plein travers au vent, lequel a un effet maximal sur les œuvres mortes du navire.



A ce moment, la résistance de l'eau sur la carène est maximale, puisque le déplacement est perpendiculaire à celle-ci.

Pour diminuer cette résistance, on doit donner un peu d'angle, par rapport à la perpendiculaire à la direction souhaitée, ce qui facilite l'écoulement des filets d'eau. Les remorqueurs ne travaillent plus simultanément mais alternativement.

Comme le montre la figure, pendant que l'un des remorqueurs A sert de point fixe pour une des extrémités, l'autre, B, déhale la sienne, puis inversement. La notion du « pivot point » évoquée précédemment peut trouver ici son utilité. En effet, si dans la position 3 du navire, le remorqueur B ne gagne plus, le pilote peut l'aider en prenant un peu d'erre en avant, ce qui déplacera le pivot point vers l'avant, et facilitera grandement l'action de B. Toutefois, le pilote devra veiller à ne pas prendre trop d'erre.

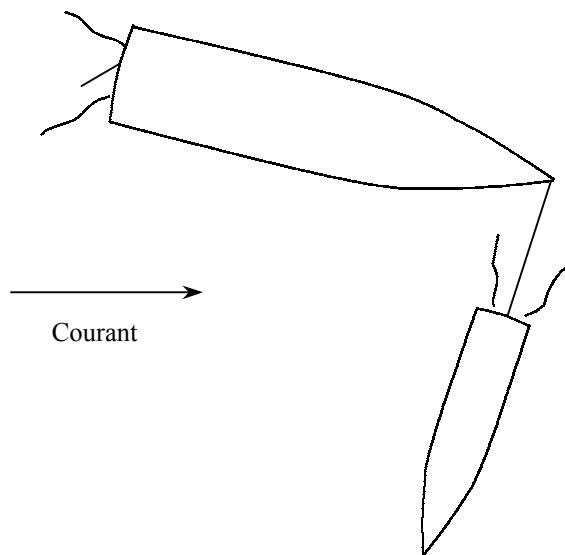
### Évitage sur place

Il s'agit de modifier le cap du navire, le plus souvent de  $180^\circ$ , dans un espace restreint tel qu'il ait suffisamment d'espace pour l'évitage, mais doit aussi laisser aux remorqueurs la possibilité de travailler.

Ce dernier point peut conduire le pilote à avancer ou à culer, pour laisser à un de ses remorqueurs la possibilité de se dépasser.

Lorsque le pilote a le choix du bord de l'évitage, il peut être bon de profiter du pas d'hélice du navire. Ainsi, avec un pas à droite, il choisira d'éviter sur tribord.

Quand un seul remorqueur est utilisé à l'avant, le navire s'étale, le remorqueur vient presque en garde du bord de l'évolution souhaitée, et fait "point fixe" pendant que le navire bat en l'avant avec de la barre du bord de l'évitage. C'est le cas d'un évitage de rivière avec le courant de l'arrière.



### Travail du remorqueur sous bosse

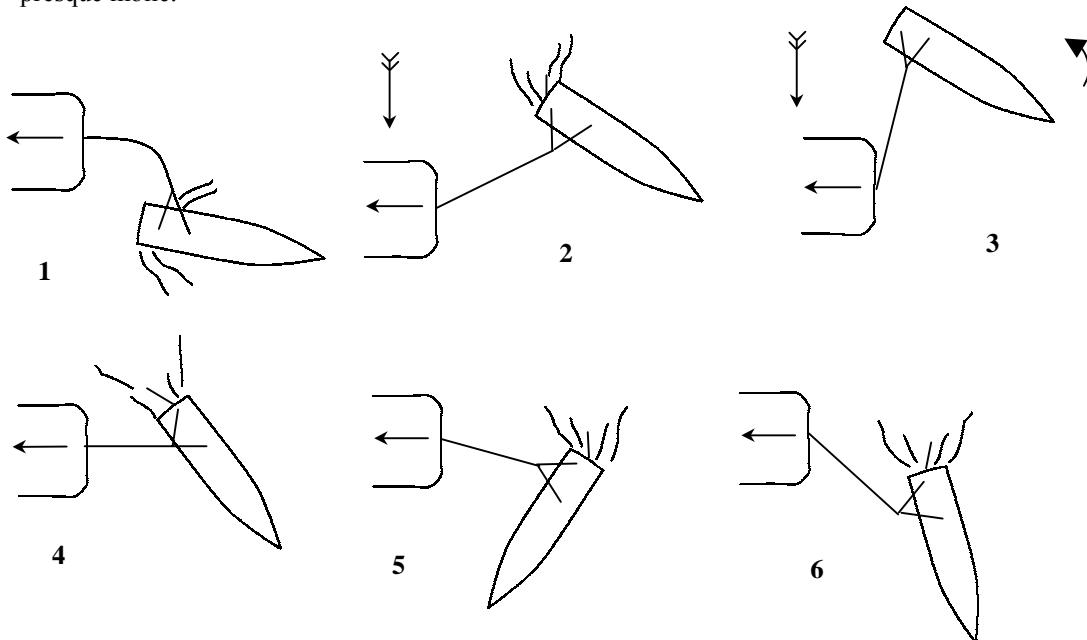
Le remorqueur sous bosse travaille en portance. Suivant sa position, sa carène tirée par la remorque agit un peu comme un gouvernail pour le navire. Le remorqueur se trouve en équilibre entre plusieurs forces :

- la tension de la remorque
- la portance
- la poussée de son hélice.

La plupart du temps, il utilise sa machine en avant.

Le seul effet que donnerait la machine en arrière, serait de faire parcourir au remorqueur un arc de cercle ayant pour rayon la remorque, jusqu'à ce qu'il vienne buter sur la coque.

Notons toutefois que pour des trajets assez longs, avec une vitesse constante, certains commandants particulièrement adroits, sur des remorqueurs à tuyère orientable, réussissent, après avoir raccourci la bosse et bridé la remorque sur l'arrière, à accompagner le navire en battant en arrière en conservant la remorque presque molle.



Lorsque le navire est soumis à un vent traversier, pour l'empêcher de dériver, le remorqueur se maintient le cul dans le vent (fig. 2) avec un peu de barre opposée à la remorque (à gauche) et très peu de machine en avant. Il ne peut le faire que si le navire a suffisamment de vitesse en avant.

A partir de cette position d'équilibre (fig. 2), si le remorqueur stoppe sa machine, il va remonter dans le vent (fig. 3) en donnant un couple évolutif au navire.

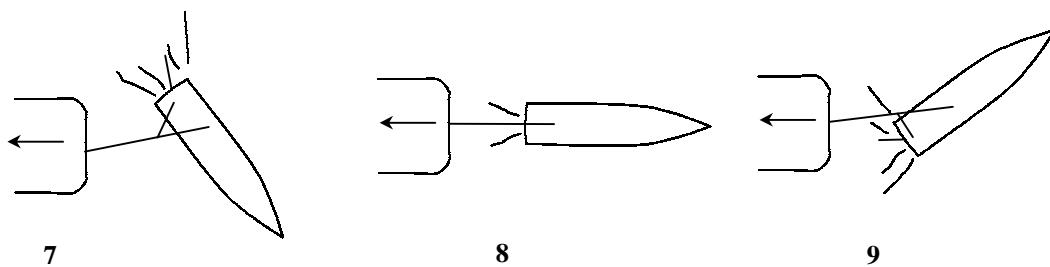
En repartant de la situation indiquée par la figure 2, si le remorqueur augmente sa traction avec un peu de barre du bord de la remorque (à droite), sa remorque vient dans l'axe du navire (fig. 4), la tension sur sa remorque augmente, il se comporte comme un frein.

S'il insiste en avant, barre du bord de la remorque (à droite), il viendra dans la position de la figure 5 puis en inversant sa barre (à gauche), dans la position de la figure 6 et pourra tirer tribord.

Revenons encore à la position de la figure 2, si le remorqueur augmente sa traction et met sa barre cette fois du bord opposé à la remorque (à gauche), sa bosse va prendre du mou (fig. 7), son axe va se rapprocher de la direction de la remorque jusqu'à un certain point qu'il ne pourra franchir si le navire a trop d'erre.

Il lui sera impossible de se dépasser sur sa remorque. En effet, le point de traction de la remorque se rapproche du centre de dérive transversal vers le croc (puisque il y a du mou dans la bosse) tandis que le point d'application de la portance va se rapprocher de l'arrière. Il va en résulter un couple considérable que le couple évolutif du remorqueur ne pourra contrer. (Rappelons que la portance croît avec le carré de la vitesse).

Par contre, si le navire n'a pas trop d'erre, le remorqueur pourra :



- venir pratiquement dans l'axe et étaler si besoin est (fig. 8),
- se dépasser, venir de l'autre bord et tirer bâbord (fig. 9).

Comme le remorqueur avant, le remorqueur arrière en se dépassant donnera dans un premier temps une impulsion inverse de celle souhaitée. Ceci parce qu'il doit se remonter sur sa bosse.

*Conséquences pour le navire remorqué :*

- Pour que le remorqueur arrière puisse contrer efficacement la dérive due au vent, le navire remorqué doit avoir une certaine vitesse en avant.
- Quand le navire a une certaine vitesse en avant, il est inutile de demander au remorqueur arrière de changer de bord de traction; il ne pourra pas le faire tant que la vitesse ne sera pas réduite.

#### Remorqueur type tracteur

La conception du remorqueur type tracteur, croc à l'arrière, propulseur avant, fait que ce type de remorqueur utilisé à l'arrière ne court pratiquement aucun risque. L'usage d'une bosse est inutile.

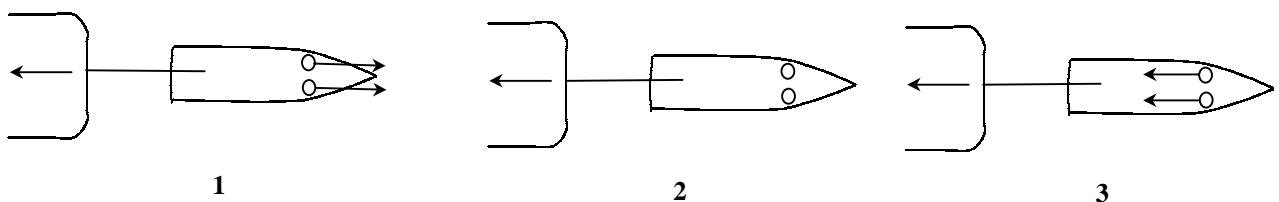
Les deux méthodes de travail sont illustrées clairement par les schémas suivants. Ce qui est valable pour les remorqueurs type « Voith » l'est aussi pour ceux du type « Schottel ».

#### *méthode directe*

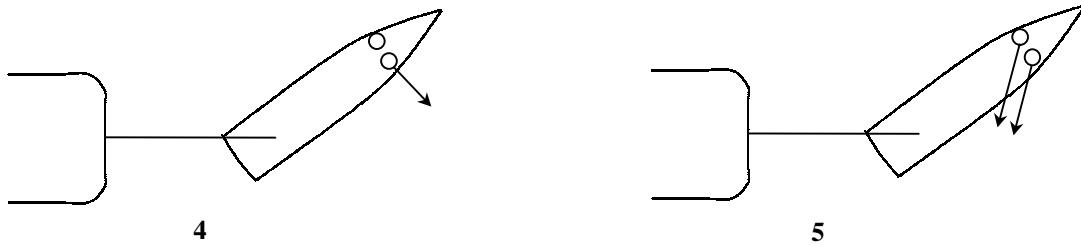
Cette méthode est utilisée pour des vitesses faibles, inférieures à 3 nœuds.

Seule l'action du ou des propulseurs est utilisée. Le remorqueur tient sa remorque sensiblement dans son axe.

Le remorqueur qui accompagne le navire dans l'axe (fig. 1) diminue progressivement la poussée de ses propulseurs jusqu'à zéro (fig. 2) puis l'inverse (fig. 3).



Le remorqueur ne peut effectuer la manœuvre de la figure 3 si le navire a une vitesse en avant supérieure à 3 noeuds. Au-dessus de cette vitesse, il se produit des phénomènes de turbulence et de cavitation au niveau des propulseurs, rendant le remorqueur incontrôlable. Le navire devra dans un premier temps s'étaler lui-même avant de faire agir le remorqueur.



Le remorqueur se déplace rapidement dans la direction souhaitée (fig. 4), puis en modifiant la poussée de ses propulseurs fournit une traction (fig. 5).

### Largage des remorqueurs

#### Remorqueur avant :

Le remorqueur vient dans l'axe du navire, puis diminue sa propulsion pour donner du mou dans sa remorque. Le bord peut alors décapeler l'œil de la remorque et la filer.

Le pilote qui, la plupart du temps, ne voit pas le remorqueur avant, devra se tenir informé de la position de celui-ci. Il attendra la confirmation du commandant du remorqueur que «tout est clair» avant de mettre en avant.

Si le pilote doit effectuer une évolution, il devra en informer le commandant du remorqueur, qui choisira le bord opposé à l'abattée annoncée pour se dégager.

#### Remorqueur arrière :

La manœuvre du remorqueur arrière est identique à celle décrite pour le remorqueur avant.

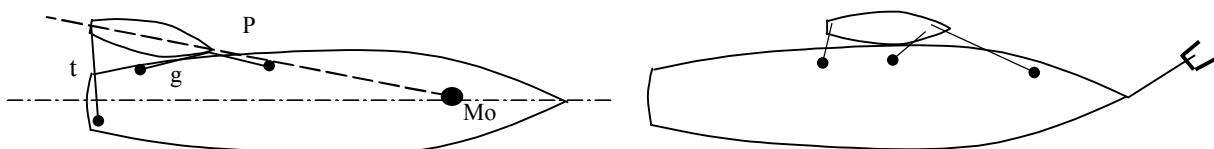
Pendant cette phase, le pilote devra éviter de brusques mouvements de propulsion en avant qui risquent de projeter la remorque, ou tout au moins son fouet, dans l'hélice ou les propulseurs du remorqueur.

Le commandant du remorqueur doit prévenir le pilote lorsque sa remorque est rentrée.

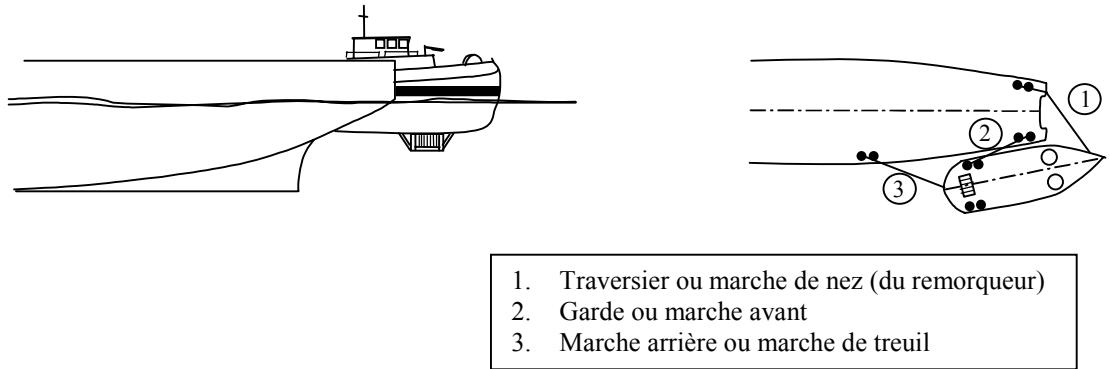
### 4.3.8 LE REMORQUAGE A COUPLE

Les grands bâtiments utilisent parfois un ou deux remorqueurs amarrés à couple. Ceux-ci servent à fournir la puissance nécessaire pour donner de l'erre au bâtiment, ou pour l'étaler; les autres remorqueurs moins puissants, installés en flèche, assurent l'évolution. Les remorqueurs à couple doivent posséder une forte puissance et être amarrés très solidement contre de bonnes défenses. Ils sont souvent disposés aux environs du milieu du remorqué, soit un seul d'un bord, soit un de chaque bord selon le tonnage.

Le véritable remorquage à couple consiste à déplacer un bâtiment sans propulsion au moyen d'un seul remorqueur, de puissance adaptée à l'importance du remorqué. Il n'est jamais utilisé pour les grands bâtiments, mais plutôt pour les chalands, grues, engins de servitude, dragueurs ou patrouilleurs en réparation, etc. Il n'est pas pratiqué à la mer (danger en cas de houle).



Remorqueur à propulseur



Le remorqueur attelé à couple est amarré par trois amarres en fil d'acier.

**P** : l'aussière de pointe est appelée "marche arrière" et sert à freiner le bâtiment ;

**g** : la garde montante avant appelée "marche avant" donne la traction vers l'avant ;

**t** : le traversier arrière est destiné surtout à rendre l'ensemble plus rigide.

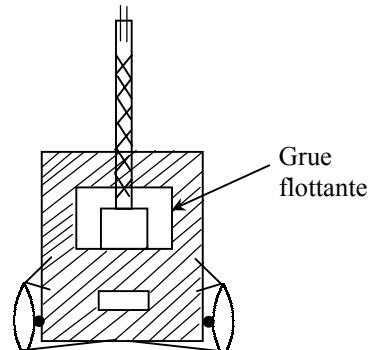
L'arrière du remorqueur doit déborder pour que les filets d'eau puissent circuler facilement.

Il en est de même avec un remorqueur à propulseurs. Les propulseurs devront être bien dégagés de la coque du remorqué.

En outre, il est commode :

- pour mieux gouverner en marche avant, d'incliner légèrement l'axe du remorqueur sur celui du remorqué, de façon que le prolongement de la poussée passe par un point M du remorqué voisin de son centre de dérive initial avant ;
- pour éviter un couple évolutif trop puissant au moment de battre en arrière, d'amarrer le remorqueur à bâbord (hélice de pas à droite). Son pas d'hélice agit ainsi en sens inverse de l'excentricité. Mais il est bien évident que pour un accostage bâbord à quai, il peut être judicieux de prendre quand même le remorqueur à tribord.

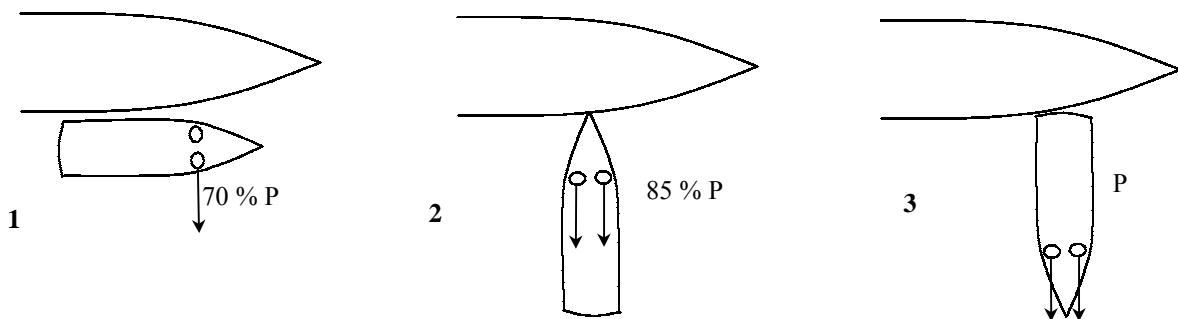
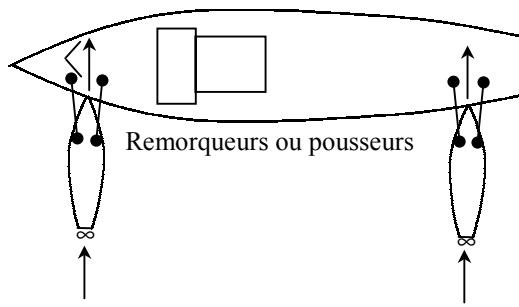
Le remorquage d'engins larges, ayant une grande prise au vent (grue flottante par exemple), s'effectue parfois avec deux remorqueurs à couple, installés symétriquement, et parallèlement à l'axe du chaland porteur. L'ensemble de l'attelage est manœuvré comme un bâtiment à 2 hélices.



#### 4.3.9 LE REMORQUAGE "EN MOUTON" OU EN POUSSSEUR

Un remorqueur disposé "en mouton" est un remorqueur qui pousse un grand bâtiment dans une direction voisine de la perpendiculaire à son axe longitudinal. Il est rarement utilisé seul. Une telle disposition permet d'ailleurs d'en augmenter largement le nombre, tant à l'avant qu'à l'arrière. Ils servent soit à faire accoster ou retenir en cas de fort vent ou courant traversiers, soit à maintenir contre un quai pendant le tournage des aussières.

Théoriquement, si le grand bâtiment ne possède aucune erre, et si la poussée se fait bien perpendiculairement à la coque, aucun amarrage n'est nécessaire. Mais le moindre déplacement de l'un ou de l'autre, ou un faible coup de barre peut entraîner un ripage et abîmer la coque. C'est pourquoi un remorqueur en mouton est généralement amarré par deux courtes aussières en patte d'oie, lui permettant de prendre une certaine inclinaison par rapport à la normale à la coque.

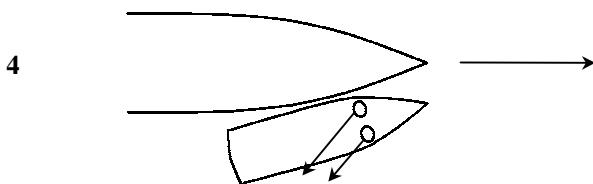


Un remorqueur type tracteur peut pousser de trois façons :

- avec son côté (fig. 1)
- avec son avant (fig. 2)
- avec son arrière (fig. 3).

Rappelons que pour un remorqueur type Voith, si la poussée est de 100 % lorsque le remorqueur pousse avec son arrière, elle n'est plus que de 85 % lorsqu'il pousse avec son avant. Le travail des propulseurs est en effet perturbé par la proximité de la coque du navire. Enfin lorsque le remorqueur pousse avec son côté, la poussée n'est plus que de 70%. Dans ce dernier cas, le travail du propulseur le plus près de la coque est perturbé à la fois par la proximité de la coque et par la présence du propulseur extérieur.

La méthode indiquée par la figure 2 est utilisée lorsque le navire a de l'erre. Dans ce cas, une partie de la puissance du remorqueur est distraite de la poussée pour le mouvement de translation dû à l'accompagnement du navire (fig. 4).

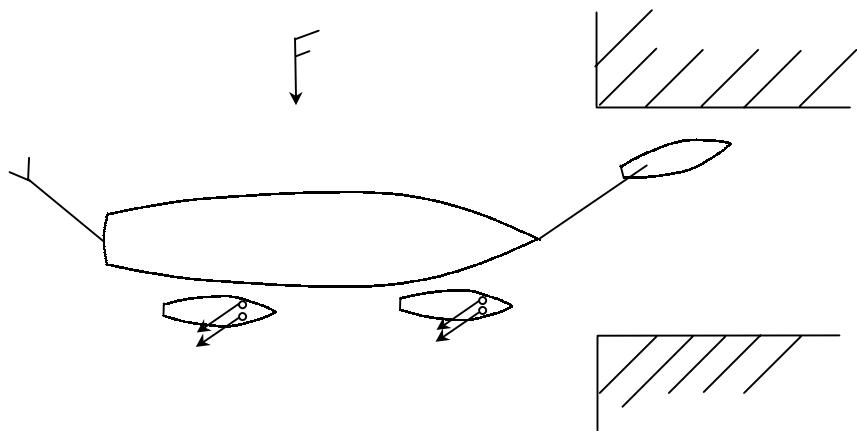


Lorsque le navire est sans erre, et que le pilote requiert une poussée maximale, le remorqueur doit pousser avec son arrière.

### **Quelques cas d'utilisation**

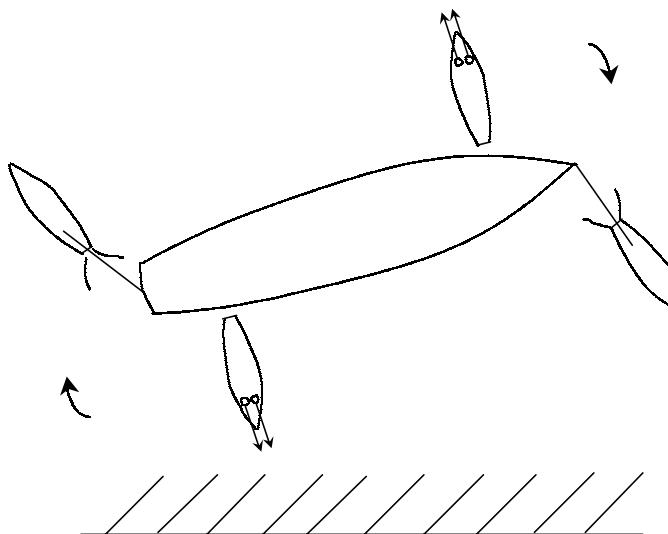
#### Entrée dans un bassin avec un vent traversier

Les deux pouseurs se tiennent sous le vent et empêchent le navire de dériver. La présence des pouseurs soulage le remorqueur avant. Le navire ne prend pas trop d'erre .



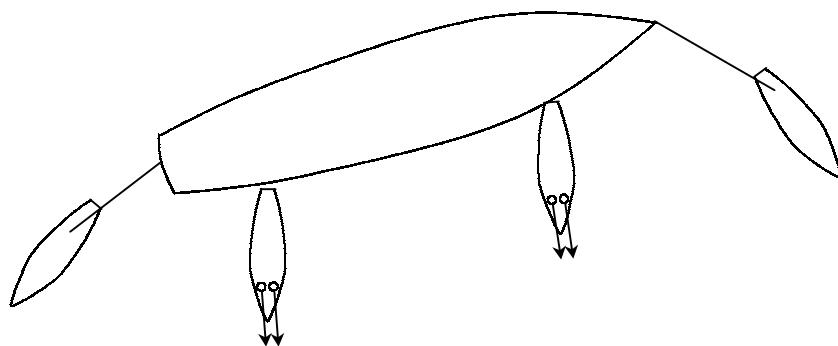
#### Evitage sur place

Un pousseur à chaque extrémité. Du fait des formes du navire, les pousseurs ne poussent pas exactement aux extrémités. Toutes choses égales par ailleurs, le couple fourni par les pousseurs est moins important que celui fourni par les remorqueurs attelés, le bras de levier étant moins long.



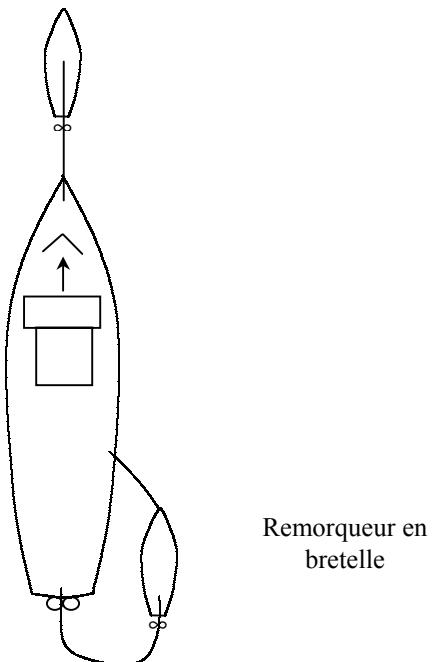
#### Déhalage transversal :

Dans la phase finale d'accostage, les pousseurs poussent le navire vers son poste, en le déhalant transversalement. Les deux remorqueurs attelés sont parés à intervenir si le navire prend trop d'angle ou si la vitesse d'accostage est trop élevée .



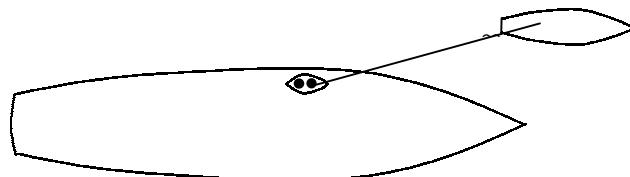
### 4.3.10 LE REMORQUAGE EN BRETELLE

Position d'attente d'un remorqueur, appelé à travailler en flèche à l'arrière, lorsque l'ensemble remorqué - remorqueur doit effectuer un assez long trajet entre deux évolutions et prendre une erre importante en avant. Cette position lui évite de larguer la remorque et de se faire traîner.



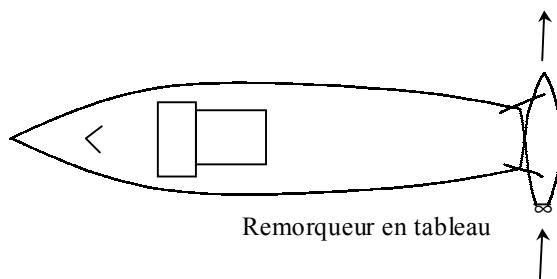
### 4.3.11 LE REMORQUEUR EN ARBALETE OU REMORQUEUR D'EMBELLE OU EN EMBELLE

La remorque est passée sur l'arrière des joues du navire



### 4.3.12 REMORQUEUR EN TABLEAU

Le remorqueur est attelé à l'arrière du bâtiment, perpendiculairement à son axe, en propulseur latéral arrière. Cette méthode est le plus souvent utilisée sur un remorqué sans propulsion qui doit évoluer dans un espace restreint. L'entrée du bâtiment au bassin est pratiquement le seul exemple d'utilisation de cette méthode.

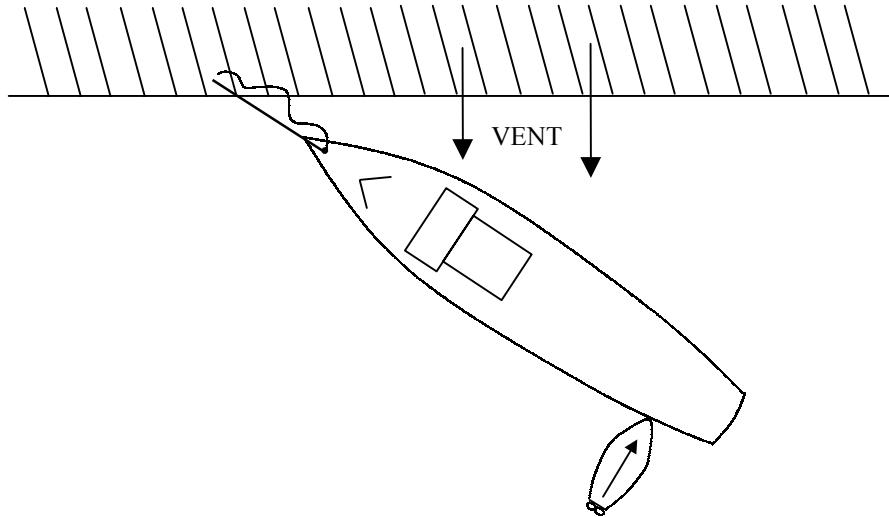


## 4.4 L'UTILISATION DES REMORQUEURS

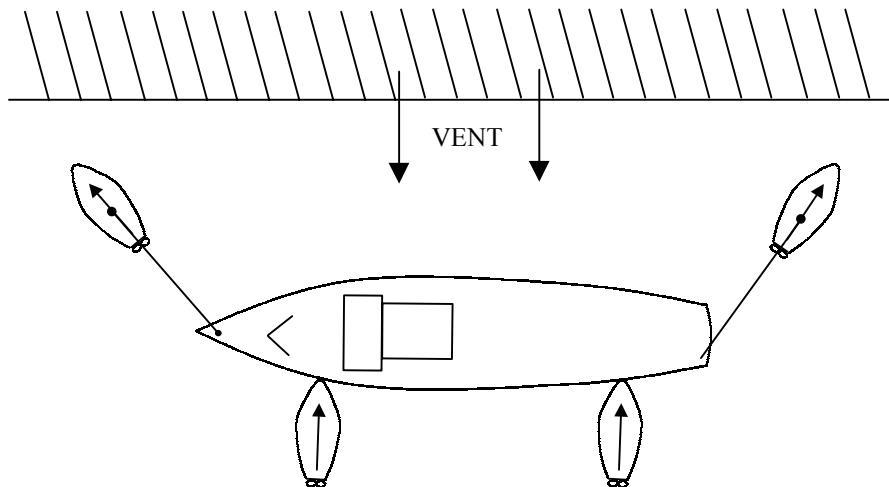
### Remorqueurs classiques à hélices

#### 4.4.1 ACCOSTER UN QUAI

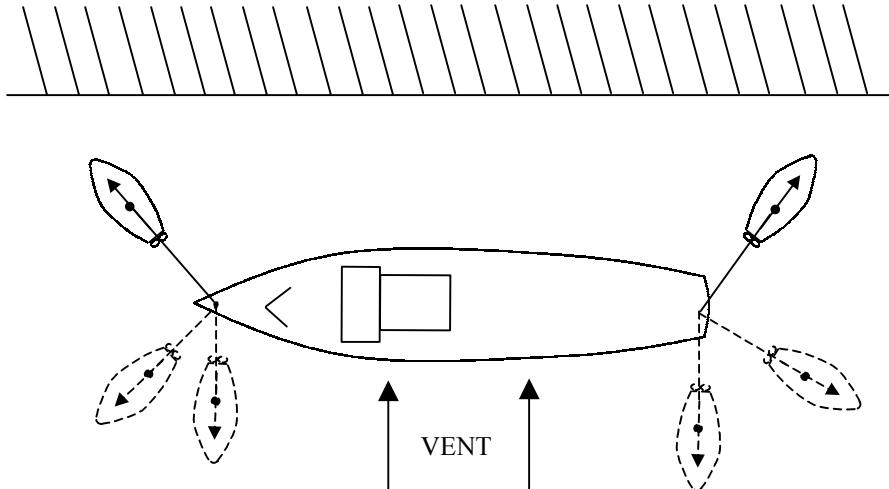
- a) Avec une aussière de l'avant en place, un seul remorqueur peut suffire, installé généralement en mouton sans aucun amarrage. Si le vent est fort, il sera prudent de doubler l'aussière avant de faire pousser.



- b) Deux remorqueurs pris en flèche, ou deux remorqueurs en mouton, permettent d'accoster un quai dans de bonnes conditions.



- c) Lorsque le vent souffle violemment vers le quai, il est impératif de prendre des remorqueurs en flèche qui s'opposeront à la dérive en approchant du quai, s'orientant successivement dans les positions 1 et 2 et, si nécessaire, à la position 3.

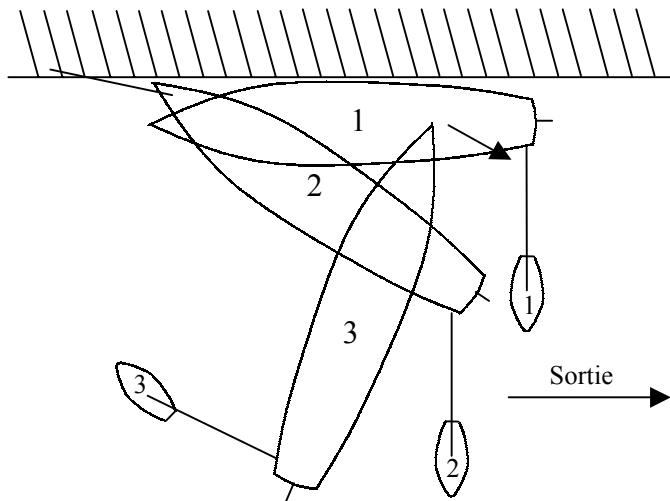


#### 4.4.2 COMMENT APPAREILLER D'UN QUAI AVEC L'AIDE DE REMORQUEUR(S)

Si on n'utilise qu'un seul remorqueur pour déhaler un bâtiment du poste où il se trouve, on prendra suivant les circonstances la remorque par l'avant ou l'arrière.

Si on prend la remorque devant, il faut avoir soin de décoller le bâtiment doucement du quai, sinon l'arrière risque de venir tosser contre celui-ci.

Si on la prend derrière, il faut commencer par faire tirer le remorqueur perpendiculairement au quai, de façon à bien écarter l'arrière. Pendant ce temps, on garde raide l'amarre de bout et la garde montante de l'avant, afin de tenir l'étrave quand elle viendra appuyer contre le quai (protection par défenses et / ou ballons). Si on laissait du mou dans ces aussières, le bâtiment aurait tendance à se déplacer en avant ou en arrière, et l'étrave risquerait d'être endommagée en portant contre le quai.



Si on a à s'éviter pour se mettre cap à la sortie, il est recommandé de le faire au moment où on quitte le quai.

(1) et (2) En tirant perpendiculairement au quai, le remorqueur écarte l'arrière à environ  $45^\circ$ . A ce moment, on largue les amarres de l'avant, tandis que l'on bat en arrière pour dégager l'avant du quai. Ensuite on stoppe et le remorqueur tire perpendiculairement à l'axe du bâtiment.

(3) Le bâtiment s'évite ainsi cap pour cap devant le poste qu'il vient de quitter sur un peu moins de sa longueur, tandis que son l'avant se déplace sur une parallèle au quai

Dès que l'arrière est bien écarté, le remorqueur s'évite pour tirer ensuite sur l'arrière du travers, ou droit derrière, et au même moment, on largue devant et on bat en arrière pour éloigner l'avant du quai. Une fois le bâtiment bien dégagé de son poste, le remorqueur l'aide à s'éviter pour venir cap vers la sortie.

Si on a une ancre mouillée devant le quai, on vire la chaîne en même temps que le remorqueur écarte l'arrière, ce qui fait s'éloigner le bâtiment parallèlement au quai.

Quand on écarte un bâtiment du quai en le remorquant par l'arrière, il faut veiller à ce qu'il ne prenne pas trop d'erre, car des embardées peuvent se produire, que le remorqueur arriverait difficilement à corriger. Un bon commandant de remorqueur doit pressentir une embardée et l'arrêter avant qu'elle ne se développe, en venant en grand du bord opposé.

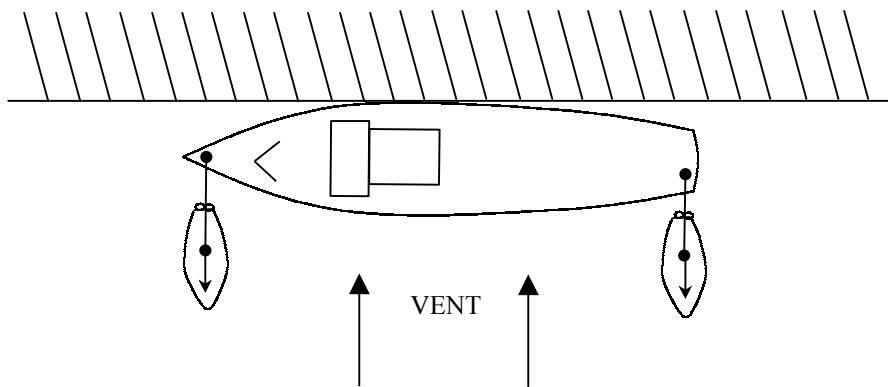
L'habileté du commandant de remorqueur consiste à maîtriser la manœuvre du bâtiment remorqué sans avoir à s'écartier beaucoup de l'axe de celui-ci, de façon que, s'il a à revenir rapidement se placer sur l'arrière, il le fera facilement même si le remorqué a beaucoup d'erre en arrière.

Si le bâtiment fait une forte embardée, il appartient au pilote d'aider à l'annuler en battant en avant avec la barre dans le sens qui contre l'embardée.

Quand un remorqueur est pris à l'arrière, il faut veiller à ce que la remorque n'engage pas l'hélice, notamment quand on le largue. Si la remorque appartient au bâtiment, elle ne doit jamais être affalée à l'eau alors que l'on a de l'erre en arrière. Même si la propulsion est stoppée, il est à craindre que l'aussière, en passant sous l'arrière, ne vienne engager le gouvernail ou une des pales d'hélice. Si en revanche on a de l'erre en avant, l'aussière sera à la traîne derrière, et il ne sera pas nécessaire de stopper si le bâtiment reste à faible vitesse.

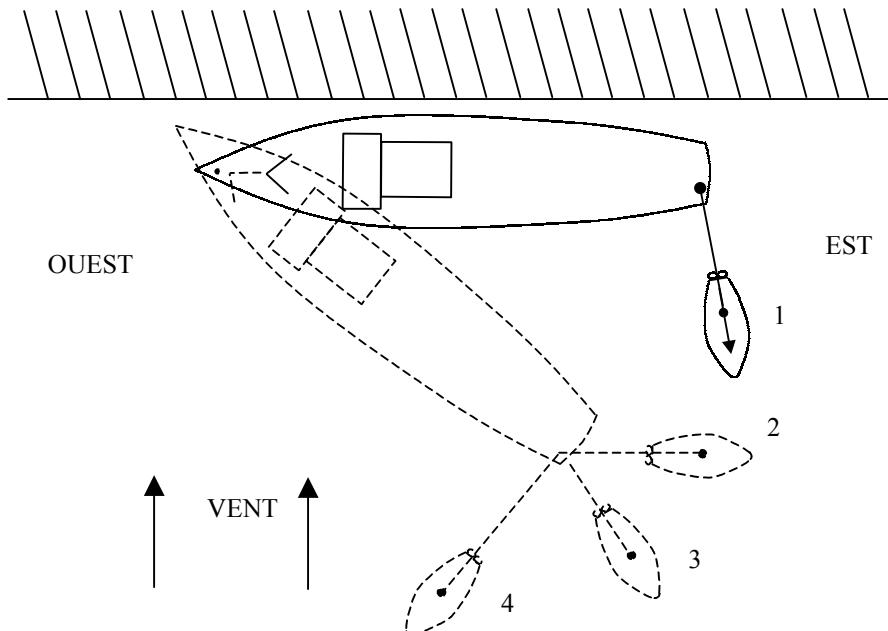
#### a) Appareiller avec deux remorqueurs en flèche

Il n'y a pas de difficultés. Il est toujours préférable de décoller légèrement l'arrière le premier.



#### b) Appareiller avec un seul remorqueur en flèche

Il est également recommandé d'écartier toujours l'arrière et non l'avant.



L'aussière de pointe avant est larguée lorsque le bâtiment se trouve dans la position 2 et, si la sortie doit s'effectuer vers l'Ouest, le remorqueur vient alors dans la position 3. En cas de sortie vers l'Est, l'aussière de

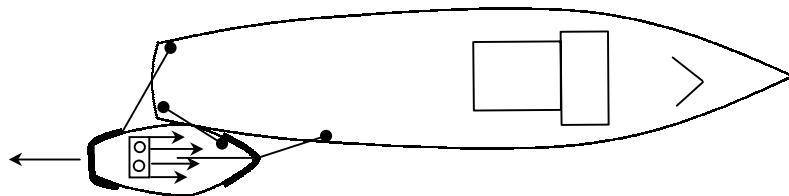
pointe est conservée plus longtemps. Le remorqueur tire alors dans la position 4, puis maintient la remorque perpendiculaire à l'axe du bâtiment jusqu'à ce que celui-ci soit au cap convenable.

### c) Remorqueur "Tracteur"

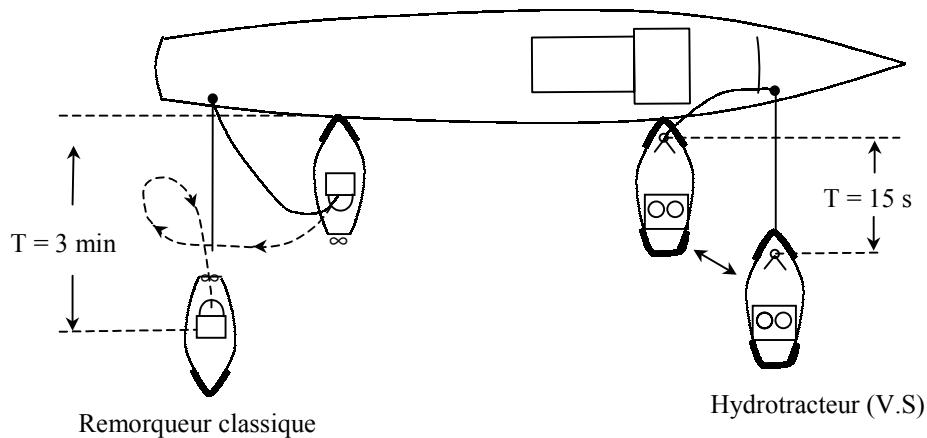
Cas du remorqueur Voith Schneider en service dans la Marine Nationale.

### d) Remorquage à couple à l'anglaise

C'est dans cette configuration que les remorqueurs "V.S" expriment le mieux leur puissance et leurs qualités manœuvrières. Les actions possibles sont nombreuses :



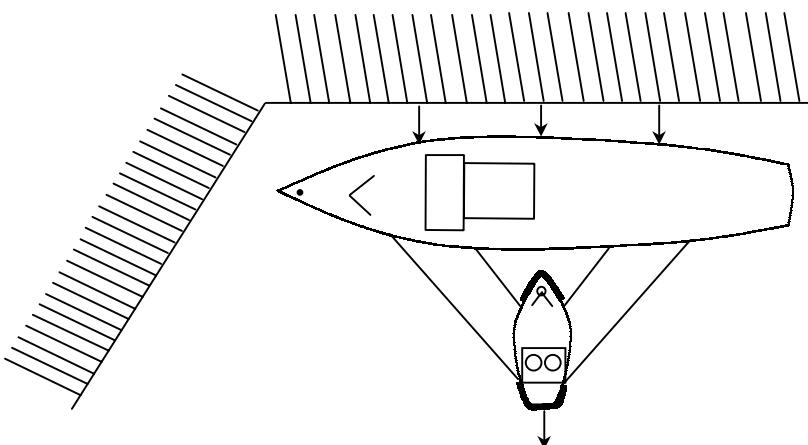
- Faire avancer ou culer le remorqué.
- Augmenter ou diminuer l'erre du remorqué.
- Faire évoluer le remorqué plus ou moins vite.
- Le faire éviter, accoster ou écarter l'arrière.



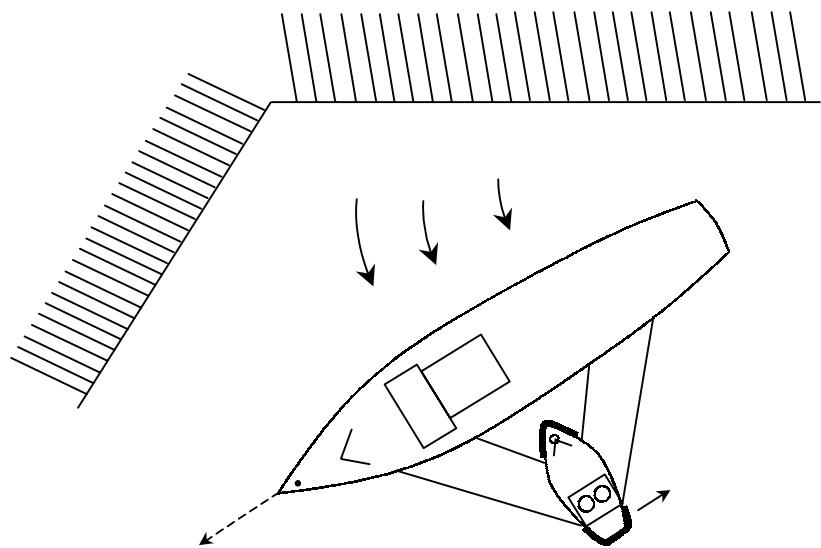
**NOTA :** Le remorqueur "V.S" peut également, si les formes du remorqué le permettent, venir pousser avec son arrière sans avoir à larguer la remorque.

### e) Remorquage en patte d'oie à la perpendiculaire

f) Décoller du quai

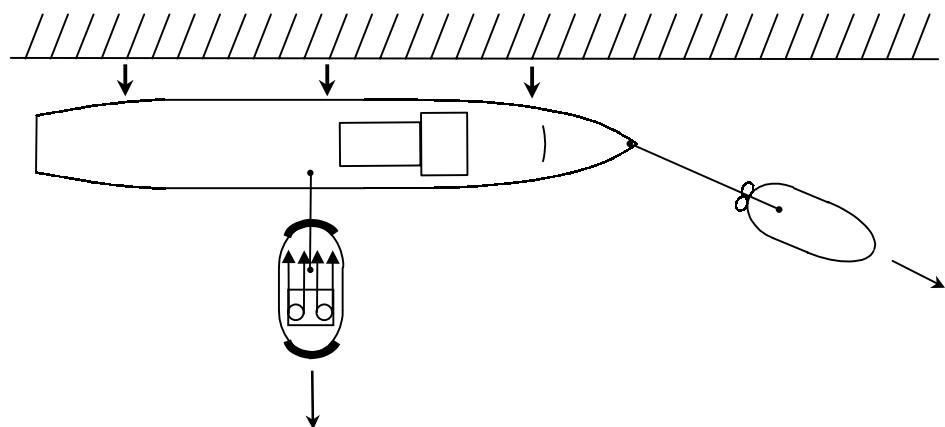


g) Puis orienter le cap vers la sortie

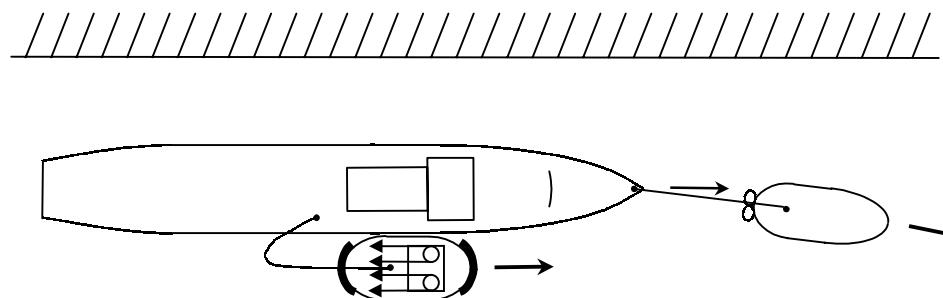


**f) Remorquage en flèche milieu (Buffle)**

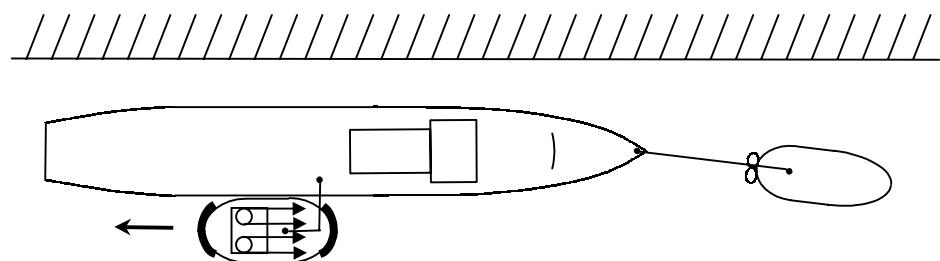
1. Décoller du quai



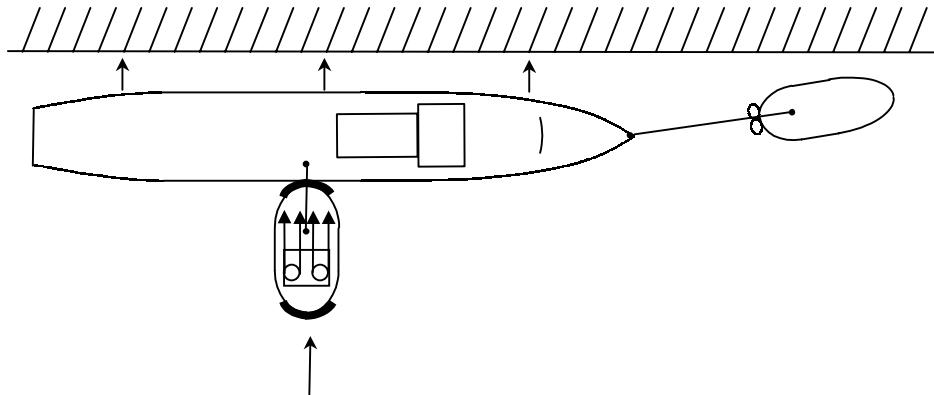
2. Puis faire avancer



3. Puis casser l'erre



4. Puis pousser le bâtiment contre le quai avec son arrière



#### 4.4.3 S'AMARRER L'ARRIERE A QUAI AVEC L'AIDE D'UN REMORQUEUR

Lorsqu'on veut s'amarrer l'arrière à quai par fort vent traversier, on est dans l'obligation d'avoir recours à un remorqueur. La méthode la plus efficace consiste alors à se faire pousser par le remorqueur.

La première partie de la manœuvre sera rapide :

- si on se présente par vent arrière, celui-ci une fois les ancre mouillées, fera dériver le bâtiment vers son poste ;
- si on arrive vent debout, on viendra se mettre d'abord travers au vent pour mouiller les ancre et on culera avec la propulsion pour faire remonter l'arrière au vent et venir à poste.

Dans la seconde partie, lorsque les amarres sont à terre et que le bâtiment n'a plus d'erre et tombe rapidement sous le vent, il devient très difficile de tenir l'arrière à la fois contre le vent et la tension des chaînes des ancre. C'est à ce moment qu'il faudra faire intervenir le remorqueur.

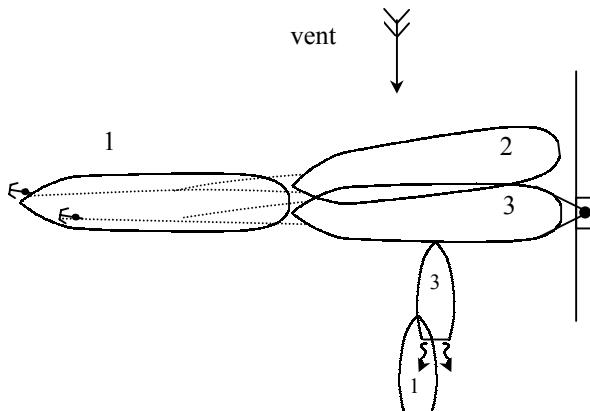
Pendant la première partie de la manœuvre, il se sera tenu un peu sous le vent que l'on doit prendre. Quand on aura culé et que l'erre en arrière aura été étalée par les chaînes, il viendra se placer en position à la mi-longueur du bâtiment et commencera à pousser. Cette poussée annulera celle du vent et l'amarre pourra se dérouler dans les mêmes conditions que par calme, sans efforts excessifs exercés sur les chaînes ou les amarres de l'arrière.

Quand toutes les amarres sont tournées, le remorqueur ralentit progressivement de façon que la force du vent se trouve doucement appliquée au bâtiment, et soit supportée sans à coup par les amarres de l'arrière.

Si on manque de place, après avoir mouillé les ancre, on pourra faire appel au remorqueur utilisé en pousseur au milieu du bâtiment sous le vent. On battrra alors en arrière pour culer sur l'axe du poste, ou même légèrement au vent de celui-ci.

Il est vivement déconseillé d'utiliser le remorqueur en traction à l'arrière pour remonter le bâtiment au vent, car les chaînes appellent alors fortement au vent et augmentent considérablement le travail du remorqueur. De plus, au moment où le bâtiment battrait en arrière, on serait amené à choquer les chaînes en grand faisant ainsi tomber l'avant beaucoup trop sous le vent, ce qui compliquerait la manœuvre et la rendrait dangereuse si les bâtiments voisins sont proches.

Les conséquences seraient d'ailleurs identiques en faisant pousser le remorqueur trop près de l'arrière.

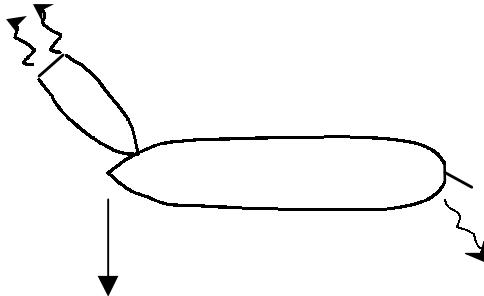


- (1) Après s'être évité, le bâtiment cule vers son poste en mouillant ses ancras. Pendant cette opération, le remorqueur vient se poster bout au vent en I, sous le vent du poste que l'on doit prendre.
- (2) Le bâtiment remonte légèrement au vent de son poste. Le remorqueur s'approche.
- (3) Le remorqueur vient prendre position au centre du bâtiment (centre de dérive) au moment où celui-ci commence à dériver vers son poste. Il règle sa vitesse de façon que sa poussée équilibre exactement celle du vent. L'amarrage est alors effectué, comme par calme. Quand, le bâtiment est bien amarré, le remorqueur réduit progressivement l'allure et, sous l'effet du vent, le bâtiment vient porter doucement sur ses amarres qui ont pu être réglées dans les meilleures conditions.

#### **4.4.4 COMMENT S'EVITER A L'AIDE D'UN REMORQUEUR**

Quand on veut éviter un bâtiment sur place avec l'aide d'un seul remorqueur, il est souvent d'un meilleur rendement de faire pousser ce dernier plutôt que de le faire tirer.

Le meilleur point de poussée pour que l'évitage soit aussi rapide que possible, se trouve à un mètre ou deux sur l'arrière de l'étrave.



Le remorqueur prend position aussi loin que possible, sur l'avant du bâtiment et pousse contre l'arrondi de l'avant. Tout en créant ainsi un puissant couple d'abattée, cette poussée fait culer le bâtiment. Pour annuler l'erre prise en arrière, on battrra en avant lente avec la barre toute dans le sens de la giration, et le bâtiment pivotera comme autour d'un axe.

La poussée du remorqueur à l'arrière est beaucoup moins efficace. Du fait des formes de l'arrière et du danger d'engager les hélices, le remorqueur ne peut se tenir aussi près de l'arrière qu'il se tient de l'avant. Par ailleurs, comme le centre de dérive est généralement sur l'arrière de la mi-longueur, le remorqueur se trouve alors plus près de celui-ci et le bras de levier est d'autant plus faible, donc le moment de giration.

Il en résulte que le bâtiment ne s'évite que lentement tout en dérivant beaucoup. De plus, on ne peut utiliser la propulsion pour accélérer l'évitage et si on a à battre en arrière, le remous de l'hélice gêne considérablement le remorqueur.



**TITRE 3            MANŒUVRES A CARACTERES  
                  PARTICULIERS**

<b>CHAPITRE 1</b>	<b>LA PRISE DE COFFRE</b>	<b>295</b>
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>REMORQUAGE ET RAVITAILLEMENT À LA MER (GÉNÉRALITÉS)</b>	<b>309</b>
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LA MANŒUVRE EN FORMATION</b>	<b>349</b>
<b>CHAPITRE 4</b>	<b>LES MANOEUVRES DE MAUVAIS TEMPS</b>	<b>361</b>
<b>CHAPITRE 5</b>	<b>LES MANOEUVRES POUR ÉVITER LES COLLISIONS – MANOEUVRES D'URGENCE</b>	<b>375</b>
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>HOMME À LA MER</b>	<b>385</b>
<b>CHAPITRE 7</b>	<b>ÉCHOUEMENT - DÉSÉCHOUEMENT</b>	<b>399</b>
<b>CHAPITRE 8</b>	<b>PASSAGE AU BASSIN OU SUR DOCK FLOTTANT</b>	<b>407</b>



## CHAPITRE 1 LA PRISE DE COFFRE

<b>1.1</b>	<b>PRISE DE COFFRE - PRÉSENTATION</b>	<b>296</b>
<b>1.2</b>	<b>DISPOSITIONS MATÉRIELLES</b>	<b>298</b>
<b>1.3</b>	<b>DÉROULEMENT DE LA SÉQUENCE</b>	<b>302</b>
<b>1.4</b>	<b>AFFOURCHAGE</b>	<b>304</b>
<b>1.5</b>	<b>EMBOSSAGE</b>	<b>305</b>

## 1.1 PRISE DE COFFRE - PRÉSENTATION

La prise de coffre est une manœuvre assez fréquente pour un bâtiment de guerre arrivant dans une rade militaire pour se ravitailler, rester en alerte, attendre un poste disponible à quai. Les chaînes des coffres sont calculées avec un coefficient de sécurité confortable, la tenue des ancrages qui sont empennelées est excellente, le rayon d'évitage est moindre, la sécurité est largement assurée. Le navire peut, mettre bas les feux sans crainte.

Les bâtiments de commerce n'utilisent généralement les coffres que pour s'embosser, c'est-à-dire s'amarrer par l'arrière, alors que leurs ancre sont mouillées devant.

### 1.1.1 PRÉPARATIFS

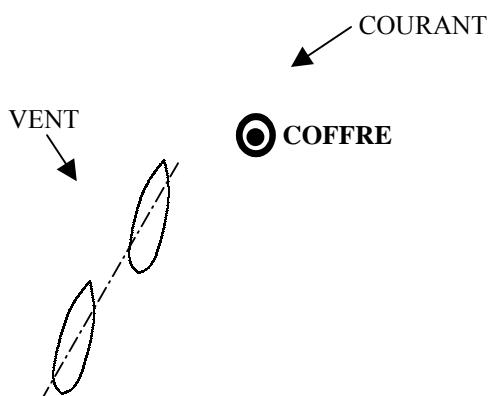
- a) Dès que le bâtiment rentrant au port arrive à l'abri, l'embarcation qui doit porter l'extrémité de la première aussière sur le coffre est disposée pour être mise à l'eau. Sur les navires de fort et moyen tonnage, elle est de préférence à moteur. Il ne faut pas oublier de déposer auparavant à bord tout le matériel nécessaire à la manœuvre (manilles, marteau, torons, ...) et d'informer le patron du déroulement probable des opérations en lui donnant des consignes précises.
- b) Une des lignes de mouillage est démaillée entre le premier maillon et l'extrémité de chaîne, et une quinzaine de mètres est dévirée sur le pont. L'extrémité est allongée jusqu'au chaumard d'étrave. L'autre ancre est mise en mouillage, pour parer à une fausse manœuvre ou à une rupture de l'aussière avant que la chaîne ne soit maillée.

### 1.1.2 PRÉSENTATION

Le choix de la présentation tient compte de la force et de la direction du vent et du courant. Il ne faut pas oublier que le premier amarrage réalisé consiste en une seule aussière, qui doit assurer la tenue du bâtiment pendant la manœuvre de la chaîne. Pour éviter sa rupture, il est indispensable de se présenter dans une position aussi stable que possible, qui permette de mailler la chaîne rapidement, sans efforts et risques exagérés pour le personnel.

#### a) Vent et courant moyens.

La meilleure solution consiste à adopter une route intermédiaire entre la direction du vent et celle du courant, c'est-à-dire à prendre une dérive qui conduise légèrement au vent du coffre. L'observation de celui-ci par un point à terre permet généralement de trouver rapidement l'angle convenable. Ne pas oublier que la dérive augmente lorsque le bâtiment perd son erre. Pour cette raison, il est avantageux de donner sur la fin de la manœuvre une priorité au vent, en lofant légèrement au moyen de la barre ou de la propulsion.



Un autre avantage d'une telle présentation réside dans le fait que le coffre est vu de la passerelle pendant toute la manœuvre. Lorsqu'on met le cap dessus, il disparaît à un certain moment sous l'étrave et peut être abordé violemment, si le bâtiment a conservé trop d'erre.

Le courant permet, en général, de gouverner jusqu'à la dernière minute, même lorsque la vitesse sur le fond est devenue pratiquement nulle.

Tant qu'un courant caractérisé existe, cette présentation est la seule recommandée.

S'il n'y en a pas, ce qui est assez fréquent dans les rades militaires, principalement en Méditerranée, la meilleure manœuvre est celle du paragraphe (b).

### b) Vent faible ou moyen sans courant.

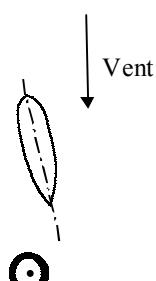
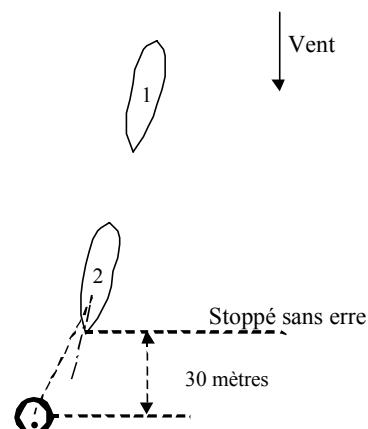
Le navire est présenté vent debout cap sur le coffre, ou légèrement à côté pour mieux le voir. L'embarcation ne doit pas perdre de temps, surtout avec un bâtiment léger, car, une fois stoppé, l'abattée sera rapide dès que le vent aura pris d'un bord.

### c) Vent très fort sans courant.

Par suite de leur inertie, les grands bâtiments ont une certaine stabilité debout au vent. Ils n'abattent rapidement qu'après avoir pris une position arrivée de deux ou trois quarts. La présentation vent debout sera encore acceptable.

Il n'en sera pas de même pour les bâtiments légers à grand fardage (avisos, chasseurs), pour lesquels il est recommandé de se diriger sur le coffre « vent arrière ». Il ne faut pas hésiter à choisir cette méthode même s'il est nécessaire de perdre préalablement du temps en gagnant un point au vent du coffre pour s'y éviter.

La présentation s'effectue alors légèrement à l'écart du coffre en se méfiant de l'erre, qui sera entretenue par le vent. Il faut battre en arrière longtemps à l'avance, ou plus rapidement que d'habitude, et s'étaler alors que le coffre est vu à un bon quart de la passerelle et à une trentaine de mètres de l'étrave. Il est indispensable que l'embarcation profite du vent arrière pour traîner l'aussière jusqu'au coffre. Pendant qu'elle effectue cette manœuvre et maille l'aussière, le bâtiment reprend une légère erre en avant sous l'effet du vent. Quand le coffre approche de l'étrave, il faut battre une nouvelle fois en arrière très lentement, aucune abattée n'est à craindre, le vent arrière étant la position d'équilibre en marche arrière. Il sera même possible de culer s'il le faut, ou de se redresser en différenciant les lignes d'arbres.



Avec un bâtiment à une hélice (pas à droite), il ne faudra pas se présenter exactement vent arrière, mais grand largue bâbord amure et un peu au vent du coffre, de façon à être vent arrière une fois étalé.

Lorsque la présentation vent arrière est adoptée, il faut profiter de la position stable du bâtiment, qui est tenue en s'aidant de la propulsion, pour mailler la chaîne avant l'évitage. Il serait dangereux, par très forte brise, de le laisser venir vent de travers sur l'aussière seule qui risquerait fort de casser. Au cas où la chaîne ne peut être maillée à temps, il est prudent de passer rapidement une seconde aussière en double dans l'organneau du coffre, de faire dégager l'équipe de coffre, et d'attendre patiemment que le bâtiment ait terminé son évitement avant de faire mailler la chaîne.

### d) Par fort courant

Il faut se présenter dans l'axe du courant de préférence courant de l'avant (cap d'évitement). La manœuvre reste possible courant de l'arrière moyennant quelques précautions. En particulier, dans ce cas, la chaîne ne sera mouillée qu'après l'évitement car lorsque la vérine de prise coffre sera virée, l'avant sera bridé et il deviendra impossible de maintenir l'arrière dans le courant.

#### Conclusion sur la présentation.

Si, pour une raison quelconque, la présentation est manquée (dérive mal appréciée, trop d'erre), il faut ordonner à l'embarcation de larguer l'aussière, et tout recommencer.

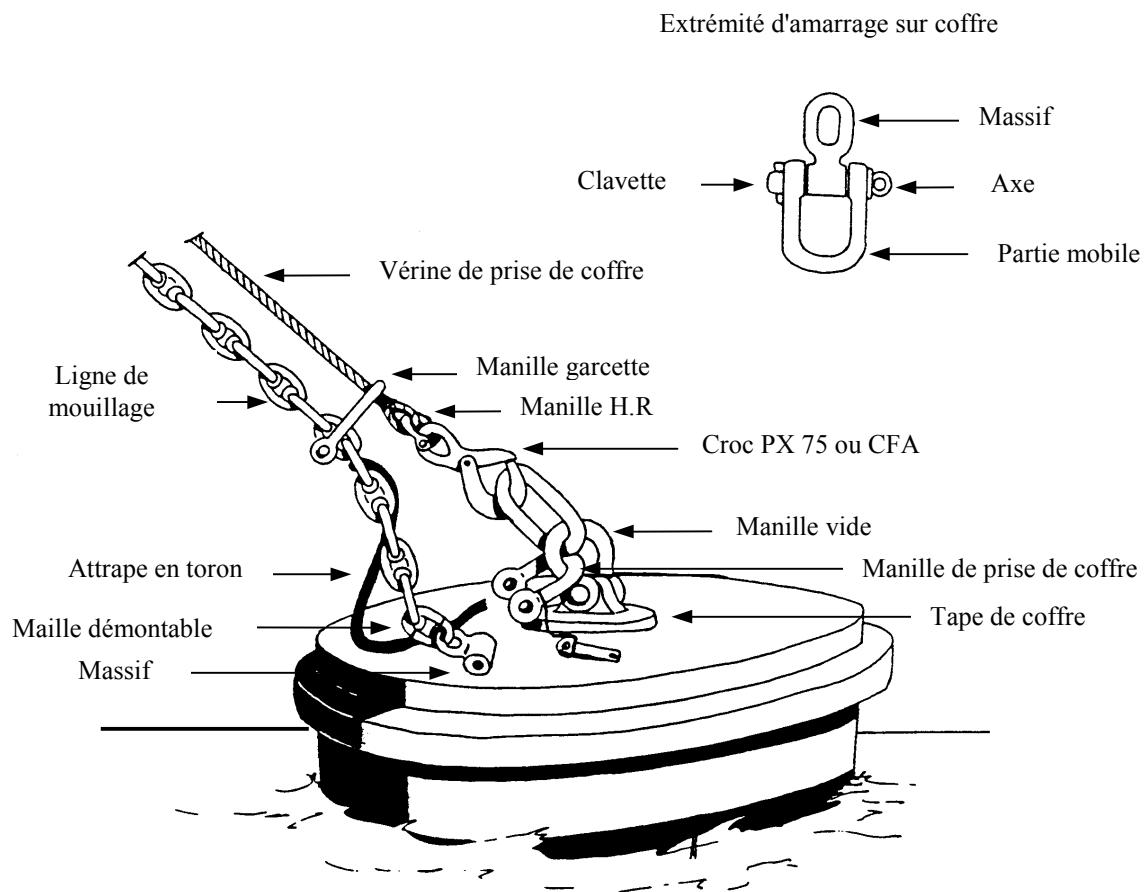
La prise de coffre est, en effet, une manœuvre dangereuse pour l'équipe d'embarcation, si elle est mal exécutée; le coffre peut être coulé, un homme peut tomber à l'eau et être écrasé entre le coffre et le navire, une aussière peut casser et provoquer de graves blessures en fouettant. Il est indispensable de limiter ces risques et de faire dégager l'équipe si les choses se présentent mal. Par exemple, une fois l'aussière maillée, si le vent ou le courant sont forts, la présence d'hommes sur le coffre est interdite pendant qu'on la vire. De

même, par mauvais temps, ils doivent recevoir l'ordre de regagner l'embarcation et d'attendre à proximité du coffre que l'évitage soit terminé.

## 1.2 DISPOSITIONS MATERIELLES

La chaîne d'un grand bâtiment est lourde. Si le coffre ne peut être amené exactement à l'aplomb de l'étrave, ce qui arrive lorsque le vent est fort, l'équipe aura du mal à la déhaler et à la mailler.

La solution consiste à faire glisser la chaîne, à l'aide d'une manille "garcette" sur le fil d'acier (vérine) capelé sur la maille vide du coffre et viré pour amener le coffre à l'aplomb de l'écubier.



Les paragraphes qui suivent décrivent les dispositions matérielles à prendre et les séquences de l'opération.

- Rappeler l'équipe de mouillage plage avant. (Procéder aux essais du guindeau, mettre les ancre en mouillage, disposer la plage avant pour une prise de coffre).  
Mettre en place le mât de pavillon, ranger les filières antiroulis, mettre en place les grilles d'écubier, sac à outils, clé à bosse, masse, barre à mine.
- Rappeler les équipes de prise de coffre plage avant. Rappeler l'équipe de mise à l'eau et l'armement de l'embarcation.
- Plage avant

### Tenue du personnel

Casque, brassière, gants, chaussures antidérapantes, couteau, ciré selon météo.

### Liaisons radio

- T.A.G. plage avant/passerelle
- Liaison passerelle/embarcation et plage avant/passerelle (radio VHF)
- Porte-voix (liaison plage avant - embarcation).

### Matériel

- Vérine de prise de coffre
- Partie fixe de la manille de prise de coffre (MASSIF)
- Manille garcette
- 2 bosses en chaîne
- 1 toulane en chanvre L = 50m Ø 12mm (pour passer la vérine à l'embarcation)
- Toron, pailles de bittes, crocs à chaîne, sac à outils
- Lance-amarre à main
- Croc à échappement de calibre 30 ou le croc de remorquage avec sa manille de remorquage (pour le largage du coffre)
- Porte-voix
- d) Embarcation

### Tenue du personnel

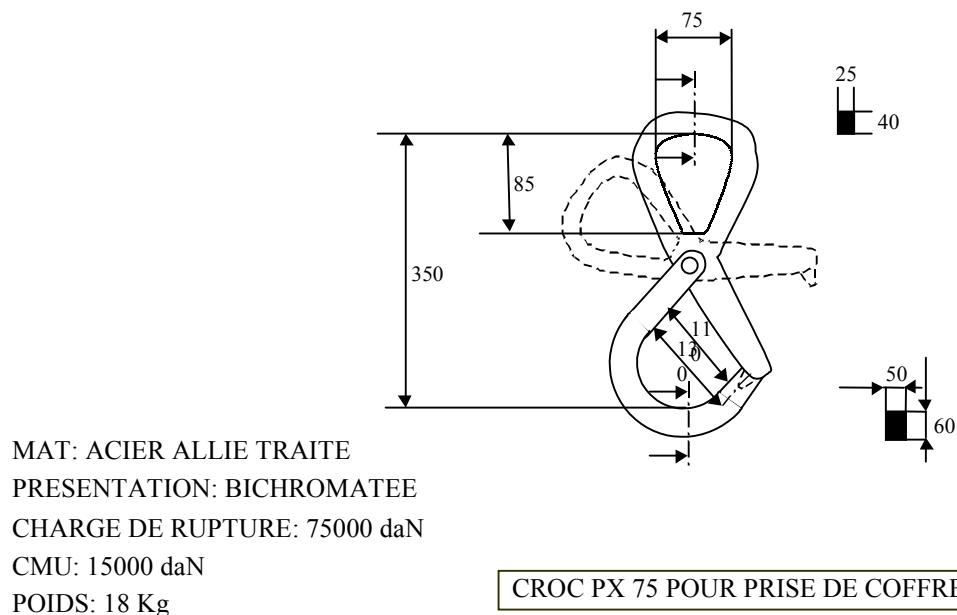
Casque, brassière, chaussures antidérapantes, gants, couteau, ciré selon météo. Si une embarcation pneumatique est utilisée, il est prévu une tenue néoprène pour l'armement.

### Personnel

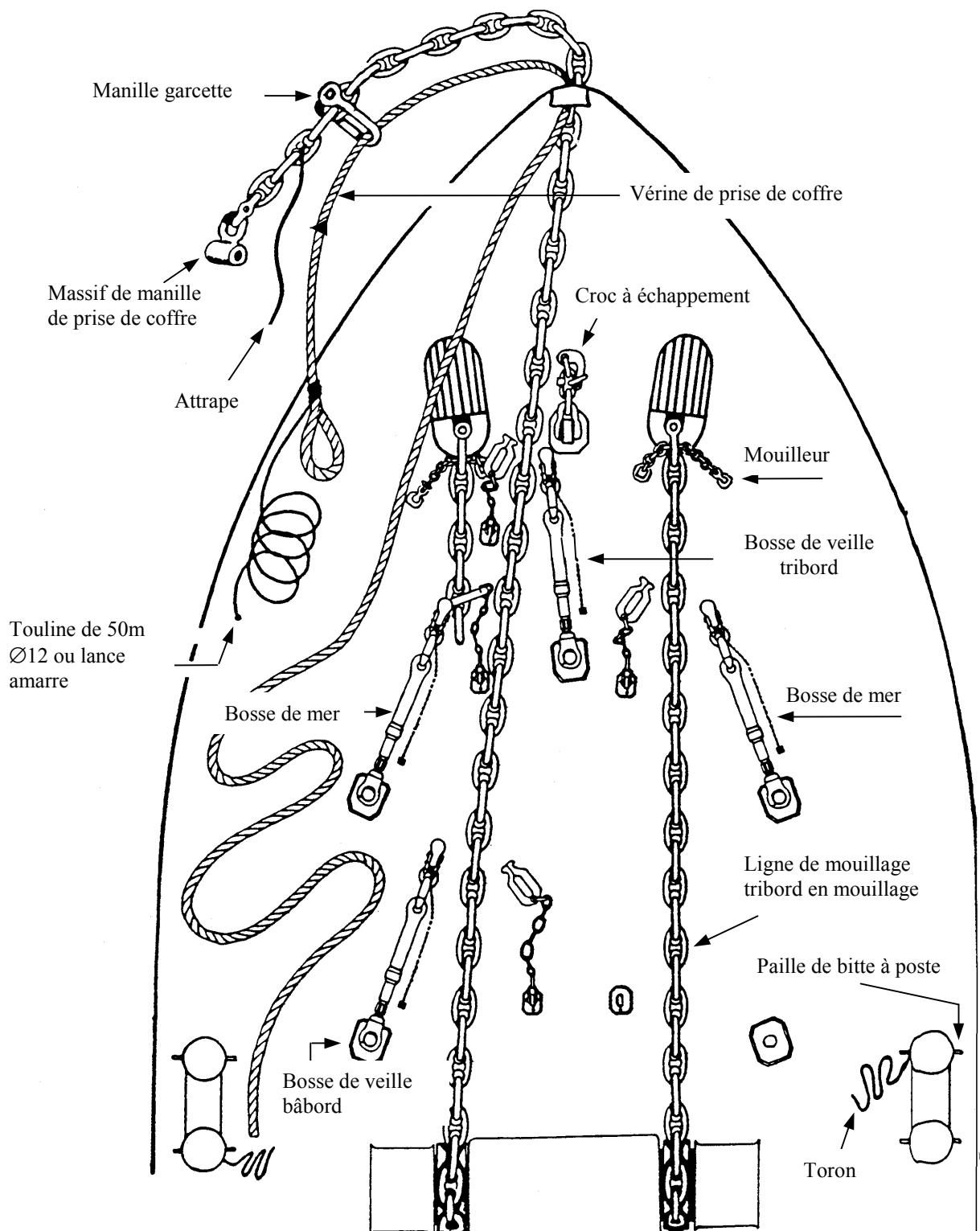
4 hommes : 1 patron, 1 mécanicien et 2 manœuvriers confirmés. Pour la sécurité de ce personnel, le casque est porté obligatoirement par les quatre hommes, la jugulaire au menton.

### Matériel

- Le croc à fermeture automatique (C.F.A.) ou le croc P.X. 75 (éventuellement le croc de prise de coffre type GUERIGNY)



- La partie mobile de la manille de prise de coffre (CORPS) avec sa goupille et clavette amarrées ensemble. Ces pièces devront rester manœuvrantes sans qu'il soit nécessaire de couper les amarrages. Il faudra frapper un toron dessus pour son amarrage éventuel sur le coffre.
- Un sac à outils, du toron, palan mousse (chaîne de gros calibre).
- Un appareil radio portatif (VHF), liaison avec la passerelle uniquement.

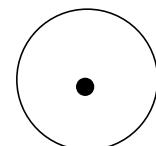


Prévoir un palan mousse dans l'embarcation pour la chaîne de gros calibre

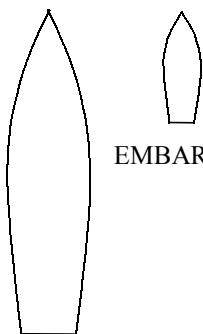
## MANŒUVRE DE L'EMBARCATION

3 A moins de 100m du coffre, la passerelle ordonne à la plage avant "Prenez le coffre" ; à ce moment, l'embarcation est aux ordres de la plage avant.

DIRECTION DU VENT

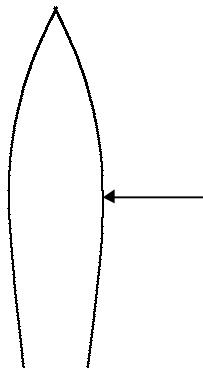


COFFRE



EMBARCATION

BATIMENT



100 M



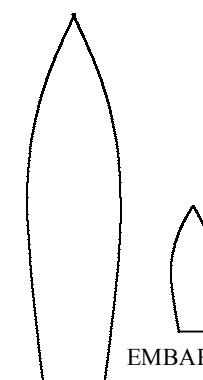
EMBARCATION

BATIMENT

2 L'embarcation restera environ à cette distance jusqu'à l'approche du coffre en liaison radio uniquement avec la passerelle. Ce n'est que sur ordre de celle-ci que l'embarcation se mettra aux ordres de la plage avant.

1 L'embarcation est mise à l'eau avec une erre en avant inférieure à 6 noeuds et à environ 500 m du coffre. Le personnel embarque et s'écarte du bâtiment.

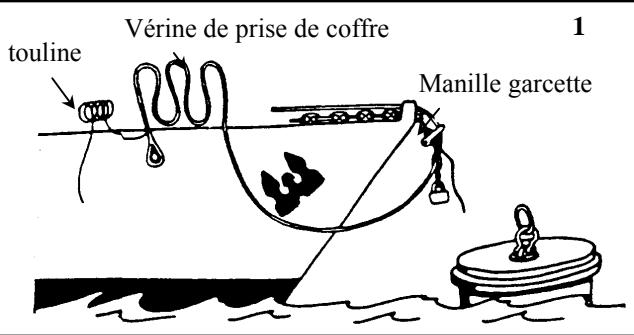
Important : le personnel composant l'équipe de mise à l'eau de cette embarcation devra rester à poste jusqu'au hissage et ceci sous la responsabilité du gradé chargé de la mise en œuvre.



EMBARCATION

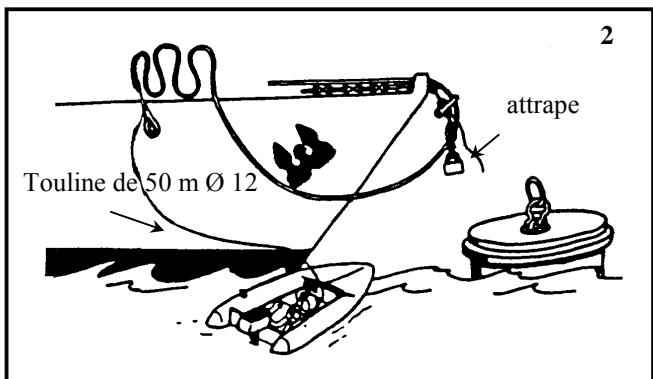
BATIMENT

### 1.3 DÉROULEMENT DE LA SEQUENCE

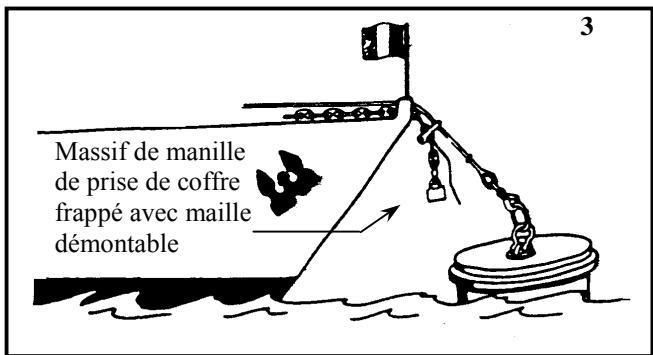


Ligne de mouillage passée dans le chaumard axial avec, à son extrémité, le massif de la manille de prise de coffre frappé avec une maille démontable.

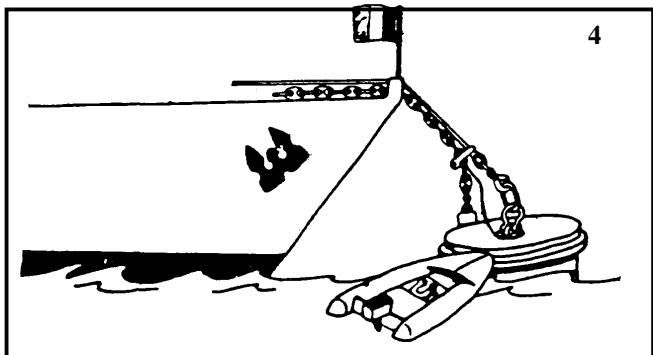
Touline de passage disposée en plats sur le pont, une extrémité frappée derrière l'œil de la vérine de prise de coffre, l'autre passée par-dessus les filières (en attente de l'embarcation).



L'embarcation vient récupérer la touline et se dirige vers le coffre (la plage avant file à la demande). Dès leur arrivée sur le coffre les deux manœuvriers embraquent la touline puis la vérine est alors filée par la plage avant. L'extrémité de vérine sur le coffre, frapper le croc PX 75 sur l'œil (à l'aide de la manille) puis, crocher le PX 75 sur la maille vide d'organneau du coffre. Récupérer les hommes puis faire dégager l'embarcation.

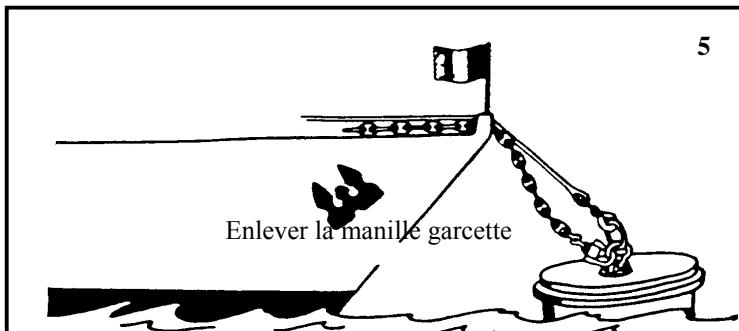


La plage avant vire la vérine jusqu'à amener le chaumard axial de la plage avant à l'aplomb de coffre. Bosser la vérine (chaîne) puis la tourner aux bittes (toron). Embrayer la couronne barbotin. Desserrer le frein.

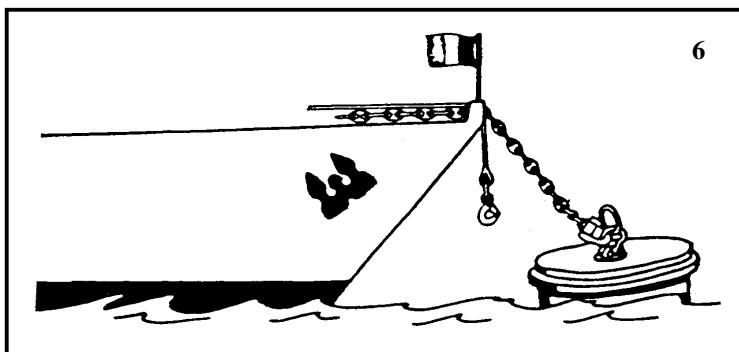


Dévirer la chaîne en l'accompagnant sur le pont (toron ou croc à chaîne). La manille garcette (collet sur la vérine) lui permet de coulisser jusqu'au coffre. L'embarcation se présente.

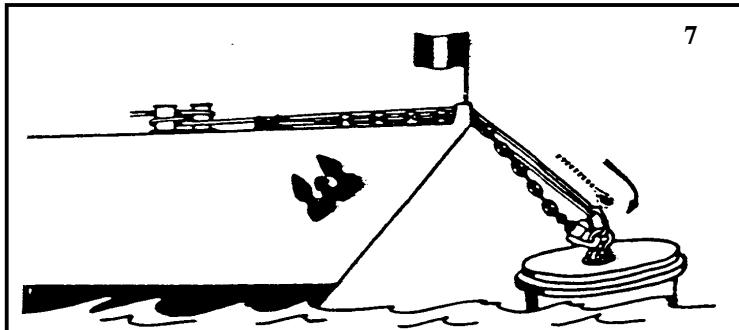
Les deux manœuvriers montent sur le coffre. Ne pas laisser l'embarcation entre le coffre et l'étrave.



Passer la deuxième partie de la manille de prise de coffre dans l'organeau puis présenter le massif et assembler la manille à l'aide de l'axe et de la clavette (reliés entre-eux par du luzin).

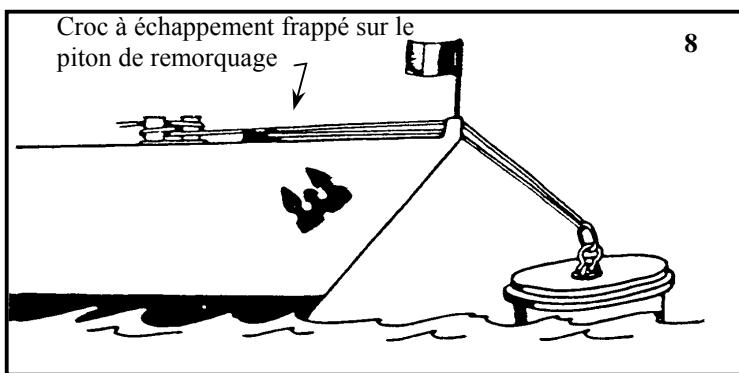


Récupérer les hommes puis faire dégager l'embarcation. La plage avant vire la chaîne, la vérine mollit. L'embarcation se représente pour larguer le PX 75, la plage avant embrague la vérine. L'embarcation récupère ses hommes et pousse vers le bord. Dévirer la chaîne à la longueur ordonnée puis bosser.



#### Largage:

Virer la chaîne pour amener l'étrave à l'aplomb du coffre. L'embarcation récupère la vérine, passe l'œil dans la maille vide de l'organeau. La vérine est ramenée dans le chaumard (lance-amarre ou touline). Capeler l'œil dans le croc à échappement, reprendre le mou puis tourner aux bittes (toron).



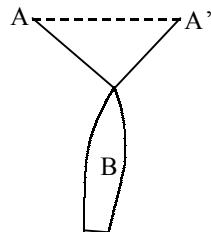
Récupérer les hommes puis faire dégager l'embarcation. Dévirer la ligne de mouillage. L'embarcation se représente. Larguer la manille de prise de coffre puis faire dégager l'embarcation qui se représente sous son bossoir. La plage avant vire la chaîne. Sur ordre, largage de la vérine, la plage avant l'embrague. Œil à bord -clair devant.

## 1.4 AFFOURCHAGE

### 1.4.1 GENERALITES

Tout marin débutant apprend rapidement qu'« affourcher » consiste à mouiller deux ancre. De là à conclure qu'un bâtiment affourché présente deux fois moins de risques de chasser, et qu'une telle disposition est recommandée lorsque le mauvais temps menace, il n'y a qu'un pas. C'est une conception absolument fausse de l'affourchage, qu'il ne faut pas confondre avec une autre disposition qui consiste à mouiller, par mauvais temps, une deuxième ancre comme sauvegarde : ancre en barbe ou ancre en plomb de sonde. Ces deux cas seront étudiés au chapitre : « Manœuvres de mauvais temps ».

L'affourchage consiste à mouiller une deuxième ancre pour diminuer le rayon d'évitage du bâtiment, par exemple dans une rivière ou une rade étroite encombrée.



Pour que cette disposition soit payante (diminution appréciable de l'encombrement) et que le bâtiment ne risque pas d'accrocher une ancre A avec la chaîne de l'autre ancre A', la distance AA' doit être supérieure à l'une quelconque des deux touées de chaîne BA ou BA'.

On conçoit également qu'il est judicieux de répartir les efforts sur les deux ancre et par conséquent d'adopter des touées égales ( $BA = BA'$ ).

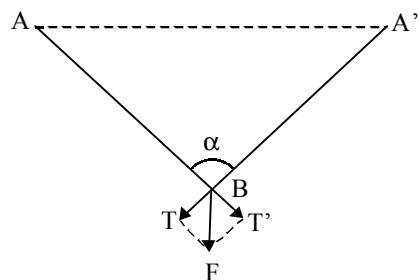
Mais, s'il y a du courant (cas général dans les rivières) ou si le vent est variable, le bâtiment croisera ses chaînes en s'évitant et elles pourront, au bout de quelques jours, présenter plusieurs tours. Pour éviter cet inconvénient, un dispositif particulier, appelé émerillon « d'affourche », est mis en place dans ces cas-là.

### 1.4.2 CONSIDERATIONS THEORIQUES

Soit un bâtiment affourché sur deux chaînes de longueur égale, la distance des ancre AA' étant telle que Touée AB < AA'

Dans ces conditions, l'angle  $\alpha$  est toujours supérieur à  $60^\circ$ .

Soit F la force exercée par le bâtiment. Supposons que les tensions sur les deux ancre soient égales ; F est alors dirigée suivant la bissectrice de l'angle ABA'.



Les projections horizontales des tractions des chaînes T et T', égales entre elles, sont telles que :

$$T = T' = \frac{F}{2} \times \frac{1}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

Or, une ancre est prévue pour un effort F ; il ne faut donc pas que T devienne supérieur à F ; la tenue par forte brise ne serait plus suffisante.

Par conséquent, la condition suivante doit être respectée :

$$2 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) > 1 \quad \text{soit } \alpha < 120^\circ$$

c'est à dire encore :  $AA' < \text{Touée} \times \sqrt{3}$

Lorsque la touée aura été choisie en fonction des considérations locales (abri, courant, place, marée), la distance des ancre devra être comprise entre 1 fois et 1,7 fois la touée. Dans la pratique, la manœuvre est

prévue la plupart du temps pour que ce coefficient reste compris entre 1,2 et 1,4. L'angle des deux chaînes est alors voisin de  $90^\circ$  à  $100^\circ$ . Les touées doivent en outre correspondre à un nombre de maillons entier, car, pour mettre l'émerillon en place, il est nécessaire de couper la chaîne à une maille démontable.

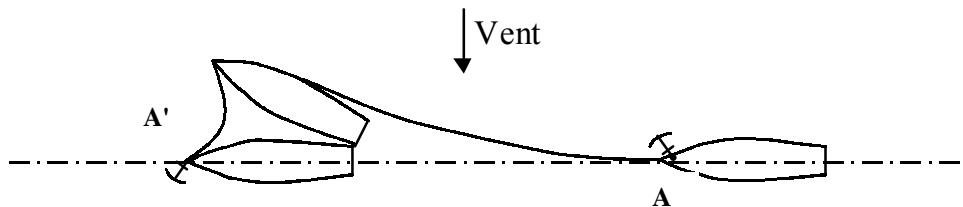
#### 1.4.3 MANŒUVRE DE MOUILLAGE DES ANCRES

De toutes façons, le point de mouillage de la première ancre doit être parfaitement déterminé (alignements ou relèvements précis). Il sera également préférable de se présenter à un cap voisin de la direction prévue pour la ligne des ancrès. La présentation aura lieu à vitesse réduite, la première chaîne sera élongée aussi bien que possible. L'orientation des ancrès est généralement choisie dans l'axe du chenal, lorsqu'il s'agit d'une rivière, perpendiculaire aux vents régnants dans une rade resserrée.

Pour mouiller la seconde ancre, deux méthodes sont possibles :

- soit bien repérer sa position géographique par relèvements ou alignements précis;
- soit la mouiller lorsqu'une certaine quantité de la première chaîne (environ une fois et demi la toué finale) a été filée.

Dans un cas comme dans l'autre, il faudra mouiller d'abord l'ancre A située du côté du courant ou du vent et, avant de laisser tomber la seconde A', mettre toute la barre dans le sens convenable pour loffer.



Le frein de la chaîne A étant serré, le bateau évoluera franchement vers le vent, ne risquant pas de retomber sur l'ancre A'. Ce mouvement d'autofée peut être amorcé plus nettement encore avec l'aide de la propulsion. Reste à virer la chaîne de la première ancre, en filant à la demande celle de la seconde jusqu'à égalisation du nombre de maillons.

#### 1.4.4 MISE EN PLACE DE L'EMERILLON D'AFFOURCHE.

La manœuvre ne sera pas détaillée ici. Elle est expliquée dans le Manuel du Manœuvrier et fait l'objet d'exercices pratiques soit au cours des sorties à la mer de l'École Navale, soit à bord de la Jeanne d'Arc.

Actuellement, il est rare qu'un bâtiment ait besoin d'affourcher et de mettre en place l'émerillon d'affourche; il n'en reste pas moins qu'un tel exercice est un excellent entraînement à l'utilisation de tous les appareaux de mouillage en général.

L'émerillon d'affourche est certes calculé pour résister aux efforts normaux exigés des chaînes. Il représente cependant un point faible en cas de forte houle, d'embardées brusques et de chocs brutaux. C'est pourquoi une telle installation ne doit être envisagée que dans un mouillage relativement abrité; elle n'offre en aucun cas une sécurité valable par mauvais temps.

Bien au contraire, si une chaîne venait à casser, ou si la situation sur rade devenait intenable, l'appareillage nécessiterait des manœuvres de plage avant difficiles, peut-être dangereuses, en tout cas une perte de temps considérable, avant que le bâtiment ne soit en mesure de prendre la mer. En cas d'urgence, la seule solution pour gagner du temps, consisterait probablement à abandonner les deux ancrages en filant les chaînes par le bout. Il n'est pas raisonnable d'envisager pareille solution.

Nota : Lors d'un affourchage en rivière, l'ancre d'aval est souvent nommée "ancre de flot", celle d'amont "ancre de jusant".

#### 1.5 EMBOSSAGE

Un navire est embossé lorsqu'il est maintenu à la fois par l'avant et l'arrière de façon à rester, malgré les efforts du courant et du vent, dans une direction fixe, généralement différente de son évitement naturel.

Il en résulte qu'un navire peut être embossé :

- entre deux coffres, ou entre un coffre et un quai,
- entre une ou deux ancras à l'avant et un coffre ou tout autre point fixe à l'arrière,
- entre une ancre à l'avant et une ancre de détroit ou une ancre à jet à l'arrière.

L'embossage permet au bâtiment de conserver une orientation stable, qui peut être favorable pour exécuter certaines missions : tirs de précision (tirs d'accord), lancement de vérification de torpilles, chargement ou déchargement sur certaines rades (par exemple attente d'un convoi à Port-Saïd). Il peut s'avérer utile pour l'aération (pays chauds), ou permettre simplement d'amarrer plusieurs bâtiments dans peu d'espace (à la file dans l'axe d'un chenal ou parallèles entre eux debout à un quai).

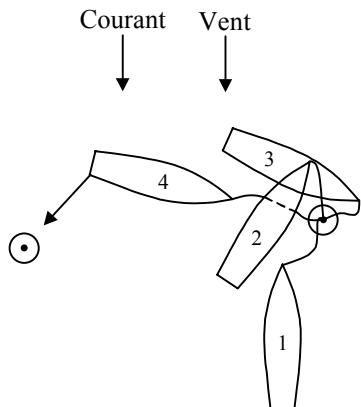
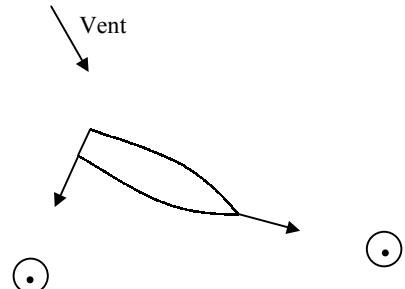
### 1.5.1 EMBOSSEMENT ENTRE DEUX POINTS FIXES (COFFRES)

Si le vent ou le courant soufflent dans l'axe de l'amarrage en particulier debout à la route de présentation, il n'y a aucune difficulté particulière. Il faut cependant prévoir les embarcations nécessaires pour porter les aussières et s'assurer que les équipes de manœuvre de l'avant et de l'arrière disposent bien de tout le matériel (aussières, manilles, torons, lance-amarres, bosses en chaîne, défenses, etc.).

Tout le problème consiste en une bonne appréciation de l'erre et une utilisation correcte de la propulsion et de la barre.

Toutefois, lorsqu'il s'agit d'une manœuvre dans un port inhabituel, le commandant fera bien de se renseigner sur la distance exacte des deux points fixes; en général, un minimum de 40 mètres en plus de la longueur du bateau est nécessaire (25 m à l'avant et 15 m à l'arrière) pour permettre un bon amarrage.

Lorsqu'un vent frais, ou un fort courant, porte en biais ou en travers par rapport à l'axe de l'amarrage, il faut se présenter presque vent arrière pour prendre en premier lieu le coffre de l'avant. Dès que l'aussière est assujettie sur lui, le vent assure l'évitage. L'aussière de l'arrière doit être envoyée assez tôt pour être embraquée aisément à mesure que le coffre se rapproche. En général, l'amarrage comporte une chaîne maillée sur le coffre avant, et deux solides aussières à l'arrière.



Lorsque les dispositions du port obligent à se présenter vent debout perpendiculairement à l'axe d'amarrage, et que le vent n'est pas trop fort, l'évitage peut s'effectuer en faisant en avant sur la chaîne jusqu'à la position 3. Il suffit de culer ensuite jusqu'à la position 4 d'où l'aussière peut être portée aisément. Par vent ou courant fort, cette manœuvre n'est pas possible ; un remorqueur est nécessaire pour terminer l'embossage.

### 1.5.2 EMBOSSEMENT ENTRE UNE ANCRE ET UN POINT FIXE

Cet amarrage est très fréquent dans certains ports de commerce.

La présentation la meilleure pour permettre l'envoi des aussières de l'arrière dans de bonnes conditions reste celle énoncée dans le paragraphe précédent. Le problème délicat, non encore envisagé, est celui de mouiller l'ancre (ou les ancras) au bon endroit. Il nécessite une préparation soignée sur la carte, car il ne faut pas se tromper sur certaines distances, difficiles à apprécier "d'un coup d'œil".

Supposons le problème résolu : soit un bâtiment B embossé entre son ancre A et un coffre C.



L'ancre se trouve à une distance D du coffre telle que :

$$D = L + t + 1$$

L = longueur du bâtiment

t = touée de chaîne

1 = longueur de l'amarrage arrière.

Les chiffres ne sont pas de trop, pour se représenter la situation, car une erreur supérieure à 30 mètres (c'est-à-dire un maillon) n'est pas pardonnable.

Soit à amarrer une frégate de 129 mètres de long avec une touée de 3 maillons (90 m) et une distance arrière de 20 mètres; soit au total : 239 mètres<sup>2</sup>

Il faut porter le point A sur la carte à 239 mètres du coffre dans l'azimut convenable, et chercher les repères susceptibles de permettre un mouillage précis à cet endroit. Enfin, il est indispensable de tenir compte de la distance passerelle-étrave, 30 mètres environ pour ce type de bâtiment.

### Présentation dans l'axe de l'amarrage

Prendre en alignement le coffre C par un point P remarquable à terre, sinon se présenter sur un relèvement du coffre C en surveillant bien la dérive.

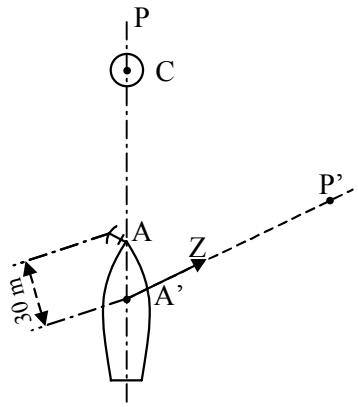
Placer sur la carte le point A' à :  $239 + 30 = 269\text{m}$  de C et chercher dans les environs du travers un alignement ou au moins un amer P' remarquable, dont on notera le relèvement Z vu de la passerelle.

L'ancre doit tomber lorsque la passerelle arrive en A'.

S'il n'y a ni vent, ni courant, ou s'ils sont faibles, la manœuvre peut se terminer en s'évitant sur la chaîne.

Si le vent et le courant sont forts, mais de l'arrière, le bâtiment s'évitera de lui-même.

Si le vent et le courant sont forts, et viennent des secteurs de l'avant, un remorqueur sera nécessaire.



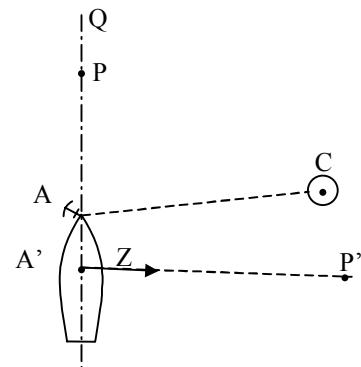
### Présentation perpendiculaire à l'amarrage.

Placer le point A sur la carte à 239 mètres du coffre, puis s'efforcer de trouver à terre un alignement PQ passant par A.

Si ce n'est pas possible, choisir un point P remarquable, et tracer son relèvement; porter le point A' à 30m de A dans cette direction.

Du point A', repérer un alignement, ou ou le relèvement d'un amer P', dans les environs du travers de la route de présentation.

Mouiller, lorsque la passerelle arrive en A'.



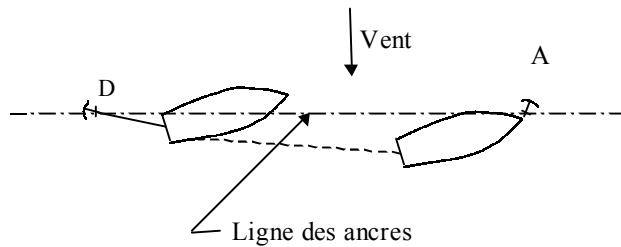
### 1.5.3 EMBOSSEMENT SUR L'ANCRE DE DETROIT OU UNE ANCRE A JET DE L'ARRIERE

#### Mouillage de l'ancre de détroit.

La présentation s'effectue sur la ligne des deux ancre D A avec l'angle de dérive qui convient, de façon à mouiller l'ancre de détroit D en premier.

La distance des points D et A doit être calculée de façon à correspondre à la longueur des deux touées, augmentée de celle du bâtiment.

<sup>2</sup> La touée est toujours plus importante que dans un mouillage normal, par suite de la grande prise au vent, lorsque celui-ci souffle du travers. Très souvent on mouille dans ce cas deux ancre "en barbe".

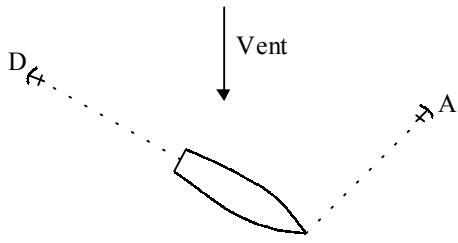


Ne pas oublier que l'ancre de détroit est beaucoup plus légère que l'ancre de bossoir; pour tenir, il faut prévoir sur elle un nombre de maillons plus important (par exemple : 5 contre 3).

Enfin, les repères de passerelle (alignements, relèvements) doivent être choisis en tenant compte de la distance de l'arrière à la passerelle, pour le mouillage de l'ancre de détroit, et de la distance de l'étrave à la passerelle pour le mouillage de l'ancre de bossoir.

Lorsque D est mouillée, laisser filer la chaîne librement, jusqu'à mouiller en A l'ancre de bossoir se trouvant du côté du vent.

Virer ensuite la chaîne arrière et filer devant jusqu'à avoir les touées qui conviennent pour chaque ancre.



Pour appareiller, l'ancre de détroit est généralement dérapée la première. Par vent et courant traversiers, il sera nécessaire de filer beaucoup de chaîne à l'avant, sous peine de ne pas pouvoir virer derrière. L'écubier arrière se présente en effet dans l'axe, de telle façon qu'une chaîne appelant des environs du travers ripe difficilement.

En outre le cabestan de touage arrière est beaucoup plus faible que le guindeau.

#### **Mouillage d'une ancre à jet.**

Elle est mouillée sur une aussière en fil d'acier et non une chaîne.

L'embossage s'effectue après le mouillage de l'ancre principale. L'ancre à jet n'est pas mise à l'eau directement du bord, mais portée à l'endroit convenable par une embarcation. La manœuvre n'est possible que s'il n'y a pas de vent ou de courant traversier violent.

## **CHAPITRE 2 REMORQUAGE ET RAVITAILLEMENT A LA MER (GENERALITES)**

<b>2.1</b>	<b>PRINCIPES GÉNÉRAUX</b>	<b>310</b>
<b>2.2</b>	<b>CARACTÉRISTIQUES DU REMORQUEUR</b>	<b>311</b>
<b>2.3</b>	<b>LA REMORQUE</b>	<b>312</b>
<b>2.4</b>	<b>LE MATÉRIEL DE REMORQUAGE</b>	<b>314</b>
<b>2.5</b>	<b>LE REMORQUAGE PAR BÂTIMENTS SPÉCIALISÉS</b>	<b>324</b>
<b>2.6</b>	<b>LE REMORQUAGE DES BÂTIMENTS DE COMBAT</b>	<b>331</b>
<b>2.7</b>	<b>LE RAVITAILLEMENT À LA MER</b>	<b>337</b>

## 2.1 PRINCIPES GENERAUX

### Définition

Le remorquage en haute mer correspond à deux principales missions bien déterminées :

- le sauvetage d'un navire désemparé par le mauvais temps ou par des avaries de combat ;
- le convoyage d'un port à un autre d'un navire ou de tout autre engin dépourvu de moyen de propulsion : bâtiment désarmé ou à réparer, chaland, dock flottant, etc.

Il s'agit dans tous les cas d'une opération d'autant plus délicate et difficile que le remorqué est plus lourd et le mauvais temps plus à craindre.

Le remorquage en haute mer d'un bâtiment ne peut se concevoir généralement qu'en flèche avec un remorqueur de tonnage suffisant et une remorque appropriée.

Le bâtiment remorqueur peut-être :

- un bâtiment spécialisé : RHM - BSR ...;
- un bâtiment de combat.

### Considérations théoriques

Des mesures ont été effectuées au bassin des carènes sur la résistance à l'avancement que peut présenter un bâtiment remorqué. Elles ne fournissent qu'une valeur moyenne très approximative des efforts mis en jeu, et ne peuvent être considérées que comme des minima correspondant à une mer calme sans vent et à un bâtiment de forme standard et en bon état. Les chiffres donnés dans le tableau ci-dessous sont exprimés en tonnes

Déplacement	Vitesse 4 noeuds	Vitesse 7 noeuds	Vitesse 10 noeuds
1200	0,7	2,1	3,5
3000	1	2,7	5,5
9000	1,6	4,8	10,3
12 000	1,9	5,6	11,8

Il n'est pas possible de prendre ces valeurs comme référence des résistances de la remorque et des points fixes, ou de la puissance à fournir par le remorqueur pour les raisons suivantes :

1. les résistances de carène sont considérablement augmentées par l'état de la mer, des formes non hydrodynamiques ou des avaries telles que : avant écrasé, tôles déchirées, gouvernail bloqué à un certain angle, etc.
2. les résistances dues au vent, lorsqu'il est violent, sont beaucoup plus importantes qu'on ne pourrait l'imaginer, surtout lorsqu'il s'agit de remorquer une navire léger ou à fardage important;
3. il arrive fréquemment par mauvais temps qu'aux petites vitesses imposées à l'attelage, le remorqué embarde, abatte franchement et tende à entraîner à son tour le remorqueur. Il n'est pas rare que la remorque tire alors à 40° ou 50° de l'axe du remorqueur;
4. le tangage des deux bâtiments, ou la houle agissant d'une manière différente sur le remorqueur et le remorqué, provoque par moment des tensions dangereuses pour l'attelage;
5. enfin, les forces d'inertie des deux masses en mouvement ont une grande influence sur la bonne tenue de l'ensemble. Il faudra donc mettre progressivement la remorque en tension et ensuite ne modifier l'allure que lentement et en surveillant l'erre des deux bâtiments.

Pour ces raisons, la tension de la remorque varie dans des proportions considérables, qui peuvent conduire à multiplier par 8 ou par 9 les valeurs énoncées dans le tableau ci-dessus.

La remorque peut se rompre brutalement si on ne prend de sérieuses précautions. Lorsqu'elle est déjà raidie en présentant une flèche assez faible, la moindre augmentation de distance entre le remorqueur et le remorqué lui impose un accroissement de tension qui peut devenir très rapidement dangereux.

A l'inverse, les variations de tension de la remorque sont d'autant les faibles pour un écartement momentané des deux bâtiments que la flèche initiale est plus importante. Elles sont en outre mieux absorbées sans à coups lorsque la remorque présente une grande élasticité.

Les conclusions à tirer de ces considérations théoriques se résument donc ainsi :

- vitesse réduite ;
- éviter les à-coups dus aux variations de vitesse ;
- choisir si possible un cap évitant les à-coups dus à la houle ;
- passer une remorque présentant une grande flèche, donc si possible lourde et longue, et offrant une certaine élasticité ;
- fixer la remorque aux meilleurs points d'ancrage des deux bâtiments.

#### **Adaptation de la remorque : aux dimensions du remorqué (forme - déplacement, ...)**

Les manœuvres nécessitées par un remorquage en haute mer ne seront bien exécutées que par un commandant de remorqueur averti, disposant d'un matériel approprié et d'un personnel qualifié, prêt à chaque instant à modifier la route, la vitesse ou l'attelage en fonction du temps.

## **2.2 CARACTERISTIQUES DU REMORQUEUR**

Elles découlent directement de la mission à remplir et des considérations théoriques qui viennent d'être énoncées.

Les caractéristiques d'un remorqueur de haute mer sont surtout sa puissance et son grand rayon d'action. En effet les remorquages se font lentement (le plus souvent de 3 à 6 nœuds et sont parfois effectués sur de très grandes distances).

Mais, lorsqu'il s'agit de remorqueur d'assistance, prêt à appareiller au premier appel, une vitesse plus importante (15 nœuds au moins) pouvant être soutenue par mer moyenne devient nécessaire.

TYPE	PUISSEANCE	TRACTION	TIRANT D'EAU	DEPLACEMENT	PROPULSION
RHM type "TENACE"		60 t	5,90 m	1 500 t	1 hélice à pales fixes
BSR type "CHAMOIS"		27 t	3,20 m	400 t	2 hélices à pas variable 1 propulseur d'étrave
RR 4000 type "REVI"		50 t	4,00 m	1 450 t	2 hélices à pas variable 2 propulseurs d'étrave
CIVILS		160 t	6 m		2 hélices à pas variable avec tuyères fixes 2 propulseurs d'étrave

A l'exception des RHM, ces remorqueurs ont une grande manœuvrabilité et une grande souplesse d'utilisation. Les hélices à pas variable permettent d'obtenir un bon rendement dans la plage de efforts de traction et des vitesses couramment utilisées.

Toutes les autres caractéristiques des remorqueurs de haute mer sont destinées à augmenter leur maniabilité par mauvais temps, tout en conservant leur puissance.

#### Caractéristiques :

- Un déplacement moyen (500 à 1 500 tonnes) et une remorque manœuvrable par un équipage peu nombreux (diamètre 45 à 50 mm) ;
- Un tirant d'eau confortable de 5 mètres à 6 mètres à l'arrière, et faible (3 m) à l'avant, de façon à assurer de bonnes qualités évolutives ;
- Un fardage modéré et calculé pour une position d'équilibre "stoppé" voisine du vent de travers ;
- Un point de fixation de la remorque extrêmement résistant (croc, treuil ou bitte) situé assez près du centre de dérive pour permettre des évolutions rapides, même pendant la traction. Toutefois, cette disposition est surtout commode pour la prise de remorque. A la mer, l'attelage étant très long, les remorqueurs conservent la remorque bossée des deux bords à quelques mètres de l'arrière ;
- Pour faciliter le passage de la remorque et la modification de sa longueur au cours du remorquage, beaucoup de remorqueurs de haute mer spécialisés sont dotés de treuils de force sur lesquels s'enroulent 500 à 600 mètres de remorque de 50 mm de diamètre. En outre, ils sont munis d'un dispositif leur

permettant de filer automatiquement quelques mètres de remorque lorsque la tension dépasse une certaine valeur, et de récupérer ensuite la même longueur lorsque la tension redevient normale.

Les bâtiments de combat, appelés à remorquer un bâtiment sensiblement de leur tonnage, sont loin de posséder les qualités idéales requises. En particulier les machines à turbines, auxquelles sont attelées des hélices relativement petites et tournant vite, ont peu de puissance à faible vitesse ; tandis que dans le cas des moteurs diesels embrayés directement sur l'arbre, le démarrage est trop brutal. Enfin, le bâtiment remorqueur bridé par un chaumard axial arrière est incapable d'évoluer rapidement avec une remorque sous tension.

C'est pourquoi les longs remorquages de port à port, qu'on pourrait appeler "**remorquages de servitude**", ne sont pas de leur ressort. Tout au plus peuvent-ils escorter sur un long trajet de petits bâtiments plus légers, et les remorquer par beau temps pour allonger leur rayon d'action.

En revanche, il est absolument indispensable qu'ils disposent du matériel nécessaire pour prendre en remorque très rapidement, en principe pour un temps limité, un bâtiment similaire en avarie de mer ou de combat. Dans cette éventualité, il faut avant tout agir vite, quitte à prendre ultérieurement d'autres dispositions pour un trajet plus important, ou en vue du mauvais temps. Nous étudierons plus loin les dispositions de ces remorquages, qui seront nommés "**remorquages de combat**".

## 2.3 LA REMORQUE

Nous avons vu au titre II qu'elle doit pouvoir absorber les à-coups et surtensions dus à la mer, aux variations de vitesse et aux embardées.

Pour assurer au mieux cette fonction, elle doit être longue, lourde et aussi élastique que possible.

### Les qualités d'une remorque

#### **La résistance**

Une remorque doit être résistante. La préférence ira tout naturellement au fil d'acier à haute résistance c'est à dire celui à 6 torons avec âme en fil d'acier, équivalent d'un septième toron.

#### **La longueur et le diamètre**

La remorque doit avoir une longueur d'au moins 1 000 mètres et un diamètre supérieur à 40 mm. On peut par exemple admettre un fil d'acier de 1.100 mètres avec un diamètre de 48 mm ou encore un autre de 1.300 mètres, de diamètre 44 mm. Les remorques de la seconde guerre mondiale de longueur 600 mètres avaient un diamètre de 56 mm. Ces exemples montrent que, plus la remorque est courte, plus son diamètre doit être important si l'on veut conserver une certaine souplesse, obtenue ici par le poids du fil d'acier.

#### **La maniabilité**

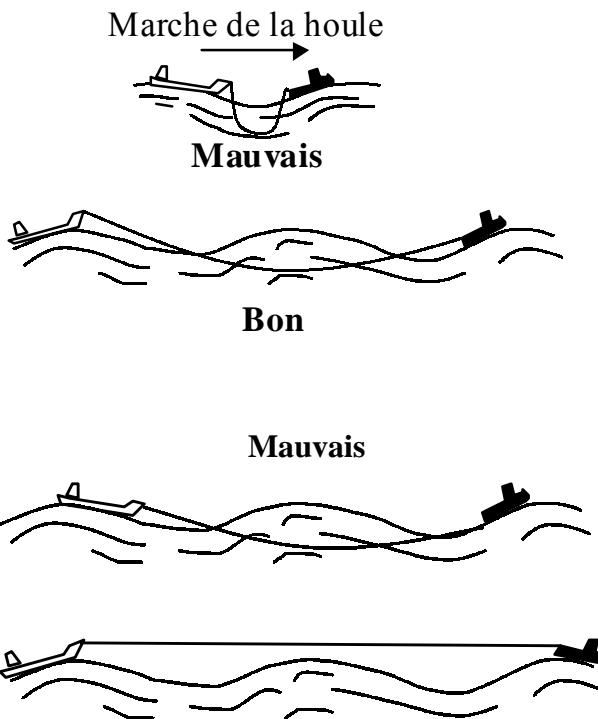
Les rapports longueur / diamètre cités au paragraphe précédent permettent de travailler convenablement. Si techniquement une remorque de très gros diamètre est réalisable, elle trouverait très vite sa limite d'emploi, compte tenu du personnel nécessaire à sa mise en œuvre. Or, la maniabilité est également un critère de rapidité, toujours très appréciable en remorquage de haute mer.

#### **La souplesse et l'élasticité**

Pour certains remorquages devant traverser des eaux peu profondes, il peut se révéler utile de rajouter un élément souple dans l'attelage. Il s'agit en général d'un tronçon en polyamide ou en kevlar d'une longueur de l'ordre de 200 mètres, et d'une charge de rupture légèrement supérieure à celle de la remorque en fil d'acier. C'est le seul moyen fiable pour obtenir une remorque, à la fois souple et élastique. L'attelage ainsi constitué devra évidemment être installé, avant l'appareillage.

#### **Longueur de la remorque**

Toute autre considération mise à part, la longueur de l'aussière doit être calculée assez largement pour que le remorqué, prenant une vitesse relative exagérée sur le sommet d'une ondulation par houle de l'arrière, ne vienne pas aborder le remorqueur.



Le bon attelage consiste à laisser entre les bâtiments une ou plusieurs crêtes de houle et à régler la longueur pour que le remorqueur et le remorqué se présentent au sommet d'une crête en même temps. La longueur de la remorque doit donc être sensiblement un multiple de la distance entre deux crêtes de lames.

S'il n'en était pas ainsi, on constaterait un mou exagéré par moment et des surtensions dangereuses dans d'autre.

Une bonne longueur confère en outre à la remorque une meilleure élasticité, du fait qu'elle permet un plus grand allongement total lors des surtensions. C'est le cas des remorqueurs d'assistance, qui possèdent une remorque de 500 à 600 mètres enroulée sur treuil.

### **Le poids par unité de longueur**

Souhaitable pour que la chaînette présente une flèche suffisante, il ne peut être augmenté dans de trop grandes proportions sous peine d'obtenir des remorques peu maniables.

Les chaînes délivrées aux bâtiments ont une résistance à la rupture beaucoup plus considérable et un poids unitaire beaucoup plus important qu'un câble d'acier, mais elles n'ont aucune souplesse et ne peuvent être utilisées seules pour le remorquage. Toutefois, elles sont employées couramment pour allonger et alourdir l'ensemble de l'attelage.

Enfin, on peut envisager d'alourdir la remorque en la lestant au moyen de gueuses, mais il y a lieu de considérer la complication importante du passage de la remorque ou de sa rentrée, surtout par petits fonds. Par mauvais temps, aux difficultés supplémentaires induites et à l'allongement de la durée des manœuvres correspond aussi une augmentation des risques pour le personnel.

### **Elasticité propre de la remorque**

Les remorques en acier, commises aux aussières, s'allongent très peu à la traction et lorsqu'elles sont utilisées seules, il en faut une très grande longueur pour obtenir un peu d'élasticité.

Utilisée exceptionnellement, mais devant durer longtemps, une remorque doit pouvoir être conservée dans de bonnes conditions, même après avoir été mouillée.

On a cherché dans les grands remorquages de haute mer, à intercaler dans l'attelage un élément souple.

Le procédé consistait à mailler une pantoire en nylon entre une aussière en acier, et par exemple une chaîne. Ces "nylons" présentent l'inconvénient d'être très gros, donc encombrants. Ils remplissent toutefois parfaitement leur office d'amortisseur pour les remorquages de servitude réalisés par des spécialistes.

Une aussière en nylon ne pourrit pas et ne s'imbibe pas d'eau, possède une flottabilité sensiblement nulle et ne coule que très lentement. Son seul défaut, si elle sert souvent, est de se "brûler". L'échauffement par ragage

pendant la mise en place fait fondre les fibres qui noircissent. Dans la Marine nationale, où la remorque sert rarement, il apparaît que ce ne soit là qu'un inconvénient mineur. Mais il est évident qu'une fois en place, la remorque ne doit frotter nulle part, et par conséquent posséder aux deux extrémités des cosses qui peuvent être maillées à l'extérieur des chaumards.

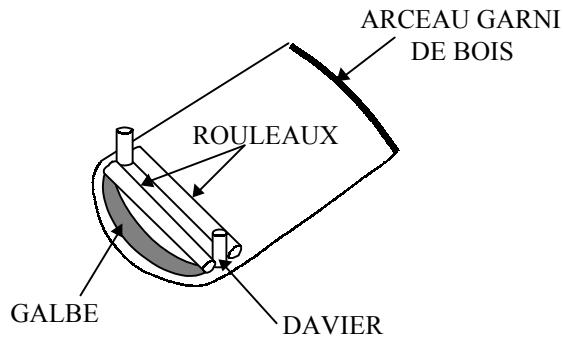
L'allongement des aussières en nylon atteint 25% à 30% dans des conditions normales d'utilisation, d'où une extrême souplesse sous traction.

### **Elimination des points de ragage**

Par suite des efforts intenses qu'elle subit et des mouvements dus à la mer, toute remorque frotte durement sur les chaumards lorsqu'elle est raidie, s'échauffe et s'use rapidement.

Pendant la manœuvre, toute friction contre un objet dur risque de la blesser. C'est pourquoi des paillets sont disposés sur tout ce qui présente des aspérités (chaumards, guides, panneaux, pitons, etc.), puis les portages sont graissés fréquemment. Enfin, les zones de portage sont déplacées, ce qui s'appelle "rafraîchir la remorque". La logique voudrait qu'une aussière qui a travaillé rudement pendant plusieurs heures soit rafraîchie en étant raccourcie. Ceci n'est pas toujours possible, et il est souvent plus commode de l'allonger.

Les remorqueurs spécialisés ne possèdent pas de chaumard axial, mais tout leur couronnement présente une galbe approprié et l'aussière s'y présente sur des rouleaux. Les mouvements latéraux sont également limités par de forts daviers à axes verticaux installés des deux côtés. Malgré ces dispositions, il faut cependant modifier souvent les portages par mauvais temps.

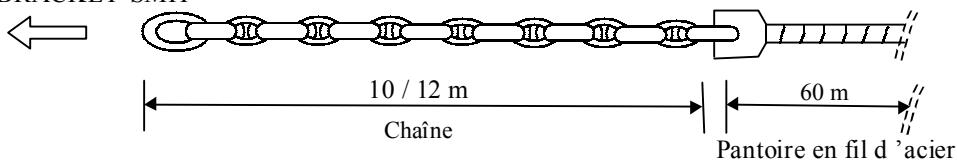


## **2.4 LE MATERIEL DE REMORQUAGE**

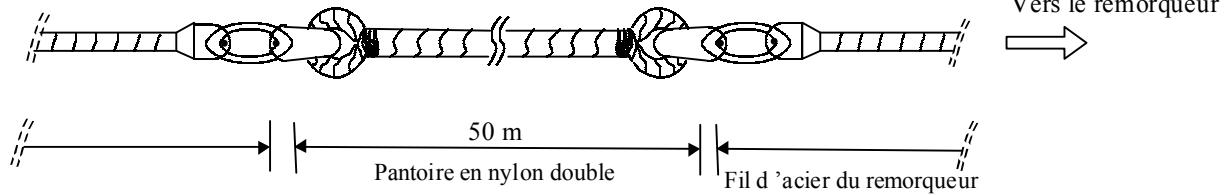
### **2.4.1 LA REMORQUE**

En partant du remorqueur, le train de remorquage est constitué ainsi :

Maille franche à connecter  
dans le BRACKET-SMIT



Manille SWL 200



un fil d'acier à haute résistance (longueur minimum 1.000 m - diamètre minimum 40 mm)

Les remorqueurs de sauvetage civils possèdent des remorques de diamètre 64 à 71 mm et de longueur 1.500 à 1.800 m.

Les R.H.M. possèdent deux remorques de :

- 1.300 m de longueur
- 44 mm de diamètre
- 135 t de charge de rupture.

Les bâtiments de combat sont dotés de remorques en polyamide d'une longueur allant de 80 m à 250 m et d'un calibre adapté à leur déplacement.

Les bâtiments d'un tonnage supérieur à 1.000 t reçoivent en outre deux remorques en polyamide (4 pour les P.A.) d'une longueur de 60 à 120 m et d'un diamètre correspondant à leur tonnage, destinées uniquement aux remorquage de port.

### Vulkolans

L'utilisation de "vulkolans" est une technique retenue pour protéger la remorque contre le ragage sur le couronnement arrière. Ils se présentent comme des tuyaux en matière synthétique (au nombre de trois) enfilés sur la remorque ; leur course longitudinale est limitée par deux petites retenues en fil d'acier.

En remorquage, l'un des "vulkolans" porte sur le couronnement arrière, dispensant ainsi d'un fourrage.

### Pantoires

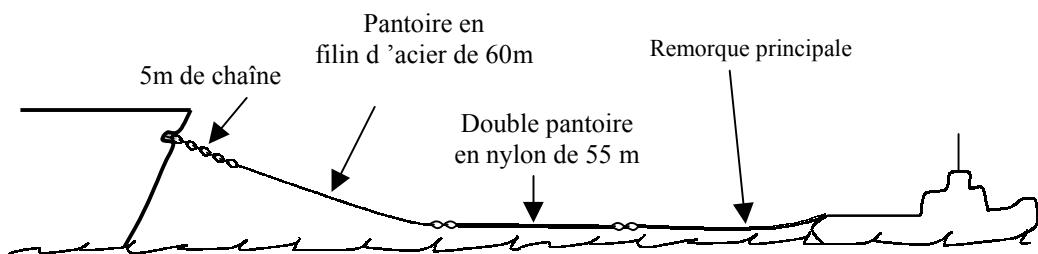
Une pantoire en nylon double (50 m de long et 120 mm de diamètre sur grands remorqueurs). Ce "spring" en nylon, utilisé sur les remorques courtes, ne doit pas fragiliser l'ensemble, d'où la nécessité de le surdimensionner.

Une pantoire en fil d'acier de calibre plus faible que la remorque, sert de "fusible", ou une manille sous calibrée est installée de façon à casser la première.

Deux pantoires en chaîne sont attribuées aux bâtiments, l'une pour l'arrière, l'autre pour l'avant, en cas d'avarie de guideau.

Une chaîne sera capelée sur le point fixe du remorqué et débordera de 4 à 5 m à l'extérieur de l'écubier ou du chaumard. Cette chaîne sera supprimée si la prise de remorque est trop difficile (par exemple en cas de manque total d'énergie à bord du remorqué). C'est alors la pantoire qui sera fixée à bord, mais avec une fiabilité moindre en raison des ragages qu'elle devra subir au portage sur le chaumard ou l'écubier.

## REALISATION D'UN ATTELAGE TYPE



Pour un **remorquage de servitude**, c'est à dire de port à port, le meilleur attelage comporte environ 500 mètres, composés de :

- un élément lourd (3 maillons de chaînes) sur le remorqué ;
- un élément élastique intermédiaire ;
- une remorque en fil d'acier filée de 150 à 300 mètres.

La longueur de cette dernière est réglée selon la houle, et sera modifiée ensuite légèrement pour rafraîchir les portages.

Les remorqueurs d'assistance doivent surtout agir vite. Ils donnent directement leur remorque principale et la font mailler, autant que possible, sur une chaîne du bâtiment en avarie qui file deux ou trois maillons (élément lourd). Ces remorqueurs utilisent une grande longueur d'aussière en acier (500 m par exemple) donnant à l'ensemble une souplesse suffisante.

Un tel attelage ne doit théoriquement jamais sortir de l'eau, mais au contraire rester largement immergé pour amortir les surtensions.

Un bâtiment non spécialisé, appelé à prendre en remorque un autre navire de tonnage voisin du sien, sera d'autant plus à même de remplir cette mission que son installation se rapprochera de l'attelage type "**remorquage de servitude**" mentionné ci-dessus.

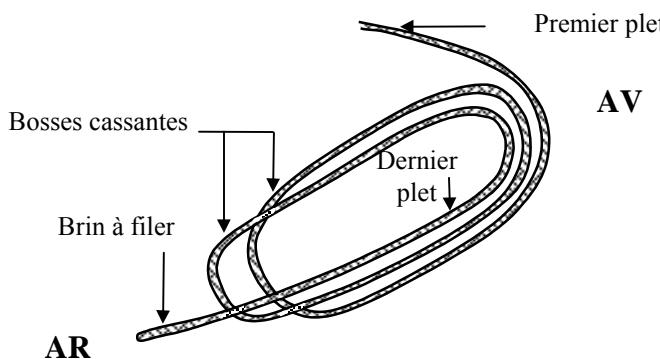
## 2.4.2 LES POINTS FIXES ET APPARAUX DE LIAISONS

### Points fixes

Actuellement, tous les bâtiments de guerre possèdent de solides pitons d'ancrage servant de points fixes, sur la plage avant et sur la plage arrière, qui sont capables de supporter une traction égale à la charge de rupture des remorques en acier dont ils sont pourvus.

Les stoppeurs "MOISSENET" ont été utilisés précédemment à bord des grands bâtiments pour le freinage des aussières en acier pendant leur manœuvre, puis comme point fixe pendant le remorquage pour filer la remorque. Les bâtiments disposent actuellement d'un simple freineur, et lorsqu'ils n'en possèdent pas, ils mettent en place des bosses cassantes.

Pour filer les aussières sur treuil, il suffit de dévirer lentement. Les autres remorqueurs lovent leurs aussières sur le pont en grands pleins (lovage en forme de 8 non fermés), décalés pour qu'ils ne crochent pas les uns dans les autres, et saisis par des bosses cassantes (torons pour les fils d'acier, fils de caret pour le nylon).



Sur l'attelage, ils n'utilisent aucun croc à échappement, mais uniquement des manilles qui offrent une plus grande sécurité. Elles sont toujours disposées, le collet du côté du remorqueur, pour ne pas risquer de s'accrocher en cas de relevage par petits fonds.

La manœuvre de rentrée est exécutée par vérine en acier, dont le croc est bossé sur la remorque au moyen d'une petite chaîne. Elle fait retour à l'avant d'un passavant sur une forte poulie coupée, et revient ensuite au cabestan arrière. Une remorque "nylon" est virée directement à ce même cabestan dont la cloche présente un diamètre suffisant pour ne pas casser les fibres de l'aussière.

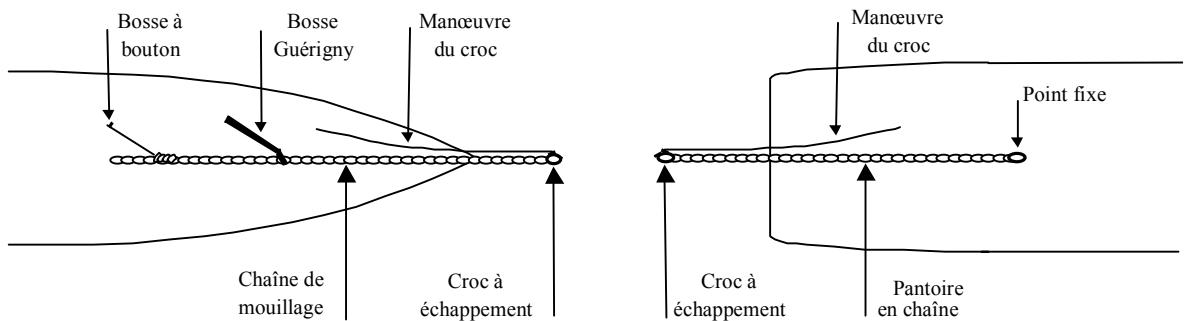
### Bosses :

Lorsque le remorqué maille la remorque sur une des chaînes de mouillage, celle-ci est bossée à l'aide de bosses type "GUERIGNY" ou d'un stoppeur.

Il faut pouvoir larguer la remorque aussi bien du remorqueur que du remorqué.

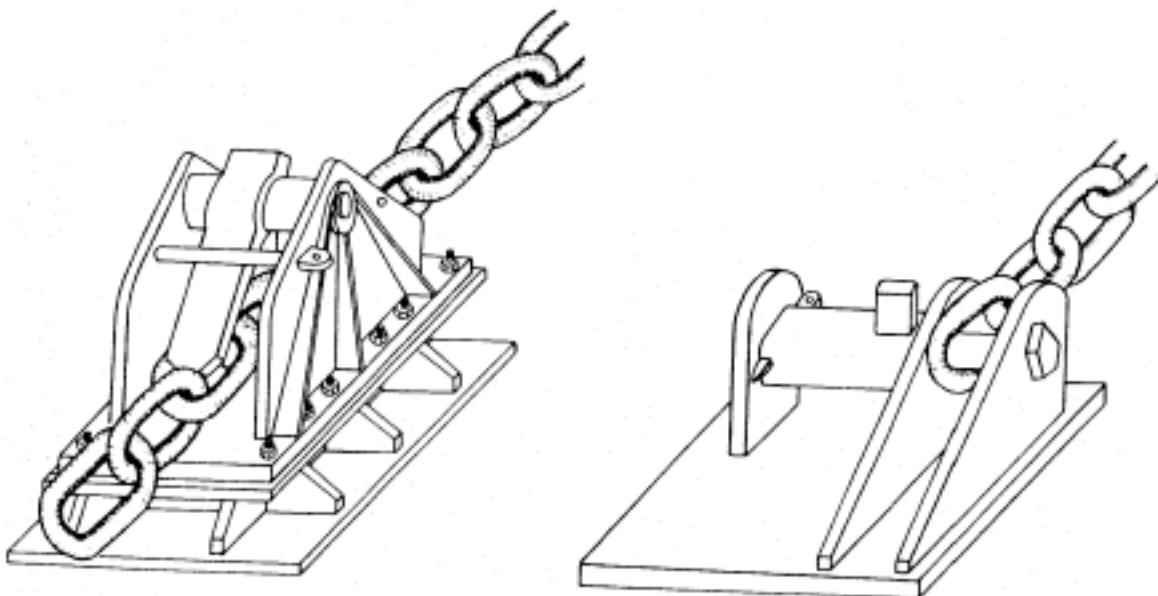
C'est pourquoi un croc de remorque "GUERIGNY" à échappement, largable à distance, dont le schéma est reproduit ci-après, doit être intercalé entre l'œil de la remorque et le point fixe, sur le remorqueur comme sur le remorqué. Mais, pour que l'aussière, surtout celle en nylon, ne se blesse pas dans les chaumards, il est nécessaire de reporter sa liaison à l'extérieur. Une itague faisant office de "rallonge", en gros fil d'acier ou en chaîne, située entre le point fixe et le croc largable, remplit cet office.

Aucun changement de portage n'étant possible avec une telle installation, il est préférable de choisir une itague en chaîne, peu élastique certes, mais donc la résistance à la rupture est bien supérieure. A partir de ce moment, il devient logique d'utiliser à l'avant du remorqué une des chaînes de mouillage et de ne pas se servir du point fixe de remorquage.



La chaîne est bossée par la deuxième bosse type "GUERIGNY", doublée d'une bosse à bouton. On pourrait même ajouter une autre bosse "GUERIGNY" fixée au piton de remorquage. Un tel attelage est allongé et allourdi facilement à partir du remorqué.

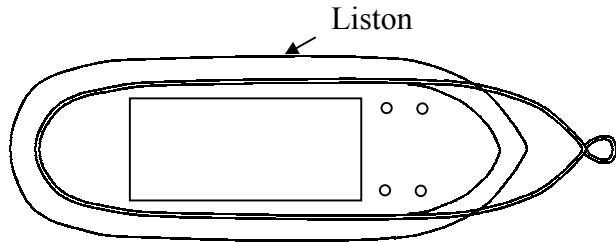
Les points de fixation soudés sur les bâtiments sont prévus pour amarrer un attelage sérieux. L'extrémité de chaîne est maillée sur un "Bracket-Smit", un stoppeur de chaîne ou une bosse "GUERIGNY".



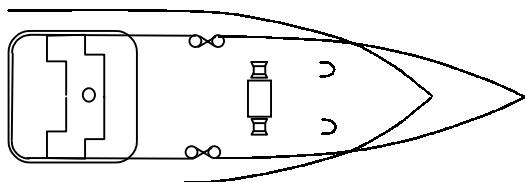
**STOPPEUR**

**BRACKET - SMIT**

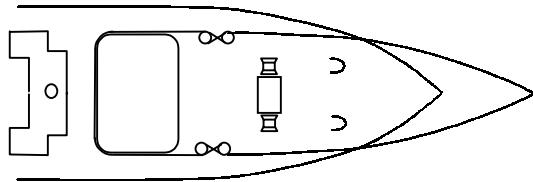
Si le bâtiment ne possède aucun de ces équipements, il faut ceinturer une partie du remorqué : tourner sur plusieurs groupes de bittes une pantoire que l'on maille sur la chaîne, sinon ceinturer le guindeau.



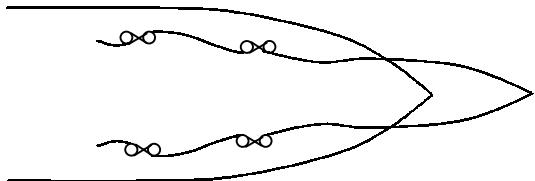
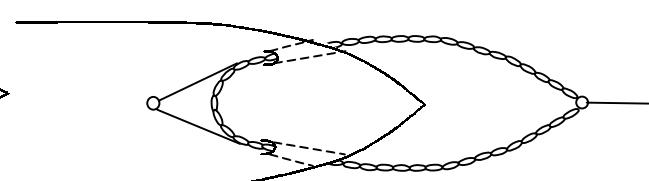
1.1.1.1.1.1.1 ceinturage d'un chaland



CEINTURAGE DU BLOC PASSERELLE



CEINTURAGE D'UN PANNEAU DE CALE

REPARTITION DE LA TRACTION SUR  
PLUSIEURS POINTS FIXES

CEINTURAGE DES ECUBIERS

Attention aux angles vifs et coupants, aux panneaux fragiles, et aux points de fixation peu sûrs. La chaîne reste l'équipement privilégié du ceinturage mais elle est difficile à manipuler.

#### 2.4.3 LES TREUILS DE REMORQUAGES (RHM)

Il existe deux ensembles identiques pour les deux remorques.

Chaque ensemble est constitué :

- d'un tambour d'enroulement de remorque attelé à l'unique treuil de remorque (vire 25 tonnes, retient 50 tonnes) doté d'un système d'embrayage et de freinage ;
- d'un guide câble attelé au tambour et facilitant l'enroulement de la remorque ;
- d'un système de blocage de la remorque servant à son freinage ou à son blocage (puissance de retenue égale à 120 tonnes) et servant de point fixe en traction.

Ce dernier est constitué de 2 rouleaux à gorge qui sont superposés. Leurs axes sont horizontaux et la remorque en fait trois fois le tour.

Il est débloqué lorsqu'on vire. Il est bloqué en traction.

Chaque ensemble permet de filer, d'embarquer ou de modifier la longueur de la remorque en cours de remorquage.

Lorsque le système de blocage est en fonction, il sert de point fixe, en supportant 95% de la traction. Le restant est supporté par le treuil.

Il n'y a pas de système de récupération automatique (treuil à tension constante).

La longueur de remorque filée peut être connue à l'aide d'une abaque, en fonction du nombre de spires restant sur le tambour du treuil.

### Le tambour de treuil de remorque

Capacité d'un tambour

La capacité d'un tambour de treuil est obtenue à partir de la formule suivante :

$$L \text{ (en mètres)} = \frac{l(D^2 - d^2)}{1560 d^2}$$

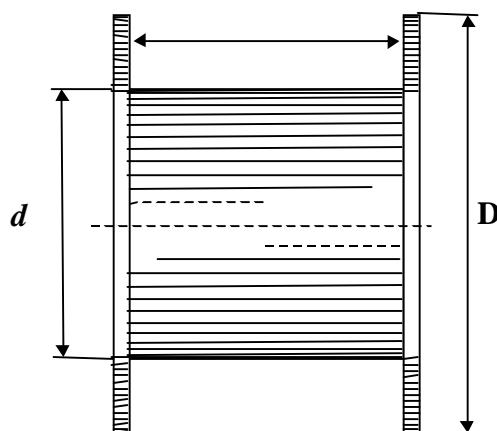
dans laquelle :

$D$  = Diamètre des joues en millimètres.

$d$  = Diamètre du fût.

$l$  = Largeur entre joues

$d$  = Diamètre du câble



Bobine vue de profil

#### 2.4.4 LA TRACTION AU CROC

La traction au croc est l'élément caractéristique lorsque qu'il s'agit des qualités d'un remorqueur. Considérons le rapport entre la surface de la projection de ou des hélices sur un plan perpendiculaire à son axe (surface du disque poussant), et la surface immergée du maître couple du remorqué. C'est la résistance relative de l'hélice.

Ce rapport "V" diminue lorsque le maître couple augmente, par exemple lorsque que le navire remorque (le maître couple s'augmente de celui du remorqué) ou lorsqu'il tracte au point fixe, ce qui revient, la vitesse étant nulle, à faire croître vers l'infini la surface du maître couple. Le résultat des expériences effectuées sur le même remorqueur est le suivant :

- en route libre : 90 tours puissance développée : 300 CV  $V = 9,9$
- remorquant : 90 tours puissance développée : 413 CV  $V = 4,5$
- au point fixe : 90 tours puissance développée : 507 CV  $V = 0$

On remarque que, pour le même nombre de tours d'hélice, la puissance moteur développée augmente dès l'instant où l'on remorque, pour atteindre son maximum au point fixe. Ainsi la force d'un remorqueur qui développe toute sa puissance au point fixe, se traduit par un chiffre en tonnes appelé "force de traction" au croc ou "bollard pull" selon le terme anglo-saxon.

### Quelques valeurs

- Traction au croc	"RHM TENACE"	60 tonnes	puissance	4 600 CV
- Traction au croc	"RHM Abeille X"	120 tonnes	puissance	9 600 CV
- Traction au croc	"RHM puissant"	192 tonnes	puissance	23 000 CV

En remorquage par beau temps (mer belle, vent nul), cette force de traction "au point fixe" ne sera jamais atteinte, même pour le nombre de tours d'hélice correspondant, car dès l'instant où la force d'inertie est vaincue, le remorqué prend de l'erre.

Toujours par beau temps, si le tonnage du remorqué est important, la traction au croc pourra être portée au maximum pour vaincre l'effet d'inertie et la résistance de carène (cas d'un remorqueur sous motorisé). Mais dès que le remorqué prendra de l'erre, la force de traction diminuera sensiblement pour se stabiliser lorsque le convoi atteindra sa vitesse limite, correspondant au nombre de tours d'hélice maximum du remorqueur.

Par mauvais temps, les effets conjugués du vent, de la houle, des mouvements de plates-formes, de la position d'équilibre, l'effort supporté par la remorque peut dépasser largement la force de traction au point fixe alors que le remorqueur ne tourne qu'aux 2/3 de sa puissance.

### Exemple

On enregistre 120 tonnes de traction alors que le RHM tracte à "n" tours d'hélice, correspondant à 70 tonnes au point fixe. Si l'on n'y prend garde, les efforts supportés par la remorque peuvent être considérables. C'est pourquoi tous les remorqueurs de haute mer modernes possèdent à la passerelle un enregistreur d'efforts à lecture directe et permanente, affichant en tonnes la tension exercée sur la remorque.

Il est d'usage en remorquage de ne pas dépasser en traction enregistrée le tiers de la charge de rupture de la remorque.

Sur un remorqueur où, la charge de rupture de la remorque est de 350 tonnes, le commandant réglera généralement la puissance pour ne pas dépasser 117 tonnes de traction, soit le 1/3 de cette charge de rupture. Il est certain qu'il restera en dessous de ce chiffre, la règle d'or en remorquage étant de ne pas casser. Supposons que le commandant admette un effort de 100 tonnes sur la remorque; suivant les circonstances du moment la puissance développée ne sera peut-être que de 50%. Par très mauvais temps, ce même remorqueur tractant un navire de 50000 tonnes dans une position voisine du lit de vent et qui voudrait exercer toute sa puissance, verrait sa remorque casser irrémédiablement. L'effort exercé sur la remorque serait tel qu'il dépasserait certainement la charge de rupture.

Il faut tenir compte des éléments suivants :

- un navire assisté, en avarie de propulsion et la barre bloquée toute d'un bord, offre une résistance telle que l'effort exercé sur la remorque est à multiplier par deux;
- un bâtiment remorqué, ayant des déchirures de coque consécutives à un abordage ou à un échouage, peut offrir une résistance au moins six fois plus importante que la normale, imposant à la remorque une tension supérieure à sa charge de rupture, même si le remorqueur développe une puissance modérée. On peut en conclure qu'un remorqueur de haute mer très puissant restera limité pour tenir compte de la charge de rupture de sa remorque, en respectant la règle du 1/3.

Pour admettre par exemple une traction de 400 tonnes, il faudrait disposer d'une remorque ayant 1200 tonnes de charge de rupture (la charge de rupture d'une ligne de mouillage d'un bâtiment de 400.000 tonnes est de l'ordre de 1400 tonnes). Si techniquement la fabrication d'une telle remorque est réalisable, son diamètre et son poids au mètre en interdiraient la manutention, et les accessoires tels que les cosses et manilles adaptées s'ajouteraient au poids déjà très important de cette remorque.

## **2.4.5 ENROULEMENT DE LA REMORQUE**

Un fil d'acier commis à droite, doit toujours être lové dans le sens des aiguilles d'une montre. De la même façon, lorsque ce fil d'acier est enroulé sur un tambour, cette règle doit être respectée.

Il convient par conséquent de bien connaître les différentes méthodes d'enroulement.

### **Sur un tambour lisse**

Il est impératif que le câble soit enroulé comme décrit ci-dessous.

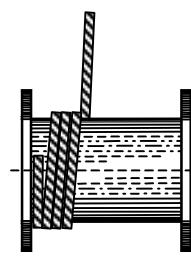
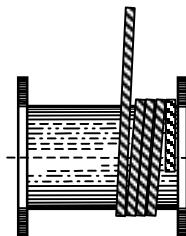
### **Sur un tambour à cannelures**

Il est souhaitable que le câble soit enroulé comme décrit ci-après :

## MISE EN PLACE D'UN CABLE SUR UN TAMBOUR

Câblage à gauche appelé **S**

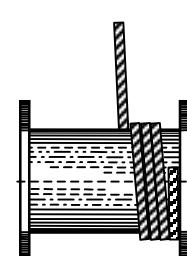
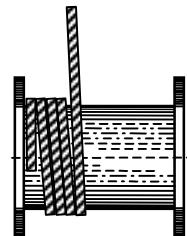
Au dessus du tambour  
de droite à gauche



Au dessous du tambour  
de gauche à droite

Câblage à droite appelé **Z**

Au dessus du tambour  
de gauche à droite



Au dessous du tambour  
de droite à gauche

### Embarquement et débarquement d'une remorque

Il existe plusieurs façons correctes pour dérouler un câble. En ne se conformant pas à ces pratiques on risque de donner des torsions importantes ou de desserrer le câble, c'est à dire de le déstabiliser, et par-là même de l'endommager gravement et irrémédiablement.

La méthode indiquée ci-dessous permet d'éviter ces déboires, tout en éliminant les tensions excessives qui proviennent du couple de démarrage des treuils.

Le câble de remorque est un câble tracteur et doit être utilisé comme tel. Pour cette raison, le premier dévirement en remorquage qui suit l'installation à bord est effectué sans traction trop forte pour que le déroulement se fasse sans effort excessif sur les spires. On peut être tenté de mettre un poids au bout de la remorque, d'aller dévirer l'ensemble au large et de rembobiner ensuite sous tension. Cette méthode transforme le fil d'acier en câble de levage et le déstabilise. Elle est à proscrire.

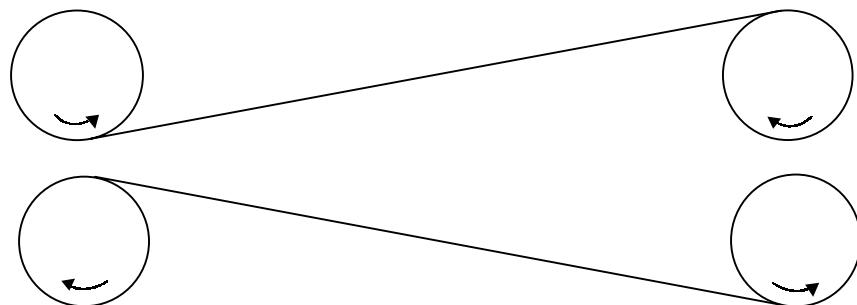
BON

L'enroulement se fait dans le même sens



## MAUVAIS

L'enroulement en inversant le sens crée des tensions dans le câble



## 2.4.6 TRAVAUX SUR LA REMORQUE

## L'œil de la remorque

C'est une douille bouclée dont les dimensions sont déterminées à partir du diamètre du fil d'acier concerné. L'opération qui consiste à mettre en place la douille conique s'appelle le **culottage**.

Le bout du câble est ensuite passé dans la douille et surliuré sur une douzaine de centimètres à environ 7 hauteurs de cavité. Il est ensuite décommis, redressé, dégraissé; et les fils sont épanouis en gerbe. Leur extrémité est repliée en boucle de longueur égale à 10 diamètres environ. La gerbe tronconique est alors réalisée, d'un grand diamètre de l'ordre de deux fois et demie le diamètre du câble, et elle est enfoncee dans le culot par une simple traction.

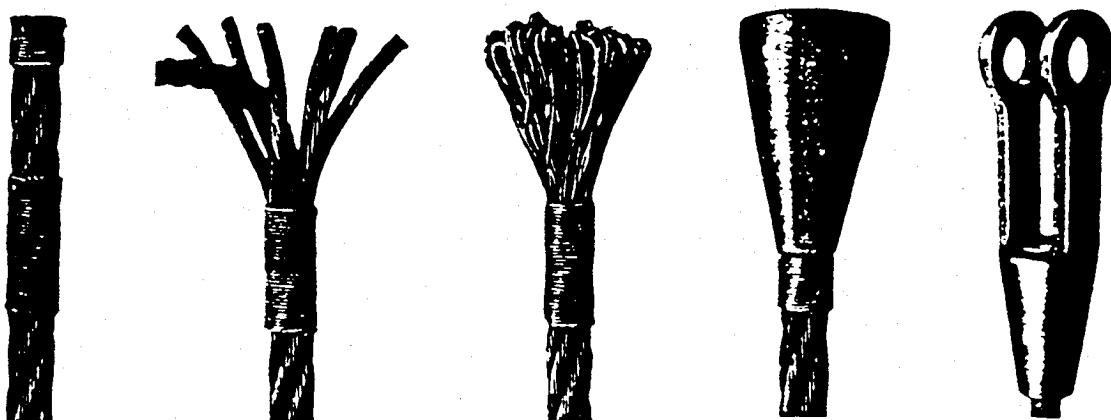
La cavité du culot est ensuite remplie d'un alliage ternaire sous fusion

Plomb : 83,7%

Etain : 7,0%

Antimoine : 9,3%

Cet alliage peut être avantageusement remplacé par de la résine très dure.



Phases d'une opération de culottage.

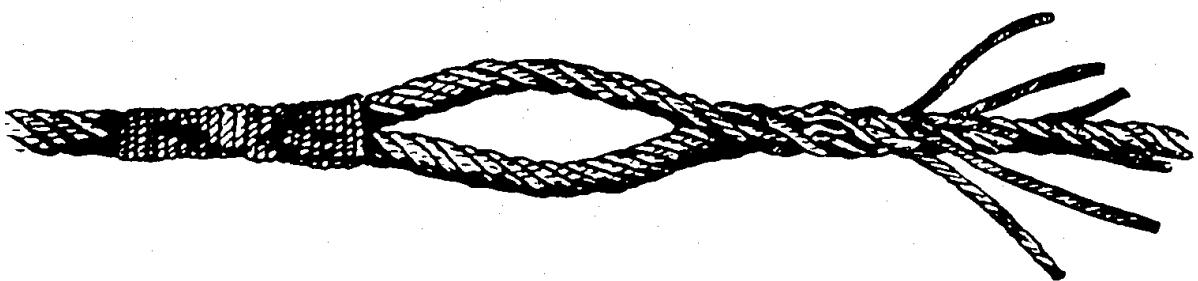
Les remorques ainsi faites ne sont pas testées, les tourets étant sur les derniers tours. Il est bon d'entreprendre le remorquage qui suit ces travaux "en douceur". Un contrôle visuel est indispensable sur le bout de la douille. Si des fils cassés ou fortement oxydés apparaissent, il faut refaire le culottage.

### L'épissure carrée (greffage)

Il peut paraître douteux de vouloir parler d'épissure carrée sur une remorque, pourtant il faut savoir le faire malgré l'ampleur des travaux que cela entraîne.

L'exécution de ces deux épissures prendra du temps, cependant sa confection doit suivre les prescriptions suivantes :

- Il est impératif que les deux tronçons parallèles soient de la même longueur. Si tel n'est pas le cas, une seule des deux épissures supporte la charge.
- La partie parallèle doit être égale à 50 fois le diamètre du câble.
- Chaque épissure est constituée de 6 passes et terminée par une demi passe, tandis qu'un fourrage protège chaque fin d'épissure.



Ce greffage permet au remorqueur de reprendre son activité avec une remorque dont la charge de rupture sera diminuée de 15%. Il faudra en tenir compte.

### Le graissage

Il existe des machines qui permettent de graisser les fils d'acier. C'est le cas ici des remorques et plus particulièrement des quelques mètres du bout qui se dégradent le plus rapidement.

Pour assurer un entretien de qualité, il faut utiliser des graisses spéciales dont la tenue dans l'eau est la meilleure possible. On peut cependant être amené à faire au mieux, selon les conditions de lieu ou de moment. L'huile de vidange des moteurs mélangée à un peu de graisse est une solution de secours.

## 2.4.7 APPARAUXT DE REMORQUE (RHM)

### Croc de remorquage

Il existe un croc de remorquage largable à distance et sous tension, destiné aux manœuvres portuaires.

Il n'est généralement pas utilisé, car en haute mer on remorque toujours au treuil, et du fait que la propulsion des R.H.M. manque totalement de souplesse aux basses vitesses, rendant ce type de bateau impropre aux remorquages portuaires.

### Chaumard et bittes escamotables

Sur le couronnement arrière sont disposés :

- - un chaumard axial à rouleaux, qui est escamotable grâce à une commande hydraulique. Il est utilisé pour guider la remorque lors de son filage ou de sa rentrée. En effet, une remorque qui se déplacerait d'un bord ou de l'autre sur les arceaux serait dangereuse pour le personnel, voire pour les hélices. Il est normalement escamoté lorsque la remorque est établie.
- - deux bittes latérales, une de chaque bord, également escamotables. Elles sont utilisées pour limiter le balayage de la remorque, une fois établie.

Dans certains cas, (faible traction sur la remorque ou fort roulis du remorqué) il peut être plus pratique d'utiliser le chaumard axial.

### Treuil de touage

Ce treuil de faible puissance situé sur la plage arrière sert à guider la remorque à l'aide d'une vérine de manœuvre.

## 2.5 LE REMORQUAGE PAR BATIMENTS SPECIALISES

### 2.5.1 CARACTERISTIQUES GENERALES

Les principales caractéristiques d'un remorqueur de haute mer sont les suivantes :

#### **La puissance et la traction**

Il est important que le remorqueur puisse développer une puissance élevée. De cette puissance découle la traction au croc qui est la qualité primordiale du remorqueur. Cette force de traction est obtenue par la puissance des machines, le diamètre de l'hélice, et la présence ou non d'une tuyère.

#### **Le rayon d'action**

Le remorqueur doit avoir des grandes capacités en gazole, vivres et eau. Une autonomie de mer de 60 jours, à une vitesse moyenne de 4 nœuds représente une bonne performance.

#### **La rapidité d'intervention**

Elle doit être la plus courte possible, pour intervenir dans des délais très brefs. A cela doit d'ajouter une vitesse relativement élevée, ce qui amène bien souvent à trouver sur ce type de bâtiment une hélice de compromis puissance / vitesse.

#### **Le déplacement**

Il est normal qu'un remorqueur de haute mer puisse naviguer sans difficulté dans le gros temps. Cela suppose un bâtiment de bon tonnage capable d'affronter les situations difficiles qu'il pourrait rencontrer.

#### **Les qualités manœuvrières**

Un remorqueur de haute mer doit disposer de qualités manœuvrières remarquables. Les hélices sont à pas variables, et généralement entourées de tuyères pour assurer un gain de poussée de l'ordre de 30%. La propulsion d'étrave est obtenue par une ou plutôt deux hélices transversales, ou un aquamaster axial avant. Tous les dispositifs de manœuvre que sont : propulsion principale, propulsion latérale et barre, peuvent être commandés par un logiciel dont le terminal est un joystick. Ceci est indispensable pour manœuvrer confortablement lors du passage d'une remorque dans une mer difficile.

#### **Les équipements de remorquage**

Ces équipements doivent être d'une robustesse à toute épreuve. Il y va de la sécurité du remorquage et surtout du personnel qui travaille toujours dans des conditions peu commodes, délicates et souvent difficiles. Une plage arrière fonctionnelle est également un gage de sécurité d'ensemble.

Les treuils de remorque peuvent être utilisés, soit sur frein, soit en tensionnement automatique. Cette seconde possibilité permet d'atténuer les surtensions sur l'attelage, elle est donc intéressante. C'est la solution à retenir pour faire durer une remorque. Le trancanage est indispensable pour assurer un bon enroulement. Si possible il pourra être réglé pour différents diamètres de fil d'acier.

#### **Une passerelle bien équipée**

La passerelle bien équipée est celle qui permet de bien voir la plage arrière et par conséquent tout le personnel occupé à l'attelage. Les moyens de navigation seront au niveau des technologies récentes, tandis qu'un tensiomètre de remorque et une information sur la longueur filée y trouveront impérativement une place de choix. Ils sont indispensables à la conduite d'un remorquage. Les cheminées ne doivent pas engager la visibilité.

#### **Des moyens d'assistance et de sécurité**

Le remorqueur doit également être en mesure, d'assister d'autres bâtiments en avarie. Pour mener à bien ces actions, il doit disposer de moyens d'évacuation d'eau et d'extinction très importants.

#### **La préparation du remorquage**

Il n'est pas rare d'entendre dire, qu'un remorquage bien préparé est un remorquage presque réussi. La préparation est un des éléments déterminant de la réussite de la mission laquelle ne doit pas intégrer un élément "chance" ... même s'il en faut toujours un peu. Il importe, dans tous les domaines, de rassembler les meilleures conditions générales.

#### **La période et la durée**

Selon la nature du trajet, il convient de choisir la période de l'année la plus propice pour définir la date d'appareillage. L'Atlantique nord est peu fréquentable l'hiver en raison des tempêtes ou du givrage. De la

même façon, les tropiques, au moment des cyclones ne sont guère plus accueillants : il n'est jamais bon de remorquer dans des mers démontées.

La durée est calculée selon les connaissances acquises par l'expérience. Une vitesse moyenne de 4 noeuds permet d'obtenir normalement une bonne approximation de la durée.

### **La météo et la climatologie**

Il convient d'avoir une couverture météorologique permanente. Un remorquage ne pouvant se conduire sans météo, le remorqueur recevra au moins deux cartes journalières. De cette façon il pourra, le moment venu, faire évoluer sa route pour naviguer dans les meilleures conditions du moment. Les études climatologiques qui concernent la zone doivent également être consultées, car elles apportent un complément d'informations toujours appréciable.

### **Un remorqueur adapté à la mission**

N'importe quel remorqueur ne peut pas faire n'importe quoi. Quelques exemples malheureux l'on démontré. Le remorqueur est donc choisi en fonction du remorquage, c'est à dire du trajet, de la durée prévue ainsi que de la nature du remorqué. Dans ce domaine, même s'il n'est pas nécessaire de voir trop grand, le vieil adage "Trop fort n'a jamais manqué" peut rester présent à l'esprit.

### **La remorque**

Elle doit être parfaitement adaptée à la situation. Tous les éléments d'attelage, manille à boulon moucheté ou, soudé, maille démontable sont des pièces très sensibles dans une ligne de remorque. Pour cette raison, elles doivent être sûres. La charge de rupture de ces éléments séparés est obligatoirement supérieure à celle de la remorque en fil d'acier ou à celle des autres matériaux s'ils sont intégrés pour obtenir plus de souplesse. La charge de rupture d'une remorque établie doit être le triple de la traction au croc du remorqueur concerné. C'est une bonne garantie de sécurité. Une seconde remorque de rechange est indispensable dans toute action de remorquage.

Les points de fixations soudés sur les bâtiments permettent en général un attelage sérieux. Cependant il arrive parfois que l'on soit amené à ceinturer une partie du remorqué. Attention aux angles vifs, aux panneaux fragiles et autres points de fixations peu sûrs. La chaîne reste l'élément majeur du ceinturage.

Trop fort n'a jamais manqué, mais cela ne doit cependant pas apporter une augmentation du poids de la remorque sur le remorqué qui aurait alors tendance à piquer du nez et rendrait ainsi le remorquage plus difficile, augmentant le risque de naufrage potentiel.

### **La connaissance du remorqué**

Il est indispensable de bien connaître le bâtiment remorqué. Toutes les informations que l'on peut rassembler, tonnage, longueur, largeur, tirants d'eau et d'air, ballastage, chargement, stabilité, matières dangereuses, avaries de coque, possibilités d'envahissement par l'eau, de l'état de la barre, production d'électricité, personnel embarqué, marques réglementaires de jour et de nuit, etc, sont des éléments qu'il faut connaître : le commandant du bâtiment remorqueur doit pouvoir décider des options à prendre en fonctions des paramètres du remorqué.

Lorsqu'une patte d'oie est mise en place, il convient de s'assurer qu'elle est bien adaptée à la mission. Elle ne doit pas être trop lourde, mais une seule branche doit pouvoir supporter le remorquage en cas de défaillance de l'autre. De même une échelle de pilote disposée à bord du remorqué peut se révéler très utile.

La remorque doit être parfaitement adaptée à la situation. Tous les éléments de l'attelage doivent être soigneusement vérifiés et avoir une charge de rupture supérieure à celle de la remorque en fil d'acier. Une seconde remorque gardée en secours est par ailleurs indispensable dans toute action de remorquage.

### **Dispositions à prendre sur le remorqué**

#### Si la ligne de mouillage est disponible

Le remorquage classique de longue durée par un remorqueur spécialisé se fait par sa remorque de mer maillée, avec interposition d'un émerillon, à la ligne de mouillage du remorqué. L'élasticité de l'attelage est obtenue par le poids de la remorque dont la longueur est réglée en fonction de celle de la houle (généralement 3 à 4 maillons).

L'utilisation d'une remorque en polyamide entre la chaîne du remorqué et la remorque de mer permet de réduire l'attelage en conservant son élasticité.

### Si la ligne de mouillage est indisponible

- Sur les bâtiments de combat on utilise alors la pantoire de remorquage.
- Sur les bâtiments de commerce, la ligne de mouillage est presque toujours indisponible car on ne démaille pratiquement jamais les ancres et la plupart du temps, il n'y a ni piton de remorquage ni pantoire spéciale.

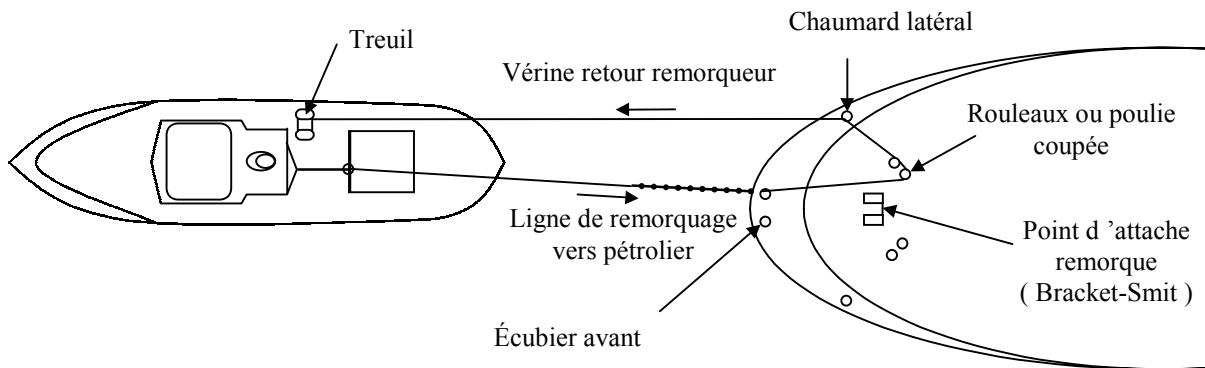
Chaque cas sera un cas particulier et l'on retiendra la solution la plus simple en fonction du matériel disponible sur le RHM et le remorqué. Le RHM pourra être amené à fournir une pantoire mixte "acier + chaîne + les manilles adaptées", la portion de chaîne assurant le portage au chaumard. Le remorqué pourra être amené à utiliser comme pantoire un fil d'acier de fort calibre tourné successivement sur plusieurs paires de bittes.

### 2.5.2 PRESENTATION ET PRISE DE REMORQUE

La présentation vent arrière est préconisée. Elle correspond à la position d'équilibre stoppé du remorqueur et permet à son équipe de plage arrière de travailler en sécurité.

Cependant, tout autre type de présentation peut être rendu nécessaire par la configuration des lieux et la proximité des dangers. Dans ce cas, un passage de remorque rapide pour sortir le remorqué d'une situation périlleuse prime sur tout, avant de passer à un attelage définitif une fois en eaux saines.

Si le remorqué se trouve sans énergie, le remorqueur doit y pourvoir. Il faut alors faire un retour sur la plage avant et virer la pantoire par le remorqueur qui utilisera son treuil de bosse. Il est également possible d'hélitreuiller un train de remorque allégé qui n'offrira cependant pas les mêmes garanties de sécurité qu'un train de remorque classique.

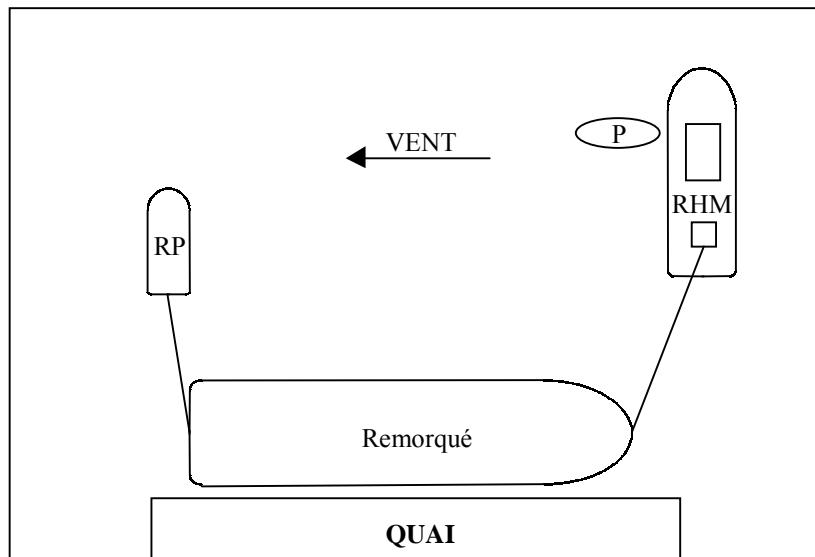


Système de va-et-vient pour embarquement du train de remorque sur navire sans énergie

1. INTERDICTION AU CHEF D'EQUIPE D'EMBAUCHER DU PERSONNEL INCOMPLÈTEMENT EQUIPÉ, (CASQUES, BRASSIERES, ETC... ).
2. CONTROLE PERMANENT DE L'EQUIPE AU TRAVAIL SUR L'ARRIERE, PAR L'OFFICIER EN SECOND.
3. PLAGE ARRIERE INTERDITE A TOUT LE PERSONNEL, DU DEBUT DE LA MISE EN TENSION DE L'ATTELAGE JUSQU'AU MOMENT DE SA RECUPERATION.
4. ORDRES POUR L'EFFACEMENT DU CHAUMARD AXIAL ET DES BITTES LATÉRALES ARRIERES EXCLUSIVEMENT DONNÉS PAR L'OFFICIER EN SECOND OU LE COMMANDANT.

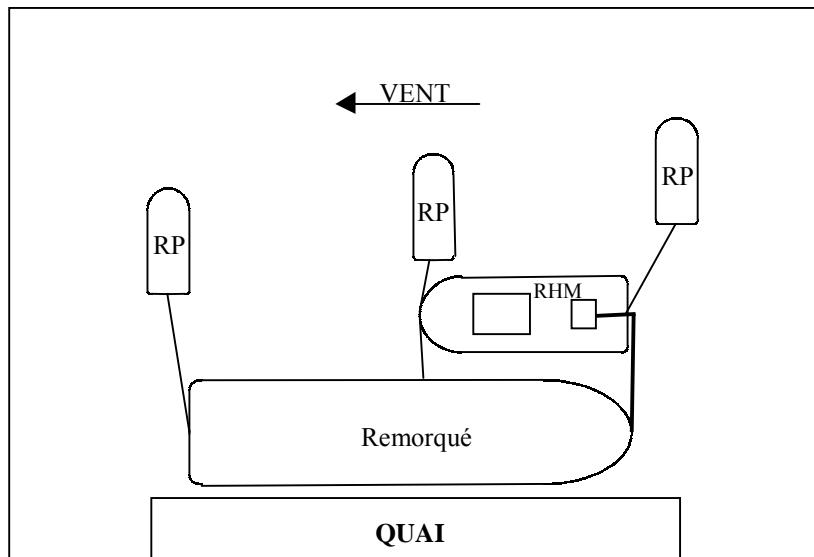
### A quai

Lorsque le remorqueur est d'une bonne manœuvrabilité, la présentation la plus simple consiste à se présenter par l'arrière à la hauteur de la pantoire ou de la patte d'oie du remorqué. Le remorqueur n'a pas de difficulté pour tenir cette position. Toutefois, dans la mesure où un vent traversier important le gêne, il peut se faire aider d'un pousseur placé sous le vent.



L'appareillage à partir du quai n'est pas difficile. Le remorqueur se mettra en traction très lente, tandis que le remorqué sera décollé par un ou plusieurs remorqueurs de port attelés à l'arrière, l'ensemble tirant à la perpendiculaire du quai jusqu'au moment où le remorqueur de tête sera en mesure de prendre sa position finale de remorquage.

Lorsque la méthode tête-bêche est utilisée, l'ensemble appareille à l'aide de moyens portuaires. Dès que le plan d'eau est clair, le remorqueur largue ses aussières et se met en position à l'aide d'un engin de port. Les moyens ainsi que l'amarrage du remorqué sont largués et ce dernier glisse lentement vers sa position finale.



### **En mer**

De nombreuses situations sont possibles. Elles dépendent des capacités manœuvrières du remorqueur, de la situation du remorqué (en avarie ou pas), de la météo, de la position géographique du remorqué qui peut supposer un passage de remorque rapide au détriment de la solidité en attendant l'arrivée en eaux plus saines.

Les présentations courantes du grand largue, du vent arrière ou du bout au vent restent les plus utilisées parce qu'elles sont plus proches de la position d'équilibre du remorqueur. Au moment du passage de la remorque et des travaux de maillage, il est préférable de se trouver le cul dans le vent, sous le vent du remorqué, pour mettre l'équipe de la plage arrière le plus possible à l'abri.

Lorsqu'il s'agit de passer une remorque sur un bâtiment échoué pour le hâler vers la haute mer, il est sage pour le remorqueur de mouiller pour assurer sa propre sécurité.

## La ligne de passage

La ligne de passage, située après le lance amarre, est toujours disposée à plat pont et claire de tout obstacle. En aucun cas, elle ne sera placée sur bosses cassantes ou en guirlande le long du bord. Le risque d'être arrachée par un paquet de mer et la proximité des hélices interdisent une telle installation.

## Passage de la remorque

Sauf dans les cas particuliers de très beau temps, le passage d'une remorque n'est jamais simple. Il convient de ne pas sous estimer cette situation même si elle est conduite par une équipe expérimentée. C'est toujours une phase dangereuse, tant pour le personnel que pour le remorqueur (homme à la mer, hélice engagée, rupture de remorque ...).

En règle générale, le remorqueur passe le lance amarre. Dans les cas de très mauvais temps, le remorqué peut filer un bout sur bouée que le remorqueur vient crocher au passage. Dans des conditions difficiles, la remorque était autrefois dévirée jusqu'à l'avant pour permettre de travailler à l'abri. Compte tenu du poids des remorques et des équipages plus réduits, cette méthode est aujourd'hui peu utilisée.

Ainsi que nous l'avons vu, l'attelage de la remorque est une installation très sérieuse, dont toutes les charges de ruptures doivent être connues, et supérieures à celle de la remorque, manilles et mailles étant toutes mouchetées, plombées, ou soudées selon le cas.

Les remorques courtes sont rendues plus élastiques par l'adjonction d'un "spring" en nylon. Ce rajout ne doit pas fragiliser l'ensemble d'où l'intérêt de le surdimensionner ou de le doubler.

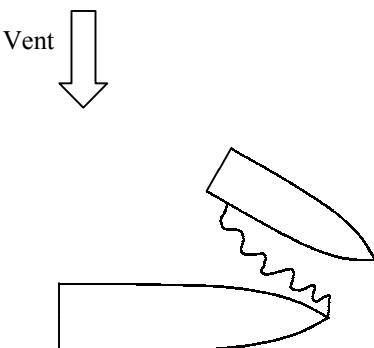
On peut décider que la remorque doive casser dans des conditions définies à l'avance. Il s'agit de préserver contre tout mauvais coup le remorqueur et le remorqué. Dans ce cas, l'un des éléments de l'attelage (fil d'acier, maille, nylon) aura une charge de rupture inférieure à la remorque. Cet élément porte le nom de "fusible".

Au moment où la remorque est maillée, tout le personnel doit dégager les aires dangereuses, et c'est alors seulement qu'il est possible de commencer à filer.

Dans toute la mesure du possible après les 100 premiers mètres, elle sera dévirée à l'aide du moteur du treuil, le remorqueur étant bien entendu en avant lente car la traction doit être faible. Cette méthode à l'avantage de faire prendre de l'erre au remorqué en évitant ainsi une surtension sur l'attelage lorsqu'il sera établi.

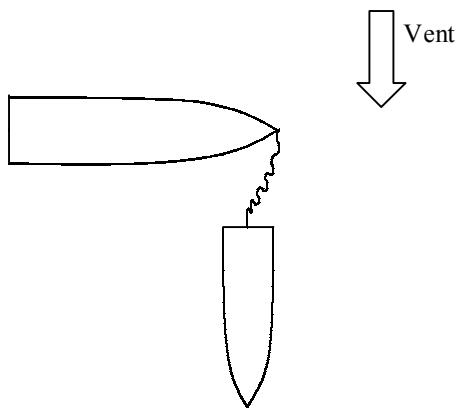
Le filage sur frein se justifie, quand techniquement il n'est pas possible de faire autrement, et au cas où le remorqueur doive se dégager rapidement d'une zone malsaine.

## PRESENTATION ET PASSAGE DE LA REMORQUE



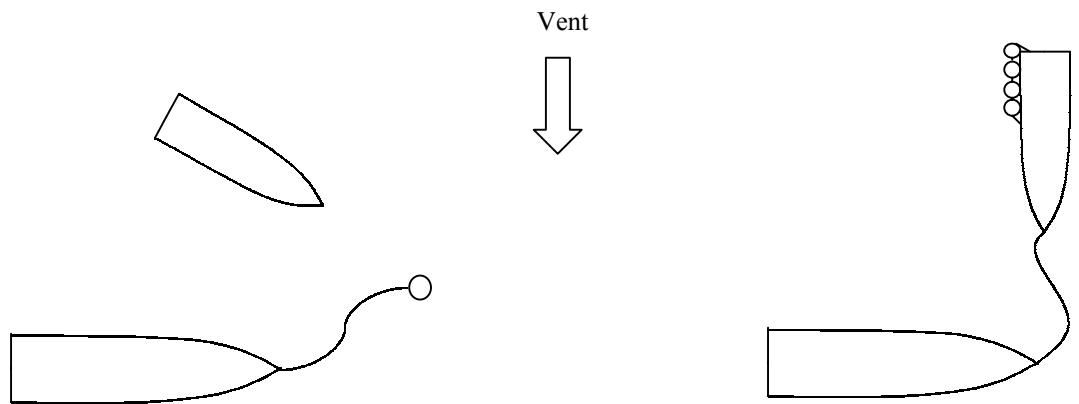
La position d'équilibre stoppé du RHM étant vent arrière, la présentation la plus courante se fait au large. Cette méthode permet de rattraper une erreur d'appreciation de l'erre en avant du remorqué, plus facilement que la méthode vent arrière

Si les conditions météorologiques sont très mauvaises, le remorqueur qui possède des qualités évolutives très développées et dont la plage arrière est mal protégée de la mer, se tient généralement, pendant le passage de la remorque, vent arrière sous le vent du remorqué.



La règle habituelle est que le lance amarre soit envoyé par le remorqueur.

Par mauvais temps pour établir la remorque, le RHM peut être amené à ramasser une bouée, ou à passer la remorque par la plage avant mieux protégée.

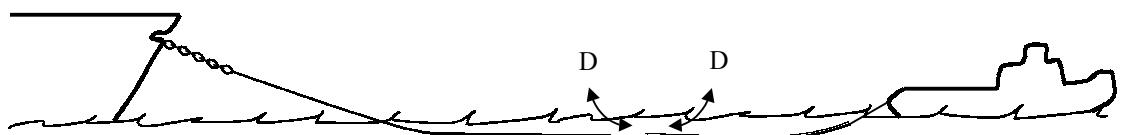


### 2.5.3 LE REMORQUAGE

#### Longueur de la remorque

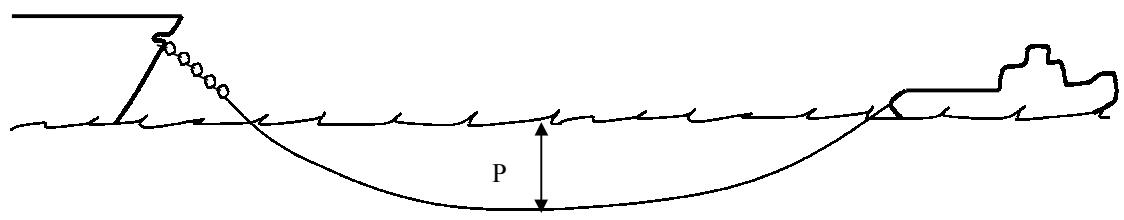
Quelle est la bonne longueur ? "Celle adaptée aux besoins du moment" dit le dicton.

Une remorque trop courte a tendance à avoir une dérive bi-directionnelle de part et d'autre, et elle peut sortir de l'eau.



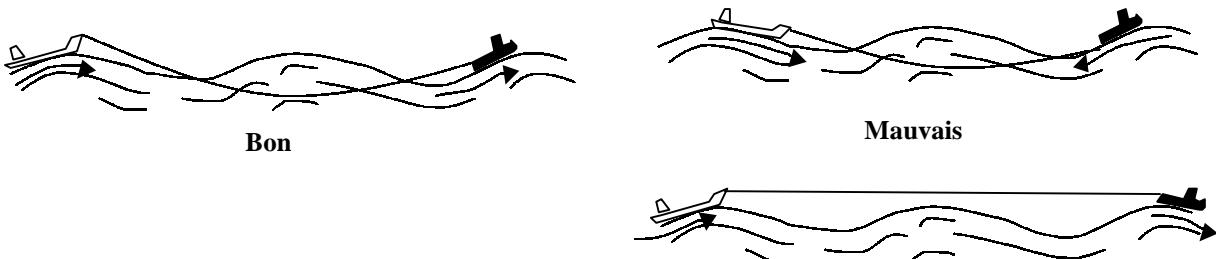
TROP DE DERIVE

En augmentant la longueur, la dérive diminue. Cependant la portée devient instable d'où la nécessité d'allonger encore.



PORTEE INSTABLE

La bonne longueur est atteinte quand la dérive et la portée sont stables. Cette longueur dépend en fait de la nature du remorqué, de l'état de la mer (longueur de houle), du poids au mètre de la remorque, et de la vitesse qu'il est possible d'atteindre.



Les petits fonds sont des cas particuliers où la longueur de remorque peut poser problème : trop courte, elle casse, trop longue, elle rague le fond au risque, là encore, de casser. Il faut alors, soit réduire la vitesse et raccourcir la remorque, mais cela n'est pas toujours facile, soit rajouter un polyamide ou kevlar pour conserver un attelage relativement long. La longueur de la remorque est ajustée chaque fois qu'elle apparaît inadaptée. Le fil d'acier est toujours protégé contre le ragage.

### **La navigation**

Le choix des routes résulte d'une étude préalable à partir des éléments nautiques, climatologiques, météorologiques, des qualités du remorqueur et de sa remorque, de la nature du remorqué. La navigation demande plus de vigilance que de coutume, l'application des règles d'abordages étant plus difficile parce que le train de remorque est long, lent et peu manœuvrant. Les virages peuvent prendre beaucoup de temps, de l'ordre d'une heure pour virer de 180°. Le grand danger de la navigation reste l'approche des côtes par mauvais temps, et cela impose parfois de rester attendre en haute mer. Les petits fonds sont toujours mauvais, il faut les éviter dans la mesure du possible car la chaînette de la remorque devient relativement importante par suite de la faible vitesse de l'ensemble. La rupture de l'attelage menace alors.

### **La vitesse**

Quelle vitesse faut-il choisir? La vitesse doit correspondre aux conditions météo que l'on rencontre. Si le temps est beau il faut maintenir une bonne vitesse. Le mauvais temps obligera à réduire. Une tension dépassant le tiers de la charge de rupture de la remorque est le signal du danger, l'attelage étant fragilisé dès que cette limite est dépassée. A aucun moment la remorque ne doit sortir de l'eau. Par très gros temps il s'agit parfois de maîtriser la cape, voire de culer légèrement. Une vitesse mal adaptée conduit souvent à une rupture de remorque.

Il se peut que le remorqueur soit trop puissant pour la mission ordonnée. Dans ce cas la maîtrise de la vitesse est un élément important, car une vitesse excessive peut conduire au naufrage du remorqué.

### **L'arrivée au port**

L'atterrissement et l'arrivée au port se préparent. La remontée des fonds doit conduire à un raccourcissement mesuré de la remorque. Il faut le faire avec un peu d'avance afin de ne pas être gêné par les aléas qui peuvent survenir.

Lorsque le temps n'est pas très beau, le choix des routes d'atterrissement, la longueur de la remorque, la vitesse, la tenue du remorqué sont les paramètres qui doivent retenir une vigilance de tous les instants. La houle, très souvent différente de celle rencontrée au large, est parfois à l'origine de coups brutaux sur la remorque. Les choix définis quelques heures auparavant peuvent être révisés en peu de temps, et il faut toujours avoir prévu une manœuvre de remplacement.

### **Le largage**

Un remorquage ne doit pas durer au-delà du temps nécessaire. La mission n'est accomplie qu'au franchissement de la passe, et cela quelle que soit l'heure du jour ou de la nuit. Les moyens portuaires doivent se présenter pour prendre le relais du remorqueur de haute mer qui se mettra **impérativement bout au vent ou au courant pour larguer la remorque**. Il peut se faire aider pour tenir cette position qui est la plus sécurisante, le remorqué ne risquant plus de rattraper le remorqueur.

Dans la mesure où la remorque comporte un élément souple et relativement long qui a été enroulé, il doit être déviré immédiatement après largage et élongé sur le pont. En même temps on vérifiera que les fils, témoins d'un allongement anormal, ne sont pas en état de rupture.

Le bout de remorque doit être contrôlé à cette occasion, en particulier l'absence de déformation du métal et de fils cassés près de la douille. Après quoi l'ensemble est abondamment rincé à l'eau douce et les parties dégarnies de graisse sont regraissées.

## CALCUL DE LA CHAINETTE

(Encore appelée "FLECHE")

Il est possible de calculer la profondeur de la chaînette (flèche) par la formule simple qui suit :

$$C = \frac{L^2}{8 \times p} \times \frac{q}{1000}$$

L = Longueur de la remorque

p = Traction en tonnes

q = Poids de la remorque au mètre linéaire en kg

8 et 1000 sont des coefficients constants

Cette formule permet le tracé des courbes grâce auxquelles on obtient, par lecture directe et avec une précision suffisante, les configurations de remorquage.

### Exemple

L = 770 mètres

P = 20 tonnes

Q = 15 kg/mètres

$$\frac{592900 \times 15}{8 \times 20 \times 1000} = 55,58 \text{ soit } 56 \text{ mètres}$$

## 2.6 LE REMORQUAGE DES BATIMENTS DE COMBAT

### 2.6.1 TYPES DE REMORQUAGE

Le bâtiment de combat peut avoir à assurer deux sortes de missions de remorquage en haute mer :

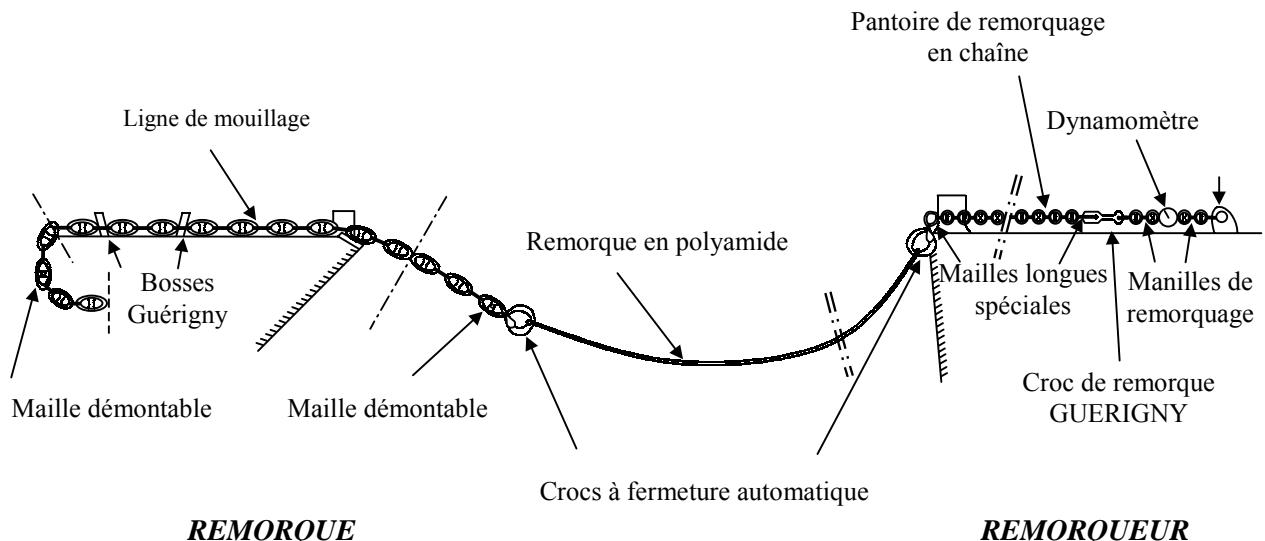
- a) Prise en remorque d'un autre bâtiment désemparé par les avaries de combat ou à proximité d'un danger. Ce type de remorquage est appelé: **REMORQUAGE D'URGENCE**.
- b) Remorquage sur une longue distance d'un autre bâtiment ou même de tout engin dépourvu de moyen de propulsion ou de moyen de gouverner. Appelé **REMORQUAGE DE LONGUE DUREE**, il peut succéder au précédent.

### 2.6.2 ATTELAGE DE REMORQUE

Quelqu'en soit le type, le remorquage s'effectue normalement sur une ligne de mouillage du remorqué. Si les lignes de mouillage sont indisponibles, le remorquage s'effectue sur une pantoire en chaîne.

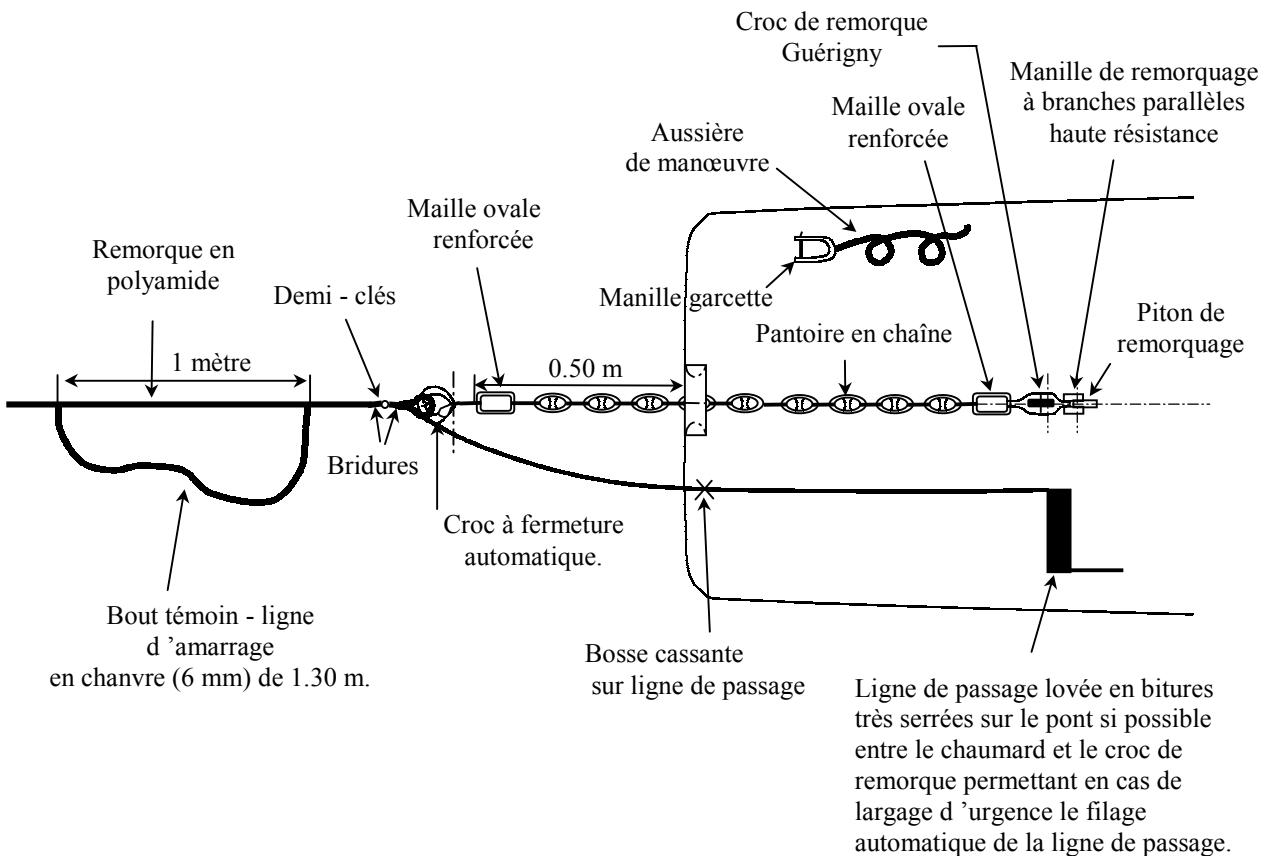
## CONSTITUTION ET DISPOSITION SCHEMATIQUE DE L'ATTELAGE TYPE DE REMORQUAGE

Pour le remorquage d'urgence il suffit de faire sortir la ligne de mouillage à l'extérieur du chaumard d'environ



0,50 m.

Pour passer au remorquage de longue durée, il suffit de filer une longueur de ligne de mouillage qui sera fonction du fond et de la longueur de la houle (3 à 4 maillons). Cet attelage présente de l'intérêt par mauvais temps, l'élasticité de l'ensemble est bonne et surtout sa longueur est réglable.



Chaque bâtiment possède une REMORQUE EN POLYAMIDE TRESSE dont la longueur et le calibre sont fonction du tonnage du bâtiment.

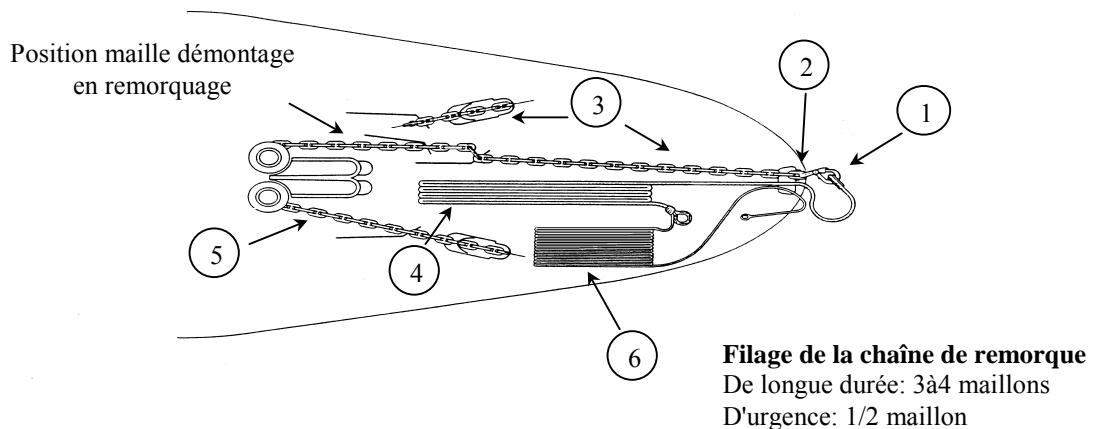
Le polyamide est utilisé pour ses qualités exceptionnelles de résistance, élasticité et, dans une moindre mesure, légèreté, souplesse, maniabilité et imputrescibilité.

Son inconvénient principal est son extrême fragilité aux frottements. En aucun cas, l'aussière de remorque sous tension ne doit porter sur une partie métallique.

### Fourniture de la remorque

La remorque est normalement fournie par le remorqué pour trois raisons :

- la résistance de la remorque est bien adaptée au déplacement du bâtiment remorqué ;
- le bâtiment remorqueur peut reprendre sa liberté de manœuvre par un largage d'urgence, sans perdre sa propre remorque ;
- il est plus facile à un bâtiment éventuellement privé d'énergie de filer une remorque que d'en virer une à bord.



### DISPOSITIONS A PRENDRE SUR LE REMORQUÉ

- (1) Croc à fermeture automatique
- (2) Maille démontable
- (3) Ligne de mouillage
- (4) Remorque polyamide
- (5) Ligne de mouillage qui ne doit pas être engagée par la remorque
- (6) Ligne de passage lovée en pleins à côté de la remorque

**NOTA :** Le remorqueur envoie la ligne lance-amarre.

### 2.6.3 PRESENTATION

#### Facteurs à prendre en considération

- Position d'équilibre et dérive du bâtiment à remorquer  
Généralement voisine du vent de travers pour un bâtiment simplement en avarie de propulsion (barre à zéro), elle peut aller jusqu'au bout au vent ou au vent arrière suivant l'importance et l'emplacement des dommages subis (compartiments avants ou arrières noyés).
- La vitesse de dérive diminuera en même temps que la réserve de flottabilité du bâtiment et que son fardage.
- La direction de la dérive sera fonction de la position d'équilibre :
  - position d'équilibre plein vent de travers, le bâtiment dérive sans avancer, ni culer
  - le remorqué reçoit le vent de l'avant du travers, il dérive avec de l'erre en arrière
  - le remorqué reçoit le vent de l'arrière du travers, il dérive avec de l'erre en avant.

- Si les bâtiments remorqueurs et remorqués sont de type différent ou si les avaries du bâtiment remorqué ont modifié ses résistances de carène ou son fardage, les positions d'équilibre et dérives du remorqueur et du remorqué seront différentes et il devra en être tenu le plus grand compte dans le choix du mode de présentation et dans son exécution.
- Si les circonstances le permettent, une observation préalable du comportement des bâtiments doit précéder le choix du mode de présentation.

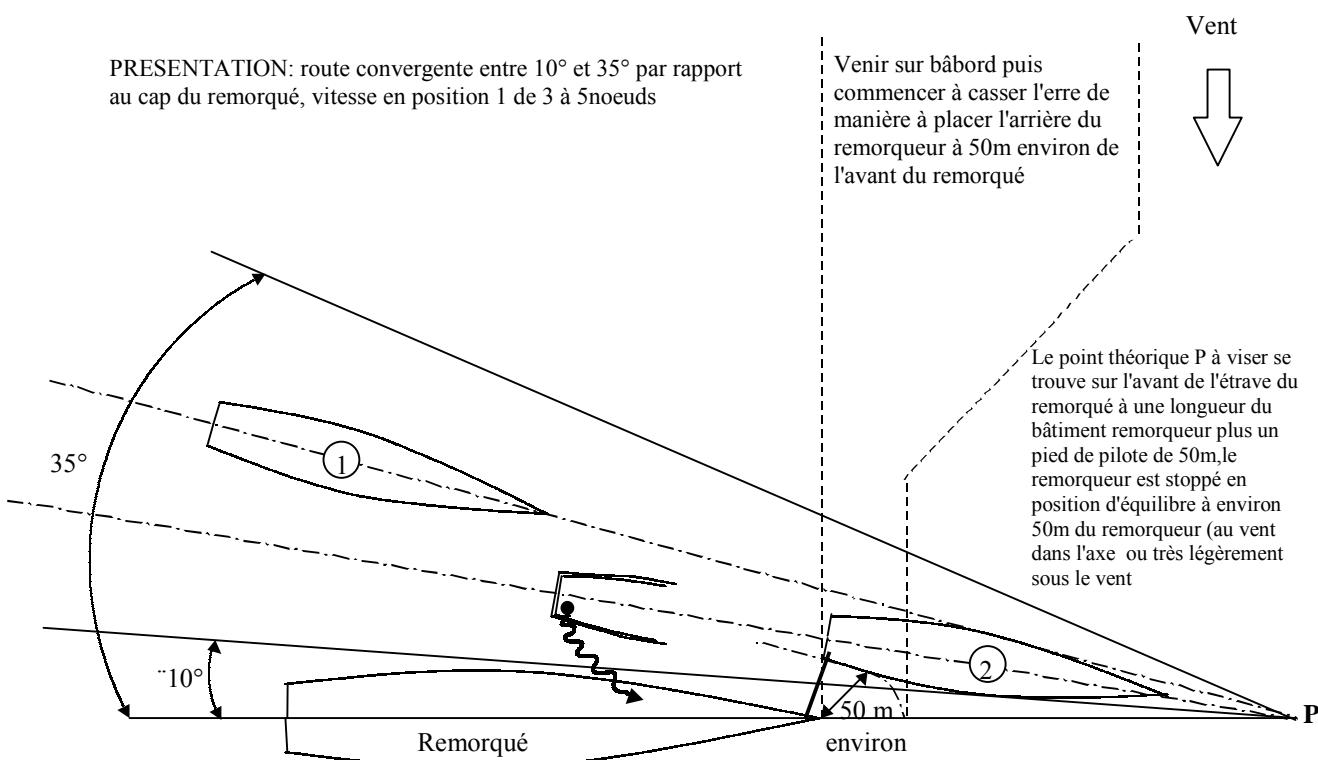
### Modes de présentation

#### Présentation recommandée

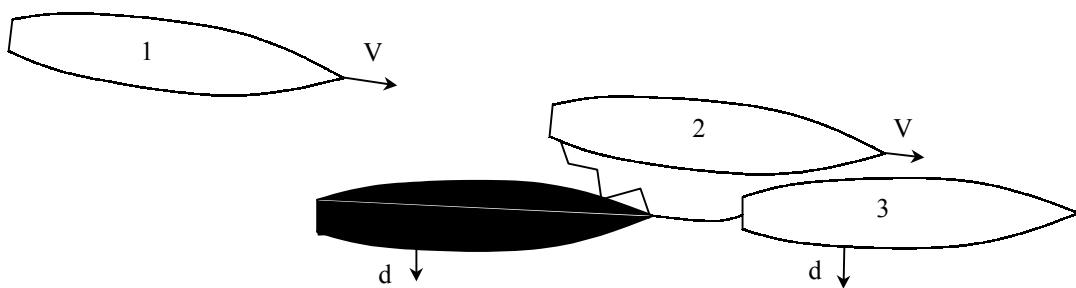
*Grand large*

#### PRÉSENTATION REMORQUAGE (RECOMMANDÉE EN EXERCICE)

Cette méthode permet de rattraper une erreur d'appréciation de l'erre en avant du remorqué.

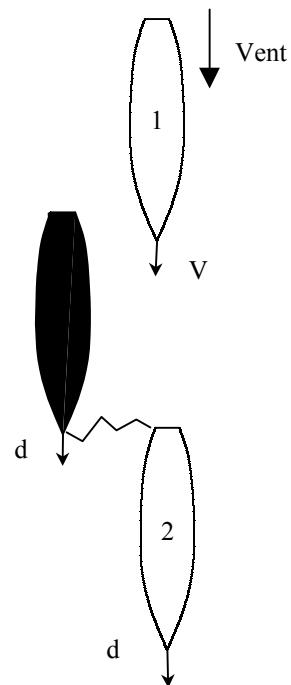


Sensiblement parallèle au vent du remorqué présentation commode et sûre si les deux bâtiments ont la même position d'équilibre et la même vitesse de dérive.

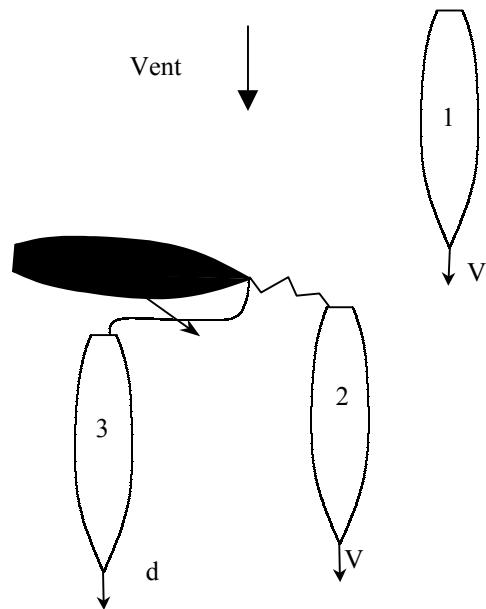


Présentations possibles

- Vent arrière

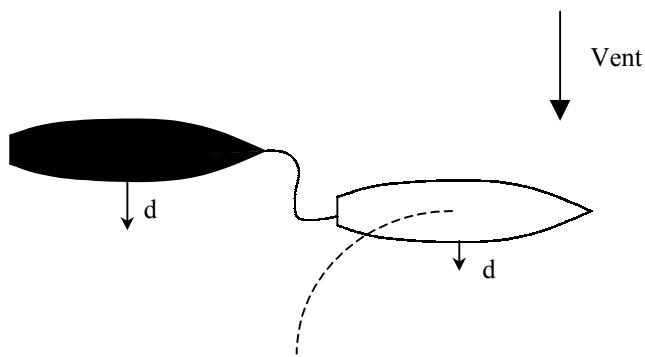
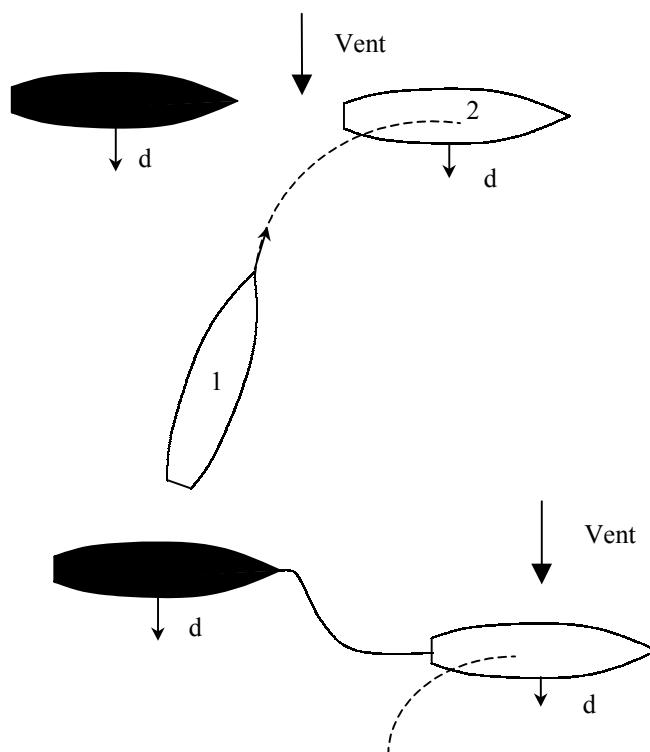


Cette méthode n'est pas recommandée si le remorqué dérive avec de l'erre en avant, d'autant plus qu'en fin de passage de la remorque il risque de se trouver en position inconfortable pour commencer le remorquage.



- Vent debout

Méthode également déconseillée si le remorqué dérive avec de l'erre en avant.



Cette présentation est surtout intéressante par très mauvais temps (mer déferlante), si l'état de la mer devait rendre le travail sur la plage arrière du remorqueur trop inconfortable pour une présentation grand largue ou parallèle au vent.

La présentation bout au vent se fait alors à l'abri relatif du bâtiment remorqué.

Le remorqué pourra filer à l'eau une bouée qui dérivera plus vite que lui, à condition de la relier à une touline en cordage à flottabilité positive. Le remorqueur ramassera cette bouée, sous le vent du remorqué, ce qui lui évitera de s'en rapprocher dangereusement.

## 2.6.4 LARGAGE DE LA REMORQUE

### Largage normal

Ce largage s'effectue bâtiments stoppés de préférence à un cap voisin de celui de la position d'équilibre des deux bâtiments.

Dès que la vitesse sera suffisamment réduite le remorqué virera sa chaîne jusqu'à amener sa remorque à la hauteur du chaumard.

La remorque et la touline de passage ne doivent pas être larguées tant que le remorqué a de l'erre en avant car elles risqueraient de venir engager les hélices.

### Largage d'urgence

Effectué par le remorqueur en ouvrant son croc de remorque GUERIGNY, qui est largable à distance et sous tension.

Le remorqué peut également effectuer un largage rapide en démaillant sa ligne de mouillage à la maille démontable qui se trouve sur le pont et sur l'arrière des bosses "GUERIGNY".

Il est recommandé de donner du mou dans la remorque avant de larguer, en réduisant la vitesse.

En raison de la grande élasticité de la remorque en polyamide, le largage sous tension est une opération extrêmement dangereuse pour le personnel du bâtiment remorqué qui devra impérativement s'être replié à l'intérieur du bâtiment.

## 2.6.5 CONCLUSION SUR LE REMORQUAGE DE COMBAT

Si la mer est calme, la prise en remorque s'effectue généralement bien. Mais le mauvais temps peut survenir, le remorquage peut se prolonger, et c'est pourquoi il faut adopter un attelage capable de résister d'une façon satisfaisante lorsque ces nouvelles circonstances se présentent, en le modifiant si besoin.

Sur un bâtiment de guerre, il convient d'agir vite (remorquage de combat de courte durée), mais d'être prêt à prolonger l'opération quelle que soit la météo. Ceci impose une préparation dès l'armement : logement des remorques, définition du matériel à utiliser dans chaque cas, règlement précisant qui fournit la remorque, points fixes utilisés, exercices d'entraînement, etc.

### Résumé des manœuvres à effectuer.

- a Le remorqueur envoie la ligne porte-amarre et la touline.
- b Le remorqué fournit la remorque en nylon, enroulée sur un touret à proximité de sa plage avant.
- c La remorque en nylon est capelée sur le croc à échappement à la sortie du chaumard arrière du remorqueur. Le croc est lui-même fixé à une itague en chaîne, maillée sur le point fixe de la plage arrière du remorqueur.
- d Le remorqueur ne fournit l'aussière que si le remorqué ne possède pas d'aussière en nylon. La remorque en acier est logée dans les fonds à l'arrière de chaque bâtiment.
- e Le remorqué maille sa remorque sur une de ses chaînes principales, sans utiliser de croc de remorque, mais en intercalant un émerillon. La chaîne est bossée par une bosse type GUÉRIGNY et une bosse à bouton supplémentaire. Le point fixe de remorquage avant n'est pas utilisé normalement, on peut y fixer une autre bosse en chaîne.
- f En cas de remorquage prolongé, le remorqueur allonge l'attelage en filant sa remorque en acier à la suite de la remorque en nylon.
- g Pour rentrer la remorque, le convoi diminue de vitesse puis stoppe :
  - le remorqué vire sa chaîne;
  - le remorqueur rentre son aussière en acier.

Le remorquage peut se poursuivre par petits fonds et mer plate sur nylon seul.

En fin de remorquage, le remorqueur largue l'aussière en nylon qui est embraquée facilement par le remorqué. Ces dernières opérations sont parfois les plus longues, mais la mission est alors remplie. On peut, sans se presser, exécuter la manœuvre de la façon la moins dangereuse pour le personnel, et la plus sûre pour les bâtiments.

## 2.7 LE RAVITAILLEMENT A LA MER

Un bâtiment de haute mer doit pouvoir se ravitailler en mer auprès d'un pétrolier, ou de tout autre ravitailleur, en :

- combustibles ;
- eau ;
- vivres ;
- matériel et munitions;
- approvisionnements divers ;
- personnel.

En outre les grands bâtiments de combat sont susceptibles de ravitailler couramment les plus légers.

Il s'agit d'une opération essentiellement militaire, qui, autant que possible, ne doit ni gêner ni retarder l'accomplissement de la mission principale prévue, ni compromettre la sécurité de la Force navale, du convoi ou des navires concernés.

Il est certain que la proximité des bâtiments pendant le ravitaillement les rend spécialement vulnérables à toute attaque d'avions, de missiles ou de sous-marins, parce que leur vitesse est limitée, qu'ils offrent une cible plus importante, que leur route reste sensiblement stable et que leurs moyens défensifs ne peuvent être tous utilisés. C'est pourquoi, tout doit être mis en œuvre pour réduire au minimum le temps de l'opération sans compromettre pour autant la sécurité des bâtiments.

Il en résulte que, pour mener à bien un ravitaillement à la mer, il faut :

- une préparation minutieuse et un entraînement poussé des bâtiments ;
- une observation stricte des règles de manœuvre et de sécurité ;
- être prêt, en permanence, à interrompre brutalement le ravitaillement et à dégager du ravitaillleur, en cas d'urgence.

## 2.7.1 DOCUMENTATION DE REFERENCE

- DC R 0 1 (A) IGEMER Tome 1 chapitre 13
- ATP 16 RAS - Replenishment At Sea - Guide LADSURFEX - Fichier passerelle
- IP RAM

Les méthodes, les procédures, les techniques et la description des gréements figurent dans les documents cités en référence.

Le ravitaillement à la mer (RAM) est une opération spécifiquement militaire car les bâtiments de combat sont amenés à effectuer des missions de longues durées et ne peuvent pas toujours rallier un port pour compléter leurs pleins ou leurs approvisionnements. Il est donc nécessaire de les ravitailler à la mer en combustibles, eau, vivres, matériels, munitions, courrier et personnel.

La technique de ces ravitaillements consiste à relier par un gréement un bâtiment fournisseur à un bâtiment récepteur. En plus de ces transferts horizontaux, il existe des transferts verticaux (VERTREP = Vertical Replenishment) en utilisant un hélicoptère.

## 2.7.2 TYPES DE RAVITAILLEMENT

Dans tous les cas, il y a :

- Un bâtiment ravitaillleur délivrant les articles de ravitaillement. Ne pas confondre avec le bâtiment fournisseur qui fournit le gréement.
- Un bâtiment ravitaillé recevant les articles de ravitaillement et qui est généralement le bâtiment récepteur c'est-à-dire qui reçoit le gréement.
- Une unité de ravitaillement constituée par des ravitaillieurs et des ravitaillés + rescues (bâtiment ou hélicoptère en position de sauvetage en cas d'homme à la mer). Quand il n'y a qu'un ravitaillleur, il est contrôleur et guide. Cette règle peut être inversée s'il s'agit d'un porte-avions.
- Un bâtiment contrôleur contrôlant l'opération RAM de l'unité de ravitaillement. Il est responsable de l'exécution de la séquence et des changements de routes éventuels. Il autorise les signaux de brume émis seulement par le ravitaillleur.

S'il n'y a qu'un ravitaillleur, il est contrôleur et guide. Cette règle peut être inversée s'il s'agit d'un porte-avions.

Le ravitaillement peut s'effectuer :

- à couple : écart traversier de 28 à 36 m
- en flèche : distance comprise entre 155 et 170 m de l'arrière du ravitaillleur à la passerelle du ravitaillé.

Les différentes distances et types de gréements utilisés par les Forces OTAN sont définis dans l'ATP16C.

Les différents types de ravitaillement sont les suivants :

### **Transfert de courrier**

#### Trois méthodes :

- à couple
- estafette
- en noria

Le poids maximum de transfert est de 5 kg

La manœuvre doit être rapide. Le transfert doit être réalisé "dans le mouvement", comme indiqué dans l'IGEMER chapitre 13, sans recherche de tenue de poste, ce qui impose au bâtiment - base de tirer tôt le lance-amarre. Le bâtiment qui se présente doit le faire avec une vitesse d'approche supérieure d'au moins 3 nœuds à celle du bâtiment - base.

Le bâtiment qui se présente, lorsqu'il se trouve à la distance latérale d'un transfert de courrier (10 à 20 mètres), ne doit jamais engager son étrave au-delà du tiers arrière du bâtiment-base (de jour et par beau temps), et dans certains cas, au delà de son tableau arrière (de nuit ou par mauvais temps).

Enfin, à l'instar de toute manœuvre, le transfert de courrier doit faire l'objet d'une réunion préparatoire soignée au cours de laquelle l'officier de manœuvre rappelle les procédures et les repères à utiliser. La convergence des bâtiments ne se fait pas "au juge" mais à l'aide de mesures instrumentales précises (coefficient d'inertie, stadiomètre, radar ...).

### **Transfert de personnel**

- de bâtiment à bâtiment par câble support en chanvre avec une chaise
- de bâtiment à bâtiment par zodiac ou embarcation
- par hélitreuillage

Pour la méthode "câble support" le poids maximum est de 120 kg. Il est nécessaire de faire un passage test lesté à 135 kg.

#### Charges légères

Par câble support en chanvre. Deux méthodes :

- *tenu à la main (poids maximum à transférer 135 kg) ;*
- *tourné au guindeau ou au cabestan (poids maximum à transférer 300 kg).*

#### Charges lourdes

Par câble support en fil d'acier de bâtiment à bâtiment (poids maximum transférable : une tonne)

- *par bâtiment spécialisé (poids maximum 1,7 tonne) ;*
- *par hélitreuillage système "vertrep" avec intervention de personnel pour larguer la charge (ne pas oublier la perche de masse pour égaliser les potentiels électrostatiques hélico / bâtiment) ;*
- *par hélitreuillage système "sling" (sans perche de masse) sans intervention de personnel, la charge est posée sur le pont et larguée par l'hélicoptère ;*
- *par la méthode américaine (type surf-star) ;*
- *par la méthode canadienne (type stream).*

### **Transfert de combustible (à couple)**

- *méthode système probe (version A ou version B) ;*
- *système probe double ;*
- *méthode grand mât de charge ;*
- *méthode petit mât de charge ;*
- *méthode filière support ;*
- *méthode filière support tensionnement automatique avec raccord classique ;*
- *méthode filière support tensionnement automatique raccord classique avec point fixe câble support hauteur 3m.*

### **Transfert de combustible (en flèche)**

- *méthode avec repêchage de manche par flotteur ;*
- *méthode avec récupération par lance-amarres.*

## FOUNTURES DU RAVITAILLEUR

### A couple

- *lance amarre*
- *ligne de distance*
- *ligne de retour*
- *ligne téléphonique*
- *manches*
- *le câble support suivant le cas*

### En flèche (par flotteur)

- *le cochonnet de tenue de poste (bouée repère) et sa ligne graduée*
- *le hale à bord avec flotteur NATO*
- *les manches*

### En flèche (par lance amarre)

- *le lance-amarre (si le ravitaillé est un P.A, c'est lui qui tire le lance-amarre)*
- *le cochonnet de tenue de poste et sa ligne graduée*
- *le hale à bord*
- *les manches.*

La ligne de distance fourni par le ravitaiteur permet au ravitaillé de se maintenir à l'écartement choisi. Elle est maintenue raide perpendiculairement à l'axe des bâtiments par tensionnement dynamique. Le ravitaillé prépare son poste de transfert (numéroté), son personnel et son matériel.

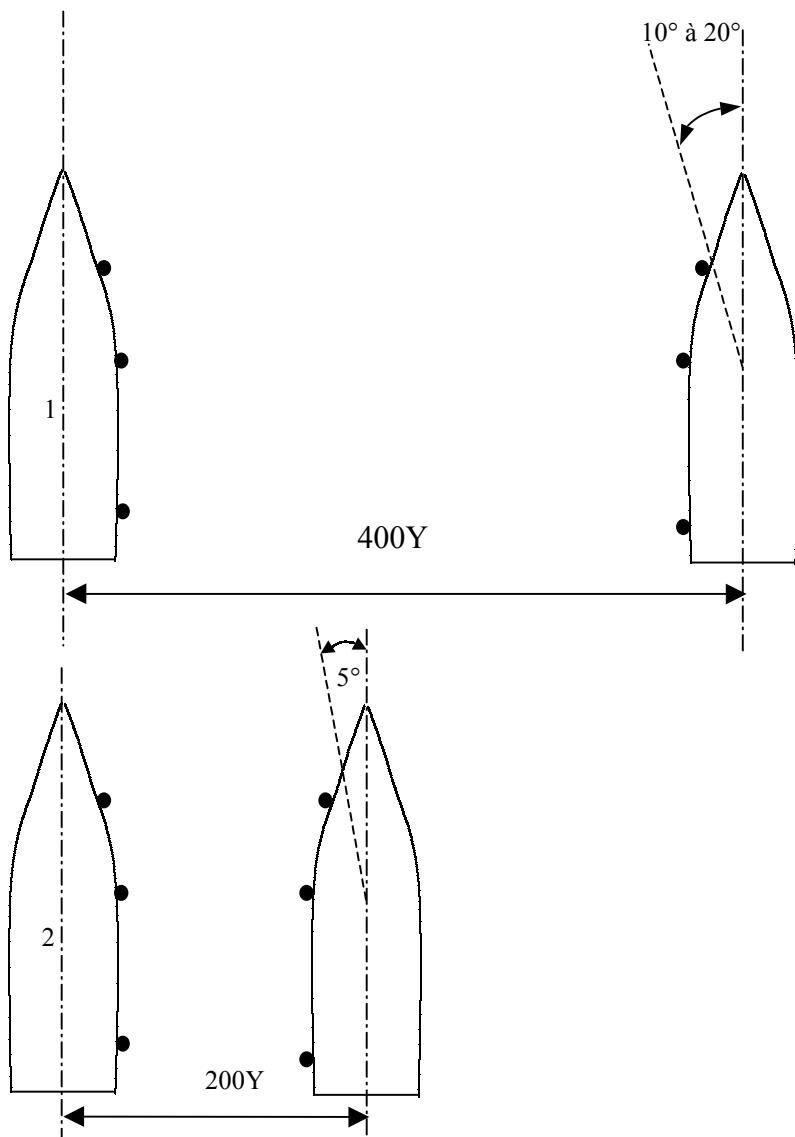
- *brassières de sauvetage*
- *casques de différentes couleurs suivant les fonctions du personnel*
- *palettes de signalisation*
- *gants*
- *chaussures de service courant à bout renforcé.*

## 2.7.3 RAVITAILLEMENT A COUPLE

En RAM à couple, quel que soit le type de présentation, ravitaiteur et ravitaillé disposent des défenses du bord où l'on ravitaille.

### 2.7.3.1 Présentation par le travers (en dépendant)

Prendre poste à 400 yards par le travers du ravitaiteur. Commencer son approche avec une pointe de 10° et ajuster la vitesse afin de conserver un relèvement constant par le travers du poste de ravitaillement fixé. Réduire la "pointe" pour qu'elle ne dépasse pas 1 à 2° à 50 mètres. Tenir son poste en prenant des repères sur les superstructures et appendices du ravitaiteur (alignement d'antennes, cloisons du bloc passerelle, montants de filières, ... )



**IMPORTANT :** Il faut bien veiller à ne pas se trouver sur l'avant du poste (interactions possibles).

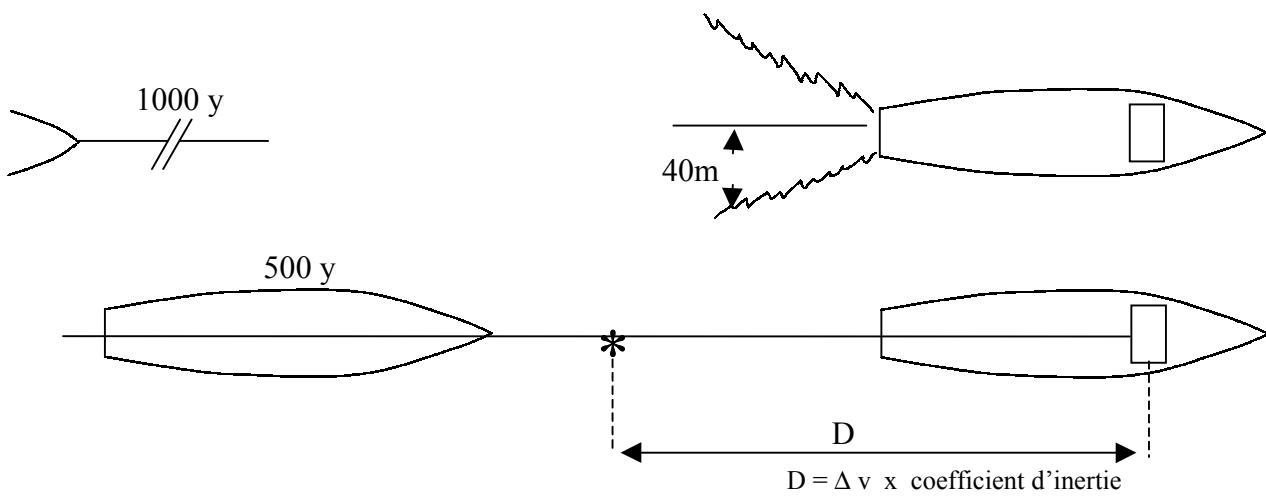
### 2.7.3.2 Méthode de présentation par l'arrière

Partir d'une position à 1000 yards sur l'arrière du ravitailleur.

Commencer la présentation en adoptant une vitesse nettement supérieure à celle du ravitailleur, de l'ordre de 3 à 5 nœuds.

S'écartez légèrement de la route du ravitailleur pour parcourir les derniers 500 yards en route parallèle, écarté de 40 à 50 mètres (une bonne indication consiste à se placer en limite extérieure du sillage).

Réduire la vitesse en fonction du coefficient d'inertie.



### 2.7.3.3 Dégagement

Le ravitaillé augmente sa vitesse de 2 à 3 noeuds et écarte sa route vers l'extérieur de 5 puis 10° par changement de cap.

En raison de l'influence prévisible sur la stabilité de route du ravitailleur, le ravitaillé ne peut augmenter davantage sa vitesse et dégager plus franchement qu'après avoir gagné suffisamment sur l'avant.

### 2.7.3.4 Tenue de poste

Généralement un officier conserve la tenue de cap et surveille la distance fixée en utilisant les repères de la ligne de distance. Un autre officier ordonne les changements d'allure propulsion en conservant les poste de ravitaillement à la même hauteur.

En ravitaillement avec tensionnement automatique les conditions de tenue de poste, sont sensiblement altérés par la tension transversale exercée par le câble support.

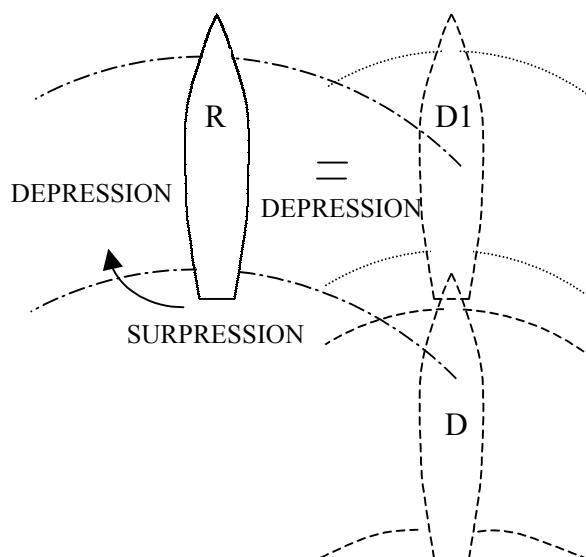
### 2.7.3.5 Zone d'influence

En opération de ravitaillement, les bâtiments se trouvent en position rapprochée et subissent les actions des zones d'influence qui se créent autour d'eux.

Les effets produits dépendent de la distance entre les bâtiments et de leurs dimensions respectives.

Cas n°1 : le ravitaillé est un grand bâtiment.

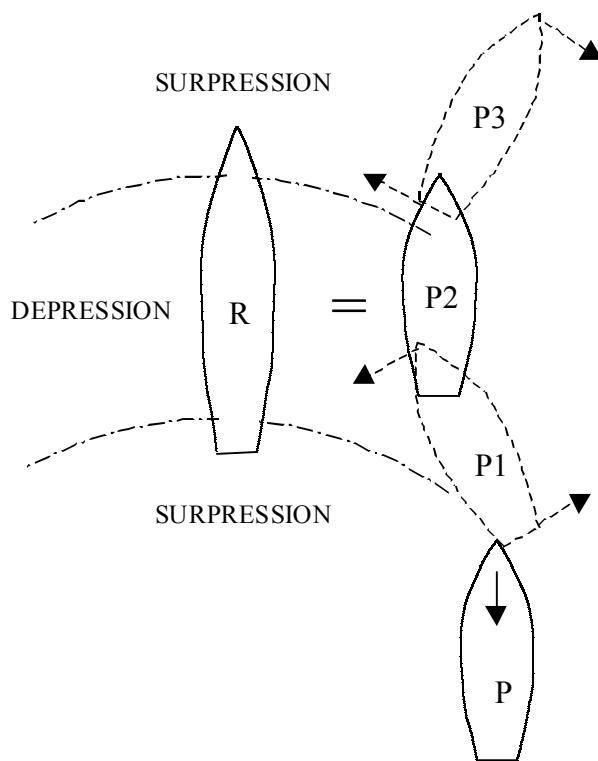
#### SURPRESSION



Au cours de la présentation du bâtiment D sur tribord arrière, la surpression de sa zone avant va pousser l'arrière du ravitailleur et provoquer une embardée de celui-ci sur tribord. Lorsque le ravitaillé arrive en D1, les zones de surpression s'appuient l'une sur l'autre à l'avant et à l'arrière, créant un équilibre. Le ravitaillé peut tenir son poste sans difficulté.

R devra mettre un peu de barre à droite pour maintenir son cap, D1 en mettra à gauche pour maintenir son écartement.

Cas n° 2: Le ravitaillé est un bâtiment léger.



Il subira une influence très nette au moment de sa présentation. Freiné dans un premier temps (P), il gagnera plus rapidement lorsqu'il aura franchi la zone de surpression arrière du ravitailleur tout en manifestant une nette tendance à venir sur la gauche en P1.

Par le travers, en P2, il tiendra facilement son poste. Par contre s'il gagne trop sur l'avant il pénétrera dans la zone de surpression avant du ravitailleur et subira une forte embardée sur tribord. Il peut se trouver dans une situation dangereuse si la tendance n'est pas rapidement contrée.

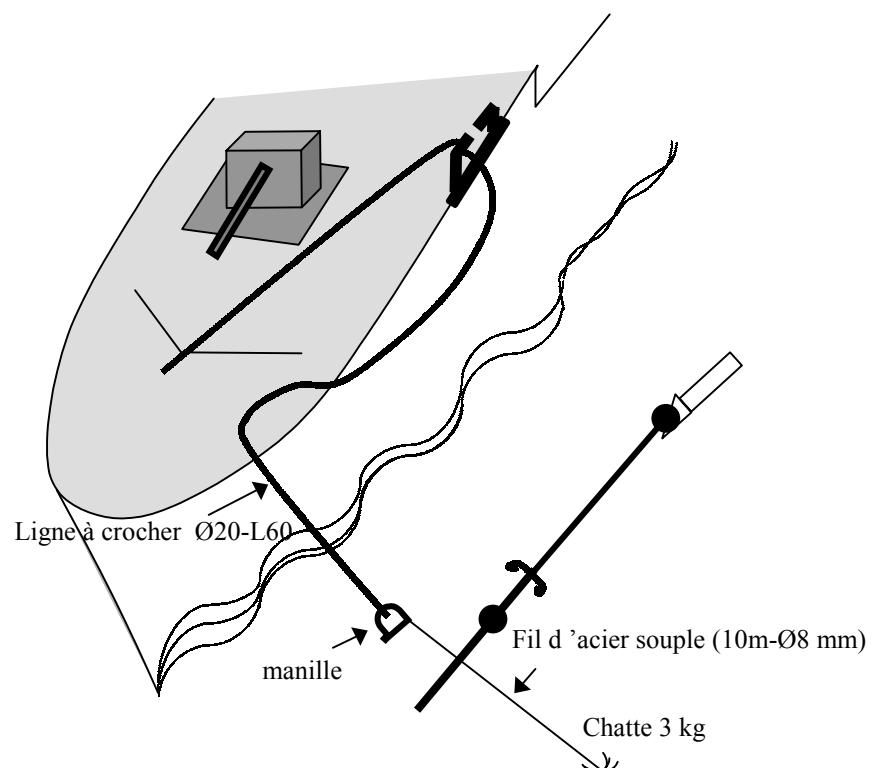
**Pour un bâtiment léger la position dans la zone avant du ravitailleur est dangereuse.**

## 2.7.4 RAVITAILLEMENT EN FLECHE

### 2.7.4.1 Méthode par flotteur

Les signaux sont les mêmes qu'en RAM à couple. Le ravitailleur file le cochenet de tenue de poste (bouée repère) et la manche de ravitaillement (Pavillon "Roméo" à bloc quand il est paré). Le ravitaillé étant en poste d'attente à 500 y remonte jusqu'au flotteur du hale à bord (V de rapprochement  $\geq$  de 3 à 5 noeuds).

A l'aide d'une chatte, il croche le hale à bord et hisse la manche sur le pont tout en se rapprochant du ravitailleur de manière à courber la manche. Il tient son poste par rapport à la bouée repère de tenue de poste.



## REPECHAGE DU FLOTTEUR

1. Descendre la manille au niveau de la mer en gardant la chatte à la main
2. Lancer la chatte de l'autre côté du hale à bord
3. Quand la chatte arrive à l'eau, filer la ligne à crocher de quelques mètres puis embrasser cette dernière pour effectuer le crochage des chattes.

### 2.7.4.2 Méthode par lance-amarre

Le bâtiment récepteur est à 500 yards sur l'arrière du travers du bâtiment fournisseur et doit venir sur la hanche du pétrolier pour recevoir le lance-amarre et la touline de passe.

Lorsque le bâtiment fournisseur est paré, il hisse "R" à bloc. Le ravitaillé commence son approche ("R" à bloc) en augmentant sa vitesse de 3 noeuds pour prendre poste à 45 m sur la hanche du fournisseur.

Le pétrolier (ou le porte-avions si le navire en présentation est un P.A) tire au fusil le lance-amarre. Le bâtiment récepteur embrasse le lance-amarre, le hale à bord et se laisse culer jusqu'à son poste, tandis que le pétrolier choque la ligne de récupération. Dès que le récepteur est à poste, on vire le hale à bord pour hisser et connecter la manche. La tenue de poste se fait en tenant la passerelle par le travers de la bouée repère. La boucle formée par la manche ne doit être ni trop courte ni trop longue afin de lui éviter un effort excessif. La vitesse ne doit pas dépasser 12 noeuds.

## 2.7.5 LE TRANSFERT DE COURRIER

Le bâtiment sur lequel on se présente s'appelle le bâtiment - base. Le transfert de courrier s'effectue entre la plage avant du ravitaillé et la plage arrière du bâtiment base.

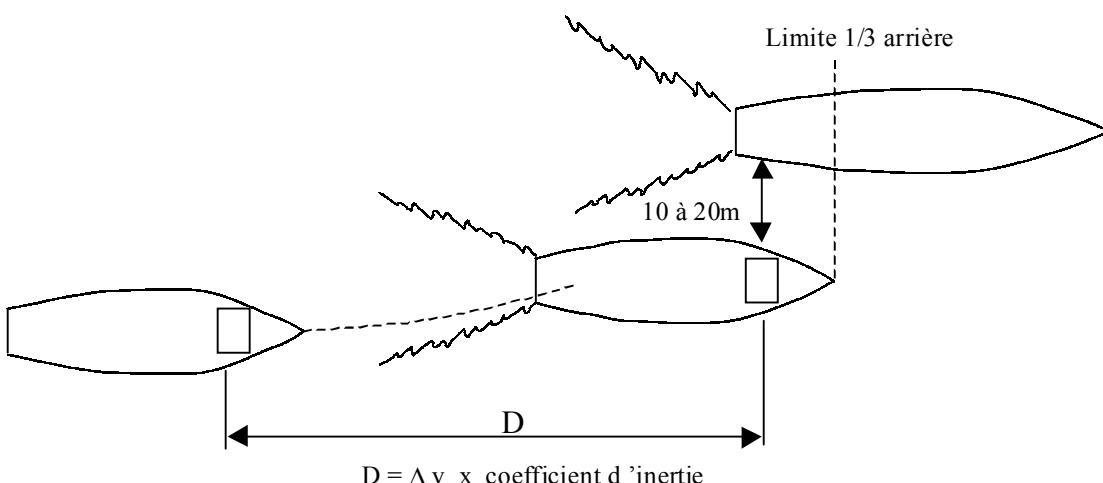
C'est toujours le bâtiment - base qui tire le lance-amarre. Toutefois, on ne tirera pas sur un BPH qui a un hélicoptère sur la plage arrière. C'est le ravitaillé qui passe sa ligne de passage et le sac de courrier.

Pour éviter une pénurie de lance-amarre, tous les bâtiments sont prêts à utiliser le leur. Seul le bâtiment base en ordonne l'utilisation.

### Présentation

Se présenter en route parallèle décalée de 20 à 40 mètres (en limite de sillage). Conduire l'approche rondement : vitesse supérieure d'au moins 3 noeuds à celle du bâtiment - base.

Réduire l'allure en fonction du coefficient d'inertie pour se trouver en fin de présentation en deçà du tiers arrière du bâtiment - base à une distance latérale comprise entre 10 et 20 mètres.



### Dégagement

Il s'effectue à la vitesse de chasse par abattée de 5 puis 10° ordonnée par changement de cap.

## 2.7.6 SEPARATION D'URGENCE

Durant un RAM des situations peuvent survenir et nécessiter une séparation d'urgence. Cette séparation sera un dégagement accéléré exécuté suivant une procédure préétablie. Le but étant de se séparer sans endommager les appareaux ou mettre en danger le personnel.

Cette situation peut naître à la suite :

- *d'une avarie mécanique (propulsion ou barre);*
- *d'un contact ennemi présentant un danger;*
- *d'une nécessité de catapultage ou appontage d'urgence pour un PA en RAM;*
- *d'un éloignement trop important des bâtiments entraînant un danger de rupture de manches;*
- *d'une rupture de gréement avec possibilités de se prendre dans une hélice;*
- *d'une chute d'un homme à la mer.*

Transmission de l'ordre : l'ordre de séparation peut être donné soit par:

- *le commandant du ravitailleur*
- *le commandant du ravitaillé*

Le moyen le plus clair et le plus rapide est de faire émettre au moyen de la sirène ou du sifflet six coups brefs. On peut également utiliser tous les moyens d'information (TAG, liaison radio de secours, palettes, diffusion, EMERG SIX en flottants).

Ensuite, le largage se déroule suivant le type de RAM en cours.

Si la tenue de poste se dégrade rapidement (cap, vitesse) et dans l'impossibilité de larguer le gréement, faire mettre le personnel à l'abri, et attendre que le gréement casse.

## 2.7.7 HELITREUILLAGE

### 2.7.7.1 généralités

Il arrive fréquemment que les transferts de personnel ou de matériel soient effectués par hélicoptères, soit entre bâtiments, soit entre une base et un bâtiment.

Ces manœuvres doivent pouvoir se faire à partir de n'importe quel bâtiment.

Dans cette éventualité, chaque bâtiment doit préparer une équipe spécialisée et l'entraîner. A titre indicatif, quelques précautions élémentaires à prendre sont énumérées ci-dessous :

- *route avec un vent relatif venant d'un gisement compris entre 15° et 60° de l'avant, et une vitesse de ce vent comprise entre 10 et 30 noeuds ;*
- *transfert presque toujours sur la plage arrière, après avoir dégagé les antennes, tentes, filières, mâts de pavillons ou étais gênants ;*
- *recherche d'une route n'entraînant que des mouvements de plate-forme réduits ;*
- *diminution des temps morts des diverses manœuvres pour que le vol stationnaire de l'hélicoptère soit limité au minimum possible ;*
- *liaison avec l'hélicoptère et signaux d'information et de guidage (celui-ci par pavillons à bras), aussi précis que possible, tout en laissant à l'hélicoptère l'autonomie et la responsabilité de sa manœuvre ;*
- *possibilité de donner l'ordre d'interruption de la manœuvre, si les choses se présentent mal vues du bord ;*
- *présence à proximité du point de treuillage d'une équipe de sécurité spécialement équipée avec brassières et casques légers ;*
- *dispositif de sécurité en place en cas de crash de l'hélico.*

#### Treuillage de personnel

- *l'homme treuillé doit avoir une brassière de sauvetage fournie par le bâtiment et un casque léger ;*
- *il ne doit avoir ni valise, ni casquette, ni serviette (les bagages sont treuillés à part) ;*
- *la sangle est fournie par l'hélicoptère et ne doit pas être décrochée du croc ; elle se capelle comme un vêtement, que l'on enfile par dessus la tête, en plaçant le croc devant soi ;*
- *pour pénétrer dans l'hélicoptère, ou inversement pour le quitter, l'homme treuillé doit suivre les indications du treuilliste ;*
- *les civières hélitreuillables sont les civières classiques du service de santé, avec leurs pantoufles habituelles, utilisées pour transfert par embarcation ;*
- *le blessé est sanglé sur la civière le plus serré possible, avec casque léger.*

## Treuillage de matériel

- les évolutions de l'hélicoptère, transportant une charge suspendue sous l'appareil, doivent être lentes et conduites sans brutalité ;
- le contrôle de l'hélicoptère peut être rendu difficile par des charges peu denses, offrant de grandes surfaces soumises au souffle du rotor et à la vitesse relative de l'air.

### 2.7.7.2 transfert par hélicoptère

#### Consignes générales de mise en oeuvre

Le commandant du bâtiment est responsable:

- de la route et de la vitesse ;
- de l'emplacement de transfert quand il en existe plusieurs.

Le ravitaillé assure la sauvegarde de l'hélicoptère (dinghy).

Le commandant d'aéronef est responsable de la sécurité de son appareil et peut décider en dernier ressort d'exécuter ou non le transfert.

La base ou le BPH doit signaler aux destinataires :

- l'heure de décollage de l'hélicoptère ;
- son HPA ;
- son indicatif ;
- la nature du transfert ;
- la fréquence utilisée.

La veille est prise dix minutes avant le décollage et conservée jusqu'à l'appontage ou l'atterrissement en fin de mission.

#### Aire de transfert

Treuillage : elle dépend du bâtiment et ne nécessite pas d'homologation.

Vertrep : elle est définie par la décision d'homologation qui est propre à chaque type de bâtiment.

#### Limitations

##### A. Météo

		TREUILAGE	VERTREP
PLAFOND		$\geq 300$ pieds	
VISI.H.	Jour	$> 800$ m	
	Nuit	$\geq 1000$ m	$\geq 3000$ m

##### B. Mouvements de plate-forme

Treuillage: pas de limitation

Vertrep : BPH - limitations identiques aux appontages (J et N)

BPH qui ne peuvent recevoir que de J, limitations N = à la moitié des limitations appontage J.  
Bâtiments non spécialisés :

- Jour : Roulis  $< 5^\circ$   
Tangage  $< 2^\circ$   
Nuit : Roulis  $< 3^\circ$   
Tangage  $< 1^\circ$

#### Choix de la route et de la vitesse

La route et la vitesse sont adoptées par le commandant en fonction de :

- l'état de la mer : les mouvements de plateforme doivent être les plus faibles possibles
- du vent relatif : fonction du type d'hélicoptère, position du pilote et conditions météo.

Les orientations habituelles sont :

- plage arrière = vent à 11 heures

- *plage avant = vent à 4 heures*

### **Exécution**

Doivent être parés :

- *une équipe de sécurité : avec une ou deux lances à mousses*
- *une embarcation de sauvetage (dinghy) avec un plongeur*
- *une équipe de transfert composée de :*
  - un officier d'hélicoptère
  - un directeur de pont d'envol
  - un téléphoniste (TAG avec passerelle)
  - deux servants

Lorsque le bâtiment est paré, ( y compris la charge ou le passager) le commandant donne "le vert passerelle"  
Le signal "HOTEL ONE" est hissé à bloc.

L'hélicoptère peut alors se présenter.



## **CHAPITRE 3 LA MANŒUVRE EN FORMATION**

<b>3.1</b>	<b>LA TENUE DE POSTE</b>	<b>350</b>
<b>3.2</b>	<b>LA CHASSE DE POSTE</b>	<b>353</b>

Seuls les bâtiments de combat et les bâtiments auxiliaires s'entraînent à naviguer couramment en formation. De grands exercices sont organisés régulièrement, qui incluent des navires de commerce en convoi. Mais dès le temps de crise, les bâtiments de commerce qui naviguent en zone à risque de guerre peuvent être escortés en convoi et donc être amenés à manœuvrer en formation.

## GENERALITES.

La navigation en groupe se conçoit :

- - soit dans *une unité* comprenant un ensemble ordonné d'un petit nombre de bâtiments. Le mot *unité* s'applique d'ailleurs parfois à un bâtiment unique ;
- - soit dans *une formation* qui comprend deux ou plusieurs bâtiments ou unités ;
- - soit dans un *dispositif*, qui est un ensemble ordonné de deux ou plusieurs formations.

Quel que soit le type de formation ou de dispositif dans lequel le bâtiment navigue (formation en ligne, circulaire ou polygonale), sa manœuvre consiste à prendre ou à tenir un poste par rapport à un autre bâtiment appelé "**guide**".

Au cours de certaines évolutions, le bâtiment guide peut d'ailleurs transmettre provisoirement sa fonction à un autre bâtiment. Une documentation technique détaillée comprenant les différentes manœuvres et codes tactiques est appliquée en permanence dans la Marine Nationale (documentation interalliée maintenue régulièrement à jour des nouvelles technologies).

Toutes les dispositions nécessaires y sont prévues, ainsi que les idées de manœuvre et les réactions que doivent avoir les divers bâtiments d'une formation lorsqu'ils reçoivent un ordre de manœuvre, général ou particulier. Le schéma des divers mouvements à effectuer par les bâtiments est parfois plus détaillé dans le libellé du signal lui-même, et explicite dans le Code des signaux en service.

Quelle que soit la formation, la manœuvre des bâtiments consiste toujours, en fonction des ordres reçus ou des instructions permanentes, soit à **tenir un poste** par rapport à un guide (général ou particulier selon le cas), soit à **chasser une nouvelle position** par rapport à ce guide ou à un autre (formation qui modifie sa route ou son orientation), soit à **prendre un nouveau poste** ordonné par signal particularisé.

Sur le plan pratique, le manœuvrier se place toujours par rapport au guide par un **azimut et une distance**, ou un **gisement et une distance**. Le guide étant en route, les mouvements à exécuter sont des **mouvements relatifs**, qui donnent lieu à une modification :

- - soit de la route ;
- - soit de la vitesse ;
- - soit de la route et de la vitesse simultanément.

Pendant l'exécution de la manœuvre, il faut toujours tenir compte des vitesses et du rayon de giration imposés à son propre bâtiment, et des règles de priorité de route vis à vis des autres navires.

Enfin, toutes les présentations théoriquement possibles pour prendre un poste ne sont pas forcément autorisées compte tenu des risques courus. La manœuvre en formation serrée est une excellente école pour officier de quart, permettant d'entraîner réflexes et coup d'œil, mais elle demande une grande rigueur d'exécution et un contrôle de tous les instants si l'on veut éviter les accidents de mer.

En effet, les mouvements à exécuter sont des mouvements relatifs qui peuvent entraîner des vitesses de rapprochement élevées, et en conséquence des situations de proximité dangereuses.

### 3.1 LA TENUE DE POSTE

Le poste doit être tenu à plus ou moins 50 yards près et plus ou moins 2 degrés près.

#### Mesure des distances

Pour les distances inférieures à 500 yards, le stadiomètre (mesure d'angle pour une hauteur de mât connue) ou tout autre instrument de mesure optronique peut être préféré au radar.

Les jumelles micrométriques fournissent une distance avec une précision suffisante à condition de les avoir préalablement étalonnées sur un type de bâtiment donné. D'autre part, les jumelles permettent de surveiller facilement l'évolution de la distance.

Des repères de distance établis par rapport aux mâtereaux de beaupré, chaumards, filières ... fournissent également des approximations de distances utiles.

#### Mesures de gisements ou relèvements

Les angles à mesurer sont soit des gisements, soit des relèvements.

Dans la pratique, les uns comme les autres sont lus sur les répétiteurs du compas gyroscopique ou de la centrale de navigation, par des visées effectuées au moyen de l'alidade.

Si dans une formation en ligne on gouverne en gisement par rapport à un autre bâtiment se trouvant dans les secteurs de l'avant, il peut être commode d'utiliser une graduation inscrite à l'intérieur de l'abri de navigation, qui donnera un gisement approximatif mais immédiat.

#### Vitesses et diamètres de giration à utiliser.

- a) La **vitesse du guide** est soit la **vitesse normale**, c'est-à-dire une vitesse fixée à l'avance par un ordre permanent pour un ensemble de bâtiments qui ont l'habitude de naviguer groupés, ou par un ordre de circonstance, soit la **vitesse signalée**, c'est-à-dire celle qui a été ordonnée au guide par **signal**.

Les bâtiments qui doivent tenir un poste font varier légèrement leur vitesse, en tenant compte de leur coefficient d'inertie, pour gagner ou perdre la distance nécessaire.

La **vitesse de chasse** et la **vitesse minima** sont les **vitesses limites supérieures et inférieures** à adopter pour les changements de poste. Comme la vitesse normale, elles sont fixées à l'avance par le commandant opérationnel pour les différents types de bâtiments.

Lorsqu'une unité composée de plusieurs bâtiments chasse un poste, son **guide particulier** adopte une vitesse égale à la vitesse de chasse moins un nœud, ou à la vitesse minima plus un nœud, de façon que ses sectionnaires (bâtiments de la même unité) puissent tenir poste par rapport à lui dans les limites prévues.

Les augmentations et diminutions d'allure sont réalisées conformément à un barème reproduit dans les instructions générales permanentes (régime normal, manœuvre, ou urgence).

- b) La cohésion d'une formation ordonnée ne peut être maintenue au cours des manœuvres qui si les bâtiments qui la composent utilisent un angle de barre les faisant évoluer avec le **même rayon de giration** et la **même vitesse angulaire**.

Le commandant opérationnel fixe le « **diamètre tactique** » de giration à utiliser normalement par les bâtiments d'une formation naviguant groupée, tenant compte des qualités évolutives de l'unité la moins manœuvrante. Il n'exige de la majorité des bâtiments qu'un angle de barre de 15°, mais chacun doit vérifier au cours de la giration que sa vitesse angulaire de rotation est convenable et modifier au besoin l'angle de barre pour la rectifier.

Si le libellé de certains signaux prescrit aux bâtiments d'évoluer avec une vitesse angulaire donnée, tous les bâtiments (guide compris) doivent alors se conformer strictement à ces ordres.

Un "**diamètre tactique réduit**" est également fixé pour les évolutions d'urgence, définies dans les "Instructions générales", en vigueur.

#### **Consignes formelles.**

##### Consignes concernant les routes.

Ces consignes sont communes à toutes les Marines de guerre des pays ayant adhéré à l'OTAN. Elles ne sont donc pas absolument générales et sont sujettes à révision :

- **les porte-avions** ont priorité de passage lorsqu'ils portent un signal battant indiquant qu'ils sont en manœuvre "aviation";
- **les dragueurs** ont priorité de passage, lorsqu'ils sont en dragage (signal battant) ;
- les bâtiments non à poste ou chassant un poste dans une formation ne doivent pas gêner les bâtiments déjà à poste ,qu'ils soient en ligne ou en formation;
- aucun bâtiment ne doit passer au milieu d'une formation de dragueurs dont les dragues sont filées.
- un petit bâtiment ne doit pas gêner les manœuvres d'un grand bâtiment, particulièrement dans des eaux resserrées.

Il y a lieu de bien préciser que les règles pour éviter les abordages sont les seules qui s'appliquent en cas de risque immédiat de collision.

##### Consignes concernant les prises de postes.

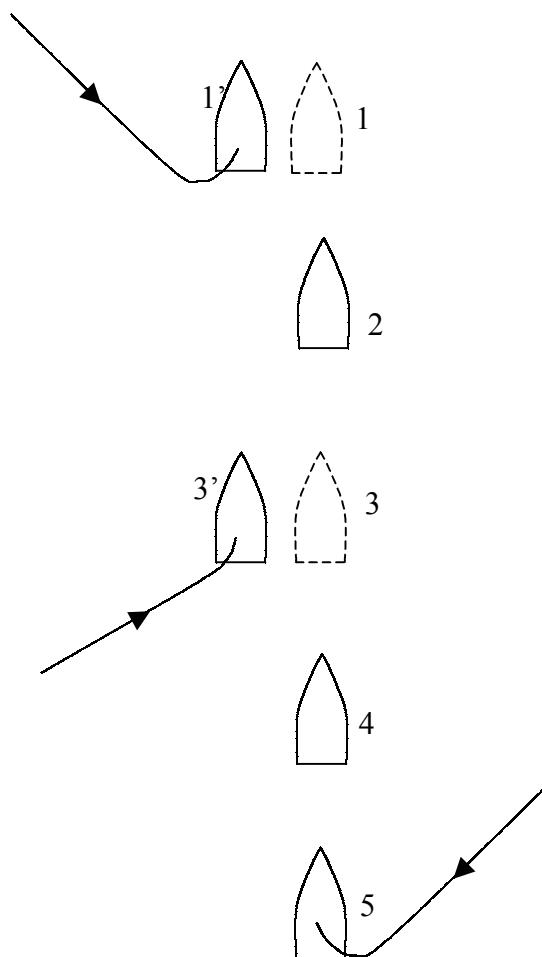
Lorsqu'un bâtiment rallie une formation en ordre serré pour prendre poste sur l'avant ou à l'intérieur d'une ligne de file, il ne doit pas chasser directement le poste qui lui est attribué ( par exemple le poste 1 ou le poste 3 de la figure).

Il rallie d'abord un poste 1'(ou 3'), voisin de celui qu'il doit occuper et situé en dehors de la ligne, de façon à ne pas couper celle-ci. Il rentre ensuite en ligne par de légères variations de vitesse et de cap.

En revanche, un bâtiment chassant le poste de serre-file (n°5 sur la figure) n'est pas astreint à cette consigne.

Lorsque pour une raison quelconque, un bâtiment est obligé de sortir de la ligne, il déboîte sur tribord s'il porte un numéro d'ordre impair, sur bâbord dans le cas contraire.

D'autres règles édictées dans les « Instructions générales » en vigueur indiquent les manœuvres à effectuer dans les cas d'hommes à la mer, dans le cas de permutation de poste dans une ligne, etc. Elles doivent être connues de tous les officiers de quart et observées strictement.



### Tenue du poste.

#### Route.

En ligne de file, on gouverne "dans les eaux" du bâtiment de tête. Si la vue est suffisamment dégagée vers l'avant, l'homme de barre peut gouverner seul, l'officier de quart surveillant le cap périodiquement de façon à s'assurer que la route ordonnée est bien suivie.

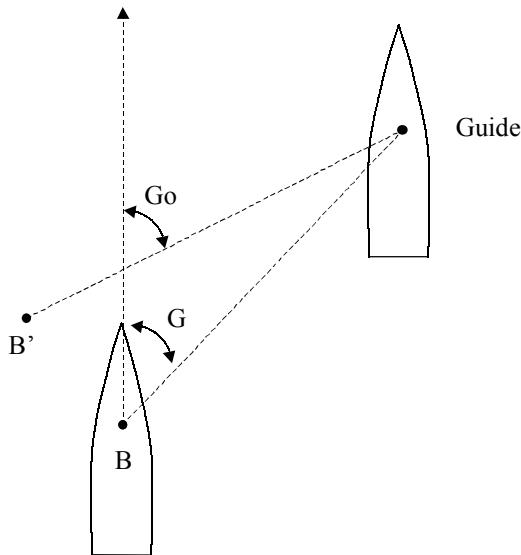
Toutefois, dès qu'une giration par la contremarche est prévue, l'officier de quart indique à l'homme de barre le cap à suivre et se réserve de fixer lui-même les angles de barre à utiliser pendant la giration. En ligne de front, l'homme de barre gouverne au compas, et l'officier de quart surveille la distance entre les bâtiments pour s'assurer qu'il tient bien son poste. Pour se rapprocher ou s'éloigner du guide, il change la route de 2°, 5° ou 10° selon l'écart et la vitesse de route du moment, de façon à rejoindre son poste le plus rapidement possible. Cette manœuvre peut l'obliger à agir également sur la propulsion.

Dans les évolutions "tout à la fois", il n'y a en principe aucune rectification à faire lorsque le bâtiment arrive à la nouvelle route ordonnée. S'il se trouvait bien à son poste avant la manœuvre, et si celle-ci a été exécutée au bon moment avec l'angle de barre convenable, il doit se retrouver à poste à la fin de l'abattée.

Dans les autres cas, il faudra généralement agir à la fois sur la route et sur la vitesse.

Soit le bâtiment B qui se trouve à la bonne distance du guide, mais le tient à un gisement G plus faible que le gisement G<sub>0</sub> ordonné. Il lui faudra chasser un poste B', c'est-à-dire augmenter de vitesse et modifier sa route.

Si la rectification est faible, le manœuvrier peut agir "à l'œil", sinon, il doit calculer (graphique de manœuvre) l'angle de route convenable et le nombre de mètres à gagner pour agir en connaissance de cause sur la route et la vitesse.



### Vitesse.

Le premier élément à connaître est la distance en mètres à gagner. En ligne de file, elle se déduit des lectures faites sur le stadiomètre, le radar ou autre. Sinon, elle est soit estimée (en ligne de front d'après la longueur des bâtiments voisins), soit calculée sur le graphique, ou le plateau de navigation.

### **Chasse du poste.**

#### Prise de poste étant en ligne.

Le problème se pose par exemple pour un bâtiment à poste à 3 milles derrière le guide qui reçoit l'ordre de venir se placer dans ses eaux à 450 mètres (500 yards). La vitesse du guide est 18 noeuds ; la vitesse de chasse 22 noeuds. Il n'y a pas à modifier la route, mais seulement la *vitesse*.

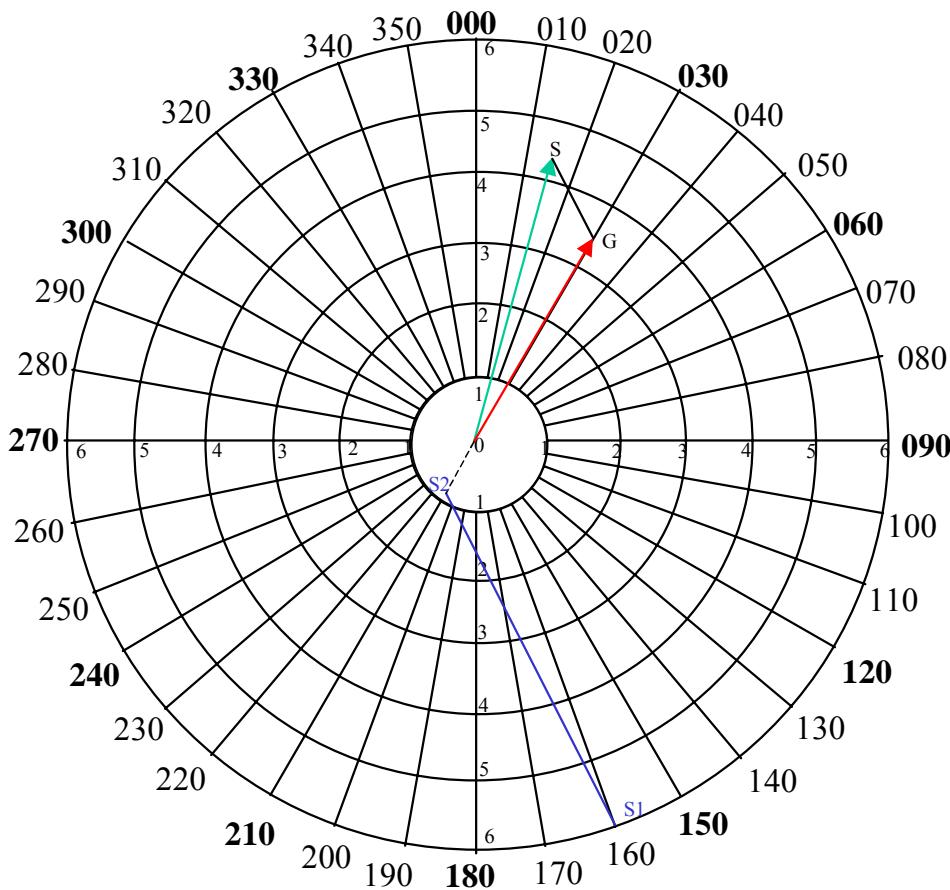
Le bâtiment qui manœuvre prend la vitesse de chasse. A quelle distance du guide doit-il mettre à 18 noeuds (vitesse signalée) ? Tel est le problème.

C'est dans cette manœuvre qu'intervient le *coefficient d'inertie*. Supposons qu'il s'agisse d'un bâtiment de coefficient d'inertie 50. Il doit diminuer de 4 noeuds avant d'arriver à poste, et pendant ce temps va parcourir :  $4 \times 50 \text{ m} = 200$  mètres. L'officier de quart devra donc ordonner le nombre de tours correspondant à 18 noeuds, lorsqu'il se trouvera à 650 mètres du guide.

## 3.2 LA CHASSE DE POSTE

Tout officier de quart doit savoir résoudre ce problème sans aucune hésitation. Si une très grande expérience de la navigation en groupe permet d'apprécier à peu de chose près la route à suivre, elle ne permet pas de réaliser une manœuvre précise et sûre. La solution simple et rapide consiste à utiliser un procédé graphique, qui donne une représentation de la situation relative. Le "plateau de chasse" ou les aides graphiques des écrans radars résolvent le problème en utilisant les mêmes principes.

Ceci n'empêche pas de commencer l'abattée et d'adopter à l'œil une route approximative qui sera rectifiée dès calcul graphique effectué.



### Principes des calculs graphiques.

Le bâtiment par rapport auquel on manœuvre, c'est-à-dire le guide, est placé au centre O d'une rose. Son mouvement est représenté par un vecteur d'extrémité G, orienté au cap vrai et d'une longueur correspondant à sa vitesse, portée à une échelle commode choisie arbitrairement (exemple : un cercle pour 5 noeuds).

Le bâtiment S qui manœuvre est placé sur le graphique en relèvement et distance par rapport au guide O en deux points : S1 (position initiale) et S2 (position à chasser). A cet effet, l'échelle des distances peut être choisie arbitrairement selon le problème à résoudre.

Le trajet S1 S2 représente le parcours relatif qui doit être suivi pendant la manœuvre.

Par l'extrémité G du vecteur guide, on trace une droite parallèle au parcours relatif S1 S2 **et orienté dans le même sens**. Ce nouveau vecteur coupe le cercle représentant la vitesse de chasse en un point S.

Le vecteur OS donne la route (lue sur la rose) à prendre pour chasser le poste, c'est-à-dire pour atteindre S2.

L'avantage de ce procédé est de permettre pendant la manœuvre le contrôle permanent par le « plotting » des positions successives de S. En se plaçant sur le graphique en relèvement - distance du guide, le bâtiment chasseur doit obtenir un point situé à tout moment sur le parcours S1 S2. S'il ne s'y trouve pas, en particulier après la montée en allure, il lui est très facile de rectifier légèrement la route. De plus, le vecteur GS représente la vitesse relative, et le rapport S1S2 / GS donne donc le temps mis à parcourir le parcours S1S2, c'est-à-dire le temps nécessaire pour arriver à poste. Le calculateur du plateau, fournit ce temps instantanément sans calcul.

D'une façon générale, la résolution graphique du triangle OGS permet, si trois éléments, dont au moins un côté, sont connus, de calculer les trois autres.

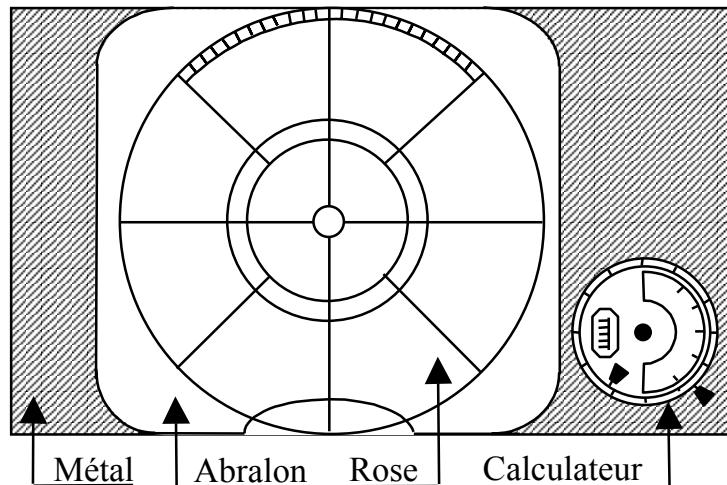
Le vecteur vitesse relative, parallèle à S1 S2, est tracé par rotation de la rose, en utilisant son quadrillage.

**Exemple :** Guide 18 noeuds, route au 30° (voir figure ci dessus). Bâtiment à 3000 mètres dans le 160° qui chasse à 22 noeuds un poste situé à 450 mètres sur l'arrière du guide, donc dans le 210° de celui-ci.

La route de chasse est du 16°. Le temps  $\frac{2800}{7} = 13$  minutes

### "Plateau de chasse"

Il comprend une partie fixe et une partie mobile. La première, métallique et rectangulaire, sert de support ; elle comporte sur le dessus une surface transparente qui peut être retirée de son encadrement, et sur laquelle est reproduite seulement une rose d'azimut.



Parcourir 50 milles, ou encore 18 minutes pour effectuer un parcours de 4,5 milles.

#### Nota important

Le "plateau de chasse" est un outil pratique, permettant de résoudre immédiatement, outre le problème de chasse le plus courant qui vient d'être étudié, de nombreux autres problèmes de manœuvre, tels que :

- mouillage par rapport à un autre bâtiment ;
- passage à une distance donnée d'un obstacle ;
- calcul du vent vrai ;
- représentation de la position relative des bâtiments dans une rotation, etc.

Tout officier de quart doit savoir l'utiliser avec aisance et rapidité. Placé ensuite sous les yeux du commandant, il permet à celui-ci d'apprécier la situation d'un coup d'œil.

#### Précision sur le point à chasser.

Le poste à chasser n'est pas la position définitive du bâtiment, mais une position voisine tenant compte du coefficient d'inertie et de la différence entre la vitesse de chasse et la vitesse signalée (ou normale).

Lorsqu'un bâtiment rallie un poste avec une route peu différente (moins de 30°) de la route du guide, il peut chasser ce poste directement si toutefois les consignes de sécurité déjà énoncées le lui permettent. Il lui suffira de diminuer de vitesse un certain nombre de mètres avant d'arriver à poste, égal au coefficient d'inertie multiplié par la différence entre la vitesse de chasse et la vitesse signalée.

Pour un ralliement en venant **de l'avant du guide** ou **par le travers**, le calcul préliminaire du point à chasser est indispensable.

### 3.2.1 MANŒUVRE EN CHASSE DE POSTE

Avant de donner un ordre de barre, il faut vérifier toujours d'un coup d'œil que "c'est clair" du bord de l'abattée et que la marge de manœuvre est suffisante.

En recevant l'ordre de chasser un poste, regardez attentivement sur le plot de formation puis sur la mer où se trouve le poste à chasser et vérifiez que la route pour s'y rendre est dégagée.

Venir à une route de chasse estimée et prendre la vitesse de chasse.

Puis calculer au besoin la route de chasse sur le plateau de manœuvre ou sur l'indicateur radar (calcul « bâtiment au centre »). Ne pas oublier de regarder fréquemment tout autour du bâtiment !

Venir enfin à la route de chasse calculée.

Surveiller régulièrement la route de chasse suivie réellement et la corriger si besoin.

Veiller avec attention toute variation du relèvement optique du bâtiment guide.

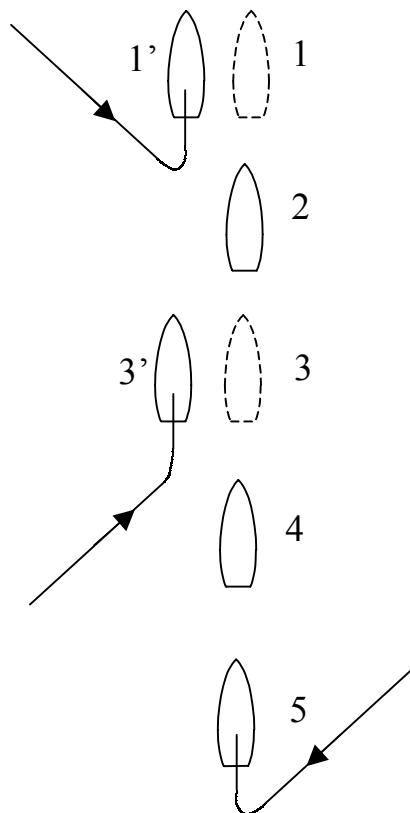
Sur le plateau de chasse (ou plateau de manœuvre) ou sur l'indicateur radar, le guide doit suivre sa route relative.

### 3.2.2 REGLES DE SECURITE

Les règles pour prévenir les abordages en mer sont bien entendu à respecter ainsi que les priorités entre bâtiments de guerre de l'OTAN (ATP1).

### 3.2.3 ENTREE EN LIGNE

Lorsqu'un bâtiment rallie une formation en ordre serré pour prendre poste sur l'avant ou à l'intérieur d'une ligne de file (par exemple le poste 1 ou le poste 3 de la figure) :



Il rallie d'abord un poste 1' (ou 3'), voisin de celui qu'il doit occuper et situé en dehors de la ligne, de façon à ne pas couper celle-ci. Il rentre ensuite en ligne par de légères variations de vitesse et de cap.

En revanche, un bâtiment chassant le poste de serre-file (n°5 sur la figure) n'est pas astreint à cette consigne.

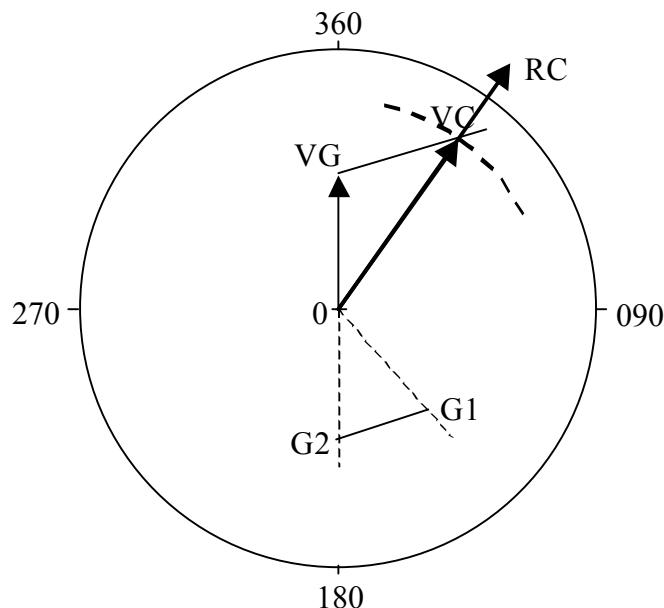
### 3.2.4 UTILISATION DU PLATEAU DE CHASSE

La méthode ci-dessous permet d'utiliser de la même façon un plateau, un graphique de manœuvre ou le plot d'un indicateur radar pour calculer un route de chasse.

1. Fixer une échelle
2. Placer votre bâtiment au centre (O)
3. Porter la route et la vitesse du guide à partir de O (VG)
4. Porter G1, position initiale du guide
5. Porter G2, position finale du guide
6. Tracer G2 G1
7. Porter une parallèle à G2 G1 à l'extrémité de VG

8. Si la vitesse de chasse est imposée, la route de chasse est imposée, la route de chasse est déterminée par l'intersection VC entre :
- la parallèle à G1 G2
  - le cercle de rayon égal à la vitesse de chasse.

Le vecteur GC est un vecteur vitesse (VR), dont le module est votre vitesse relative par rapport au guide au cours de la chasse de poste.



Le temps de chasse t est le rapport de la distance relative sur la vitesse relative, c'est-à-dire :

$$t = \frac{G2G1}{GC}$$

### **Formules utiles**

#### Temps de chasse (TC)

Un bâtiment en route à un nœud parcourt 0.5 m/s ou 33 yards/mn soit 100 yards en 3 minutes.

$$TC = \frac{DR \times 3}{VR \times 100}$$

DR = distance relative (G2G1 en yards)

VR = vitesse relative (VGVC en nœuds)

#### Exemple

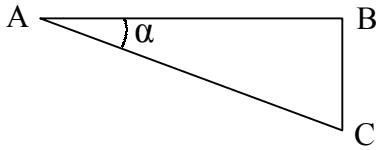
temps mis pour parcourir 1400 yards à 7 nds :  $\frac{1400}{7} \times \frac{3}{100} = 6$  minutes

#### Angles

1° à 1000 yards sous tend 17 yards

1° à 2000 yards sous tend 34 yards

1° à 3000 yards sous tend 51 yards



$$\frac{BC}{AB} = \tan \alpha \approx \alpha \text{ rad} \approx \frac{\alpha}{60}$$

$$BC = \frac{AB \times \alpha}{60} \quad \text{pour } \alpha = 6^\circ \text{ soit } 0,1 \text{ rad, } BC = \frac{AB}{10}$$

$$\frac{1}{10} \text{ radian} = \frac{1}{10} \text{ de la distance}$$

**Exemple :** En route au nord, le guide traverse droit à 1500yds est relevé au 95 au lieu du 90, quelle distance faut-il perdre ?

$$BC = \frac{1500 \times 5}{60} = 125 \text{ yards}$$

#### Règle des trois minutes

Un navire à la vitesse V nœuds parcourt V x 100 yards en 3 minutes.

#### Exemple d'utilisation

- à un nœud, le navire parcourt 100 yards en 3 minutes
- à 15 nœuds, il parcourt 1500 yards en 3 minutes
- à 30 nœuds, il parcourt 3000 yards en 3 minutes.

#### Règle des 17 yards

Un degré à 1000 yards sous tend 17 yards

$$\frac{BC}{AB} = \tan \alpha = \frac{\alpha}{60}$$

#### Exemple d'utilisation

Un navire doit chasser son poste à la vitesse de 15 nœuds. Le guide est à 10 nœuds, route au nord. Le coefficient d'inertie du navire est de 50. Le poste à prendre est à 1000 yards du guide.

Quand l'officier de quart devra-t-il ordonner de passer à 10 nœuds pour être à poste à la même route et à la même vitesse que le guide ?

Différence de vitesse entre celle du chassé et celle du guide :  $\Delta V = 15 - 10 = 5$

Pour être à poste, le navire devra relever le guide au  $270^\circ$ . Il devra donc régler sa vitesse à 10 nœuds lorsqu'il relèvera le guide au  $(270^\circ + x^\circ)$

$$\text{Soit } 270^\circ + \frac{250^\circ}{17} = 270^\circ + 14,7^\circ = 270^\circ + 15^\circ = 285^\circ$$

Ce calcul mental simple est aussi à effectuer chaque fois qu'il faut perdre ou gagner sur le guide pour tenir son poste.

### 3.2.5 IMPOSSIBILITE DE MANOEUVRE

#### Réactions du bâtiment non maître de sa manœuvre

Si un bâtiment n'est plus maître de sa manœuvre, par suite d'une avarie de barre ou de propulsion, il doit éviter de mettre en danger les bâtiments voisins. Les signaux destinés à l'information des autres bâtiments sont :

- Emettre au moins six coup brefs
- De jour, hisser le pavillon n°5 ; hisser deux boules noires ; de nuit en temps de paix, montrer deux feux rouges conformément aux règlements internationaux pour prévenir les abordages en mer ;
- Si le bâtiment est en train d'abattre indiquer la direction de l'abattée, par un coup de sifflet bref si c'est vers tribord, par deux coups si c'est vers bâbord ;
- Informer l'OTC (commandant tactique) de la nature de l'avarie en spécifiant le temps estimé pour réparer.

### **Maneuvre des autres bâtiments**

#### En ligne de file

Les bâtiments précédant celui qui n'est pas maître de sa manœuvre continuent leur route. Les bâtiments situés en arrière manœuvrent de façon à l'éviter tout en indiquant leurs intentions par des signaux sonores appropriés. Une fois dégagés, les navires reprennent la route et la vitesse indiquée.

#### En toute autre formation

Les bâtiments manœuvrent de façon à éviter le navire en difficulté.

### **3.2.6 CONCLUSION SUR LA NAVIGATION EN GROUPE**

Dans une formation, un bâtiment doit tenir aussi exactement que possible son poste par rapport au guide, et adopter la route de chasse la plus rapide pour gagner la nouvelle positions qu'il a reçu l'ordre de prendre. Mais ces manœuvres ne le dispensent à aucun moment d'observer les règles pour prévenir les abordages, ni d'entretenir son estime et d'effectuer sa propre navigation. Un bâtiment en groupe qui estime sa route dangereuse, doit immédiatement en aviser l'OTC et, en cas d'urgence, s'en écarter sans ordre en rendant compte de sa manœuvre. Le cas peut se présenter dans des passages étroits ou au voisinage de la terre, en particulier de nuit.



## CHAPITRE 4 LES MANOEUVRES DE MAUVAIS TEMPS

<b>4.1</b>	<b>NAVIRE AU MOUILLAGE PAR MAUVAIS TEMPS</b>	<b>362</b>
<b>4.2</b>	<b>BÂTIMENT À LA MER PAR MAUVAIS TEMPS</b>	<b>364</b>
<b>4.3</b>	<b>MESURES DE SAUVEGARDE DES PETITS BÂTIMENTS</b>	<b>367</b>
<b>4.4</b>	<b>CONDUITE À TENIR DANS UN CYCLONE</b>	<b>370</b>
<b>4.5</b>	<b>CONDUITE À TENIR PAR MAUVAISE VISIBILITÉ</b>	<b>372</b>
<b>4.6</b>	<b>LA NAVIGATION DANS LES GLACES</b>	<b>373</b>

## 4.1 NAVIRE AU MOUILLAGE PAR MAUVAIS TEMPS

Un mouillage dans une rade mal abritée n'est pas concevable par mauvais temps. Le commandant qui, pour remplir une mission ou pour toute autre raison, a conduit son navire dans un tel endroit, doit rester en alerte, surveiller la météo et prendre les dispositions pour appareiller d'urgence avant qu'il ne soit trop tard.

Dans une rade abritée, il en est autrement, mais cela n'empêche pas, lorsque le mauvais temps survient, d'adopter des mesures de sécurité telles que : "mettre au quart comme à la mer", propulsion au poste de manœuvre, mettre une deuxième ancre en mouillage, hisser les embarcations, de façon à être prêt à appareiller si quelque incident se produit.

### 4.1.1 TENUE AU MOUILLAGE SUR UNE ANCRE

Le mouillage sur une seule ancre met pratiquement le navire dans les meilleures conditions pour résister au mauvais temps. S'il devient nécessaire d'appareiller pour être plus en sécurité au large, par suite par exemple d'une aggravation du temps, ce type de mouillage permet toujours le départ. Au cas où le guindeau s'avèrerait insuffisant pour virer la chaîne et déraper l'ancre, la chaîne pourrait être démaillée en arrière du dernier maillon utilisé et l'ancre abandonnée. S'il y avait urgence, il serait également possible de filer la chaîne par le bout, et le bâtiment appareillerait en conservant une ancre de bossoir.

En tout temps, et plus encore par mauvais temps, il n'est pas concevable de prendre la mer sans au moins une ancre principale.

Lorsque le vent force, la tenue est améliorée en augmentant la touée. Ce principe a déjà été énoncé au chapitre « Mouillage ». Il faut alors filer la chaîne sans précipitation et sans à-coups. Pour en rester maître plus aisément, le guindeau est embrayé et déviré très lentement; en même temps que son mouvement est contrôlé au moyen du frein.

Toutefois, lorsque le vent souffle par rafales, ou que la place manque sur l'arrière, la touée ne pourra être augmentée inconsidérément. Plus elle est importante, plus le bateau joue et vient en travers. La chaîne risque alors de supporter des accroissements de tension brutaux pouvant amener sa rupture.

### 4.1.2 RECONNAITRE QU'UNE ANCRE CHASSE

La chaîne présente des sursauts, d'autant plus sensibles que le fond est plus dur; elle mollit et raidit alternativement. En approchant l'oreille, le grondement de l'ancre traînant sur le fond peut être perçu; il s'entend également à l'intérieur du bâtiment au voisinage de l'avant. De plus, le navire dont l'ancre chasse s'oriente vers sa position d'équilibre et tombe en travers du vent (ou du courant).

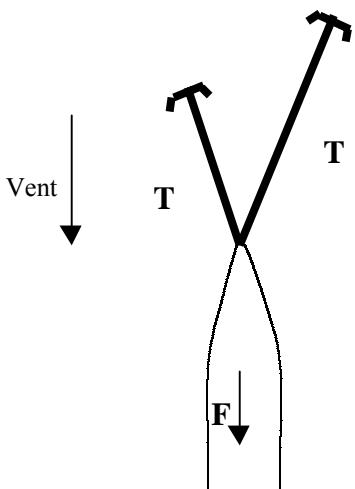
En surveillant le plan d'eau, l'officier de quart s'aperçoit également que les alignements pris par le travers s'ouvrent vite, ou que le relèvement d'un seul amer varie rapidement.

Les relèvements et distances de garde varient rapidement et sortent des limites.

L'image radar défile dans la direction d'où vient le vent ou le courant. Les bâtiments mouillés à proximité défilent vers l'avant. L'ancre en plomb de sonde file seule au frein.

### 4.1.3 ANCRE EN BARBE

Dans certains cas, deux ancre peuvent améliorer la tenue. C'est le mouillage "en barbe" qui est d'ailleurs pratiqué à l'intérieur de certains ports pour s'amarrer l'arrière à quai. Nous allons examiner dans quelles conditions il devient une sauvegarde pour étaler le mauvais temps.



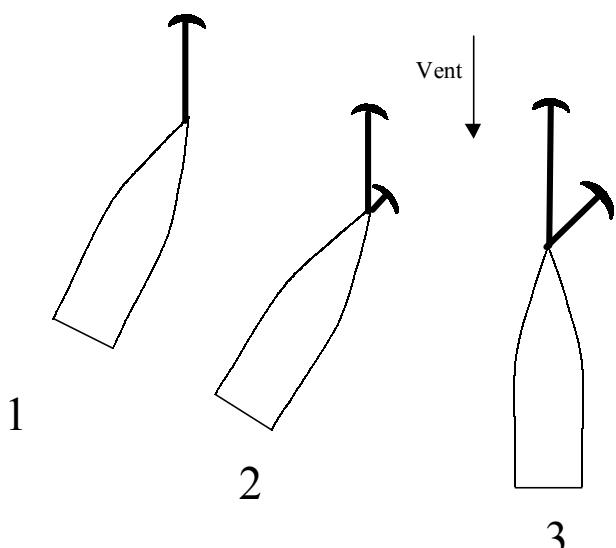
La distance des ancre est toujours faible par rapport à la longueur des chaînes, un quart environ de celle-ci, encore n'en est-il ainsi que si cette disposition a été adoptée à l'arrivée au mouillage. Les touées ne sont pas nécessairement égales; elles dépendent de l'orientation du mouillage par rapport à la direction du vent; par exemple, une distance des ancre de 40 m, et des touées respectives de 3 maillons à bâbord et 4 maillons à tribord sont normales.

Ce mode d'amarrage peut donner de bons résultats pour résister à un coup de vent de direction fixe, car chaque chaîne, appelant sensiblement du même azimut, supporte théoriquement un effort  $T$  à peu près égal à la moitié de l'effort total  $F$  du bâtiment. Mais pratiquement, le bâtiment embarde dans les risées lorsqu'il y en a, et les chaînes subissent alternativement un effort supérieur. De plus, au cas où le bâtiment chasse et où il devient nécessaire d'appareiller, il faut relever deux ancre. Douze à quinze minutes sont ainsi perdues au minimum, car il n'est pas question de prendre la mer sans aucune ancre de bossoir.

Dès que le temps s'améliore, une des ancre doit être relevée sous peine de voir les chaînes prendre des tours, toujours difficiles à défaire par la suite.

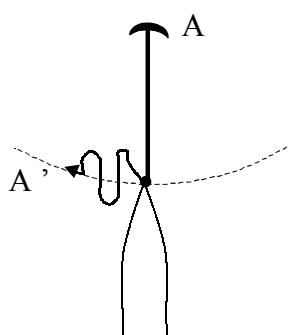
Le bâtiment qui chasse et mouille une deuxième ancre se trouve dans la situation « mouillé en barbe », mais les ancre sont très rapprochées et les deux chaînes tirent à peu près parallèlement.

- Position 1 : le bâtiment chasse.
- Position 2 : on mouille la deuxième ancre.
- Position 3 : le bâtiment est étale, mouillé en barbe.



#### 4.1.4 ANCRE EN PLOMB DE SONDE.

Une deuxième ancre est mouillée en "plomb de sonde", dans un coup de vent à rafales, par exemple dans les régions tropicales, chaque fois que le Commandant craint de chasser, alors que la place est restreinte vers l'arrière.



Il profite généralement d'une embardée un peu accentuée du côté de l'ancre à mouiller, pour la laisser tomber. Une petite quantité de chaîne correspondant aux embardées est filée et le frein est légèrement serré sans le bloquer. Un homme est mis de veille à côté du guindeau.

Si l'ancre A chasse, l'effort sur la chaîne A' devient suffisant pour la faire filer. L'homme de quart se rend au frein et contrôle la longueur de chaîne mise à l'eau.

#### 4.1.5 ENCAISSEUR UN COUP DE VENT AU MOUILLAGE

On ne saurait trop répéter qu'à l'approche du mauvais temps un Commandant doit faire allumer les feux, et au besoin mettre la propulsion au poste de manœuvre.

Au cas où la rade n'offre qu'un abri médiocre, il ne doit pas hésiter à appareiller au plus vite, surtout s'il s'agit d'un cyclone (ou typhon), de façon à atteindre le large avant que le temps ne soit trop mauvais et pouvoir y manœuvrer sans craindre la proximité des dangers. En attendant que la propulsion soit prête, il peut faire augmenter la touée de chaîne.

Si la rade est bien abritée, seule la force du vent risque de créer des difficultés.

La meilleure méthode, si le bâtiment chasse au début d'un coup de vent, consiste à appareiller et à remouiller, pour s'assurer que l'ancre est bien claire. A cette occasion, le mouillage en barbe pourra parfois être adopté dans de bonnes conditions. Il peut même être judicieux, si la direction du vent est bien fixée, de s'approcher plus près de la terre afin de profiter momentanément d'un meilleur abri et de se donner plus de champ pour manœuvrer éventuellement. Si le bâtiment chasse avec deux ancre "en barbe", il est probable que le fond est de mauvaise tenue et il faut très vite appareiller.

Les solutions qui consistent à mettre la propulsion en avant à faible vitesse pour soulager les chaînes, ou à l'utiliser en avant - demi sur deux chaînes raides tirant de l'arrière, ne doivent être envisagées que pour un navire ayant des avaries de coque ou une voie d'eau sérieuse l'empêchant de prendre la mer. Elles ne peuvent être tentées dans des conditions acceptables qu'avec des bâtiments gouvernant sans vitesse sur l'eau, c'est-à-dire dotés d'une hélice et d'un gouvernail axiaux, ou de deux hélices et de deux gouvernails. Des cargos en difficulté s'en sont servis quelquefois par forte tempête pour tenir au mouillage momentanément sous le vent d'une terre. Par suite des embardées inévitables, de tels procédés risquent de fatiguer les chaînes plus qu'ils ne les soulagent.

### **Manœuvre d'exception**

Au cas où un navire, privé de propulsion, recevrait l'annonce d'un très mauvais temps, la meilleure manœuvre consisterait quand il fait encore beau, et avant de hisser ses embarcations, à mouiller sa deuxième ancre après l'avoir empennelée dans la direction probable du vent, et à déraper la première. Il se trouverait alors dans la meilleure situation d'attente qu'il puisse souhaiter : une seule chaîne sur une ancre, dont la tenue est très améliorée. L'inconvénient du procédé réside dans l'impossibilité de l'employer une fois le mauvais temps établi.

Au cas où un tel attelage ne tiendrait pas, la dernière ressource consisterait à remouiller la première ancre de bossoir en profitant d'une embardée. Le navire se trouverait alors mouillé sur deux ancrages «en barbe», dont une empennelée.

### **Mesures générales à prendre**

- Prévenir le commandant
- Etre prêt à appareiller
- Mettre la deuxième ancre en mouillage
- Hisser les embarcations
- Rentrer les tentes
- Renforcer le quart ou passer éventuellement au "quart comme"
- Augmenter la fréquence de surveillance des relèvements
- Filer plus de chaîne
- Surveiller la chaîne plage avant
- Suivre l'évolution météorologique
- Désembosser éventuellement

## **4.2 BATIMENT A LA MER PAR MAUVAIS TEMPS**

Chaque fois qu'il prend la mer, un navire doit être en mesure de faire face à des conditions de navigation peu favorables. C'est pourquoi un certain nombre de dispositions sont toujours prises au moment de l'appareillage, énumérées dans le chapitre traitant de cette question. Elles concernent l'amarrage du matériel, vivres, munitions, embarcations... et la fermeture des hublots et de certains panneaux et portes étanches.

Par beau temps, pour rendre la vie courante plus agréable à bord, certaines facilités sont parfois accordées après l'appareillage concernant l'aération ou la circulation du personnel (situation d'étanchéité permettant). Mais, l'officier de quart doit toujours en être tenu informé, et dès que les conditions de temps sont moins bonnes, il doit faire de nouveau fermer certaines ouvertures ou respecter certaines consignes. Des rondes, dont les résultats lui sont communiqués, lui permettent de connaître à tout moment la situation.

Lorsque le temps devient réellement mauvais, le commandant fait prendre un certain nombre d'autres dispositions de prévoyance, et fixe les routes ou allures les mieux adaptées aux circonstances.

#### **4.2.1 DISPOSITIONS A PRENDRE EN VUE DU MAUVAIS TEMPS**

- Vérifier et renforcer tous les amarrages et les saisines, en particulier ceux des embarcations, lignes de mouillage, coupées, matériel extérieur.
- Reprendre le mou des manœuvres dormantes.
- Disposer des filières garde corps sur le pont pour y rendre moins dangereuse la circulation.
- Interdire au personnel l'accès de toutes ou de certaines parties du pont pouvant être balayées par les lames.
- Condamner certaines portes de communication entre le pont et les échelles de descente.
- Vérifier la fermeture des hublots ou tapes.

Il pourra s'avérer nécessaire sur les petits bâtiments d'interdire toute circulation sur le pont, et de prévoir une modification de la route ou de la vitesse pour permettre les changements de quart.

Faire effectuer, quand le bâtiment fatigue, des rondes dans les fonds pour vérifier l'étanchéité.

#### **4.2.2 ALLURE DE LA PROPULSION ET ROUTE**

Par mauvais temps, le tangage et le roulis fatiguent la coque, lorsqu'ils donnent lieu à des rappels trop brutaux. En outre, sous certaines incidences, le bâtiment est soumis à de violents coups de mer dont la puissance de choc est considérable. Les mouvements très amples des navires exposent la propulsion à des variations brusques de résistance ou même à des emballements quand les hélices affleurent la surface ou sortent de l'eau, emballements qui doivent être limités pour éviter des avaries mécaniques.

Lorsqu'il s'agit de dispositions à prendre pour diminuer la fatigue de la coque et de la machine, les routes et vitesses ne peuvent être dissociées : elles dépendent l'une et l'autre du bâtiment, de sa mission et de l'état de la mer. C'est pourquoi, elles sont traitées ici d'une façon très générale dans le même paragraphe.

Elles figurent dans l'un ou l'ensemble des documents suivants :

- registre de préparation au combat
- fichier passerelle
- ordres du commandant pour la mer

##### **4.2.2.1 Allure par mer debout**

Les lames et le navire se rencontrent avec la somme de leurs vitesses respectives. Les fortes masses d'eau qui heurtent l'avant ont leur puissance maximale et peuvent causer des avaries graves aux œuvres vives comme aux œuvres mortes.

Certains bâtiments très longs éprouvent des difficultés à lever à la lame et leur avant souffre davantage ; d'autres tanguent si exagérément que les hélices émergent et s'emballent dangereusement.

Il est alors indispensable de diminuer de vitesse. Sur les bâtiments légers, le choc des lames produit des coups de boutoir dans l'avant et fait entrer en vibration toute la poutre - bateau. Ce phénomène se ressent parfaitement sur la passerelle et donne l'alerte pour réduire l'allure.

De telles vibrations de coque peuvent provoquer des fêlures dans le bordé ou le pont, d'autant plus à craindre que les tôles soudées ont pris à la construction une certaine tension.

A ces phénomènes concernant l'ensemble du bâtiment, peuvent venir s'ajouter des défoncements de tôle, des flambages d'épontilles ou des déformations de couples ou de lisses, provoqués par les fortes masses d'eau submergeant ou heurtant le bâtiment.

C'est pourquoi, par gros temps, l'allure mer debout est très mauvaise pour beaucoup de bâtiments et peut obliger à réduire à 6 ou 8 nœuds, même sur les plus gros bâtiments. La vitesse sur le fond tombe alors à 4 ou 5 nœuds. Les navires de commerce ont des formes plus puissantes de l'avant et lèvent mieux à la lame. En revanche l'amplitude de leur tangage est plus importante et leur vitesse est encore plus diminuée.

En résumé, cette allure mer debout ne peut être choisie que si la longueur et la période de la houle sont bien accordées à la longueur et à la vitesse du bâtiment.

Le choix de la vitesse est primordial car les chocs contre une mauvaise lame peuvent entraîner des avaries, surtout si le bloc passerelle est situé très en avant.

L'avantage de cette allure est de s'affranchir du roulis.

#### **4.2.2.2 Allure au plus près ( entre 3 et 5 quarts du vent)**

Bien qu'elle combine de façon désagréable les mouvements de roulis et de tangage c'est l'allure le plus souvent choisie, la plus sûre à prendre dans le doute.

La vitesse à adopter doit être d'autant plus faible que la mer est plus forte, mais suffisante pour gouverner correctement. Au besoin on peut stopper le bord au vent, on réduit ainsi la vitesse et on évite à l'hélice au vent de sortir de l'eau et d'entraîner un passage en survitesse.

#### **4.2.2.3 Allure mer de l'arrière**

La plupart des navires de guerre, qui possèdent de larges gouvernails suffisamment immergés gouvernent bien à cette allure.

Les cargos lèges, dont l'hélice et le safran sortent parfois partiellement de l'eau, la supportent beaucoup moins bien.

Le roulis est faible, tant que le bâtiment reste bien vent arrière. Il peut augmenter considérablement en cas d'embardée appréciable. Le choc des lames sur l'arrière, construit assez légèrement, peut ainsi causer des avaries ou entraîner des vibrations de la voûte ; en outre, des vagues déferlent parfois à bord lorsque la vitesse est insuffisante. Il devient nécessaire de condamner des ouvertures de l'arrière utilisées habituellement pour la circulation. Chaque bâtiment possède à ce point de vue ses caractéristiques propres, mais la principale attention doit toujours porter sur l'homme de barre et la suppression des embardées.

C'est une allure faussement confortable. Elle est en tous cas à éviter de nuit par très gros temps car des masses d'eau peuvent submerger l'arrière du bâtiment et l'envahir sans que la passerelle s'en aperçoive immédiatement.

Le choix de la vitesse reste très important. Pour éviter que le bâtiment ne parte "au surf", elle doit être inférieure à la vitesse de la houle.

Pour les bâtiments stabilisés du type frégate, la tenue de cap est difficile et la stabilisation constitue un facteur aggravant en intervenant de façon aléatoire pour accentuer ou diminuer la tendance à l'autoloffée. D'autre part, compte tenu de la forme de la plage arrière, cette allure est à éviter par très gros temps.

#### **4.2.2.4 Allure au grand large**

Les grands bâtiments tiennent bien cette allure, même à grande vitesse. Toutefois, l'homme de barre doit être attentif à ne pas se laisser entraîner dans une autoloffée qu'il aurait du mal à combattre s'il agissait trop tardivement. De telles embardées doivent surtout être évitées sur les bâtiments qui ne sont pas à l'aise de travers lorsqu'ils marchent vite.

Les bâtiments de moyen tonnage gouvernent parfois à cette allure plus difficilement. Ils risquent d'engager lorsque leur vitesse est voisine de celle de la propagation des lames. Le pont des navires à teugue, pas très élevé sur l'eau, peut alors être balayé de bout en bout du côté sous le vent, et le matériel (surtout les embarcations) en souffrir ou même être enlevé (engins flottants par exemple). La vigilance des hommes de barre est encore plus nécessaire. Mais d'une façon générale, il est recommandé à cette allure de diminuer de vitesse de façon à ce que les lames soient nettement plus rapides que le navire. Celui-ci reste ainsi soumis moins longtemps à l'influence des actions évolutives créées par le mouvement opposé des filets d'eau agissant sur les crêtes et dans les creux.

Plus le bâtiment est petit, plus il est indispensable de tenir compte de ces considérations. L'adresse de l'homme de barre est encore plus impérative, pour anticiper les embardées et les contrer avant qu'elles ne se développent.

#### **4.2.2.5 Allure par mer de travers**

C'est une allure relativement confortable pour les bâtiments de fort et moyen tonnage. Par mer moyenne à forte, une bonne vitesse peut être soutenue. Le bâtiment, surtout s'il est stabilisé, s'appuie bien sous le vent et reste dans ses lignes d'eau.

Cependant, par mer très forte, cette même stabilisation agit de manière sèche : le bâtiment peut encaisser des chocs très violents.

Les bâtiments plus légers roulent beaucoup, surtout s'il y a résonance entre la période de la boule et la période de roulis du bâtiment ; les angles de gîte atteignent 30 à 35°. Il n'y a pas de chocs sur la coque, mais les rappels sont excessivement durs, et peuvent causer des accidents au personnel ou des avaries au matériel. La coque ne souffre pas, mais les superstructures, mâts, appareils auxiliaires fatiguent; la vie à bord devient presque intenable. En diminuant la vitesse, les rappels sont atténués et la situation améliorée.



Les petits bâtiments doivent se méfier de cette allure. Leur grand fardage éventuel, leur faible tirant d'eau, leur légèreté peuvent rendre périlleuse pour eux la navigation travers à la lame, surtout à partir du moment où la mer commence à déferler. Les angles de gîte risquent de dépasser les limites permises ; il faut se méfier des évolutions faisant passer, même momentanément, par cette allure.

#### 4.2.2.6 Allure de cape

Un navire prend l'allure de cape lorsqu'il ne peut plus continuer à faire la route prévue, même à vitesse réduite, sans compromettre sa sécurité. Il adopte alors le cap et la vitesse pour lesquels il est le mieux protégé contre le choc trop violent des lames et contre des roulis d'ampleur excessive.

Les grands navires sont parfois obligés de diminuer très sensiblement de vitesse, comme nous l'avons vu précédemment, mais ils sont rarement amenés à prendre la cape. Pour les plus petits, ce n'est pas une manœuvre exceptionnelle.

Avec un même bâtiment, la meilleure allure de cape peut varier selon le type de mer sur laquelle il navigue. D'une façon générale, elle se situe entre 3 et 5 quarts du vent. Si le navire adopte une route trop près du vent, il lève moins bien à la lame et les chocs sont plus brutaux; tandis que si sa route est trop arrivée, les roulis sont trop amples. La vitesse à adopter doit être d'autant plus faible que la mer est plus forte, mais suffisante pour gouverner convenablement.

L'expérience a montré que l'allure de cape devait être "tâtée" avant d'être adoptée, le but étant de limiter la fatigue du bâtiment et du personnel.

Le bâtiment avance peu et dérive suffisamment pour que l'arrière et le milieu soient protégés par les remous apparaissant au vent. Les petits bâtiments à deux hélices peuvent stopper l'hélice au vent.

A bord d'un voilier, **la cape courante** est prise sous voilure réduite : une voile de l'avant bordée au vent et une voile de l'arrière bordée plat, la barre étant mise dessous. Le voilier se maintient ainsi, en position d'équilibre à 5 ou 6 quarts du lit du vent. Il avance très peu mais dérive beaucoup ce qui crée une zone de remous au vent du voilier qui le protège des vagues déferlantes.

**La cape sèche** est prise par le voilier qui a amené toutes ses voiles. Cette allure proche du vent de travers est dangereuse pour le petit voilier sans quille qui n'est pas suffisamment appuyé sur l'eau. Il roule dangereusement et risque de se faire capeler.

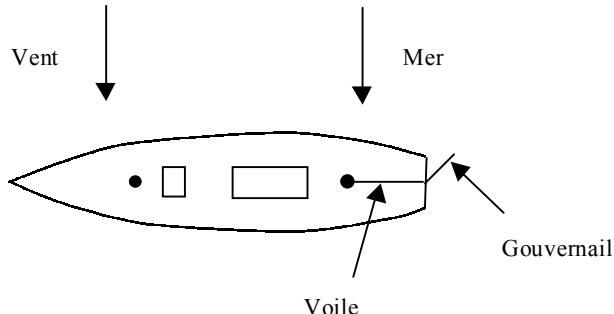
Il arrive que les petits bâtiments soient obligés de stopper, leur vitesse avec moteur au ralenti restant trop importante. Leur propulsion peut également tomber en panne. Ils se trouvent alors dans la même situation que les voiliers ayant subi des avaries de voilure et ne pouvant plus tenir la cape sous voile. Ils doivent prendre des mesures de sauvegarde.

### 4.3 MESURES DE SAUVEGARDE DES PETITS BATIMENTS

Ce sont les dispositions que peut prendre un très petit bâtiment dont la machine est stoppée, ou dont les voiles sont déchirées.

### 4.3.1 PRENDRE LA CHOLLE

Elle était courante sur les bateaux de pêche. Ces bateaux avaient un fort fardage et un faible tirant d'eau avant. Pour mieux tenir la cape, ils utilisaient à l'arrière une minuscule voile qui leur permettait de moins abattre dans les coups de mer. Quand le moteur était stoppé volontairement ou non, le patron mettait la barre dessous et l'équipage descendait à l'abri, sans se soucier du reste. Cette manœuvre s'appelle "prendre la cholle".

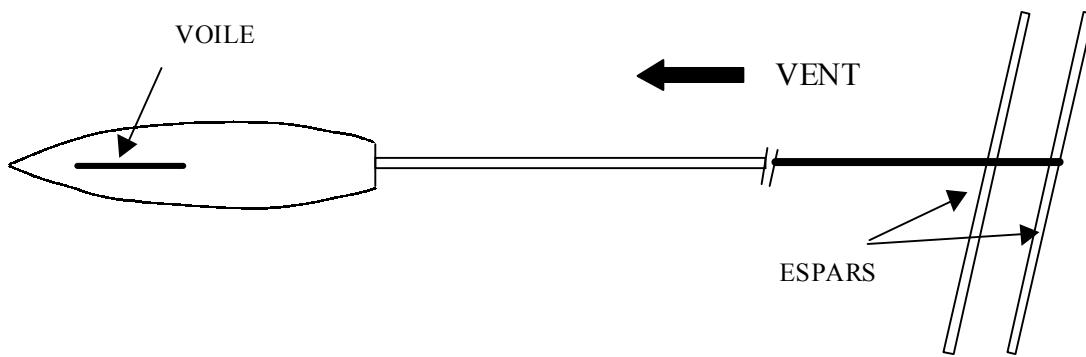


C'est une très mauvaise conception de la sauvegarde du bateau par mauvais temps. Celui-ci se maintient à peu près en travers à la lame; il n'est pas suffisamment appuyé et roule d'une façon dangereuse. La dérive est forte; mais la quille peu profonde ne produit pas, comme pour le voilier, assez de remous pour aplatiser les brisants. Les roulis sont inadmissibles, et bon nombre de pêcheurs se sont certainement perdus pour cette raison.

### 4.3.2 LA FUITE ARRIERE

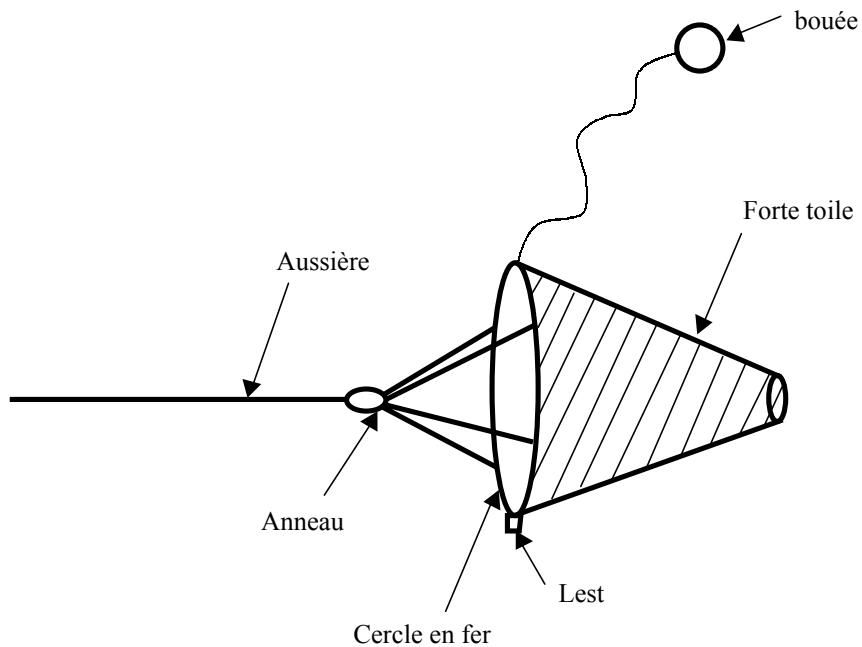
Elle ne peut être envisagée que si la position géographique autorise le parcours d'un assez grand nombre de milles dans la direction sous le vent. A cette condition, c'est une bonne allure de sauvegarde pour un petit bateau, lorsqu'elle est conçue correctement. L'essentiel est de bien se maintenir perpendiculaire aux lames, d'où découlent deux manœuvres, à exécuter si possible simultanément :

- mettre sur l'avant une petite voile bordée dans l'axe, ou toute autre chose (panneau) en faisant office. les voiliers trouvent à cette occasion une bonne utilisation de leur foc de mauvais temps (tourmentin) ;
- freiner par l'arrière la vitesse du bateau en filant soit plusieurs aussières dans toute leur longueur, soit une aussière sur laquelle auront été fixés de forts morceaux de bois (béquilles, avirons, etc ... ). Ce freinage diminue la vitesse sur l'eau, mais permet surtout de beaucoup mieux gouverner, et évite au bateau de tomber en travers.

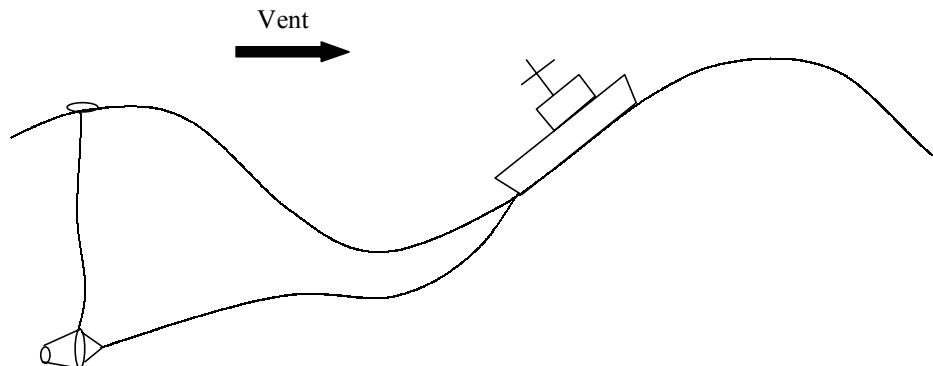


### 4.3.3 L'ANCRE FLOTTANTE

Contrairement à la solution précédente, il s'agit de mettre à l'eau un engin, amarré à une forte aussiière de l'avant, et susceptible de fournir une résistance à la traction, telle que le bateau se maintienne le mieux possible face au vent. Il dérive alors en culant, presque debout à la lame.



L'un de ces engins est appelé «ancre flottante». Il est réalisé sous forme d'un cône en forte toile, maintenu ouvert par un cercle en fer forgé, ou un croisillon en bois comportant une patte d'oie reliée à un anneau de remorquage. Une suspente amarrée à une bouée flottante maintient l'immersion à une profondeur fixée à l'avance (4 à 5 m); la partie inférieure du cercle est lestée. Le diamètre du cône dépend du tonnage du bateau. Ce procédé n'est pas concevable pour un navire de quelque importance; l'ancre flottante serait beaucoup trop encombrante et lourde pour être manœuvrée facilement, mais il est vivement recommandé aux bateaux de moins de 50 tonneaux. Beaucoup n'en possèdent malheureusement pas.



L'inconvénient du système est la vitesse à laquelle le bateau cule (2 à 3 nœuds). Le gouvernail supporte alors des efforts d'autant plus violents que le tangage est plus fort. La barre doit être saisie rigidement dans l'axe ; malgré cette précaution, le safran peut subir des avaries.

#### 4.3.4 FILAGE DE L'HUILE

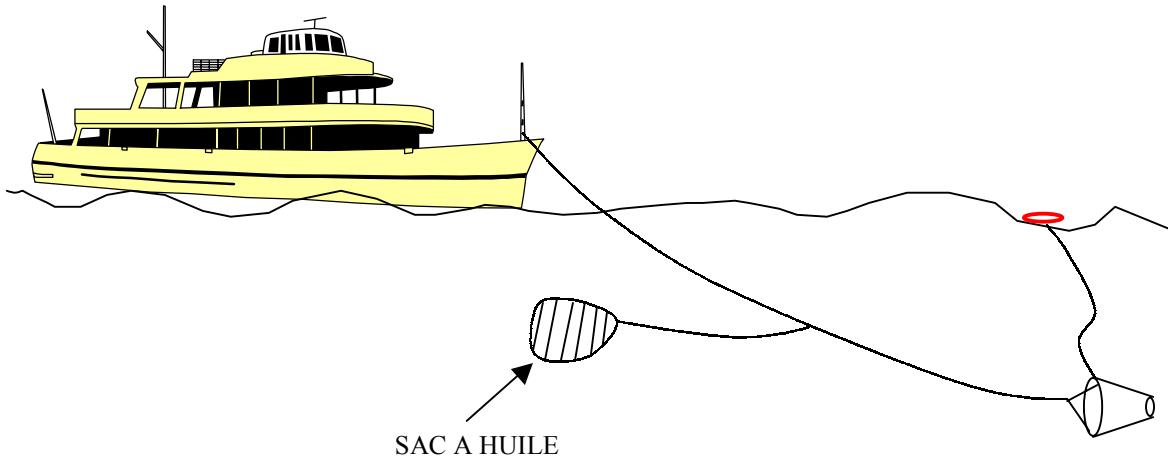
Ce procédé s'avère surtout utile pour les petits bâtiments, car s'il ne supprime pas les vagues, il diminue la violence des brisants. En effet, l'huile surnage et forme une couche mince à la surface, qui s'oppose au frottement du vent, l'empêchant d'arracher les crêtes de lame.

Le filage de l'huile peut être employé soit par un petit navire sur ancre flottante ou en fuite vent arrière, soit par un voilier à la cape, soit par un bâtiment plus grand pour protéger une embarcation ou tout autre bateau de faible tonnage, par exemple au cours d'un sauvetage ou d'un remorquage.

Une très petite quantité d'huile permet de recouvrir une très grande surface. Le moyen le plus simple consiste à bien imbibier une bonne quantité d'étope et à l'enfermer dans un sac de forte toile, recouverte de 4 à 5 litres d'huile. Le fond du sac est percé de trous au moyen d'un poinçon. L'ouverture est saisie fortement et le sac

mis à tremper le long du bord, à l'avant ou au vent pour se protéger soi-même sur ancre flottante ou à la cape (voiliers), sous le vent pour protéger un autre bâtiment.

N'importe quelle huile, en particulier les résidus de machine, remplit parfaitement cet office. L'installation préconisée ci-dessus permet une bonne protection pendant plusieurs heures.



#### 4.4 CONDUITE A TENIR DANS UN CYCLONE

Les cyclones tropicaux sont des dépressions très creuses, de petites dimensions, et à très fort gradient barométrique. On les rencontre dans les régions océaniques tropicales. Une température de surface de la mer de 27° est nécessaire à leur formation. La période des cyclones se situe en fin de saison chaude :

- dans l'hémisphère Nord entre août et octobre
- dans l'hémisphère Sud entre janvier et mars.

Leurs trajectoires, parfois anarchiques, ressemblent à une parabole dont la concavité est tournée vers l'Est. Leurs vitesses de déplacement n'excèdent pas 20 noeuds. Le diamètre d'un cyclone est d'environ 300 nautiques. La pression diminue de la périphérie vers le centre que l'on appelle l'œil du cyclone (inférieure à 950 hPa.). Par contre, le vent, associé à cette variation de pression, augmente de la périphérie jusqu'à l'œil du cyclone où il règne un calme subit.

Le sens de rotation des vents s'effectue ( loi de Buys-Ballot) :

- dans l'hémisphère Nord, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre,
- dans l'hémisphère Sud, dans le sens des aiguilles d'une montre.

Les vents violents lèvent une mer très grosse et une houle énorme qui se propage loin devant le cyclone.

##### 4.4.1 SIGNES PRECURSEURS

En dehors des avis et informations diffusés aux navigateurs sur le déplacement et l'évolution d'un cyclone (voir SH 96 ), il existe certains signes caractéristiques annonciateurs:

- Houle d'ouragan sans vent jusqu'à 1000 Nq du centre.
- Disparition de la marée barométrique.
- Disparition des vents alizés.
- Apparition de cirrus en panaches.
- Eclairs de chaleur.
- Sensation d'oppression.

##### 4.4.2 MANOEUVRES A FAIRE PRES D'UN CYCLONE

Dans un cyclone, il existe deux zones caractéristiques que l'on appelle:

- Le demi-cercle dangereux
- Le demi-cercle maniable

Le demi-cercle dangereux se trouve à droite de la trajectoire du cyclone dans l'hémisphère Nord (à gauche dans l'hémisphère Sud). Le cyclone se déplace dans la même direction que les vagues qui s'amplifient. De

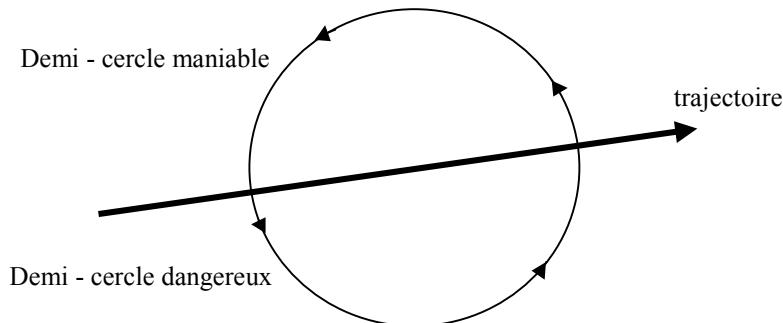
plus, dans ce demi-cercle dangereux, le vent est plus fort et tend à entraîner le bâtiment sur l'avant de la trajectoire.

Le demi-cercle maniable est à gauche de la trajectoire dans l'hémisphère Nord (à droite dans l'hémisphère Sud). Dans cette zone les vagues se propagent à contre-sens du cyclone et sortent de l'aire génératrice, leur hauteur est donc plus faible. Dans le demi-cercle maniable, le vent tend à écarter le bâtiment de la trajectoire du cyclone.

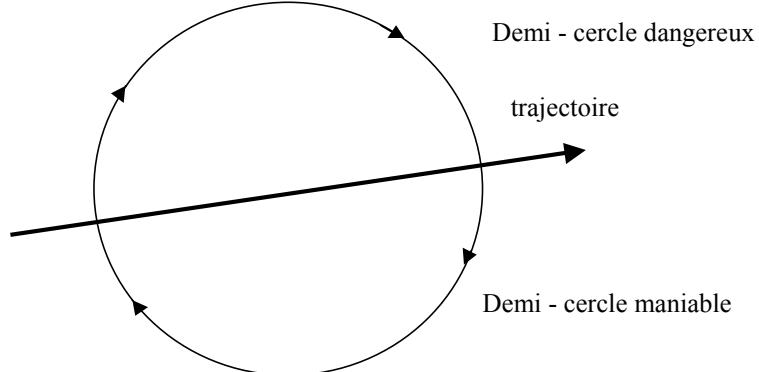
Pour pouvoir adapter sa manœuvre et se prémunir de tout danger le marin devra donc déterminer la position du centre du cyclone puis celle du demi-cercle dans lequel il se trouve.

Dans l'hémisphère Nord, pour un observateur faisant face au vent, le centre se trouve sur sa droite (sur la gauche dans l'hémisphère Sud) à environ 10 quarts.

### HEMISPHÈRE NORD



### HEMISPHÈRE SUD



Pour déterminer le demi-cercle dans lequel se trouve le navire, on suppose le cyclone immobile.

Dans l'hémisphère Nord, un observateur se déplaçant dans le demi-cercle dangereux voit le vent tourner dans le sens des aiguilles d'une montre donc dans le sens contraire de la révolution du cyclone. Si l'observateur se déplace dans le demi-cercle maniable, il voit le vent tourner dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.

Dans l'hémisphère Sud, les sens de rotation sont inversés.

#### En conclusion

- Dans les deux hémisphères, si le vent tourne dans le sens contraire de la révolution du cyclone, on se trouve dans le demi-cercle dangereux.
- Si le vent tourne dans le même sens que la révolution du cyclone, on est dans le demi-cercle maniable.
- Si le vent ne change pas de direction on est sur la trajectoire.

Si le bâtiment se trouve :

- dans le demi-cercle dangereux
  - *conserver la cape tribord amure dans l'hémisphère Nord*
  - *conserver la cape bâbord amure dans l'hémisphère Sud*

- dans le demi-cercle maniable
  - prendre l'allure grand large tribord amure dans l'hémisphère Nord
  - prendre l'allure grand large bâbord amure dans l'hémisphère Sud
- sur la trajectoire
  - prendre l'allure grand large tribord amure dans l'hémisphère Nord
  - prendre l'allure grand large bâbord amure dans l'hémisphère Sud

Si la mer empêche de faire route :

- prendre la cape bâbord amure dans l'hémisphère Nord
- prendre la cape tribord amure dans l'hémisphère Sud

### **EN AUCUN CAS NE FUIR VENT ARRIERE**

## **4.5 CONDUITE A TENIR PAR MAUVAISE VISIBILITE**

De tout temps, la brume a été considérée par le marin comme une des calamités les plus redoutables. Depuis l'invention du radar, beaucoup de commandants estiment que les risques ont en grande partie disparu. L'expérience prouve que de nombreux accidents se produisent malheureusement encore.

D'ailleurs, aucune des précautions à prendre par temps de brume n'a été modifiée depuis l'apparition du radar, parce qu'aucun marin n'est absolument certain de pouvoir en tout temps lui accorder une confiance absolue.

Si le radar permet de naviguer dans de bien meilleures conditions au voisinage des côtes, lorsque la visibilité est mauvaise, et si l'intérêt du sondeur pour faire le point a beaucoup diminué de ce fait, il n'en reste pas moins qu'un commandant doit continuer à prendre dans la brume toutes les précautions édictées dans le **Règlement pour prévenir les abordages**.

Le premier, outre les signaux phoniques réglementaires qu'il impose à tous, ordonne au bâtiment «entendant, dans une direction qui lui paraît être sur l'avant du travers, le signal de brume d'un navire dont la position est incertaine, autant que les circonstances du cas le comportent, de stopper sa propulsion et ensuite naviguer avec précaution jusqu'à ce que le danger de collision soit passé».

Ces prescriptions ne tiennent pas compte de la portée variable des signaux sonores. Par temps calme, une sirène de grand navire s'entend à 5 ou 6 milles, le sifflet d'un cargo à 3 ou 4 milles, mais à condition que l'écouteur se trouve en lieu calme et silencieux. Ce n'est pas le cas sur la passerelle d'un grand bâtiment à propulsion mécanique, à bord duquel le bruit des ventilateurs de chauffe, des diesels, ou des réducteurs vient troubler cette audition. De plus, la direction d'où provient le son est parfois difficile à déceler. Il en résulte qu'un bâtiment marchant à vitesse excessive risque d'être surpris par la proximité d'un navire, dont il entend trop tard les signaux phoniques, et de ne plus disposer de la place suffisante pour l'éviter. Il ne faut pas oublier que plus les machines fournissent une grande puissance, moins elles sont silencieuses.

Disposer des veilleurs aux extrémités du bâtiment le moins haut possible (plages avant et arrière), ainsi que dans une partie élevée de la mâture (l'altitude de la couche de brume est parfois faible), et assurer leur communication rapide avec l'officier de quart.

En outre, la prudence exige de ne pas se contenter d'une observation isolée fournie par l'écran radar, lorsqu'un bâtiment y apparaît, même à grande distance, mais d'en assurer immédiatement le «plotting», de façon à déterminer sa route et sa vitesse. Si ce navire a été détecté dans les secteurs de l'avant, et qu'il se trouve à moins de 6000 yards, il faut sans attendre diminuer de vitesse pour devenir plus manœuvrant, comme d'ailleurs dans le cas où un doute subsiste sur sa route et sa vitesse à la suite du « plotting » effectué. Un commandant ne doit pas oublier, même si l'autre bâtiment doit manœuvrer, qu'il ne possède pas nécessairement de radar, que celui-ci peut être en panne et qu'il a pu ne pas entendre les signaux phoniques.

En résumé, il existe quatre situations de visibilité:

- bonne visibilité de jour
  - bonne visibilité de nuit
  - mauvaise visibilité
  - brume.
1. Prendre les dispositions de mauvaise visibilité. (voir planchette de consignes passerelle)
  2. Par visibilité réduite, il n'y a pas de privilégié lorsque les bâtiments ne sont pas en vue les uns des autres. L'usage du radar n'autorise pas à violer la règle 19 du Règlement International pour Prévenir les Abordages en Mer.
  3. Adopter une vitesse de sécurité.( voir Règle 6 du R.I.P.A.M.)

### Navigation en groupe dans la brume

- allumer des projecteurs dirigés dans l'axe, à hauteur des passerelles des bâtiments se trouvant sur l'avant et sur l'arrière ;
- filer un cochonnet ou un croisillon de brume. Ceux-ci sont amarrés à une remorque dont la longueur a été fixée à 300 m pour les grands bâtiments, 200 mètres pour les bâtiments de moyen tonnage et 150 mètres pour les petits bâtiments ;
- de n'entreprendre des changements de route qu'après un avis donné par phonie. A cet effet, la veille radio-électrique doit être renforcée ;
- de réduire la vitesse pour rendre les navires plus manœuvrant.

Pour tenir son poste, chaque bâtiment doit être attentif à conserver son étrave à hauteur du cochonnet ou du croisillon de son matelot d'avant, et pour cela n'utiliser que des "gagnez" et "perdez" de faible amplitude. Plus le bâtiment est important, plus la tenue de poste est délicate dans ces conditions de navigation.

### 4.6 LA NAVIGATION DANS LES GLACES

La navigation dans les hautes latitudes soumet le navire à un environnement sévère en raison des conditions météorologiques rencontrées. Les principaux dangers sont liés à la température froide, à la rencontre avec des icebergs, à la présence de la banquise et aux phénomènes de givrage.

- Les icebergs, énormes blocs de glace douce détachés des glaciers, dérivent au gré des vents et des courants. Ils sont risques d'abordage et de fortes houles provoquées lors de leur retournement. Ils sont souvent détectables au radar et à la vue à distance raisonnable. En se disloquant ils prennent le nom de "growlers" qui sont moins détectables en raison de leur petite taille mais qui présentent un réel danger de collision.
- La banquise ou "pack" est de la glace de mer qui se présente d'abord sous forme de boue "slush" qui durcit pour former des "pancakes" de glace solide. Ces blocs, en se rapprochant, se soudent entre eux pour former la banquise. La distance de détection à la vue et au radar est relativement faible. A proximité du pack on trouve fréquemment des blocs qui se sont détachés "floebergs" qui présentent des dangers identiques aux icebergs. Il vaut mieux contourner la banquise que de s'y aventurer.
- Le givrage des superstructures est provoqué par les embruns qui givrent au contact des surfaces froides du navire. Il apparaît dès que la température de l'air est négative et peut s'accumuler très rapidement pour former des couches épaisses pouvant mettre en cause la stabilité du bâtiment et l'utilisation des appareaux de manœuvre. Il faut donc réduire la vitesse et choisir une route qui protège le plus possible des embruns. Le passage d'un courant chaud vers un courant froid (passage du Gulf stream au courant du Labrador par exemple) peut amener un givrage rapide du navire. Une attention particulière, surtout de nuit s'impose.

Les *PILOT CHARTS*, les *instructions nautiques*, les *cartes météorologiques* des régions concernées donnent des renseignements précieux aux navigateurs.



## **CHAPITRE 5 LES MANOEUVRES POUR EVITER LES COLLISIONS – MANOEUVRES D'URGENCE**

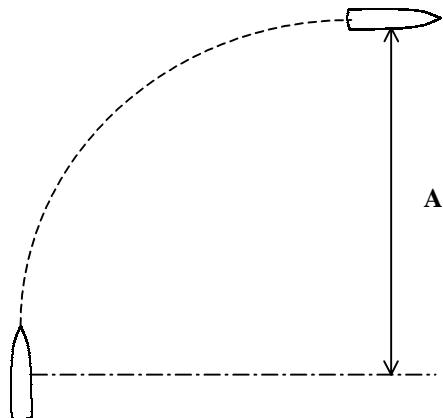
<b>5.1</b>	<b>DÉFINITIONS ET CARACTÉRISTIQUES DE MANOEUVRE</b>	<b>376</b>
<b>5.2</b>	<b>MANŒUVRE DU BÂTIMENT PRIVILÉGIÉ</b>	<b>379</b>
<b>5.3</b>	<b>MANŒUVRE DU NAVIRE NON PRIVILÉGIÉ</b>	<b>382</b>
<b>5.4</b>	<b>MANŒUVRES DES NAVIRES EN ROUTES OPPOSÉES</b>	<b>383</b>
<b>5.5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>383</b>

## 5.1 DEFINITIONS ET CARACTERISTIQUES DE MANOEUVRE

### 5.1.1 AVANCE EN GIRATION

L'avance en giration est la distance parcourue dans la direction de la route initiale. Depuis l'instant où l'angle de barre est ordonné, jusqu'au moment où le bâtiment est à la nouvelle route.

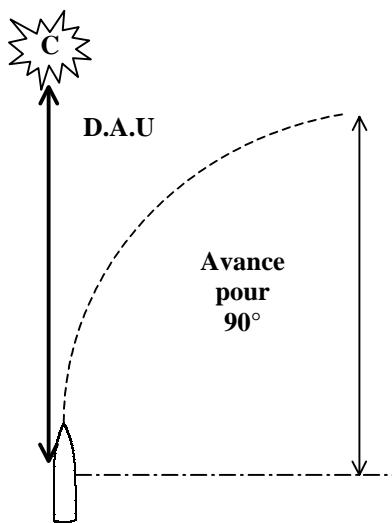
La caractéristique intéressante pour les manœuvres d'urgence est l'avance « A » pour une évolution de 90° avec la barre toute d'un bord. Selon le type de bâtiment, elle varie beaucoup ou peu en fonction de la vitesse.



### 5.1.2 DISTANCE D'ARRET D'URGENCE

La distance d'arrêt d'urgence (D.A.U.) est la distance parcourue, depuis l'instant où l'ordre d'urgence "STOPPEZ - ARRIERE 444" est donné, jusqu'au moment où la vitesse surface du bâtiment est nulle.

La D.A.U. varie en fonction de la vitesse du bâtiment et la situation de sa propulsion. Elle constitue une caractéristique importante des manœuvres pour éviter les collisions.



### 5.1.3 EFFETS RESPECTIFS DE LA BARRE ET DE LA PROPULSION

Si un bâtiment est en route vers un point de collision C, il est important de connaître le moyen le plus efficace à la disposition de l'officier chef du quart (manœuvre d'urgence) pour s'éloigner du point de collision :

- la barre (à droite toute)
- ou la propulsion (arrière 444 )
- ou la barre et la propulsion.

Une comparaison entre la D.A.U. et l'avance pour 90° montre généralement que :

- La barre est plus efficace aux allures de route normales (vitesse supérieure à 10 noeuds) ;
- La propulsion est plus efficace aux allures de manœuvres de port ou de navigation "prudente" (navigation en eaux resserrées, temps de brume).

L'emploi simultané de la barre et des deux lignes d'arbre en arrière est d'un effet incertain : les remous des hélices peuvent diminuer beaucoup l'efficacité de la barre, voire inverser l'effet recherché selon la position du (ou des) safran(s).

Sur les bâtiments munis de deux hélices, le fait de stopper le bord intérieur de la giration peut diminuer sensiblement l'avance pour 90°. Mais, à moins d'augmenter en même temps l'allure sur l'autre ligne d'arbre, le ralentissement qui en résultera augmentera le risque de collision dans beaucoup de cas.

Enfin l'emploi de la barre présente toujours l'avantage d'être rapidement perçu par l'autre bâtiment qui peut adapter sa manœuvre en conséquence. Une diminution de vitesse, au contraire, sera rarement perçue et pourra entraîner une collision avec un navire qui avait choisi de passer sur l'arrière, mais un peu trop près.

Tout bâtiment devrait disposer d'un graphique de comparaison des effets de la barre et de la propulsion pour déterminer le moyen préférentiel à utiliser en fonction de la vitesse (voir graphique en conclusion).

Dans l'étude qui suit, ne sont examinés que les cas des bâtiments naviguant à une vitesse suffisante pour que la barre soit le moyen préférentiel à utiliser.

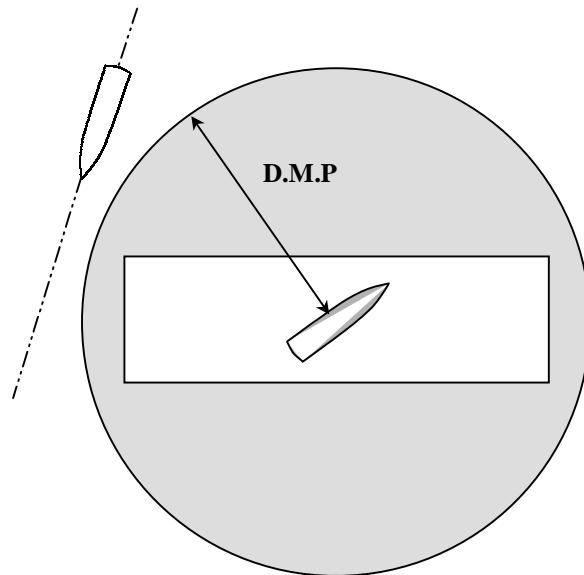
#### 5.1.4 DISTANCE MINIMUM DE PASSAGE (D.M.P.)

Distance minimum à laquelle le commandant autorise l'officier chef du quart à passer par rapport au bâtiment rencontré.

Si l'encombrement de la mer ou la proximité de dangers interdisent à l'officier chef du quart de manœuvrer pour respecter la D.M.P., il en rend compte au commandant.

La valeur choisie par le commandant peut être différente selon que le bâtiment se présente comme privilégié ou non, et que le croisement se présente sur l'avant ou sur l'arrière de l'autre navire.

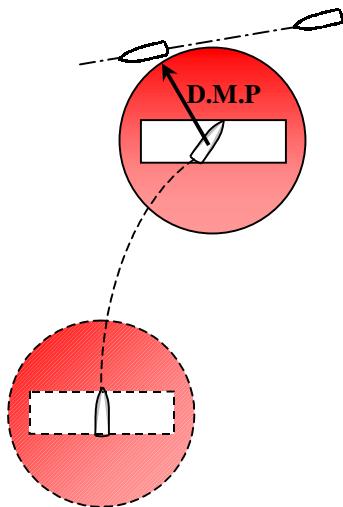
La D.M.P. permet à l'officier chef du quart de décider de la manœuvre qu'il fera « de bonne heure ».



#### 5.1.5 DISTANCE MINIMUM DE MANŒUVRE (D.M.M.)

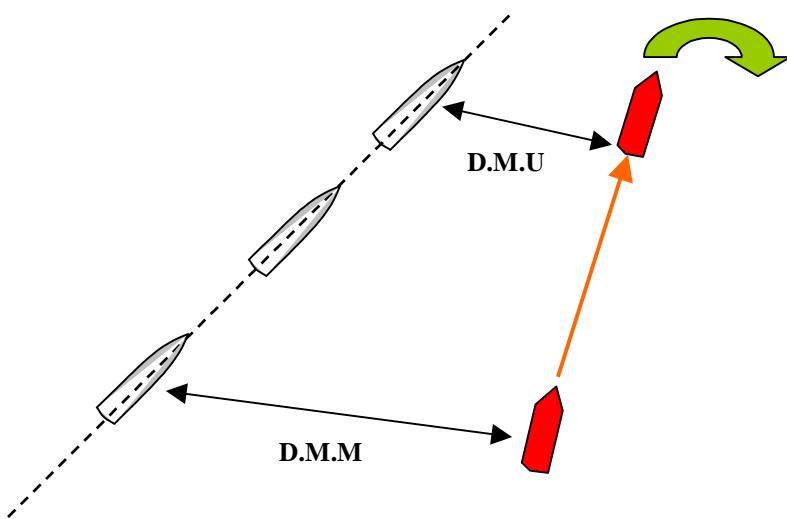
##### 5.1.5.1 Bâtiment non privilégié

Distance limite à partir de laquelle il devient impératif de manœuvrer pour respecter la D.M.P., en application du règlement international (règle 16).



### 5.1.5.2 Bâtiment privilégié

Distance limite à partir de laquelle il est réglementaire de maintenir son cap et sa vitesse, en application du règlement international pour prévenir les abordages en mer (règle 17A.1).



### 5.1.6 SITUATION DE PROXIMITÉ

Deux ou plusieurs navires sont en situation de proximité lorsqu'une manœuvre d'urgence est nécessaire pour éviter une collision si l'un ou l'autre bâtiment n'applique pas strictement les règles de route.

### 5.1.7 RESUME

L'important est de connaître les caractéristiques du bâtiment sur lequel on navigue :

- Avance pour 90°, barre toute d'un bord (aux différentes vitesses caractéristiques),
- Distance d'Arrêt d'Urgence (aux différentes vitesses caractéristiques),
- Domaine d'emploi de la barre,
- Domaine d'emploi de la propulsion.

La possibilité pour un commandant d'utiliser les "DMP et DMM" pour donner ses instructions ;

La nécessité d'éviter chaque fois que possible les "situations de proximité".

## 5.2 MANŒUVRE DU BATIMENT PRIVILEGIE

### 5.2.1 SITUATION INITIALE

Le bâtiment de combat qui décèle longtemps à l'avance le danger d'une « situation de proximité » dans laquelle il sera bâtiment privilégié (relèvement constant entre les gisements bâbord 247°5 et 360°) peut choisir, en application de la règle 8 :

- soit de manœuvrer « de bonne heure » pour éviter cette situation (avant d'atteindre la D.M.M);
- soit d'accepter cette situation, ce qui lui interdit de manœuvrer jusqu'au moment « où la collision ne peut être évitée par la seule manœuvre du navire qui doit laisser la route libre » (règle 17).

Les recommandations données ci-après correspondent aux cas simples où deux bâtiments seulement sont en présence.

### 5.2.2 LA MANŒUVRE DE "BONNE HEURE"

L'officier chef du quart d'un navire peut être amené à manœuvrer de bonne heure :

- soit à cause de la navigation ou de l'activité prévue de son bâtiment,
- soit par l'obligation de manœuvrer par rapport à un troisième navire, lui-même privilégié,
- soit pour respecter les instructions permanentes ou occasionnelles du commandant qui lui imposent une DMP.

Pour respecter la règle 17, une telle manœuvre doit être terminée assez tôt pour que l'autre navire, non privilégié, ait le temps :

- De prendre conscience du risque de collision s'il subsiste, et de son obligation de manœuvre à son tour,
- D'effectuer la manœuvre nécessaire.

Les calculs de risque montrent que la dernière manœuvre du navire privilégié devrait être terminée à au moins 5 nautiques de l'autre navire, et même si possible à 6 nautiques dans le cas d'un grand bâtiment.

### 5.2.3 MANŒUVRE D'URGENCE

#### Efficacité de la manœuvre d'urgence

Lorsque le navire privilégié conserve sa route et sa vitesse en application de la règle 17, il ne doit plus effectuer de manœuvre, excepté la manœuvre d'urgence lorsque « la collision ne peut être évitée par la seule manœuvre du navire qui doit laisser la route libre ».

L'application stricte de cette règle conduirait dans la plupart des cas à un abordage, car lorsque la manœuvre du navire qui doit laisser la route libre ne suffit plus, il est généralement trop tard pour que la manœuvre du navire privilégié soit suffisante. Et si les deux navires viennent à manœuvrer en urgence même temps, il n'est pas certain que les bénéfices de leurs deux manœuvres s'ajoutent.

#### Distance de Manœuvre d'Urgence (D.M.U.)

C'est la distance à laquelle le navire privilégié doit impérativement manœuvrer pour éviter la collision en application de la règle 17 du règlement international.

L'étude graphique montre l'intérêt d'utiliser une « Distance de Manceuvre d'Urgence » qui peut être déterminée pour chaque bâtiment comme égale à trois fois l'avance pour une giration de 90°, ou au moins à 1000 mètres.

#### Manœuvre à effectuer

Lorsqu'un navire privilégié se trouve à la DMU d'un navire non privilégié et que le danger de collision subsiste, le navire privilégié devrait toujours venir sur la droite en mettant l'angle de barre maximum. L'abordage pourrait ainsi être évité, quelle que soit la manœuvre de l'autre navire si le rapport vitesse du bâtiment non privilégié / vitesse du bâtiment privilégié est inférieur à 2.

Les cas les plus défavorables sont ceux du bâtiment non privilégié à grande vitesse.

Ceci montre que pour un navire privilégié, le fait de ralentir à quelque moment que ce soit, constitue une manœuvre dangereuse.

Le navire privilégié a même intérêt à accélérer en mettant sa barre à droite si sa vitesse initiale est inférieure à 15 nœuds.

## 5.2.4 LES INSTRUCTIONS DU COMMANDANT

Pour éviter un abordage lorsque son bâtiment voit un autre navire par bâbord, il est conseillé :

- De manœuvrer avant 5 (ou 6) nautiques pour respecter la DMP. Si ce n'est pas possible, prévenir le commandant ;
- Lorsque la distance est inférieure à 5 (ou 6) nautiques, ne plus changer ni de route, ni de vitesse;
- Si l'autre ne semble pas manœuvrer pour éviter la collision, émettre les signaux de danger (sifflet et éclats lumineux , appel sur VHF chenal 16).
- A la DMU, fixée dans un tableau en fonction de la vitesse, si le risque de collision subsiste, mettre la barre toute à droite . Donner un coup de sifflet.
- Ces règles impliquent une connaissance continue de la distance du bâtiment croisé, donc :
- Une organisation de la veille radar avec échelle appropriée;
- Un réglage convenable du radar de navigation;
- Un entraînement des officiers chefs du quart à mesurer les distances de jour par dépression sous l'horizon.

## 5.2.5 BATIMENT RATTRAPÉ

Bien que les règles de route ne traitent pas le cas du navire rattrapé, il est essentiel que ce navire ne manœuvre pas, sauf au dernier moment, s'il estime que le navire rattrapant ne s'est pas assez écarté, et en venant alors du bord opposé à celui du bâtiment rattrapant. Cette manœuvre doit être effectuée lorsque la distance tombe à la DMU.

Si le navire rattrapant se retrouve à la même route et très près de l'axe du navire rattrapé, il n'y a pas de manœuvre qui assure la sécurité de celui-ci .La manœuvre la moins dangereuse consiste à faire une baïonnette d'un bord ou de l'autre en émettant les signaux sonores réglementaires. Toute évolution de grande amplitude risquerait :

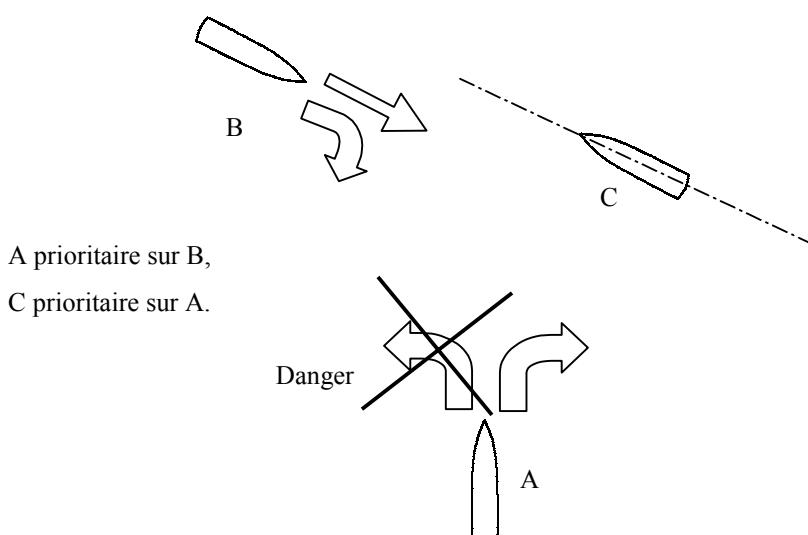
- D'augmenter la vitesse de rapprochement ;
- D'amener un abordage par le travers, toujours plus dangereux.

## 5.2.6 MANŒUVRES TARDIVES DU BÂTIMENT PRIVILÉGIÉ - SITUATIONS "PIÈGES"

Bien que cette possibilité ne soit pas prévue dans le règlement, un navire privilégié peut être mis dans l'obligation de manœuvrer à moins de 5 nautiques d'un navire non privilégié :

- Soit pour une opération en cours,
- Soit pour éviter une « situation piège » créée par la présence ou par la manœuvre d'un troisième navire.

Cette manœuvre tardive devrait toujours être effectuée vers la droite et son amplitude devrait conduire le navire qui était privilégié (A) à s'éloigner très franchement du navire non privilégié (B) de manière qu'il ne puisse plus y avoir de « situation de proximité », quelle que soit la manœuvre entreprise par le navire (B) qui était non privilégié.



La giration à gauche est dangereuse parce que B risque de venir à droite pour éviter A et C.

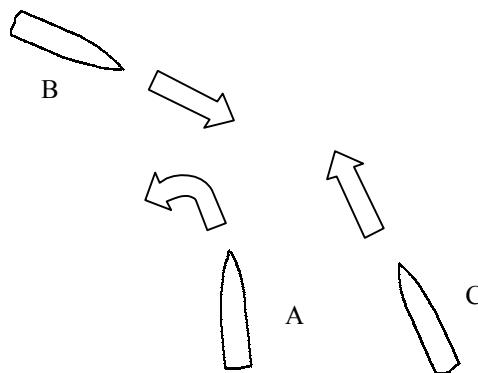
La giration à droite doit être faite assez tôt pour que la proximité de C ne constitue pas un "piège".

Deux situations « pièges » peuvent imposer au navire privilégié une manœuvre vers la gauche si elles ne sont pas décelées à temps.

Dans ces deux situations examinées ci-dessous, et chaque fois que cette obligation de venir à gauche apparaît, cette évolution doit être faite le plus tôt possible et poursuivie jusqu'à relever le navire non privilégié par tribord de manière à :

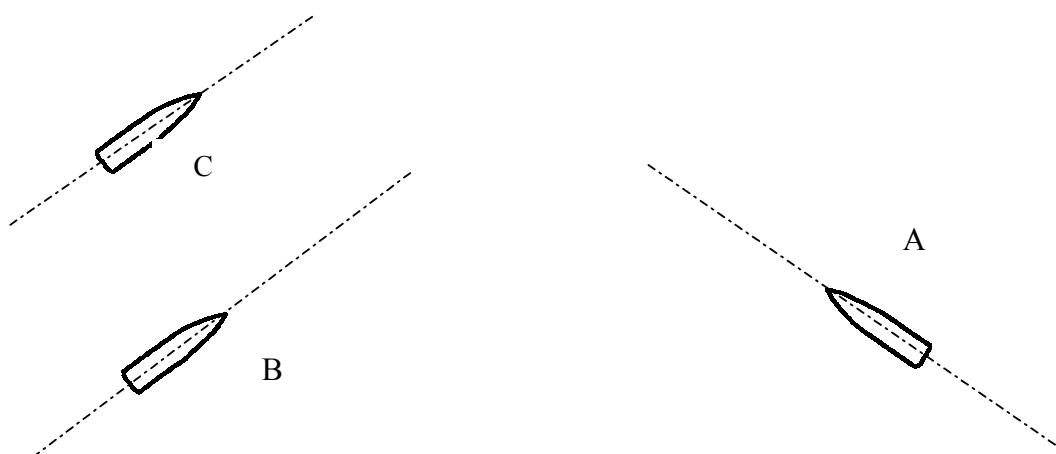
- Supprimer pour lui toute obligation de manœuvre;
- S'assurer que, même de nuit, il a bien perçu l'évolution en observant le « changement de couleur des feux de navigation du privilégié».

Cette évolution doit être accompagnée des signaux sonores réglementaires.



1. Présence simultanée d'un bâtiment C rattrapant sur tribord qui refuse de se déranger et d'un navire B non privilégié sur bâbord. Dans ce cas, un tour complet sur la gauche peut-être la seule manœuvre à peu près sûre :

A vient à gauche jusqu'à relever B par tribord.



2. Présence simultanée dans un gisement de l'avant d'un navire C qui passera près à tribord, et un navire B non privilégié :

Si B ne manœuvre pas pour éviter A privilégié, A se trouvera dans une situation sans issue entre B et C, s'il attend trop pour manœuvrer lui-même.

Ces deux situations ont entraîné des abordages soit parce que A n'a pas manœuvré, soit parce qu'il a fait une manœuvre tardive vers la gauche, en même temps que B venait à droite. Ces situations se produisent souvent lors du croisement d'un « rail de navigation » avec un angle faible.

En présence de plusieurs bâtiments, on pourra être tenté de stopper et même de casser l'erre. Vis à vis d'un navire non privilégié qui chercherait à passer « près » sur l'arrière, pratique courante des navires de commerce, cette manœuvre est aussi dangereuse que celle de la giration à gauche et de plus elle ne sera décelée que tardivement par ce navire.

On ne peut prétendre imaginer toutes les situations « pièges » susceptibles de se produire. Seules de fréquentes réflexions sur ce sujet peuvent permettre de les déceler assez tôt pour entreprendre à temps la manœuvre évitant de s'y laisser enfermer.

La pire "situation piège" est celle dans laquelle un bâtiment privilégié se verrait interdire la manœuvre d'urgence vers la droite lorsqu'elle serait pourtant nécessaire.

## 5.3 MANŒUVRE DU NAVIRE NON PRIVILEGIE

### 5.3.1 MANŒUVRE DE BONNE HEURE

Le navire non privilégié est "tenu de s'écarte de la route de l'autre navire et doit, autant que possible, manœuvrer de bonne heure et franchement de manière à s'écarte largement" (règle 16).

Si les circonstances le permettent, il doit "éviter de croiser la route sur l'avant" du navire privilégié (règle 15).

Comme pour le navire privilégié, l'expression "**de bonne heure**" peut être comprise comme signifiant "à une distance égale ou supérieure à 5 ou 6 nautiques" (selon l'avance pour une giration de 90°).

Le terme "**franchement**" implique que l'évolution sera **sûrement** vue par l'autre. Les divers traités de manœuvre s'accordent pour considérer **qu'elle ne doit pas être inférieure à 10 ou 15°**. Une bonne précaution consiste à mettre le cap sur l'arrière de l'autre bâtiment, puis à ajuster la route pour passer à une D.M.P. sur son arrière.

### 5.3.2 MANŒUVRE TARDIVE

En présence de nombreux navires, ou lorsque l'espace de manœuvre est limité, l'officier chef du quart du navire non privilégié peut se trouver obligé de manœuvrer tardivement. Il est important qu'il ait réfléchi à cette situation et que les instructions du commandant l'aident à assurer la sécurité du bâtiment.

Deux questions se posent habituellement :

- Avant quelle limite faut-il manœuvrer ?
- Quelle manœuvre faut-il faire ?

Les règles proposées sont rassemblées sur le schéma de la conclusion. Elles assurent la sécurité d'un navire non privilégié vis à vis d'un navire privilégié qui peut aller beaucoup plus vite. Ce rapport de vitesses est un élément déterminant dans le calcul des distances de sécurité.

Ces règles permettent également :

- A l'officier chef du quart de respecter la D.M.P. ordonnée par le commandant ;
- Au commandant de connaître l'influence de la valeur de la D.M.P. choisie sur la manœuvre du bâtiment.

### 5.3.3 SUGGESTIONS POUR LES INSTRUCTIONS DU COMMANDANT

#### **Manœuvres pour éviter un navire privilégié :**

1. Manœuvrer tôt et si possible avant 5 nautiques pour passer à la D.M.P. fixée :
2. Si d'autres navires interdisent de manœuvrer tôt, manœuvrer au plus tard aux distances suivantes :

Gisement	D.M.M.	Manœuvre
Td 000°-045°	...m (2 DMP + 4 A)	à droite toute, venir de 90° à droite, rester à cette route jusqu'à passer à DMP.
Td 045°-064°	"	à droite toute, venir en route opposée.
Td 064°-090°	"	Comme ci-dessus, ou à gauche toute jusqu'à la route parallèle.
Td 090°-112°5	.m (2 DMP + 2 A)	à gauche toute, venir en route parallèle.

### 5.3.4 MANŒUVRE DU NAVIRE RATTRAPANT (REGLE 13)

Il doit "s'écarte de la route du navire rattrapé jusqu'à ce qu'il l'ait tout à fait paré". Ceci peut être exprimé d'une manière précise avec la D.M.P. dans les ordres du commandant :

"Si le navire en rattrape un autre, manœuvrer pour passer à ....m (DMP) et ne revenir à la route initiale ou à toute autre route que lorsqu'elle fait passer à au moins ....m (DMP) sur l'avant du bâtiment rattrapé".

## 5.4 MANŒUVRES DES NAVIRES EN ROUTES OPPOSEES

La règle 14 impose l'abattée sur la droite. Il reste à définir à quelle distance cette abattée doit être faite au plus tard, et son amplitude. Les ordres du commandant peuvent être les suivants :

*"Pour éviter un navire en route opposée (2 mâts alignés, ou deux feux de route visibles sur l'avant) manœuvrer:*

- si possible avant 5 nautiques en faisant une abattée à droite de 15° au moins, en ajustant pour passer à ....m (D.M.P) par le travers bâbord de l'autre navire ;
- au plus tard à ....m (D.M.P) en faisant une abattée à droite d'au moins 30° et en ajustant comme précédemment".

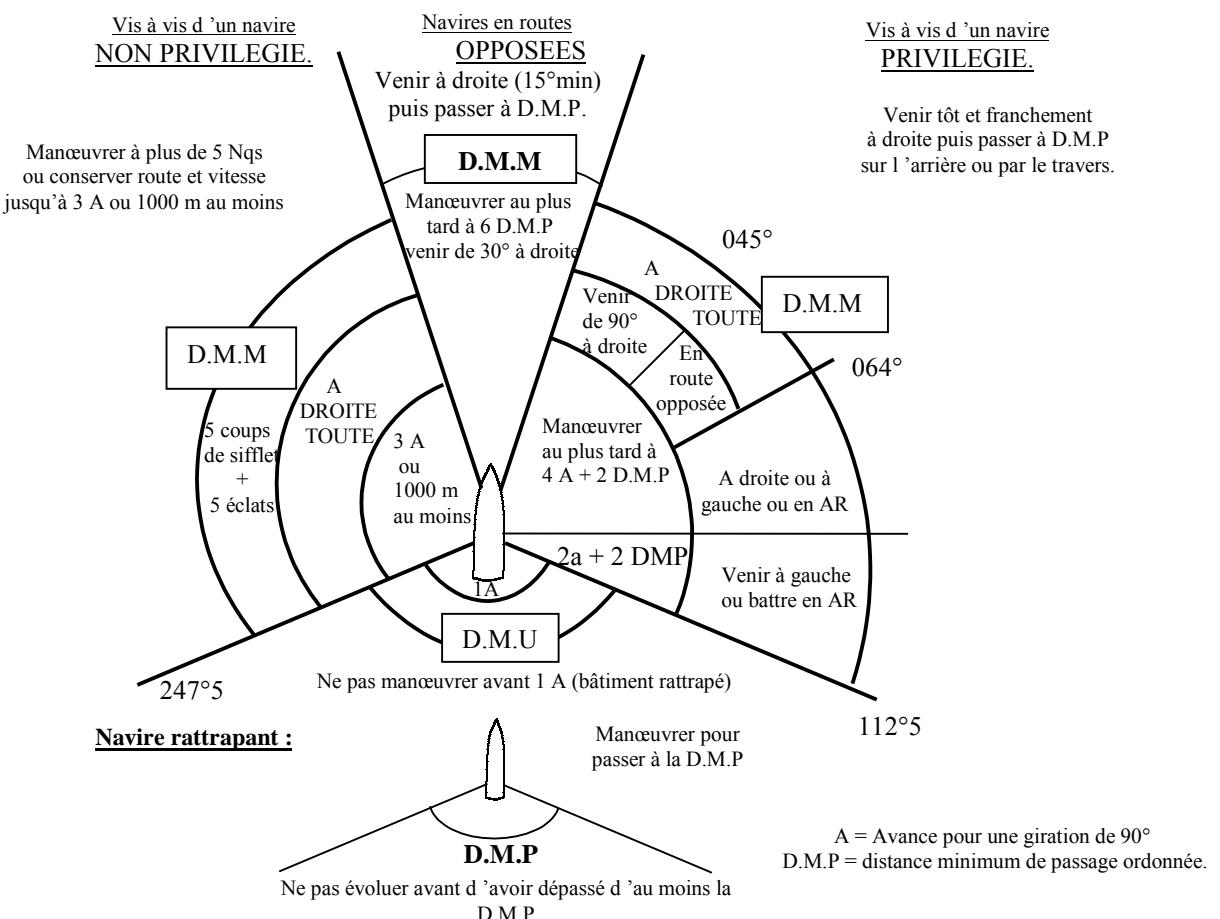
## 5.5 CONCLUSION

Les règles proposées sont rassemblées sur le graphique ci-dessous. Ces règles peuvent inciter les commandants à rappeler :

- l'avance A, en fonction de la vitesse ;
- la ou les D.M.P qui peuvent être différentes selon le type de rencontre, par exemple :
  - navires en routes opposées,
  - navire rattrapant,
  - navire non prioritaire.

Une consigne passerelle doit présenter, sous forme graphique, les principales règles de manœuvre anti-collision avec indication des D.M.P., D.M.M. et D.M.U. à respecter (voir appendice).

Pour chaque type de navire, la vérification des règles données devra être faite avec les caractéristiques réelles de giration du navire.





## CHAPITRE 6 HOMME A LA MER

<b>6.1</b>	<b>HOMME À LA MER</b>	<b>386</b>
<b>6.2</b>	<b>LE MATÉRIEL DE SAUVETAGE</b>	<b>393</b>
<b>6.3</b>	<b>APERÇU SUR LA "SURVIE" EN MER</b>	<b>394</b>
<b>6.4</b>	<b>LE SYSTÈME MONDIAL DE DÉTRESSE ET DE SÉCURITÉ EN MER</b>	<b>395</b>

## 6.1 HOMME A LA MER

Un homme à la mer est toujours un événement majeur nécessitant des réactions d'urgence, de jour comme de nuit, si par chance le fait a été détecté, que l'homme porte une brassière ou pas.

C'est pourquoi, un officier de quart doit parfaitement connaître les manœuvres à exécuter en pareille circonstance. Il ne faut pas perdre de vue en effet que, si l'eau est froide ( $8^{\circ}$  à  $10^{\circ}$ ), même un très bon nageur peut couler en 10 à 15 minutes par hypothermie. Toutes les dispositions doivent être prises en permanence à bord d'un bâtiment à la mer pour que le sauvetage n'excède jamais 6 à 8 minutes après la chute de l'homme.

Les deux principales conditions à la réussite sont :

- - un bon repérage de l'homme ;
- - une manœuvre rapide, mais avant tout sûre, de façon à ne pas être obligé de s'y prendre à deux fois.

### Repérage

Un homme dans l'eau ne se distingue à quelque distance, même par bonne visibilité, que par une mer absolument calme. La seule chance de le trouver consiste à laisser tomber aussi près que possible de lui une bouée flottante facilement repérable. En outre, si cette bouée est lancée rapidement, il peut en nageant venir s'y accrocher, et se maintenir ainsi sur l'eau plus aisément et plus longtemps.

Les bouées couronnes ou en fer à cheval, en liège ou en matériau à forte flottabilité, sont généralement munies de bouts de fixation et possèdent un dispositif lumineux à éclats. Elles doivent être faciles à larguer et placées aux endroits où la veille est assurée (passerelle et ailerons) et où le risque de chute est important

(plages, passavants...). Elles doivent être jetées instantanément par le premier marin qui aperçoit la chute d'un homme à la mer. Mais en même temps qu'il agit, celui-ci doit alerter la passerelle par les moyens les plus rapides, en particulier la voix, qui sera relayée par tout homme du pont qui entend l'annonce.

La bouée larguée doit servir de repère et il ne faut pas la perdre de vue. Les veilleurs et timoniers doivent assurer une veille attentive et relever l'homme périodiquement au compas. Par ailleurs, dans le cas d'un bâtiment possédant un Central Opération, ce dernier aura été immédiatement prévenu pour marquer le point de chute sur la table traçante. Les équipements de positionnement par satellites (G.P.S.) possèdent généralement une fonction "homme à la mer". L'appui sur le bouton concerné déclenche l'enregistrement de la position et indique ensuite les azimuts et distances de l'homme par rapport au bâtiment.

### Procédure

Le bâtiment dont un homme est tombé à la mer doit :

- utiliser la barre et la propulsion de façon à éviter l'homme s'il en est encore temps ;
- larguer une bouée de sauvetage, et si possible larguer également un marqueur pyrotechnique jour ou nuit ;
- prévenir le C.O. et faire marquer la position sur la table traçante ;
- Activer la fonction "homme à la mer" du G.P.S. ;
- lancer si possible une seconde bouée au vent du naufragé ;
- charger un veilleur de ne pas quitter des yeux l'homme et la bouée ;
- prendre des relèvements au compas périodiquement (comparer avec le G.P.S.) ;
- prévenir le commandant – propulsion au poste de manœuvre ;
- faire armer une embarcation pneumatique et équiper un (ou des) plongeur(s) ;
- prévenir l'infirmerie ;
- en temps de paix, les renseignements ci-dessus doivent être transmis sans tenir compte du plan EMCON en vigueur ;
- émettre au moins six coups de sifflet brefs ;
- manœuvrer pour récupérer l'homme ;
- arrêter les émissions sonar si la situation tactique le permet ;
- de jour, hisser le pavillon OSCAR ; de nuit en temps de paix, montrer deux feux rouges verticaux clignotants (50 à 60 é./ mn) portée 2 nqs, visibles sur tout l'horizon, ou lancer une fusée blanche ;
- en temps de paix, tout bâtiment peut utiliser ses projecteurs, si nécessaire.

Chaque fois qu'un homme a été signalé manquant, tombé à la mer, le bâtiment en informera immédiatement l'OTC. Si une recherche est effectuée, l'OTC fixera le plan de recherche et les unités participantes. Les

navires remorquant des dispositifs acoustiques ou autres demanderont généralement l'aide d'une autre unité pour récupérer un homme à la mer.

Le commandant d'un bâtiment faisant route indépendamment fixera lui-même les procédures de recherche pour un homme de son équipage pouvant être tombé à la mer à un moment indéterminé. Dans tous les cas, le commandant devra informer les autorités concernées et suggérer la durée de la recherche à entreprendre.

Dès lors qu'il existe le moindre doute sur la chute d'un homme à la mer et dans la mesure où l'environnement ne s'y oppose pas formellement, les manœuvres liées à la recherche doivent être immédiatement entreprises par l'officier chef du quart.

### Maneuvre du bâtiment

Il s'agit de revenir rapidement sur l'homme et adopter, par rapport à lui, une présentation permettant son repêchage immédiat, c'est-à-dire au vent de lui, comme il a été indiqué à propos du sauvetage d'un naufragé, que la manœuvre soit exécutée avec ou sans embarcation.

Le Zodiac sera disposé avec son armement, prêt à être mis à l'eau immédiatement si besoin, et au moins un plongeur sera équipé.

Il n'y a pas de « manœuvre - type », valable pour tous les cas, à bord de tous les bâtiments. C'est pourquoi chaque commandant doit consigner par écrit dans ses "ordres pour la mer", les instructions précises à appliquer par les officiers de quart.

Ces consignes peuvent envisager trois solutions :

- stopper et battre en arrière immédiatement ;
- effectuer un tour complet, c'est-à-dire une ample giration ou deux évolutions à 180° (hippodrome) ;
- adopter la manœuvre dite de « Boutakow ».

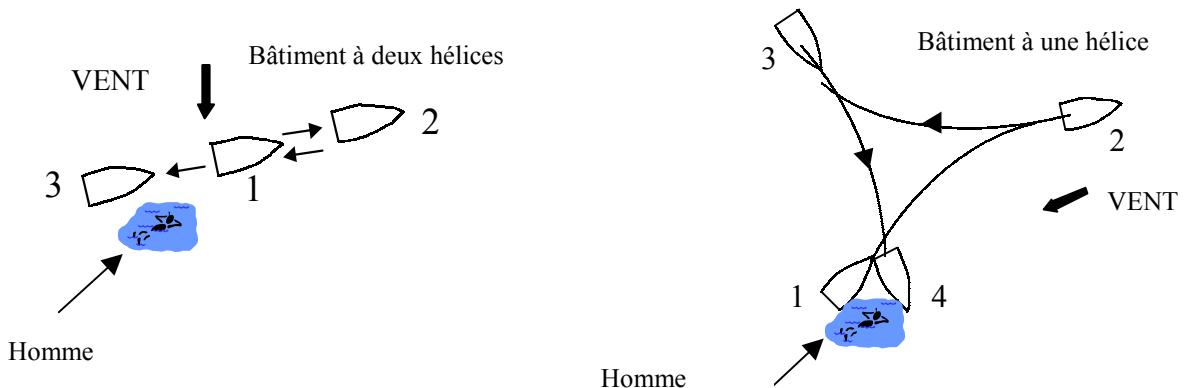
La consigne ordonnant de mettre automatiquement la barre pour venir du bord où est tombé l'homme, afin qu'il ne soit pas pris dans les remous des hélices, est généralement une vue de l'esprit car à moins d'une chute à petite vitesse à partir de la plage avant, le naufragé est dans le sillage avant que le bâtiment n'ait pu évoluer d'un degré.

#### 1. Stopper et battre en arrière

C'est théoriquement la manœuvre la plus rapide, qui permet de refaire en arrière le chemin parcouru depuis la chute de l'homme à la mer. Mais pratiquement elle ne peut être utilisée que dans les conditions suivantes :

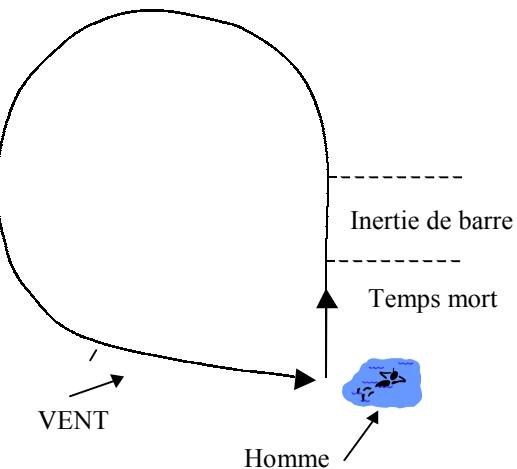
- avec une propulsion permettant un stoppage rapide et un démarrage immédiat en arrière, alors le bâtiment possède encore une bonne erre en avant ;
- par beau temps, car, avec du vent et de la mer, il n'est possible ni de culer droit, ni de culer vite ;
- à bord des petits bâtiments seulement, les gros diesels ne supportant pas les manœuvres brusques lorsqu'ils fonctionnent à forte puissance ;
- avec des bâtiments à deux hélices, car le couple d'abattée dû au pas de l'hélice unique fait venir le bâtiment en travers, lorsqu'il bat vigoureusement et longtemps en arrière.

De plus, il s'agit d'une manœuvre inopinée et la propulsion n'est pas au poste de manœuvre. Avec turbines, il s'écoule beaucoup trop de temps avant que le bâtiment ne soit stoppé.



## 2. Effectuer un tour complet

Si l'officier de quart est certain de ne pas perdre l'homme ou la bouée de vue pendant la giration, il s'agit de la manœuvre la plus rapide pour un bâtiment de quelque importance. Elle donne le temps de rappeler la propulsion « au poste de manœuvre » avant tout ordre brutal, et d'armer l'embarcation. En revanche, elle nécessite une meilleure connaissance du bâtiment et de ses réactions pour déterminer le moment le plus opportun pour arrêter la giration, diminuer de vitesse, stopper et battre en arrière.

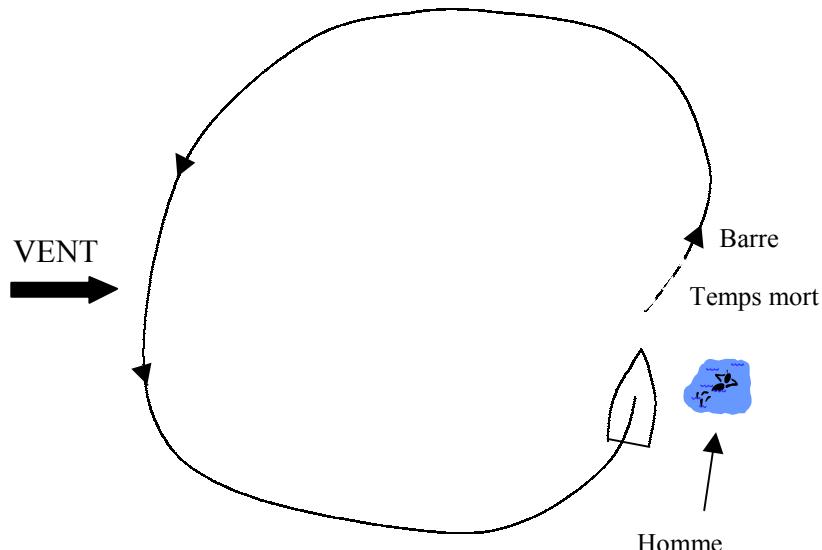


En réalité, l'angle dont il faut venir sera toujours nettement inférieur à  $360^\circ$ , du fait du temps mort qui s'est écoulé entre la chute à la mer et le moment où la passerelle a été avisée, et également du fait de l'inertie de barre.

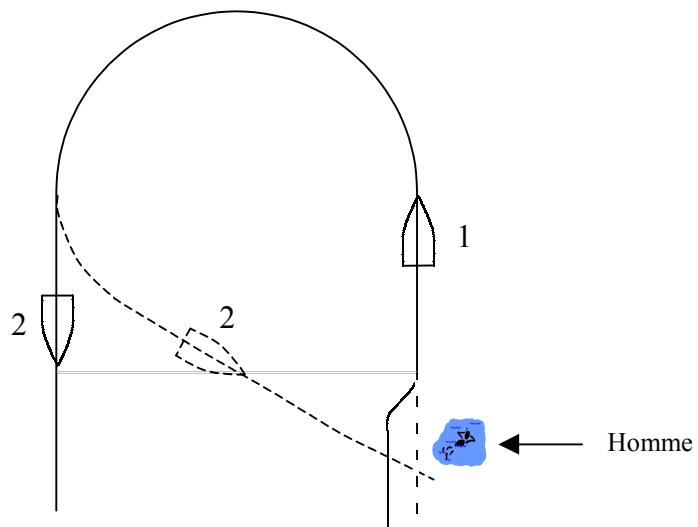
Il suffira d'effectuer une giration comprise entre  $250^\circ$  et  $300^\circ$ . Selon les bâtiments la vitesse de rotation varie de  $1^\circ$  seconde avec un grand angle de barre. On peut donc espérer être stoppé au vent de l'homme en un temps compris entre 4 et 7 minutes, même sur un navire important, à condition de ne pas manquer la première présentation et de voir l'homme ou la bouée en permanence pendant la giration.

Au cas où cette condition primordiale ne serait pas remplie, la manœuvre peut s'effectuer d'une façon légèrement différente. Elle consiste à effectuer une giration complète de  $360^\circ$  en deux fois ( $2 \times 180^\circ$  en hippodrome), de façon à tenir compte des temps morts.

L'officier de quart vient de  $180^\circ$  avec un angle de barre un peu inférieur à « toute », surtout s'il y a du vent ( $25^\circ$  par exemple), puis reste en route droite pendant un temps un peu supérieur au temps mort le plus probable (40 à 50 secondes pour un temps mort évalué à 30 secondes), et enfin effectue une deuxième giration de  $180^\circ$  avec le même angle de barre. Cette dernière doit, en principe, aboutir près de l'homme. En cas de dissymétrie de la courbe de giration, il est possible d'augmenter au besoin la rotation sur la fin en adoptant l'angle de barre « toute ». Mais il faut bien se rendre compte que le temps nécessaire dépasse celui de la manœuvre précédente de 1 m 30 s à 2 m 30 s (ligne droite, giration complète de  $360^\circ$ , évolution moins rapide).



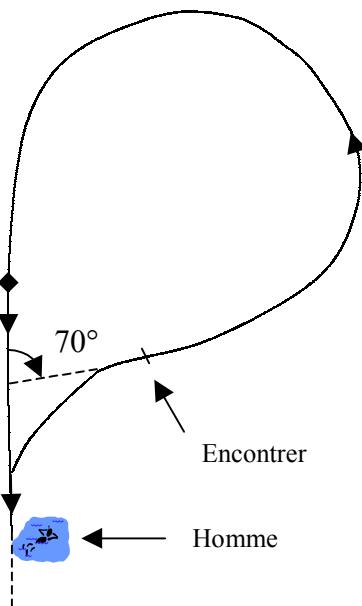
Aussi dans le cas où, après avoir évolué de  $180^\circ$ , l'officier de quart verrait encore l'homme, il est conseillé de venir directement vers lui.



### 3. Le "Boutakow"

C'est une manœuvre classique pour repasser sensiblement dans les mêmes eaux au cap inverse. Elle sera donc bonne par mauvaise visibilité, de nuit, ou si la passerelle a été prévenue tardivement. Mais, si elle est considérée par beaucoup de marins comme la plus sûre pour repêcher un homme à la mer, **elle est aussi la plus lente**. C'est pourquoi, surtout dans les eaux froides, **il ne faut l'adopter que si elle présente seule de bonnes chances de permettre le repérage de l'homme**. Le repêchage s'effectue en un temps compris entre 6 et 11 minutes selon les bâtiments, si la passerelle a été prévenue immédiatement de la chute de l'homme.

La manœuvre consiste à venir d'un bord de  $70^\circ$  environ avec un certain angle de barre ( $20$  à  $25^\circ$ ), puis à rencontrer, et à venir de  $250^\circ$  de l'autre bord avec le même angle de barre. Le bâtiment se trouve ainsi au cap inverse et approximativement sur la même route que précédemment. Il reste à parcourir une certaine distance en ligne droite avant d'arriver sur l'homme.



L'angle de  $70^\circ$  dont il faut abattre en premier lieu est une indication : selon l'angle de barre utilisé, selon la vitesse, selon le bâtiment, il peut être quelque peu différent ( $60^\circ$  ou  $75^\circ$ , par exemple). De plus, il faut tenir compte, pour donner l'ordre de remettre la barre à zéro puis dans l'autre sens, de l'inertie giratoire, variable avec la vitesse et le type de navire. Il en résulte qu'une telle manœuvre, essentielle dans certains cas pour sauver un homme à la mer, mais également très utile dans d'autres, n'aura de chance d'aboutir à une certaine précision que si elle a fait l'objet d'une étude particulière à bord de chaque navire. Les résultats pratiques

seront reproduits dans le Guide de Manœuvre, le Registre de présentation au combat, et dans des instructions ou planchettes de passerelle, destinées aux officiers de quart.

Toutefois, les effets de la mer et du vent peuvent déformer de façon assez sensible la courbe idéale obtenue par beau temps.

### **Présentation et repêchage. La manœuvre du bâtiment de secours**

Elle peut être envisagée sous trois formes différentes :

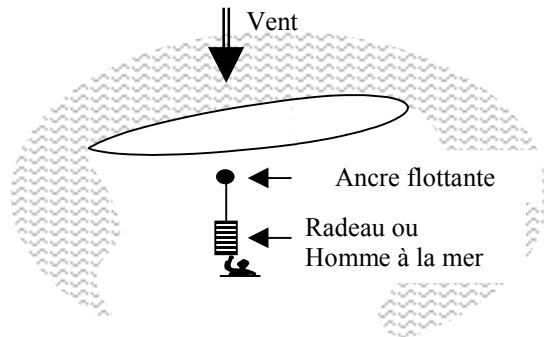
- sauvetage direct par accostage du navire en difficulté ;
- ramassage de naufragés dérivant dans une embarcation ou sur un radeau ;
- sauvetage d'un naufragé dans l'eau.

#### **1. Accostage d'un navire en difficulté.**

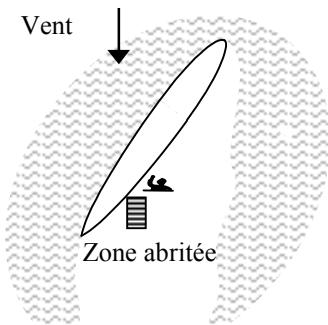
La réussite d'une telle manœuvre dépend essentiellement de l'état de la mer. Elle a été tentée avec succès en temps de guerre, en particulier pour sauver rapidement le personnel d'un bâtiment en feu, ou pour transborder des blessés. Lorsque le temps permet de la tenter, il faut encore tenir compte des dangers d'explosion dus à l'incendie : soute à munitions pour un navire de guerre, soutes à gazole ou mazout pour un pétrolier, matières dangereuses transportées par un cargo. Le commandant du bâtiment sauveteur, malgré son désir d'agir vite devra s'efforcer d'évaluer les risques et agira en conséquence.

#### **2. Ramassage de naufragés dérivant dans une embarcation ou sur un radeau.**

Il faut toujours supposer que les rescapés sont à peu près sans force, ou en tout cas très diminués physiquement. La présentation se fera de façon que le vent fasse dériver le bâtiment vers l'embarcation ou le radeau. Si celui-ci a mis en place une ancre flottante, il n'y a pas de difficulté majeure. La présentation peut s'effectuer assez loin au vent pour accrocher le bout de l'ancre avec un grappin. Dans le cas contraire, il faut tenir compte de la dérive du radeau très supérieure à celle du navire sauveteur. Il est alors nécessaire de se présenter très près de lui et dans une position qui permette de l'abriter.



Lorsque la mer n'est pas forte, la meilleur allure de présentation est voisine du vent de travers, correspondant à la position d'équilibre "arrêté". Elle permet de créer un bon abri pour l'embarcation, éventuellement de filer de l'huile, de procéder à l'amarrage le long du bord, de faire descendre un homme pour élinguer les rescapés, sans doute incapables de monter à une échelle de pilote par leurs propres moyens. Mais, si dans cette position le navire sauveteur présente des mouvements de roulis trop importants, il est préférable qu'il se présente presque vent arrière, approximativement à 20° du vent. C'est une position assez facile à tenir en s'aidant de la propulsion. La zone abritée est moins étendue, mais le personnel du bord manœuvre plus aisément et le risque de faire chavirer le radeau ou l'embarcation est moindre. Il faut alors s'efforcer d'effectuer le transbordement dans l'endroit le plus calme c'est-à-dire entre l'étrave et la passerelle. Le petit



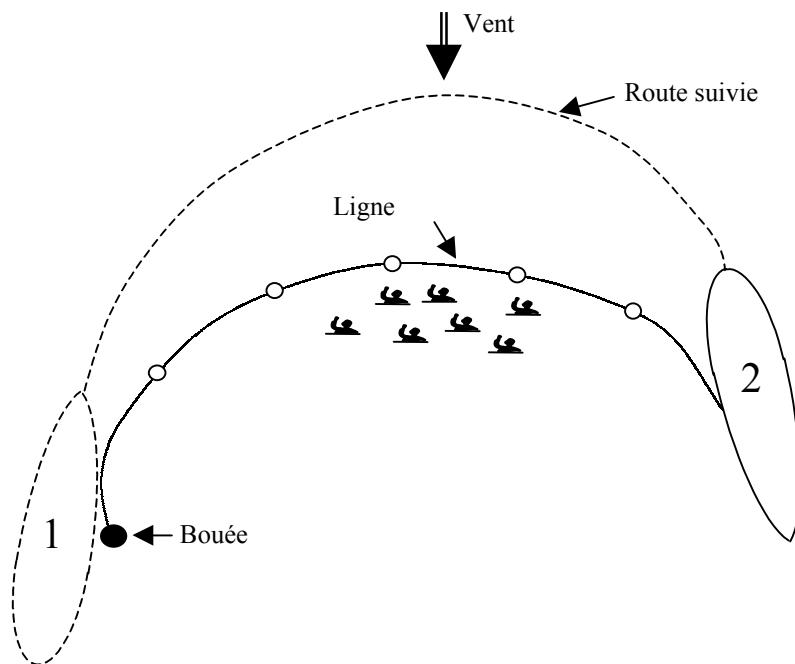
bossoir d'embarquement de vivres ou de munitions, qui existe à cet endroit sur presque tous les bâtiments de guerre, peut être utilisé avantageusement.

### 3. Sauvetage d'un naufragé dans l'eau.

A bord d'un bâtiment de faible ou moyen tonnage, l'accostage peut être envisagé. L'allure à adopter se situe entre le vent de travers et 20° du vent arrière pour les raisons énoncées ci-dessus à propos du sauvetage d'un radeau. Si le bateau roule trop, l'homme peut être assommé par un liston, ou aspiré par les remous de la quille de roulis. La présentation doit s'effectuer largement au vent, car le bâtiment dérive beaucoup plus vite qu'un homme dans l'eau. Il faut diminuer de vitesse suffisamment à temps pour ne pas battre trop longtemps et trop brutalement en arrière. Les remous pourraient aspirer le naufragé et le faire couler, ou au contraire l'écartier du bord rapidement. Si l'homme vient de tomber à l'eau et possède suffisamment de force et de réflexes, une bouée pourra lui être lancée (amarée à une ligne Brunel ou un lance-amarre) qu'il saisira et amarrera lui-même. Mais il faudra généralement l'aider, ou l'élinguer complètement s'il a séjourné quelque peu dans l'eau. Les deux solutions suivantes peuvent être utilisées :

- soit mettre à l'eau un plongeur amarré de telle sorte qu'il dispose d'un bout de filin libre de 2 mètres environ, pour élinguer l'homme. La liste des plongeurs d'alerte doit être affichée à la passerelle.
- soit mettre à l'eau une embarcation pneumatique. Cette deuxième méthode pour ramasser un homme à la mer doit toujours être préparée sur les grands bâtiments, ainsi que sur les porte-avions lorsqu'ils n'ont pas d'hélicoptère d'alerte sur le pont ou en vol.

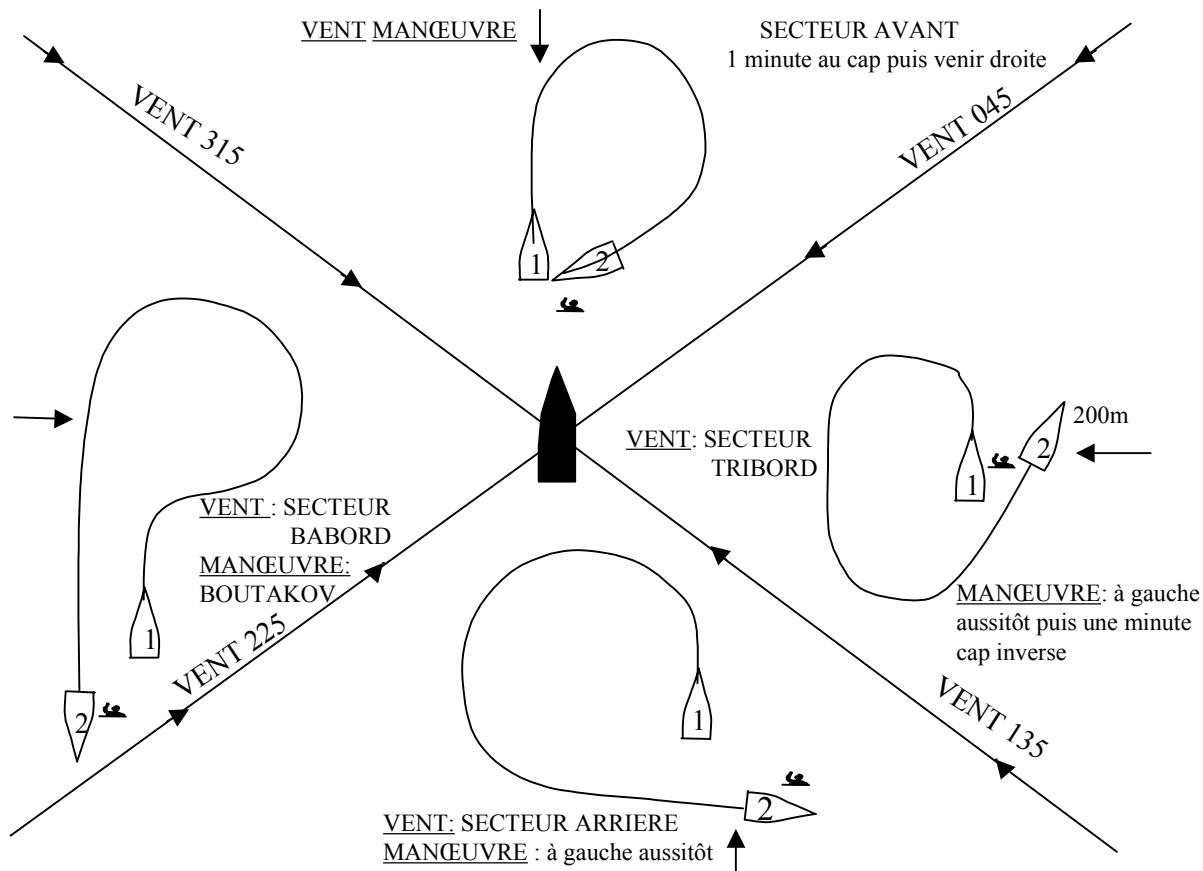
Les efforts conjugués de plusieurs personnes valides sont parfois nécessaires pour faire monter un naufragé dans une embarcation.



Lorsque plusieurs naufragés peu valides se trouvent à l'eau, la seule méthode pour les récupérer rapidement consiste à mettre une embarcation à l'eau pour les récupérer, et également de faire dériver vers eux une ligne flottante à l'extrémité de laquelle se trouve une bouée.

Cette ligne est filée par l'avant (position 1 de la figure) pendant la présentation vent debout ; elle est, si possible, supportée par de petits flotteurs. Le bâtiment sauveteur l'élonge en même temps qu'il fait le tour des hommes jusqu'à venir par leur travers, et s'y étaler un peu avant d'atteindre le vent arrière (position 2). Les naufragés accrochent la ligne qui dérive vers eux et peuvent être déhalés le long du bord du côté sous le vent.

**Homme à la mer. Manœuvres à effectuer en fonction de la direction du vent, le zodiac étant situé à bâbord.**



#### Manœuvre de récupération en zone de guerre

- Les feux d'homme à la mer ne sont utilisés que sur ordre de l'OTC.
- Dans le cas d'un homme tombé d'un grand bâtiment, le bâtiment léger le plus proche ou le bâtiment de sauvetage éventuellement désigné par l'OTC manœuvre pour récupérer l'homme si la situation tactique le permet. Les autres bâtiments doivent conserver route et vitesse. Si aucun bâtiment léger n'est présent, l'OTC donnera les ordres nécessaires, mais les grands bâtiments ne doivent pas stopper dans les zones où la présence de sous-marins ennemis est possible ;
- Dans le cas d'un homme tombé d'un bâtiment léger, celui-ci doit manœuvrer pour se dégager de la formation et récupérer l'homme si la situation tactique le permet. Les autres bâtiments doivent conserver route et vitesse tout en évitant le lieu du sauvetage.

#### Hélicoptère de sauvetage

Si un homme tombe à la mer, et si la situation tactique et les conditions de vol le permettent, un bâtiment doté d'un hélicoptère de sauvetage (désigné par l'OTC) doit faire décoller cet hélicoptère pour aider au sauvetage. Lorsqu'un hélicoptère effectue un sauvetage de personnel, il est recommandé aux bâtiments de surface de se tenir à distance.

#### Manœuvre de récupération standard

##### 1. En ligne de file

- *Le bâtiment dont l'homme est tombé à la mer doit maintenir sa route, à moins qu'il ne soit le dernier bâtiment de la ligne, auquel cas il doit faire lui-même la manœuvre pour récupérer homme. Il peut utiliser la barre pour écarter légèrement son arrière de l'homme ; puis revenir à la route ;*
- *Les bâtiments sur l'avant de celui qui a un homme à la mer restent à la vitesse prescrite et conservent leur route ;*
- *Les bâtiments sur l'arrière de celui qui a un homme à la mer stoppent et manœuvrent pour s'écartier en déboîtant les numéros impairs comptés à partir du bâtiment de tête sur tribord et les numéros pairs sur bâbord. Puis tous les bâtiments reprennent leur route et leur vitesse initiales, à l'exception du bâtiment désigné pour la récupération de l'homme.*

- *Le dernier bâtiment de la ligne doit toujours être prêt à récupérer un homme tombé à la mer. Cependant tout bâtiment en position de le faire sans danger, doit exécuter la manœuvre aussi rapidement que possible en informant les autres bâtiments de ses intentions.*
2. En ligne de front ou en ligne oblique
- *Le bâtiment qui a un homme à la mer doit manœuvrer pour le récupérer.*
  - *Les autres bâtiments doivent conserver route et vitesse.*
3. En toute autre formation
- *Dans le cas d'un homme à la mer tombé d'un grand bâtiment, le bâtiment léger le plus proche, ou celui éventuellement chargé du sauvetage par l'OTC, doit manœuvrer pour récupérer l'homme. Toutefois, s'il n'y a absolument aucun danger à manœuvrer pour le bâtiment qui a perdu l'homme, il peut le faire.*  
*Dans les deux cas, les autres bâtiments doivent manœuvrer de manière à rester à distance des opérations de sauvetage et, si possible, conserver l'intégrité de la formation ;*
  - *Dans le cas d'un homme tombé d'un bâtiment léger, celui-ci doit manœuvrer pour récupérer l'homme. Les autres bâtiments doivent manœuvrer de manière à rester à distance des opérations de sauvetage et, si possible, conserver l'intégrité de la formation ;*
  - *En formation serrée, un bâtiment se trouvant sur l'avant ne doit pas manœuvrer pour ramasser un homme à la mer s'il y a risque d'abordage. Il doit conserver route et vitesse, sauf ordre contraire de l'OTC qui peut désigner un bâtiment de sauvetage pour effectuer la récupération de l'homme.*
4. Pendant un ravitaillement à la mer
- *si on dispose d'un hélicoptère de sauvetage, il doit être maintenu en alerte pendant les heures du jour. Cependant, si le temps est mauvais ou en cas de dangers particuliers l'hélicoptère devra être en vol, en position adéquate ;*
  - *si un bâtiment de sauvetage est désigné, il doit être placé entre 500 et 1000 yards sur l'arrière du ravitaillleur ;*
  - *si l'on ne dispose d'aucun autre bâtiment, ni d'un hélicoptère, le ravitaillé est désigné comme bâtiment de sauvetage. Dans ce cas, les bâtiments, ravitailleur et ravitaillé, devront s'assurer qu'ils sont tous les deux prêts à effectuer une séparation d'urgence.*  
*Si un homme tombe à la mer, les deux bâtiments doivent jeter à la mer, aussi près que possible de l'homme, des bouées de sauvetage avec marqueurs.*  
*L'OTC doit être prévenu immédiatement afin d'assurer un repêchage rapide de l'homme.*

## 6.2 LE MATERIEL DE SAUVETAGE

### 6.2.1 LE MATERIEL INDIVIDUEL

- Brassières : il en existe deux types :
  - brassières gonflables
  - brassières à flottabilité permanente
- Bouées couronnes et " fer à cheval"
  - Elles peuvent être munies d'un système d'éclairage (feu à retournement)
- Bouée de sauvetage SYRESTHOMME
- un marqueur auto jour 30 mn à fumée jaune + colorant.
- une valise contenant un kit de maintenance permet le reconditionnement.
- Combinaison du commandant Rigolet (tout habillé dans une combinaison étanche).
- Un marqueur auto 7 heures à éclairs + colorant.
- Combinaison sèche AERAZUR type 860 (étanche et anti-feu) utilisée par les passagers (hélico) effectuant des vols au-dessus d'étendues d'eau. Obligatoire pour une température d'eau inférieure à 15°C.

#### Ligne Brunel

Chatte lestée.

### 6.2.2 MATERIEL DE SAUVETAGE COLLECTIF

On utilise des radeaux pneumatiques types :

RPSMN 90 (radeau pneumatique de sauvetage marine nationale)

BOMBARD 10 ou 20 places et SOLAS 10, 20 ou 25 places

Chaque radeau est identifié puis suivi par carnet matricule.

#### Description

10 places/ 110 KGS/ 1 bouteille

20 places/ 190 KGS/ 2 bouteilles

Le gonflage se fait par percussion d'une bouteille de CO<sub>2</sub> + N<sub>2</sub> (gaz carbonique + azote).

Le plancher se gonfle par soufflet. Le matériel de survie se trouve dans deux containers.

#### Embarcations

Difficulté de mise à l'eau, sauf embarcations pneumatiques.

#### conserver en état

Le radeau est roulé dans une coquille et est maintenu à l'aide d'une jupe amarrée par une drisse rouge cassante (25 KG) sauf RPSMN qui a une jupe fermée par élastique.

Il est recouvert d'une autre coquille. Les deux coquilles sont rendue solidaires avec des sangles ou des petits câbles d'acier amarré par de la drisse bleue cassante à 100 KG (l'amarrage est fait de 4 passages et terminé par 4 ½ clés et nœud d'arrêt)

Les amarrages se font côté bonde.

#### Disposer le container

Pour limiter les entrées d'eaux on disposera le container joint à l'horizontal et la bonde vers l'arrière.

#### Entretien

Visite type 1 (pesée de la bouteille) faite annuellement par le bord (+ DCN pour modèle 90)

Visite type 2 et 3 effectuée par la DCN (type 2 tous les 2 ans, type 3 tous les 6 ans).

Suivi du radeau sur un livret matricule.

#### Appliquer les consignes suivantes

Ne pas le faire rouler, ne pas le faire tomber, serrer le ridoir de l'hydrostat à la main.

### **6.2.3 CONDUITE A TENIR PAR UN HOMME TOMBE A LA MER**

Si vous tombez à la mer :

- gardez votre sang froid . On s'est aperçu ou on s'apercevra de votre disparition (relève de quart ou appel de service) et des hommes ont été repêchés plusieurs heures après leur chute à la mer.
- Ralliez la bouée et amarrez vous (perte de connaissance).
- Bouée au vent : elle va venir vers vous; bouée sous le vent : ne pas s'épuiser à la poursuivre si elle dérive trop vite.
- Si pas de bouée, créez des poches d'air (vareuse, chemise, jambe pantalon, botte).
- Ne pas se déshabiller sauf chaussures lourdes ou bottes.
- Jeter les objets lourds.
- Tourner le dos à la mer.
- Ne jamais abandonner votre flotteur. Attendez qu'on vienne vous prendre, ne surestimez pas vos forces.

Dans tous les cas, il est primordial de garder son sang froid et la volonté de survivre.

### **6.3 APERÇU SUR LA "SURVIE" EN MER**

Il est utile de faire le point des possibilités de « survie » pour un naufragé dans l'eau ou, au contraire, au sec sur un radeau flottant. Ainsi apparaîtra mieux l'efficacité de l'un ou l'autre des matériels décrits.

Il ne suffit pas en effet de préserver les naufragés de la noyade, car la température ambiante, la faim, la soif, la perte du moral sont autant de facteurs qui viennent vite à bout de leur résistance. Des études effectuées depuis la seconde guerre mondiale, il ressort que le plus grand ennemi est le froid.

Les renseignements qui suivent sont tirés du livre du docteur Aury :

### **Opération Survie**

#### Le froid.

TEMPERATURE DE L'EAU	PERTE DE CONNAISSANCE	MORT
0°	15 minutes	15 à 75 minutes
10°	30 à 60 minutes	1 à 2 heures
15°	2 à 4 heures	6 à 8 heures
21°	5 à 8 heures	moins de 24 heures
26°	10 à 20 heures	2 à 3 jours

#### La chaleur

Elle est également très néfaste, lorsque le naufragé ne dispose que d'une faible quantité de boisson. Exposé aux intempéries dans une température ambiante de 30°, il sera très diminué physiquement au bout de deux à trois jours, et à bout de résistance à partir du cinquième, s'il ne peut consommer plus d'un demi-litre de liquide par jour. A l'abri du soleil, sous une tente par exemple, sa résistance sera très largement améliorée.

#### Le moral

Le docteur Aury cite, parmi plusieurs exemples, celui de l'Amiral Charner, torpillé au large de Beyrouth en février 1916. Le seul survivant, trouvé sur un radeau après cinq jours de souffrances, raconta que ses treize compagnons d'infortune s'étaient abandonnés au désespoir et avaient péri dans les premières vingt-quatre heures. Lui-même n'avait résisté que grâce à une farouche volonté de survivre.

Le même livre cite le cas d'un matelot chinois, qui vécut seul 131 jours sur un radeau, en utilisant quelques vivres emportés, puis sa pêche (poissons et oiseaux de mer), et en buvant un peu d'eau de pluie récupérée dans les lambeaux d'une brassière.

Il faut surtout retenir de cet aperçu très schématique qu'un naufragé dans l'eau ne peut survivre que très peu de temps, quelques heures à peine, si la température est inférieure à 15°, et que les conditions de résistance à bord d'un radeau sont considérablement améliorées par l'emploi d'une tente destinée à protéger les rescapés du froid, de l'humidité et des rayons solaires. En outre, il est bien évident que la « survie » sera d'autant mieux assurée que les naufragés pourront disposer de quelques vivres et de boissons bien adaptées. Des études ont montré (docteur Bombard) qu'il était possible de se nourrir et de se désaltérer avec les seuls produits de la mer. Des conseils à ce sujet existent à bord des radeaux et embarcations de sauvetage. Il est cependant conseillé de boire plutôt de l'eau de pluie, ou d'utiliser un dessalinisateur manuel d'eau de mer (osmose par pression).

## **6.4 LE SYSTEME MONDIAL DE DETRESSE ET DE SECURITE EN MER**

### **généralités**

Adopté en novembre 1988, il a été mis en place sur une période s'échelonnant entre le 1<sup>er</sup> février 1992 et le 1<sup>er</sup> février 1999.

Afin d'assurer ses fonctions de base telles que les diffusions d'alertes et les diffusions de sécurité maritime, le SMDSM utilise les cinq services suivants, dont deux par satellite :

- un service de radiocommunications reposant sur l'utilisation de 4 satellites géostationnaires INMARSAT.
- Un service de radiocommunications reposant sur l'utilisation de 4 satellites sur orbite polaire COSPAS/SARSAT.
- Le SERVICE MOBILE MARITIME, support pour le système de diffusion de l'information dans les gammes MF, HF et VHF avec ASN (Appel Sélectif Numérique).
- D'un service E/R NAVTEX
- Du système SART (Search And Rescue Transpondeur).

### **Etude du principe**

Le SMDSM ayant une vocation mondiale comporte des moyens terrestres et navals que les différents états signataires doivent fournir, permettant d'établir des radiocommunications à tous moments et à toutes distances. Dans ce sens, les eaux maritimes ont été réparties en quatre zones :

- ZONE A1 : zone de couverture d'au moins une station côtière travaillant en ondes métriques (VHF).
- ZONE A2 : zone de couverture d'au moins une station côtière travaillant en ondes hectométriques (MF : 100 milles).
- ZONE A3 : couverture INMARSAT.
- ZONE A4 : zones océaniques restantes (polaires).

#### **Services utilisés par le système :**

##### système INMARSAT :

Il utilise quatre satellites à couverture quasi mondiale reliés à des stations côtières (station de PLOEMEUR-BODOU pour la France). En plus des services de correspondance publique, INMARSAT assure :

- Alerte de détresse navire : côtière (bande 1626.5 à 1646.5 MHz)
- Alerte de détresse côtière / navire (bande 1530 à 1545 MHz)
- Un service de diffusion d'information MSI(Maritime Safety Information), permettant grâce au système AGA(Appel de Groupe Amélioré) ou EGC(Echanged Group Call (UK) d'appeler tous les navires dans une zone donnée non couverte par un service NAVTEX : SAFETY NET
- Un service de R.L.S.(Radiobalise de Localisation des Sinistres).

##### système COSPAS/ SARSAT :

(deux satellites US "SARSAT" et deux RUSSES "COSPAS")

C'est un système mixte (terrestre/maritime) développé par la FRANCE-USA-RUSSIE et le CANADA, ayant une durée de vie de 15 ans prorogée de 5 ans.

Il est uniquement conçu pour localiser des Radiobalises de localisation de sinistres, émettant sur 121,5 et 406 MHz.

La surveillance est mondiale grâce à l'utilisation de ces satellites placés à faible altitude sur une orbite polaire(900 Kms d'altitude) et d'une architecture terrestre composée de 20 LUT(Local User Terminal-station locale au sol) ; en France station FMCC à Toulouse) ;

Ces LUT vont traiter des informations émises par les RLS, via les satellites, puis les transmettre vers les MCC (Centre de Contrôle de Mission) qui à leur tour vont tenir informés les C.R.O.S.S. de la zone concernée.

##### service mobile maritime

Tout navire à la mer doit assurer une veille permanente avec l'ASN sur :

- le canal 70 (156,5 MHz en VHF) et ce pour un navire se trouvant en ZONE A1.
- la fréquence de détresse et de sécurité 2187,5 KHz si le navire se trouve en ZONE et /ou A3.
- les fréquences ASN de détresse et de sécurité 2187.5 et 8414.5 KHz ainsi que l'une de ces fréquences : 4207.5-6312-12577 ou 16804.5 KHz en zones A3/ A4.

Le système d'appel sélectif numérique (ASN) :

Technique qui repose sur l'utilisation de codes numériques permettant à une station radioélectrique d'entrer au contact avec une autre, voire plusieurs stations et de leur transmettre des messages (vitesse 100bds = MF ; 1200 bds = VHF).

L'ASN est un élément essentiel du SMDSM

##### Système NAVATEX :

C'est un service destiné à être utilisé dans le monde entier pour assurer :

- la diffusion des renseignements sur la sécurité maritime (MSI)
- les alertes de détresse

Les stations côtières émettent à tour de rôle sur la fréquence unique et mondial de détresse 518 KHz en F1B/ 100 bds selon un diagramme défini afin d'éviter les brouillages mutuels ; (10 mn toutes les 4 heures).

Deux stations NAVATEX en France : CROSS CORSEN et CROSS LA GARDE qui reçoivent les avis côtiers de leur COM respectifs (Brest et Toulon) pour retransmission NAVTEX.

(VACATIONS CROSS LA GARDE : 03h40-07h40-11h40-15h40-19h40-23h40) ;

Le répondeur radar à 9 GHz : (SART : Search And Rescue Transpondeur)

Le SART est le moyen principal de repérage des embarcations et engins de sauvetage. La détection de ce signal de détresse s'effectue sur le scope d'un écran radar et ne fait donc pas partie intégrante du SMDSM hormis le fait que cette balise est obligatoire (comme deuxième moyen de repérage).



## CHAPITRE 7 ECHOUEMENT - DESECHOUEMENT

<b>7.1</b>	<b>ÉCHOUEMENT - DÉSÉCHOUEMENT</b>	<b>400</b>
<b>7.2</b>	<b>RENFLOUEMENT DES ÉPAVES</b>	<b>403</b>

## 7.1 ECHOUEMENT - DESECHOUEMENT

### 7.1.1 CONDITIONS GENERALES

A la différence de l'**échouage** qui est un acte volontaire et réfléchi, un **échouement** inopiné est toujours un incident de mer grave, même lorsqu'il se produit à faible vitesse. L'importance de la masse d'un bâtiment, comparativement à l'épaisseur des tôles, est considérable. Il suffit d'une roche légèrement débordante qui pénètre dans un double fond ou un water-ballast, pour empêcher tout mouvement du navire en avant ou en arrière, tant qu'un allégement important, permettant de le dégager du seuil, n'aura pas été réalisé. Telle peut être la situation dans une région sans marées.

Or, un bâtiment de guerre ne dispose pas toujours d'approvisionnements liquides suffisants pour s'alléger rapidement. Les débarquements de pièces d'artillerie, de munitions, nécessitent des moyens flottants qui n'existent pas toujours à proximité. Les navires de commerce chargés peuvent envisager de jeter une partie de leur cargaison à la mer, mais les commandants hésitent souvent à adopter cette solution, étant responsables du fret qu'ils transportent. De plus, ce travail exige des manutentions pénibles et longues pour un personnel peu nombreux. Les travaux d'allégement, quelles que soient les dispositions prises et l'aide reçue de l'extérieur, peuvent durer un certain temps. Si le mauvais temps survient, le navire risque de se trouver rapidement en perdition.

Ce qui vient d'être dit au sujet d'un échouement à faible vitesse prend une importance encore beaucoup plus considérable lorsque le bâtiment monte au sec à bonne vitesse et déjauge de plusieurs mètres.

Dans les régions à marées, la situation peut être encore beaucoup plus critique, si l'incident se produit aux environs de la plein mer. On conçoit aisément sa gravité, par exemple en Manche. Un navire tirant huit mètres peut se trouver complètement à sec à marée basse. Pour peu que le récif soit incliné, ou présente de fortes têtes de roches d'un seul bord, le chavirement est à craindre. Si un tel drame ne se produit pas, des marées perdantes peuvent imposer une attente de près de quinze jours.

Pour toutes ces raisons, un échouement quel qu'il soit est toujours un incident sérieux, et le point de la situation doit être fait immédiatement avec beaucoup de précision.

### 7.1.2 PREMIERES DISPOSITIONS A PRENDRE

Lorsque l'échouement s'est produit à faible vitesse, et que des avaries graves des fonds ne sont pas à craindre, la première manœuvre consiste à tenter de partir en arrière pour effectuer le chemin parcouru en sens inverse, surtout si le bâtiment n'a pas changé de cap en s'échouant. La propulsion est mise en arrière très lentement pour s'assurer qu'il n'y a pas de chocs sur les hélices, puis à toute puissance. Il sera judicieux d'essayer simultanément de faire rouler légèrement le bâtiment par des mouvements de l'équipage réalisés en cadence au commandement. Afin de contrôler le moindre mouvement de la coque sur le fond, des alignements seront pris à terre si possible ; sinon, un plomb de sonde sera mouillé. Il est absolument inutile de tenter de battre en arrière lorsque l'échouement s'est produit avec beaucoup d'erre.

Dans le cas où l'assiette du navire s'est modifiée au moment de l'incident, et où l'avant est déjaugé de quelques centimètres, il est judicieux de vider rapidement les soutes avant. Mais il faut toujours se méfier de ne pas entreprendre de mouvements d'assiette à tort, car le bâtiment peut très bien être échoué jusqu'à l'arrière. Un sondage rapide, effectué des deux bords à hauteur du talon de la quille et du brion ,servira parfois utilement à lever le doute. il faut, avant tout, se méfier de ne pas agraver la situation.

Au cas où cette manœuvre ne réussit pas, il faut immédiatement faire appel aux remorqueurs les plus voisins, ou à des bâtiments à la mer dans les parages.

#### Étude de la situation

Pendant que ces aides rallient, une étude plus approfondie des conditions du déséchouement doit être entreprise.

##### 1. Visite des fonds.

La première précaution à prendre consiste à s'assurer qu'il n'y a pas de voie d'eau ou, s'il y en a une, à bien la localiser. Si les fonds sont restés secs, il est nécessaire de déceler les endroits présentant des déformations de coque qui peuvent donner une indication sur la forme des récifs en cet endroit.

##### 2. Sondages.

Il ne s'agit plus de savoir uniquement s'il y a davantage d'eau à l'avant ou à l'arrière, mais d'établir un plan de sondage précis tout autour du bâtiment, principalement dans les parties latérales et arrières. La connaissance de la qualité du fond et de la profondeur d'eau exacte peut être utile jusqu'à 200 ou 300 mètres de l'arrière. Ce

travail servira à guider les chalands, remorqueurs ou bâtiments de sauvetage susceptibles d'accoster, à choisir la direction des ancrages de résistance devant former points fixes, et à l'approche d'autres navires devant donner la remorque. Si le bâtiment s'est enfoncé dans la vase ou dans du sable mou, un phénomène de succion risque de le retenir vigoureusement; de plus, les condenseurs ou aspirations des groupes électrogènes peuvent s'engorger.

Un renseignement plus précis sur la configuration du fond sous la coque sera obtenu en faisant plonger un scaphandrier. Il est utile de savoir si la roche présente des épaulements d'un bord ou de l'autre, et quelle partie du navire exactement porte le plus lourdement sur le fond.

Il est bien certain qu'il faut toujours parer au plus urgent et que le principal travail, lorsque le navire roule ou talonne, et que le vent force, est de mouiller sans perdre de temps des ancras pour l'empêcher de monter davantage au sec, et de prendre à bord toutes les mesures de sécurité nécessaires.

### 3. Étude de la marée.

Dans les régions à très faible marée, comme la Méditerranée, le marin navigue sans s'inquiéter de cette question; il ne dispose d'ailleurs pas toujours des documents nécessaires. En cas d'échouement, dix centimètres ne peuvent pas être négligés. Aussi doit-on installer dès que possible une échelle de marée pour étudier comment varie le niveau. Cette même précaution doit également être prise dans les mers à marées pour vérifier que la configuration des lieux n'apporte pas de modification notable aux prévisions de l'annuaire. En outre, dans ces mêmes régions, il est prudent de regarder au plus vite si le coefficient augmente ou diminue, quelle sera la hauteur d'eau à basse mer, quelle est la date de la prochaine grande marée, et si la hauteur d'eau correspondante est supérieure ou non à celle qui existait à l'heure de l'échouement. Enfin, il y a lieu d'étudier les courants.

### 4. Prévisions météorologiques.

S'il est indispensable d'installer de forts ancrages le plus rapidement possible, afin d'empêcher le bâtiment de monter plus haut au sec, sous l'effet du vent, de la mer ou du courant, il n'est pas absolument certain qu'il faille disposer les points fixes pour que la traction des chaînes et aussières s'effectue dans l'axe. Lorsque le bâtiment se présente en travers à la houle ou aux vents, il est primordial de l'empêcher de riper sur le flanc, ce qui lui causerait des avaries beaucoup plus graves que celles provoquées par un léger glissement en avant sur sa fausse quille.

C'est pourquoi la météorologie générale ou les prévisions pour les jours à venir doivent être prises en considération selon les caractéristiques de l'échouement et la durée probable des préparatifs nécessaires avant le renflouement.

## Disposition pour un déséchouement rapide

Le bâtiment n'étant pas monté au sec très vite, et n'ayant pas de voie d'eau, on peut espérer le sortir rapidement avec l'aide de remorqueurs ou d'autres bâtiments.

### 1. Organisation des points fixes.

Il paraît logique en pareil cas d'utiliser le remorqueur susceptible de fournir la plus grande puissance ou, si cela est possible, plusieurs bâtiments. Il est fort probable dans ces conditions, surtout s'il s'agit d'une coque légère, que les points fixes habituels seront insuffisants. Il faut donc en préparer d'autres en utilisant les plus gros fils d'acier du bord ou les chaînes. Les tourelles pourront être ceinturées; un bâtiment léger pourra entourer toute sa coque en passant ses plus fortes aussières par les écubiers.

En outre, si les ancras principales ne peuvent être mouillées dans la bonne direction, faute d'embarcation capable de les porter, un point fixe au moins sera établi avec les deux plus grosses ancras à jet empennelées. Leur poids est généralement prévu pour assurer dans ces conditions la même tenue qu'une ancre de bossoir. Plus elles seront mouillées loin (150, 200, 300 m si possible), mieux elles tiendront. Un maillon de chaîne sur l'ancre améliorera la solidité du point fixe. A bord, la plus forte caliorne bien bossée sur l'aussière sera raidie et disposée pour être virée au treuil pendant la traction des remorqueurs.

### 2. Allégement.

Faute de chalands, le seul allégement possible sera réalisé par vidange des soutes à la mer. Mais, s'il y a la moindre houle, il faut attendre que les remorqueurs soient présents de façon que le bateau tosse le moins longtemps possible. Plus il reste assis sur le fond, mieux cela vaut tant qu'une traction vigoureuse n'est pas exercée pour le sortir.

Le choix des soutes à vidanger est guidé par l'étude faite sur la façon dont le bâtiment repose sur le fond et sur le profil de celui-ci. Les barèmes du service Sécurité servent à établir la liste des compartiments à alléger. Il peut être judicieux, au cas où l'arrière serait resté en eau profonde, d'alourdir cette partie du bâtiment pour que l'avant repose moins lourdement sur l'épi. Sur un fond horizontal, c'est l'inverse, le tirant d'eau avant

étant généralement plus faible. Outre les transferts de liquides, le transport de poids lourds de l'avant à l'arrière ou inversement (ancres, munitions) peut s'avérer utile.

### 3. Prise en remorque.

Il est recommandé au bâtiment remorqueur de mouiller à bonne distance (200 à 400 m). Il pourra ainsi, après avoir passé la remorque, se placer bien en ligne dans la direction choisie pour le déséchouement avant de mettre ses machines en marche. Les remorqueurs peuvent se redresser lorsque l'aussière est raide, les autres bâtiments ne le peuvent pas. En outre, en virant la chaîne, la traction sur la remorque augmente. En même temps, le navire échoué vire sa caliorne pour faire travailler au maximum l'ancre qu'il a établi, et bat en arrière si cela lui est encore possible.

## 7.1.3 ECHOUEMENT GRAVE

Au cas où le bâtiment n'aurait pu être déséchoué par les moyens signalés ci-dessus, la question doit être envisagée sous une forme nouvelle. C'est d'ailleurs de cette façon que doit être étudié dès le début le renflouement, lorsqu'il s'agit d'un échouement à grande vitesse ou qui a provoqué des avaries sérieuses de coque (compartiment envahi, tôles déchirées, etc.).

### 1. Alléger considérablement le bâtiment.

L'étude des hauteurs d'eau à l'avant et à l'arrière permet, par comparaison avec le tirant d'eau normal, de calculer de combien de tonnes le navire doit être allégé.

Pour réaliser ce travail, outre ce qui a pu être jeté à la mer (combustible, eau), il convient de faire venir sur place des chalands et remorqueurs pour effectuer le va-et-vient avec un port voisin. Ceux-ci transporteront la cargaison du bâtiment de commerce, les pièces ou munitions du bâtiment de guerre, etc.

Les mêmes moyens de transport pourront être utilisés au retour pour amener à bord moto-pompes, groupes électrogènes si le bâtiment est privé de courant, postes de soudure, aussières et ancrages supplémentaires, pompes soufflantes pour gonfler à l'air certains compartiments, matériel d'éponillage, etc.

Selon les conditions atmosphériques, les distances à parcourir et les commodités du travail, le déchargement et la mise en place du matériel spécialisé nécessaires peuvent durer plusieurs semaines. Pendant ce temps, le navire avarié sera alourdi par des tests liquides à mesure qu'il sera déchargé par ailleurs, de façon qu'il bouge le moins possible sur le fond où il repose. Par mauvais temps, il pourra même être nécessaire de le saborder momentanément pour que les déchirures de coque n'augmentent pas.

### 2. Gonflement de certains compartiments.

Pour alléger le bâtiment échoué des importantes quantités d'eau qui ont pénétré par les brèches situées à la partie basse, le moyen le plus rationnel consiste à bien épontiller et étancher les cloisons voisines, à fermer hermétiquement les panneaux en les soudant au besoin électriquement et à procéder au gonflage à l'air comprimé du compartiment, qui forme alors cloche au-dessus de la brèche.

Le poids de la colonne d'eau extérieure étant de 100 grammes environ par mètre, il est possible de faire baisser considérablement le niveau dans certaines cales en les mettant sous une pression de 250 à 300 grammes. L'allégement acquis est équivalent au poids d'eau expulsé. Ce travail exige une certaine minutie dans la recherche et l'obturation des fuites: lorsqu'elles sont trop importantes, les compresseurs ou les soufflantes ne peuvent les étaler.

### 3. Augmentation du nombre des ancrages.

La traction sur des ancrages lourdes ou empennelées, au moyen de fortes caliornes, apporte une aide très efficace aux remorqueurs au moment du déséchouement. Certaines des ancrages mouillées pendant les travaux pour maintenir le bâtiment sur place peuvent être utilisées à cet effet. L'augmentation de leur nombre est utile à condition toutefois de ne pas gêner la manœuvre des chalands de déchargement ou des remorqueurs.

### 4. Démolition des roches.

Dans certains cas, il sera nécessaire, surtout lorsque le bâtiment a changé de cap, soit pendant l'échouement, soit par suite du mauvais temps, de détruire des roches en faisant exploser des cartouches de dynamite. L'utilisation d'un tel procédé n'est pas rare, mais seuls des spécialistes peuvent l'employer. Ils arrivent à faire éclater des têtes ou arêtes très près de la coque sans dommage pour elle.

### 5. Stabilité.

Après un échouement sérieux, et avant la remise à flot, il y a lieu de faire très exactement le point des compartiments qui doivent rester envahis par l'eau et d'en déduire quelle sera la stabilité du bâtiment après le renflouement, d'estimer la bande qu'il présentera et de préparer les manœuvres urgentes à faire pour le redresser. A quoi servirait de l'avoir remis à flot après des semaines de travail si le chavirement se

produisait ? C'est une question à ne pas perdre de vue et à étudier très sérieusement au moment où sont prises les décisions concernant le renflouement.

#### **7.1.4 CONCLUSION SUR LE DESECHOUEMENT**

Les diverses solutions qui ont été envisagées dans les paragraphes précédents représentent un guide général des dispositions à prendre. Mais il peut arriver que l'éloignement d'un port bien équipé, en particulier outre-mer, ne permette pas d'organiser un va-et-vient pour le déchargement avec des moyens convenables. Le jet à la mer de la cargaison, ou même de matériel lourd d'armement, s'impose. Il s'agit d'une ultime décision à prendre en l'absence de toute autre possibilité. Si grave qu'elle soit, elle est préférable à la perte totale du bâtiment.

Enfin, des échouements se produisent parfois en temps de guerre dans des régions menacées d'une intervention ennemie. Détourner d'autres bâtiments de leur mission principale pour les exposer eux-mêmes à des risques sérieux est une décision qui demande mûre réflexion. C'est pourquoi il arrive qu'un bâtiment échoué dans un endroit éloigné et sous le contrôle de l'ennemi soit abandonné sans autre forme de procès.

### **7.2 RENFLOUEMENT DES EPAVES**

#### **7.2.1 CONSIDERATIONS GENERALES**

Le renflouement d'une épave consiste à remettre en état de flottabilité un navire ou d'une façon plus générale, un corps flottant, qui a coulé à la suite d'un accident. Ce n'est pas seulement une opération du temps de guerre ou d'après-guerre ; d'importants relevages d'épave doivent être effectués après des naufrages consécutifs à des accidents (abordages, etc...)

Le renflouement est une opération délicate, en raison de la masse énorme qu'il faut parfois manipuler (plusieurs milliers de tonnes) et par conséquent des efforts qui doivent être appliqués : le choix des méthodes utilisées demande beaucoup de réflexions et de discernements et conditionne non seulement le coût de l'opération, mais souvent sa réussite.

Il n'existe pas de règles précises permettant de garantir le succès d'un renflouement : chaque opération est un cas d'espèce qui appelle des méthodes particulières. Toutefois, on a pu classer les méthodes suivant l'importance et la nature des efforts mis en jeu :

- les méthodes faisant appel à des forces de levage extérieures,
- celle faisant intervenir la flottabilité propre de l'épave,
- une combinaison des deux méthodes précédentes,
- la destruction partielle ou totale de l'épave et son enlèvement après fractionnement.

Dans tous les cas, la méthode utilisée doit essayer de limiter les démolitions et dégâts supplémentaires pouvant être causés à l'épave, la méthode projetée ne doit en outre pas entraîner de nouvelles détériorations qui interdiraient toute autre tentative en cas d'échec de la méthode essayée.

Même après une immersion de longue durée, certaines épaves peuvent être remises en état, moyennant des travaux très onéreux, mais quelquefois rentables. La destruction d'une épave ne doit donc être envisagée qu'après une étude très approfondie des moyens qui permettraient de l'éviter.

Les travaux de relevage ne doivent jamais être différés car l'état de l'épave peut s'aggraver considérablement par ensablement et envasement. Le temps peut se «gâter» et interdire le travail pendant une longue période.

Toutefois, il convient de ne pas oublier que les naufrages comportent pratiquement toujours des suites contentieuses. Avant d'entreprendre des travaux, il faut vérifier la situation juridique de l'épave (propriété de l'épave, qualité des personnes ou administration chargées de la vente et des travaux de relevage), et engager d'urgence les procédures appropriées (mise en demeure d'avoir à relever l'épave, arrêté préfectoral d'enlèvement d'office et d'urgence, procès-verbal de contravention de grande voirie).

Préalablement au choix du procédé de renflouement, il est indispensable de bien se rendre compte de la position et des dégâts subis par la coque après le naufrage.

Le plus souvent les navires ne coulent pas verticalement, l'eau envahit la coque par un côté et le navire chavire: l'épave est donc couchée ou complètement retournée.

Les dégâts subis par la coque pendant et après le naufrage conditionnent les opérations de relevage: avant d'entreprendre les opérations de relevage, une reconnaissance très précise doit être effectuée par tous les moyens (scaphandriers, plongeurs, télévision sous-marine). De même, un examen très approfondi des plans de construction du navire doit précéder le choix du procédé de relevage.

On examinera enfin les conditions nautiques locales (houle, marée, courants, vents, mobilité des fonds) qui ont pu modifier l'état de l'épave depuis le naufrage.

Une attention particulière doit être apportée à la sécurité du personnel: le travail sous-marin est toujours dangereux en raison du risque de déchirure des combinaisons ou scaphandres, de chute de pièces lourdes.

## 7.2.2 EMPLOI D'ENGINS DE LEVAGE

Les forces de levage extérieures peuvent être apportées par des pontons-bigues, pontons-mâtures, engins de levage terrestres.

Ce procédé n'est cependant applicable que pour le relevage de petites unités dont le poids n'excède pas 500 tonnes.

La principale difficulté est le réglage de toutes les élingues, qui nécessite le plus souvent l'emploi de palonniers d'équilibrage pour éviter le danger des élingues mal réglées qui travaillent isolément, jusqu'aux ruptures « en chaînes » pouvant causer des accidents au personnel et au matériel. Il est également difficile d'utiliser simultanément plusieurs engins de levage en raison du risque de déséquilibre des efforts, et du risque de glissement de l'épave qui peut entraîner l'un des engins de levage en raison d'une charge devenant anormalement forte.

On doit donc vérifier en permanence, tout au long de l'opération, la tenue des élingues, et pour cela, empêcher leur glissement sur la coque en les attachant par exemple aux bittes de l'épave au moyen de petits câbles, ou en les coinçant avec des pièces de bois. On place les élingues au droit des sections renforcées du navire pour éviter qu'elles cisaillement la coque et d'une façon générale on recherche les points d'amarrage normaux du navire au droit desquels la coque est toujours renforcée.

## 7.2.3 EMPLOI DES CORPS FLOTTANTS

### 1. Chalands de relevage.

Ce sont des engins de grandes dimensions, insubmersibles, comportant des water-ballasts qui permettent de faire varier leur enfouissement; ils sont équipés de treuils, daviers et de puissants mâts de charge, compresseurs, pompes, etc.

La force de levage est produite par la flottabilité de l'engin lui-même. Dans les mers à marée, le soulèvement de l'épave peut s'effectuer en raidissant les élingues à basse mer; dans les mers sans marée, on les raidit au moment où les water-ballasts sont pleins, puis on chasse l'eau par une injection d'air comprimé.

L'épave est ainsi soulevée du fond et le convoi peut être remorqué jusqu'à des zones de faible profondeur ou même à un gril de carénage, dock, slip, où les travaux de remise en état de flottabilité de l'épave sont entrepris. Comme pour le relevage en force, les tensions des élingues doivent être soigneusement égalisées.

L'emploi de chalands de relevage n'est utilisable que pour des unités d'assez faible taille, de déplacement inférieur à 2 000 tonnes.

### 2. Flotteurs.

Ce sont des caissons donnant des forces de levage de 80 à 150 t, conçus sous forme de caissons à air, ou de flotteurs en caoutchouc ou matière plastique; le type le plus courant est le caisson Bokanowsky qui est un cylindre en acier, comportant de nombreux organes et traversé par des tubes en acier permettant le passage et la fixation d'élingues en acier de 70 à 80 mm de diamètre.

Les caissons sont disposés de part et d'autre de l'épave, des élingues sont passées sous la coque et fixées sur les caissons; ces derniers permettent de soulever l'épave soit par le jeu de la marée, soit par ballastage.

Les caissons peuvent être utilisés pour le relevage de très grosses épaves : le relevage du paquebot Kairouan, coulé à Toulon pendant la guerre de 1939-1945 et relevé après la fin des hostilités, a commencé par un soulèvement de l'épave au moyen de 16 caissons de 60 tonnes et 150 tonnes.

Au lieu d'utiliser des flotteurs extérieurs à l'épave on peut introduire des flotteurs dans la coque et les gonfler ensuite par une injection d'air comprimé : les enveloppes de caoutchouc ou de plastique sont introduites dans l'épave par des plongeurs ou scaphandriers.

### Procédés utilisant des forces de flottabilité internes de l'épave

Ces procédés consistent à chasser l'eau de l'épave pour la remplacer par de l'air, rendant ainsi à la coque ses qualités de flottabilité.

1. La méthode consiste d'abord à obturer les ouvertures qui permettraient l'envahissement de la coque par l'eau.

Ce travail est exécuté par les plongeurs qui aveuglent les voies d'eau par des panneaux de bois, ou des batardeaux en ciment coulé sous l'eau, ou enfin par soudure de plaques d'acier, au besoin après découpage et rectification des ouvertures.

2. L'eau intérieure est ensuite pompée et remplacée par de l'air; on emploie des pompes à amorçage automatique permettant de travailler avec des conduites enjambant la muraille des navires.

Il convient de maintenir la dépression à une valeur suffisamment faible pour éviter qu'elle n'entraîne l'aplatissement de la coque sous l'effet de la pression extérieure sur l'épave.

Les pompes sont disposées sur des pontons flottants ou sur l'épave elle-même si des parties suffisamment vastes émergent. Si la profondeur est peu importante, on peut pomper dans une cheminée fixée sur l'épave et débouchant hors de l'eau.

3. On peut enfin améliorer l'efficacité du pompage de l'eau par une injection d'air comprimé qui doit être évidemment refoulé à une pression supérieure à la pression hydrostatique au niveau considéré.

Si les brèches de la coque sont peu importantes, il est nécessaire de prévoir des cheminées d'évacuation d'eau.

On peut accélérer l'évacuation de l'eau par pompage direct, par exemple en utilisant des pompes à émulsion, qui permettent de dévasser l'épave.

L'air comprimé est également utilisé pour permettre le travail des plongeurs à l'intérieur de la coque en vue de l'obturation des brèches, ce procédé étant plus intéressant si l'épave émerge car les sas peuvent être établis de façon très solide et très sûre sur le pont ou les superstructures.

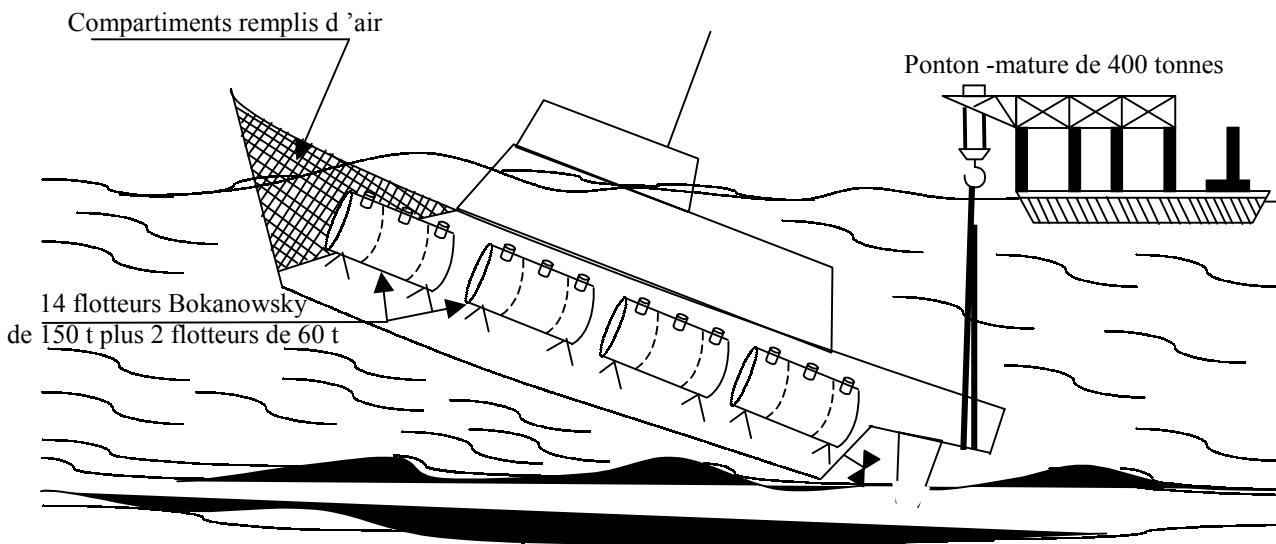
Il est toujours utile de prévoir sur des engins exposés à des chocs violents, pouvant entraîner leur naufrage (par exemple, des engins de travaux), des prises sur lesquelles peuvent être rapidement branchées des canalisations d'injection d'air comprimé; le relevage, en cas de naufrage, peut s'en trouver très sérieusement facilité et accéléré.

#### **7.2.4 PROCEDES COMBINANT L'EMPLOI DE FORCES EXTERIEURES ET DE FORCES INTERIEURES DE FLOTTABILITE**

Les procédés précédemment exposés peuvent être combinés; l'épave allégée par des flotteurs ou par remise en flottabilité est alors soulevée par des engins de levage, le renflouement d'un bâtiment dont l'épave a été allégée par remplissage en air des compartiments avant, et partiellement soulevée par des caissons, a été achevé par l'intervention d'un ponton mature de 400 tonnes.

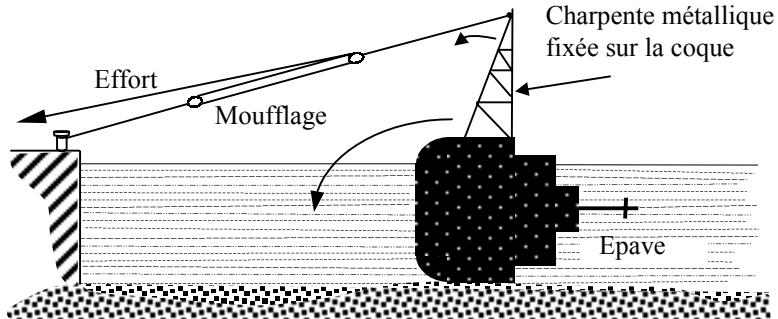
L'épave étant souvent couchée ou retournée, il est nécessaire de la redresser par un des moyens suivants :

- le renforcement du pompage ou l'injection supplémentaire d'air comprimé d'un seul bord provoque un couple de redressement qui peut suffire à faire basculer l'épave



PRINCIPE DE RELEVAGE DE L'EPAVE ( 8000T )

- le couple de redressement peut être obtenu mécaniquement à la condition de disposer de points d'appui suffisamment résistants: on réalise un mouflage suffisant des câbles de traction, mais on doit disposer d'un nombre suffisamment élevé de points de traction pour éviter des efforts trop importants concentrés sur un même point.



## REDRESSEMENT D'UNE EPAVE

L'effort de redressement nécessaire pour obtenir un couple donné peut être réduit en augmentant le bras de levier par la construction de bras en charpente métallique fixés sur l'épave : ce procédé est applicable à des épaves peu profondes ou émergentes.

### 7.2.5 PROCEDES DESTRUCTIFS

#### Découpage de l'épave sous l'eau

Lorsqu'il est reconnu que l'épave ne peut être renflouée, elle peut être découpée en tronçons qui seront remontés par des engins de levage ou des flotteurs.

1. Le découpage est exécuté au moyen de chalumeaux sous-marins spéciaux :
  - chalumeau oxyacétylénique jusqu'à des profondeurs de 8 m (au-delà on court un risque d'explosion) ;
  - chalumeau oxhydrique jusqu'à 40 m à 50 m de profondeur ;
  - chalumeau à arc électrique: pour le travail par grandes profondeurs, on emploie des électrodes pleines pour tôles d'épaisseur inférieure à 20 mm et des électrodes creuses avec jet d'oxygène pour des tôles d'épaisseur supérieure à 20 mm. Ces engins permettent des cadences de 3 cm minute pour des tôles de 8 à 10 mm. Un découpage exécuté au chalumeau avec soin, permet parfois de remonter sans trop les détériorer, des tronçons d'épaves qui peuvent ensuite être assemblés pour reconstituer le navire.
2. Le découpage peut se faire aux moyens d'explosifs brisants du type plastic, tolite, amatol, dynamite.

L'explosif est placé sous forme de chapelets fixés à la coque le long de lignes de faible résistance par collage ou par des cavaliers de fer aimantés.

L'utilisation de charges creuses permet une meilleure précision du coupage par suite de la directivité de l'effet destructif.

Dans tous les cas, il convient de veiller aux déchirures des combinaisons des plongeurs par les tôles déchiquetées par les explosions et de renforcer le dispositif de sécurité pour les plongeurs (système de remontée rapide - caissons de décompression).

#### Enfouissement de l'épave dans le sol

Lorsque l'épave repose sur un sol affouillable et qu'elle est complètement abandonnée, elle peut s'y enfouir naturellement sous l'effet des courants. Cet enfouissement peut être accéléré par dragage d'une fosse dans laquelle l'épave bascule.

L'enfouissement peut également être provoqué par explosions de charges creuses posées sur l'épave qui l'aplatissent sur le fond en même temps qu'elles l'y enfouissent.

## **CHAPITRE 8 PASSAGE AU BASSIN OU SUR DOCK FLOTTANT**

<b>8.1</b>	<b>DISPOSITIONS PRÉPARATOIRES AVANT L'ENTRÉE AU BASSIN</b>	<b>408</b>
<b>8.2</b>	<b>L'ENTRÉE AU BASSIN</b>	<b>410</b>
<b>8.3</b>	<b>STATIONNEMENT AU BASSIN</b>	<b>415</b>
<b>8.4</b>	<b>AVANT LA SORTIE DE BASSIN</b>	<b>416</b>
<b>8.5</b>	<b>MANEUVRE DE SORTIE DE BASSIN</b>	<b>416</b>

## 8.1 DISPOSITIONS PREPARATOIRES AVANT L'ENTREE AU BASSIN

1. Viser le cahier des mouvements de bassin qui précise l'heure d'entrée.
2. Communiquer au service des bassins
  - Les besoins (grue, filet de coupée, ...)
  - Le plan d'échouage (à jour)
  - Les T.E. (tirants d'eau)
3. Se mettre dans les conditions requises
  - Gîte nulle
  - Assiette inférieure à celle indiquée généralement inférieure à 1 mètre.
  - Appendice de coque rentrés (loch; dôme sonar, ...).
  - Hélice et ailerons stabilisateurs en position d'échouage.
  - Chargement compatible avec la solidité de la coque échouée (moins d'eau et de carburant possible, caisse près de l'étambot vide).
  - Soute à hydrocarbure à réparer vidée, lessivée à flot et contrôlée à l'explosimètre.
  - Matières dangereuses débarquées avant l'entrée au bassin (artifices, essence, bouteille de gaz).
  - Pour un simple séjour dérogation à demander à la majorité générale du port.
  - Manipulation d'artifice et de munitions sont interdites au bassin.
  - Munitions à débarquer, sauf les munitions d'infanterie nécessaires à l'auto-protection.  
La majorité générale peut accorder une dérogation pour conserver à bord munitions, missiles et torpilles dans le cas d'un séjour de courte durée (une semaine) si les travaux n'engagent pas la sécurité.
  - Aéronefs débarqués.
4. Mesures particulières concernant les pétroliers
  - Les soutes doivent être vidées, lessivées et inertes.  
Il pourra être dérogé à cette règle sous la responsabilité du commandant en accord avec le Service des bassins et la Majorité Générale.

### CONSIDERATIONS SUR LES BATIMENTS ENTRANT EN FORME

Très souvent les manœuvres se font sans la propulsion du bâtiment, donc avec l'aide des remorqueurs.

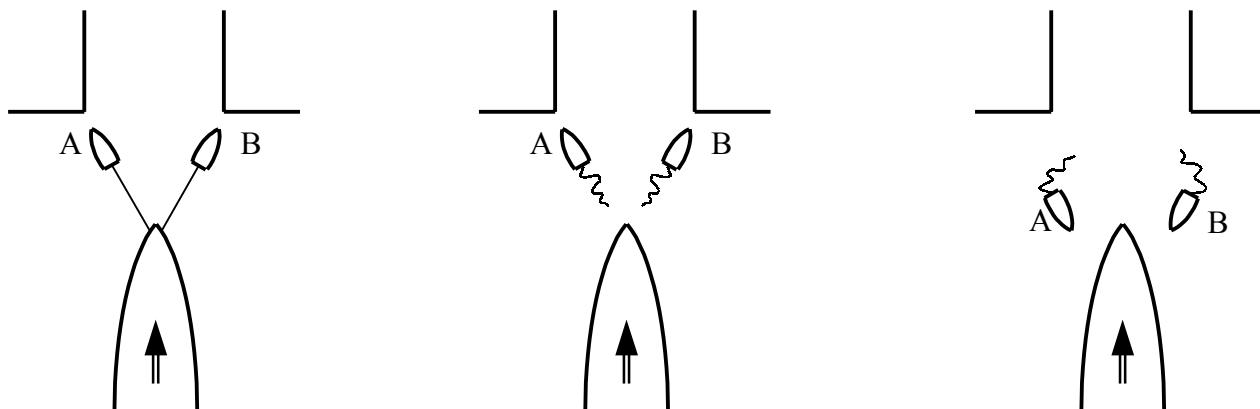
Dans les ports militaire, les remorques sont fournies généralement par les remorqueurs.

Dans les ports de commerce les remorques sont fournies par le bâtiment. Cela permet après avoir libéré les remorqueurs, de les utiliser en pouseurs plus rapidement.

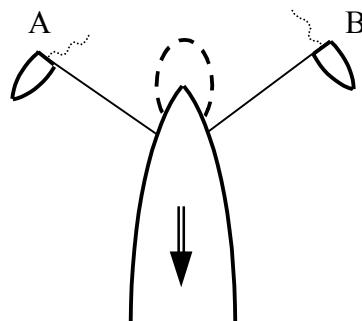
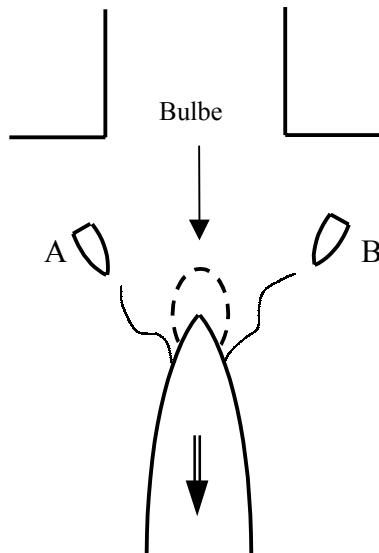
Remorques du bord ou remorques des remorqueurs ?

Les remorques des remorqueurs sont toujours préférables étant exactement proportionnées à la puissance des remorqueurs. Cependant, lors d'une entrée et lorsque l'on utilise des fléchards avant, ces derniers devront être largués aux approches immédiates de l'ouvrage. Comme dans la majorité des cas ils seront ensuite utilisés à pousser et qu'on aura rapidement besoin d'eux, si l'ensemble des remorqueurs dont on dispose est tout juste suffisant, il vaudra mieux leur passer deux bonnes remorques du bord: ils seront alors disponibles beaucoup plus rapidement.

A et B ont passé leurs remorques : une fois largués ils devront, avant de se mettre en pouseurs, dégager et rentrer leurs remorques ce qui risque d'être assez long.



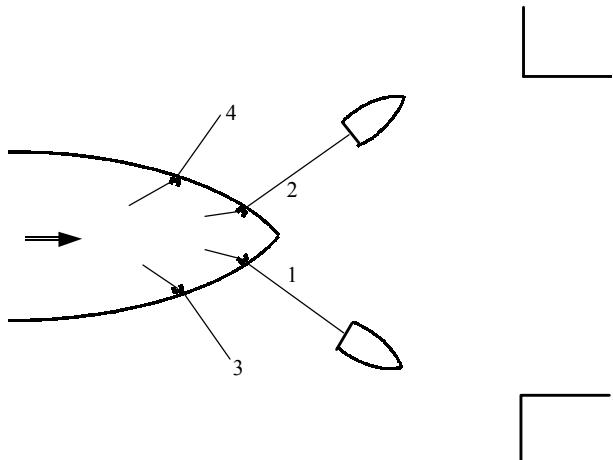
A la sortie, la passation sera également mieux assurée avec les remorques du bord si l'on désire prendre des fléchards (navires sans machine devant être placé le long d'un quai d'armement ou devant gagner un mouillage).



Si le navire est sans machine, la place étant mesurée dans la direction du déplacement, les remorques seront établies beaucoup plus rapidement si elles viennent du bord.

Il nous paraît opportun ici d'insister sur tout l'intérêt qu'il y a, avant d'entreprendre ces opérations, de convoquer les officiers de manœuvre avant et arrière pour les informer de ce qu'on attend d'eux et de discuter avec eux des emplacements (bittes, chaumards...) à utiliser de préférence suivant les possibilités du bord et les besoins de la manœuvre.

Exemple :



Les remorques ont été passées par les chaumards 1 et 2 les plus axiaux.

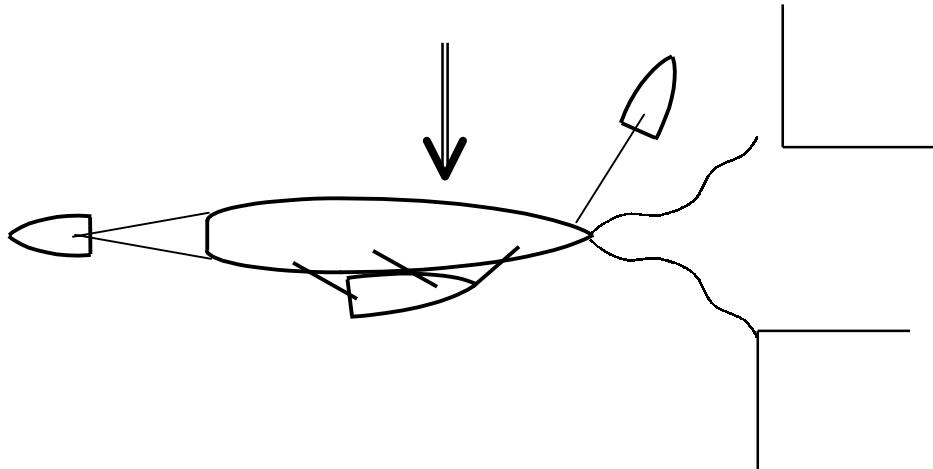
Lorsque l'on approche de la forme, on veut passer deux pointes à terre tout en conservant les remorqueurs en traction. Comme seuls les chaumards situés plus en arrière 3 et 4 sont disponibles, on ne pourra évidemment pas le faire. Il fallait passer les remorques en 3 et 4 et réserver 1 et 2 pour les pointes.

## 8.2 L'ENTREE AU BASSIN

### PHASE DE PRESENTATION

Elle consiste à immobiliser le navire devant la forme et dans son axe pour passer les amarres à terre. (Si les remorqueurs entrent dans le bassin avec le navire ou si l'on arrive à maîtriser une progression très lente il ne sera pas nécessaire de stopper le navire). Dans la plupart des cas, les formes ne disposent pas de système de halage.

#### Bâtiments de taille moyenne

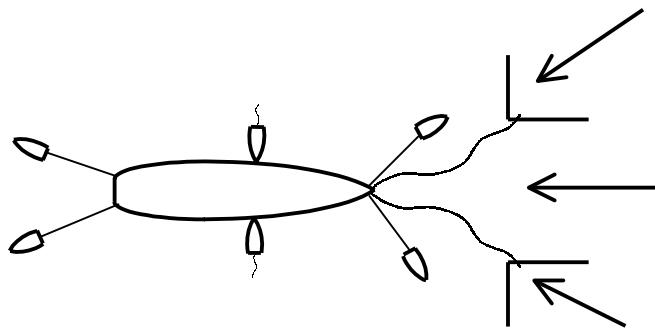


Le fléchard arrière est pris généralement en « patte d'oie ». Dans cette position il travaille mieux.

Lorsque les amarres de l'avant sont passées à terre, le fléchard avant dégagera. Il rentrera dans le bassin s'il peut en sortir ensuite. Le remorqueur à couple en fera autant.

## Bâtiments de grande taille

### Vent de l'avant :



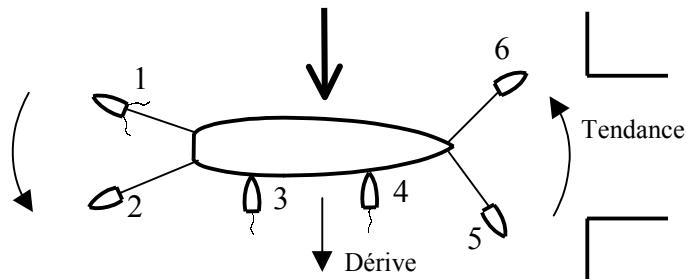
Maintenir le navire dans l'axe de la cale sera chose assez facile. Si le vent vient d'un bord, on larguera le remorqueur sous le vent en premier.

Ici aussi il faudra faire bien attention à conserver de l'erre en avant jusqu'à ce que les pointes soient passées à terre.

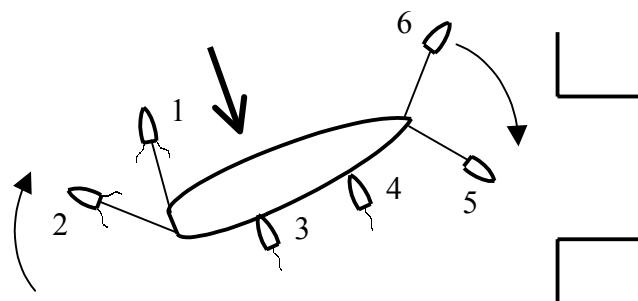
### Vent soufflant du travers :

Exemple de Brest : compte tenu de l'orientation des cales de ce port, le vent du travers bâbord est le N.W. donc un vent irrégulier soufflant par rafales. Sous les rafales, le navire aura tendance à lofer.

L'erreur à ne pas commettre est de faire tirer le fléchard avant tribord (n°5 sur la figure) pour annuler l'embardée sur bâbord qui se dessine. Il faut faire agir énergiquement le fléchard arrière au vent et le ou les poussieurs arrière sous le vent, le deuxième fléchard arrière venant éventuellement en renfort.



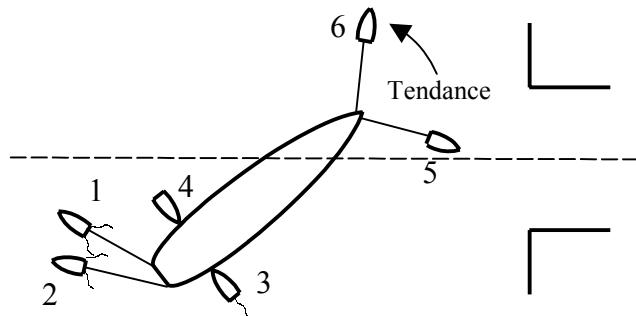
Une rafale survient, la tendance au lof se manifeste et une embardée sur bâbord se dessine. La tentation est de faire tirer 5 pour annuler cette embardée il faut s'en garder.



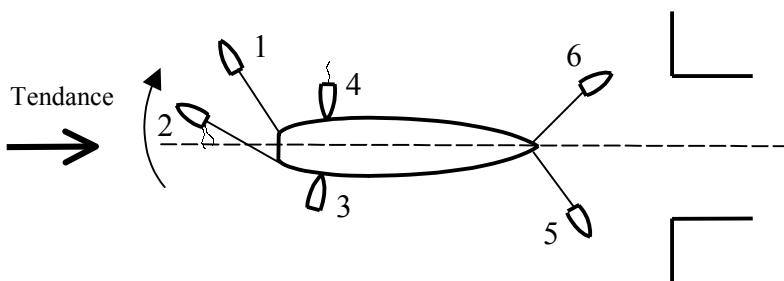
Sous l'action de 1, 2, 3, l'AR remontera au vent et l'AV viendra tout naturellement se mettre dans l'axe. Si la rafale est forte et s'annonce durable, 4 pourra se mettre à proximité de 3 en renfort.

Vent de l'arrière :

C'est une manœuvre délicate. Il faudra sans arrêt combattre toute tendance du navire à s'écartier du lit du vent. En effet, si on laisse se développer une embardée, l'autoloffée sera très forte et difficile à maîtriser.



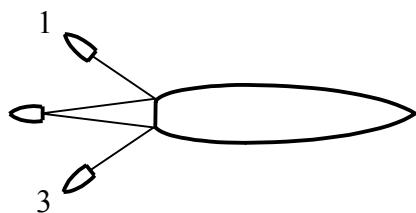
Le navire s'est écarté du lit du vent on fait agir et 3, 2 est venu se porter en renfort.



On est revenu dans le lit du vent et on a trop tardé à abattre 2 de son bord. Pour se redresser, il devra exercer une traction énergique qui aura pour effet d'entraîner le navire à franchir le lit du vent et à le recevoir de l'autre bord. Seul 4, s'il est assez puissant, pourra combattre cette tendance. Pour cette raison, si on ne dispose que de deux remorqueurs à pousser, il faudra les placer à l'arrière. Si le navire a sa propulsion , la manœuvre sera simplifiée.

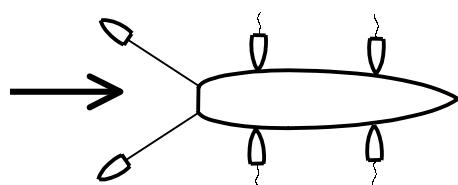
Ceci montre tout l'intérêt qu'il y a de bien synchroniser l'action des remorqueurs, le pilote apparaissant comme le « chef d'orchestre » de la manœuvre.

Lorsqu'on peut disposer de trois fléchards arrière on établit le remorqueur axial en patte d'oeie, et l'on se trouve dès lors en position beaucoup plus favorable pour gouverner.



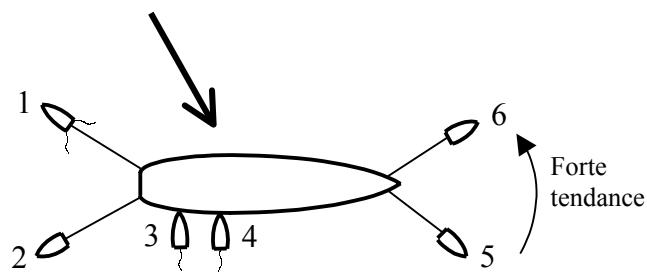
L'action de 2 est prépondérante pour la gouverne.

Enfin si on a la propulsion et si l'environnement est tel qu'une présentation à distance peut se faire, on supprimera les fléchards avant qui seront beaucoup plus efficaces à utiliser en pousseurs.



Vent de l'arrière du travers :

La tendance au lof sera constante et il faudra la combattre sans arrêt. Si on ne dispose que de six remorqueurs on pourra les placer de la façon suivante :

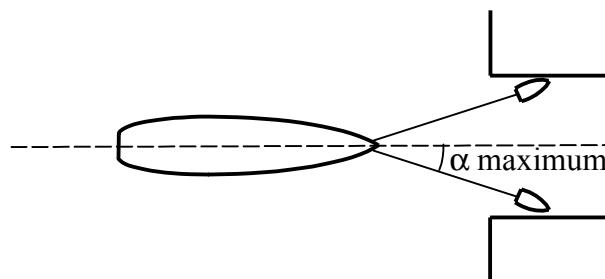


1, 3 et 4 seront les remorqueurs les plus puissants dont on dispose. Si on a la propulsion , 5 et 6 pourront être placés à pousser.

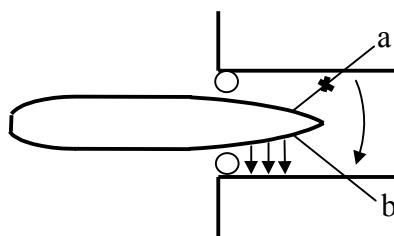
Le ou les remorqueurs entrent dans la forme :

Dans ce cas il n'est pas nécessaire d'immobiliser le navire devant la forme. Si un seul remorqueur entre en forme on le prendra en patte d'oie ; il sera du type Voith-Schneider si possible (remous).

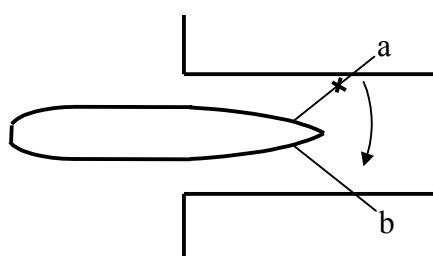
En tout état de cause les remorques devront être les plus courtes possible, ce qu'un franc bord important ne permet pas toujours. Plus les remorques sont longues, moins les remorqueurs peuvent s'écartez de part et d'autre de l'axe, et les embardées seront d'autant plus difficiles à maîtriser.

**DEHALAGE EN FORME :**

La phase la plus délicate de toute cette manœuvre se situe au moment où l'avant (ou l'arrière si le navire entre l'arrière en premier) va pénétrer à l'intérieur de la forme.



(a) vient à se rompre, le navire vient porter sur le côté tribord. Le choc sera probablement faible.



(a) se rompt, l'embardée se développe, le choc sera plus sérieux.

Lorsque la largeur du navire est bien inférieure à celle de la cale, la manœuvre devra être extrêmement précise et il va s'en dire que tout choc sera sanctionné par des avaries sérieuses et ce d'autant plus que la vitesse est importante. L'adage connu « Full Speed is Fool Speed » prend ici toute sa valeur. Par contre si le navire emplit bien sa cale, le déhalage ultérieur se fera avec beaucoup plus de sécurité car les embardées n'auront pas le temps de se développer.

Autre avantage : lorsque le navire et la forme sont de dimensions semblables, il se produit un « effet de piston » qui contribue au freinage en fin de course.

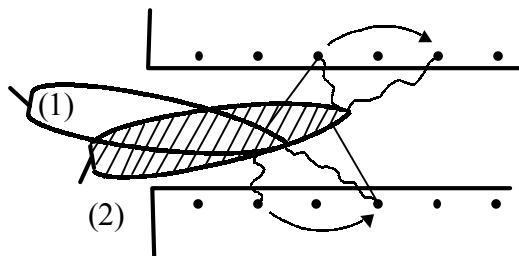
#### **La cale ne dispose pas de moyens de halage. Les remorqueurs ne peuvent entrer dans la forme :**

Dès que l'avant se trouve à bonne distance, on passe une pointe de chaque bord à terre. Ces amarres étant capelées, le bord vire en jouant sur les tensions de façon à maintenir l'avant dans l'axe tout en assurant la progression (barre et propulsion seront à utiliser avec beaucoup de mesure). On « changera alternativement ces points pour les capeler aux bollards suivants.

Lorsque la manœuvre avant dispose de cabestans ou de treuils avec tambours indépendants, les manipulations sont facilitées : on peut choquer une amarre tout en raidissant l'autre sans problème.

Dans le cas inverse (guindeaux classiques), il faut s'assurer que les gens de la manœuvre avant sont expérimentés. Il sera nécessaire de transférer, de profiter d'une embardée pour choquer en grand une amarre qui mollit et la changer, de reprendre rapidement le mou sans faire mordre les tours. Toutes ces opérations sont délicates et dangereuses (amarre en nylon qu'on largue sous tension par exemple).

Exemple de progression :



On ne doit jamais défaire les tours d'une amarre sous tension. Si le navire avance bien droit dans la cale, il va de soi que les deux pointes peuvent être changées simultanément.

En fin de course le navire est immobilisé à l'aide des gardes avant et des pointes arrière.

(Lorsqu'on s'aperçoit que l'équipe de manœuvre avant n'est pas assez étoffée on peut faire appel à des gens de la manœuvre arrière en renfort car ils n'interviennent à leur poste qu'en fin de manœuvre).

Rappel : lorsque l'arrière entre en forme on ne doit plus se servir de l'hélice. Si une bonne brise souffle du travers, il peut être avantageux de passer les deux pointes du même côté de la cale et au vent.

#### **Le ou les remorqueurs entrent dans la forme avec le navire.**

Compte tenu de ce qui a déjà été exposé précédemment, il y a peu à dire. Un remorqueur seul travaillera mieux en patte d'oie et les remorques devront être les plus courtes possibles.

#### **La cale est équipée d'un dispositif de halage :**

Nous avons vu que la vitesse de rotation des treuils de terre est relativement lente. Dans ces conditions on devra constamment veiller à ce que le navire ne dépasse pas les chariots ; la vitesse sera nécessairement très faible tant que les amarres de guidage seront sous tension, avec les remorques en flèche à l'arrière.

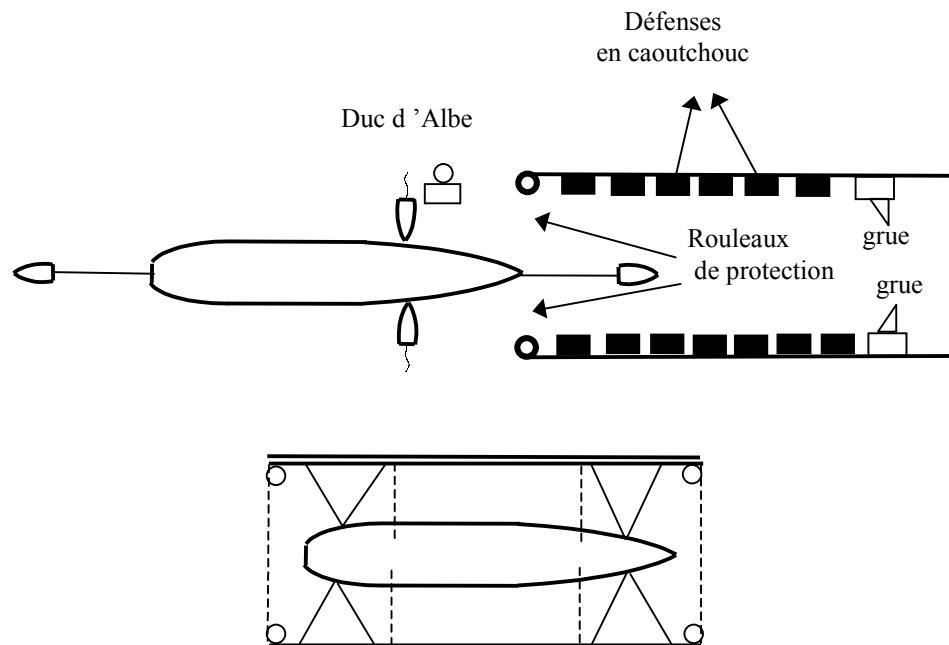
La commande des treuils se fait de terre et toujours sous les ordres du navire. Pour que le guidage soit correct, il faut, à l'entrée de la forme, égaliser les amarres passées à terre de chaque bord en les virant au fur et à mesure de la progression. Lorsqu'elles rappellent à plus de 45° de part et d'autre de l'axe, le bord les tourne sur bittes ou les étale sur les tambours des treuils à l'aide des freins. Ceci étant fait, les treuils de terre entrent en action pour assurer le déhalage.

Lors de la progression, il faudra veiller à ne pas solliciter les fléchards arrière à pleine puissance de manière à rester en dessous des charges de rupture des amarres de guidage.

## DOCKS FLOTTANTS :

Les manœuvres d'entrée en docks flottants seront identiques. Le ou les remorqueurs avant pénètrent avec le navire dans le dock. Compte tenu de la fragilité relative de ces ouvrages, on doit à tout prix éviter chocs ou heurts violents.

Lorsque le bâtiment est dans le bassin ou sur le dock, les aussières d'amarrage constituées par deux pointes à l'avant et deux à l'arrière, sont remplacées par des palans dont les courants sont tournés sur des taquets répartis sur chaque bord du bassin. Les hommes de palan, sur les ordres du responsable du service des bassins, sont chargés de les manœuvrer afin que le bâtiment s'échoue dans l'axe du bassin, sur la ligne de tins.



## 8.3 STATIONNEMENT AU BASSIN

Pendant l'échouage :

- Se tenir en liaison avec le chef du service des bassins.
- Interdire tout mouvement de poids.

Dans le bassin asséché :

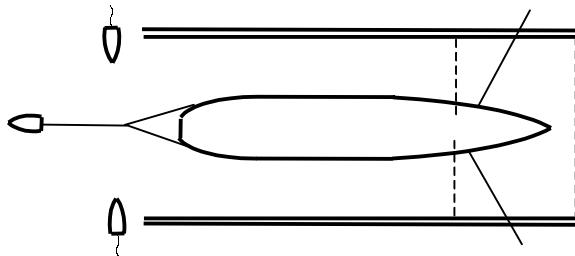
- Prendre l'accord du chef de service des bassins pour tout mouvement de poids supérieur à 1 pour 1000 du déplacement léger (en une ou plusieurs fois).
- Tenir la comptabilité des mouvements de poids.
- Interdire le fonctionnement des grosses machines dont les vibrations peuvent ébranler l'accordage.
- Si lancement d'un G.E. (groupe électrogène) prendre l'avis du service des bassins.
- Passer sur courant terre.
- Tenir à jour la situation d'étanchéité si une mise en eau d'urgence doit avoir lieu (officier de garde).
- Mettre des pinoces sur les orifices de coque (peinture).
- Appliquer les consignes de service courant :
  - casque de protection.
  - filet de protection sous les coupées.
  - vérifier les rambardes des escaliers.
  - interdire l'accès aux banquettes sans garde-corps.
  - éclairer et dégager les approches des coupées.
  - ne rien jeter dans le bassin.
  - ne rien déposer sur les voies de roulement des grues.

## 8.4 AVANT LA SORTIE DE BASSIN

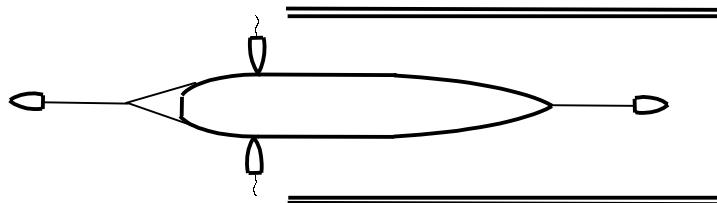
1. Avant la mise à l'eau
  - Viser le cahier de mouvement de bassins qui indiquera l'heure de début de mise en eau et l'heure de sortie
  - Se mettre dans les conditions requises (identiques à celle de l'entrée).
2. Pendant la mise en eau
  - Se tenir en liaison avec le chef du service des bassins.
  - S'assurer de l'étanchéité de la coque (rondes).
  - Mettre un homme par compartiment.
  - En cas de voie d'eau faire arrêter la mise en eau.
  - Demander un arrêt pour un contrôle soigneux de l'étanchéité généralement lorsque les presse-étoupe de L.A. et les crépines d'aspiration sont complètement immergés. (L.A : lignes d'arbre).
3. Bâtiment à flot
  - Remplacer les palans par les aussières d'amarrage.
  - Poursuivre la surveillance des fonds jusqu'à une heure après le déséchouage.
  - Pendant les 4 heures qui suivent le déséchouage, rondes de la totalité des fonds toutes les demi-heures.
  - Pendant les 24 heures suivantes rondes normales particulièrement orientées vers les fonds.

## 8.5 MANŒUVRE DE SORTIE DE BASSIN

On place un remorqueur en flèche à l'arrière généralement en patte d'oie et on choque les pointes. Du personnel sur le quai accompagnera et déplacera les oeillets des aussières au fur et à mesure du déplacement du bâtiment.

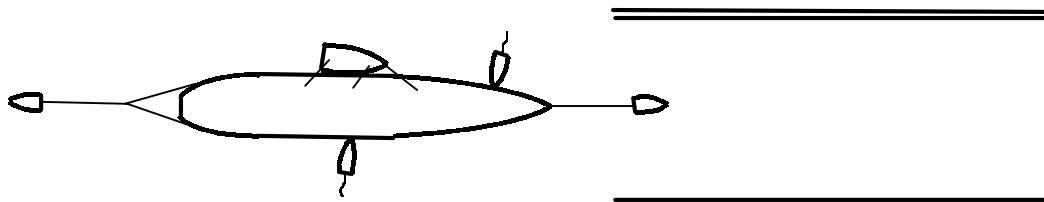


A l'extérieur, de chaque côté du bassin, un pousseur sera mis en attente, paré à pousser. Ils accompagneront le bâtiment dans sa sortie, en se déplaçant vers l'avant suivant les ordres des pilotes.



Dès que le bâtiment est suffisamment sorti, le remorqueur à couple s'attelle. Ensuite, le fléchard avant se présente.

S'il est possible de faire entrer le fléchard avant dans le bassin, l'aide à la manœuvre sera indéniable : il servira de gouverne et de frein à la fois.



Un remorqueur à propulsion "VS" remplace le fléchard, les deux pousseurs et le remorqueur à couple, pour un bâtiment de moyen tonnage.

Les mouvements de bassins sont toujours délicats ; ils demandent une attention continue et exigent beaucoup de sang-froid.

Comme de multiples facteurs entrent en compte pour le déroulement de ce type de manœuvre, il sera indispensable de programmer ces opérations à l'avance (port, chantiers, lamaneurs...). Les transmissions devront être aussi sûres que possible et un canal V.H.F. réservé à cet effet (les interférences extérieures seront toujours très désagréables et pourront à la limite compromettre la bonne marche de la manœuvre).



## GLOSSAIRE

# A

### **ABATTRE**

Ecartez sa route du lit du vent. Ce mouvement s'appelle une abattée.

### **ACCASTILLAGE**

Objets et accessoires divers équipant un navire.

### **ACCORE**

Se dit d'une côte escarpée dominant une mer profonde. Bord d'un récif ou d'une roche : à l'accore de ....

### **ACCOSTER**

Placer un bâtiment le long d'un quai ou d'un autre navire.

### **ADONNER**

Le vent adonne pour un navire à voiles quand il tourne dans un sens favorable à la marche, c'est-à-dire quand il vient plus de l'arrière. *Le contraire est* : refuser.

### **AFFALER**

Faire descendre, c'est le contraire de hâler. Affaler quelqu'un le long du bord, ou d'un mât, c'est le faire descendre au bout d'un filin (en général, assis dans un noeud de chaise).

### **AJUT**

Noeud servant à réunir momentanément deux bouts de cordage. Faire ajut.

### **ALLURE**

Direction d'un navire par rapport à celle du vent.

### **AMARRAGE**

Action d'amarrer. *Matelotage* : bout de lusin, merlin, ligne, etc... servant à relier ensemble deux cordages.

### **AMARRES**

Chaînes ou cordages servant à tenir le navire le long du quai.

### **AMENER**

Abaïsser. Faire descendre.

### **AMER**

Point de repère sur une côte.

**AMURE**

Manœuvre qui retient le point inférieur d'une voile du côté d'où vient le vent (voiles carrées). Par extension est synonyme d'allure. Pour les bateaux latins, on continue à dire qu'ils naviguent bâbord ou tribord amures, selon que le vent vient de la gauche ou de la droite.

**APERÇU**

Pavillon signal que l'on hisse pour indiquer que l'on a compris un signal.

**APPARAUX**

Ensemble des objets formant l'équipement d'un navire.

**ARDENT**

Un navire est ardent lorsqu'il tend de lui même à se rapprocher du lit du vent. *C'est le contraire de mou.*

**ARMER**

Armer un navire : le munir de son armement.

Armer un câble : le garnir en certains endroits pour le garantir des frottements.

**ARRIMAGE**

Répartition convenable dans le navire de tous les objets composant son armement et sa cargaison.

**ARRONDIR**

Passer au large d'un cap pour éviter les dangers qui débordent.

**ASSIETTE**

Manière dont le navire est assis dans l'eau, autrement dit sa situation par rapport à la différence de ses tirants d'eau avant et arrière.

Assiette positive: T AV < T AR

Assiette négative: T AV > T AR

**ATTERIR**

Faire route pour trouver une terre ou un port.

**ATTRAPE**

Cordage fixé sur un objet de façon à pouvoir en temps utile l'amener à portée de la main.

**AULOFEE**

Mouvement d'un navire tournant son avant vers le lit du vent. *Le contraire est :* abattée

**AVEUGLER**

Aveugler une voie d'eau : obstruer avec des moyens de fortune.

# B

## **BABORD**

Partie du navire située à gauche d'un observateur placé dans l'axe de ce navire et faisant face à l'avant.

## **BALLON**

Défense sphérique que l'on met le long du bord.

## **BANDE**

Inclinaison latérale du navire, synonyme de gîte.

Mettre l'équipage à la bande : l'aligner sur le pont pour saluer un navire ou une personnalité.

## **BARBOTIN**

Couronne à empreintes du guindeau ou du cabestan sur laquelle les maillons d'une chaîne viennent s'engrener successivement.

## **BASTAQUE**

Hauban à itague employé sur les petits bateaux. Il peut aussi servir à hisser certains objets.

## **BASTINGAGE**

Autrefois muraille en bois ou en fer régnant autour du pont supérieur d'un navire, couronnée par une sorte d'encaissement destiné à recevoir pendant le jour, les hamacs de l'équipage; une toile peinte les recouvrait pour les protéger de la pluie et de l'humidité. On emploie aussi ce terme par extension pour désigner les garde corps ou lisses de pavois.

## **BERNE (EN )**

Mettre son pavillon à mi-drisse en signe de deuil.

## **BITTES**

Pièces de bois ou d'acier fixées verticalement sur un pont ou un quai et servant à tourner les aussières.

## **BITTURE**

Partie d'une chaîne élongée sur le pont à l'avant et à l'arrière du guindeau, filant librement de l'écubier aussitôt qu'on fait tomber l'ancre (prendre une bitture).

## **BOLLARD**

Point d'amarrage à terre constituée par un gros fût cylindrique en acier coulé, à tête renflée, pour éviter le glissement de l'amarre. Les bollards ont remplacé les vieux canons employés dans le même but.

## **BORDER**

Border une voile : la raidir en embrasant l'écoute.

Border la côte : la suivre de très près.

Border un navire : mettre en place le bordé.

## **BOSCO**

*Argot marin* : maître de manoeuvre

**BOSSE**

Bout de cordage ou de chaîne fixé par une de ses extrémités et qui, s'enroulant autour d'un cordage ou d'une chaîne sur lesquels s'exerce un effort, les maintient immobiles par le frottement.

Bosses cassantes : bosses faibles que l'on fixe de distance en distance sur une amarre ou une chaîne. Elles absorbent les chocs en travaillant successivement jusqu'à la rupture.

**BOSSOIR**

Bossoir d'embarcation sert à suspendre et à amener les embarcations.

Homme de bossoir : homme de veille sur le gaillard d'avant.

**BOUTEILLES**

W-C. des officiers.

**BRASSE**

Mesure de longueur pour les cordages. 1m83, servant aussi à indiquer la profondeur de l'eau. Ce terme est en usage dans la plupart des nations maritimes mais la longueur en est différente; en France : 1m624; en Angleterre et en Amérique : 1m829 (six pieds anglais).

**BRASSER**

Orienter les vergues au moyen des manœuvres appelées bras.

Brasser carré : placer les vergues à angle droit avec l'axe longitudinal du navire.

Brasser un tangon.

**BRIDER**

Etrangler, rapprocher plusieurs cordages tendus parallèlement par plusieurs tours d'un autre cordage qui les serre en leur milieu; ou augmente ainsi leur tension.

**BRIGADIER**

Matelot d'une embarcation placé à l'avant pour recevoir les bosses ou les amarres, annoncer les obstacles sous le vent ou aider à accoster avec la gaffe.

**C****CABANER**

Chavirer sans dessus dessous en parlant d'une embarcation. Se dit également pour les gyros, les moteurs qui tombent en avarie.

**CABESTAN**

Treuil vertical servant à actionner mécaniquement ou à bras les barbotins.

**CADENES**

Pièces métalliques fixées à la coque pour servir de point d'attache aux haubans.

**CAILLEBOTIS**

Treillis en bois amovible servant de parquet et laissant écouler l'eau.

**CAPE (A LA )**

On dit qu'un navire est à la cape quand, par gros temps, il réduit sa voilure ou diminue la vitesse de sa machine en gouvernant de façon à faire le moins de route possible et à dériver le plus possible pour éviter les effets de la mer.

**CAPELER**

Capeler un mât, c'est faire embrasser la tête du mât par toutes les manœuvres dormantes qui doivent entourer cette tête et s'y trouver réunies.

**CARENE**

Partie immergée de la coque d'un navire.

**CARENER**

Carenier un navire : nettoyer et peindre sa carène.

**CHAMBRE**

Chambre d'embarcation : partie libre, à l'arrière de l'embarcation où peuvent s'asseoir les passagers.

**CHANDELIERS**

Barres généralement en acier fixées verticalement en abord d'un pont, autour des panneaux et des passerelles pour empêcher les chutes. Les chandeliers sont percés de trous dans lesquels passent les tringles ou les filières des garde-corps.

**CHASSER**

Chasser sur son ancre : entraîner l'ancre par suite d'une tenue insuffisante du fond.

**CHATEAU**

Superstructure établie sur la partie centrale d'un pont supérieur et qui s'étend d'un côté à l'autre du navire.

**CHATTE**

Grappin à pattes sans oreilles dont on se sert pour draguer les câbles ou les objets tombés à la mer.

**CHAUMARD**

Pièce de guidage pour les amarres solidement fixées sur le pont dont toutes les parties présentent des arrondis pour éviter d'user ou de couper les filins.

**CHOQUER**

Filer ou lâcher un peu d'un cordage soumis à une tension.

**CLAIRE**

Ancre haute et claire : ancre entièrement sortie de l'eau, ni surpattée, ni surjalée.

On dira de même : manœuvre claire, pavillon clair.

**CLAPOT**

Petites vagues nombreuses et serrées qui se heurtent en faisant un bruit particulier.

**COFFRE**

Grosse bouée servant à l'amarrage des navires sur une rade.

**CONSERVE**

Navigner de conserve : naviguer ensemble. Un bâtiment est ainsi la conserve d'un autre.

**CONTRE-BORD (NAVIRE A )**

Navire faisant une route de direction opposée à celle que l'on suit.

**COQUERON**

Compartiment servant de soute pour du matériel, des conserves, ou les boissons d'un carré.

**CORPS-MORTS**

Chaînes et ancrès disposées au fond de la mer, solidement retenues par des empennelages, et dont une branche qui part de la réunion des chaînes et nommée itague revient au-dessus de l'eau où elle est portée par un corps flottant (bouée ou coffre).

**COUPEE**

Ouverture pratiquée dans les pavois ou dans le bastingage permettant l'entrée ou la sortie du bord.

**COUPLES**

Axes de charpente posés verticalement sur la quille.

**COURSIVE**

Terme général pour désigner des passages étroits tels que ceux qui peuvent se trouver entre des chambres ou autres distributions du navire.

**CRAPAUD**

Crapaud d'amarrage : forts crampons pris sur le fond et servant au mouillage des coffres et des grosses bouées.

**CREPINE**

Tôle perforée placée à l'entrée d'un tuyautage pour arrêter les saletés.

**CROISILLON**

Petite bitte en forme de croix.

**CROUPIAT**

Grelin de cordage quelconque servant à amarrer l'arrière d'un navire à un quai ou à un bâtiment voisin.

Faire croupiat : appareiller en s'aidant d'une amarre pour éviter le navire vers la sortie du port ou du bassin.

**CULER**

En parlant d'un navire : marcher l'arrière en avant.

# D

## **DALOT**

Trous pratiqués dans les ponts et laissant s'écouler dans un tuyau placé au-dessous l'eau qui se trouve à la surface du pont.

## **DAMES**

Echancrures du plat-bord d'un canot garnies de cuivre et destinées à recevoir et à maintenir les avirons pendant la nage.

## **DARSE**

Bassin d'un port.

## **DEBORDER**

Action de pousser au large une embarcation ou un bâtiment accosté à un navire ou à un quai.

## **DEBOUQUER**

Sortir d'un canal, d'un chenal ou d'un détroit.

## **DEFENSE**

Tout objet suspendu contre le bord d'un navire ou d'une embarcation pour préserver la muraille du choc des quais et de toute construction flottante.

## **DEFERLER**

Larguer les rabans de ferlage qui tiennent une voile serrée et la laisser tomber sur ses cargues.

La lame déferle lorsqu'elle brise en s'enroulant sur elle-même ou en choquant une plage, une roche.

Déferler un pavillon : peser sur la drisse pour permettre au pavillon de se déployer.

## **DEHALER**

Déplacer un navire au moyen de ses amarres.

Se déhaler : s'éloigner d'une position dangereuse au moyen de ses embarcations, de ses voiles.

## **DERAPER**

Déraper une ancre : l'arracher du fond.

Un navire dérape lorsqu'il enlève du fond sa dernière ancre.

## **DERIVE**

Différence entre le cap vrai du bâtiment et sa route vraie sous l'effet du vent, de la mer et du courant.

On appelle aussi dérive les surfaces que l'on immerge au centre de la coque ou sur les côtés pour s'opposer à la pression latérale du vent, on devrait dire dans ce cas "contre-dérive".

Etre en dérive : navire ou objet qui flotte au gré du vent, des lames, des courants.

## **DEMAILLER**

Séparer les maillons d'une chaîne, ou l'ancre de sa chaîne.

## **DEMANDE (A LA )**

Filer à la demande un cordage qui fait effort, c'est le laisser filer en n'opposant qu'une faible résistance, mais en se tenant prêt à arrêter le mouvement au besoin.

## **DEPALER**

Etre dépalé : être porté par les courants, en dehors de la route que l'on doit suivre.

## **DEPLACEMENT**

Poids du volume d'eau déplacé par un navire qui flotte. Le déplacement s'exprime en tonnes (1000 kilogrammes).

## **DEVIRER**

Tourner en sens contraire. (Cabestan, treuil, etc...)

## **DINGHY**

Embarcation en caoutchouc. On dit aussi zodiac quel que soit le modèle.

### **DOUBLE**

Le double d'une manœuvre : la partie qui revient sur elle-même dans le sens de la longueur après avoir passé dans une poulie ou autour d'un cabillot ou de tout autre objet.

Quart de vin supplémentaire à titre de récompense.

## **DOUBLER**

Doubler au vent : naviguer au vent de, passer au vent de...

Doubler un cap : manoeuvrer et faire route de manière à contourner un cap.

Doubler un bâtiment : le gagner de vitesse.

Doubler les manœuvres, cordages : les disposer en double en cas de mauvais temps ou autrefois à l'approche du combat.

## **DRAILLE**

Cordage tendu le long duquel une voile, une tente peuvent courir ou glisser par le moyen d'un transfilage ou d'anneaux.

## **DRISSE**

Cordage ou palan servant à hisser une vergue, une corne, une voile, un pavillon, une flamme...

## **DROME**

Ensemble des embarcations, des pièces de rechange: mâts, vergues avirons, etc embarqués à bord d'un bâtiment.

Drome des embarcations : rassemblement en bon ordre des avirons, mâts, gaffes d'un canot sur les bancs.

## **DROSSE**

Cordage en filin, en cuir, en fil d'acier, ou en chaîne qui sert à faire mouvoir la barre de gouvernail.

## **DROSSER**

Entraîner hors de sa route par les vents et la mer.

**DUCS D'ALBE**

Nom donné à un ou plusieurs poteaux réunis enfouis dans le fond d'un bassin ou d'une rivière afin d'y capeler des amarres quand on déhale un navire.

**E****ECOPE**

Récipient servant à vider l'eau dans les cales ou les fonds des embarcations. Ecoper.

**ECOUTILLE**

Ouverture rectangulaire pratiquée dans le pont pour pouvoir accéder dans les entreponts et dans les cales.

**ECUBIER**

Conduit en fonte, en tôle ou en acier moulé ménagé de chaque bord de l'étrave pour le passage des chaînes de l'ancre.

Ouverture par laquelle passe la chaîne d'une ancre.

**ELINGUE**

Bout de filin ou longue estrope dont on entoure les objets pesants tels qu'une barrique, un ballot, une pièce de machine, etc. A cette élingue, on accroche un palan ou la chaîne d'un mât de charge pour embarquer ou débarquer les marchandises.

**EMBARDEE**

Abattée d'un navire en marche en dehors de sa route ou au mouillage sous l'effet du vent ou du courant.

**EMBELLIE**

Amélioration momentanée de l'état de la mer et diminution du vent pendant une tempête ou encore éclaircie du ciel pendant le mauvais temps ou la pluie.

**EMBOSSER**

Embosser un navire : mouiller ou amarrer le bâtiment de l'AV et de l'AR, pour le tenir dans une direction déterminée malgré le vent ou le courant.

**EMBOUQUER**

S'engager dans un canal, un détroit ou une passe.

**EMBRAQUER**

Tirer sur un cordage de manière à le raidir : embraquer le mou d'une aussière.

**EMERILLON**

Croc ou anneau rivé par une tige dans un anneau de manière à pouvoir tourner librement dans le trou de l'anneau.

**EMPANNER**

Un navire à voile empanne ou est empanné quand il est masqué par le côté de l'écoute de ses voiles.

**ENCABLURE**

Longueur employée pour estimer approximativement la distance entre deux objets peu éloignés l'un de l'autre. Cette longueur est de 120 brasses (environ 200 mètres). Longueur normale d'une glène d'aussière.

**ENGAGER**

Un navire est engagé quand il se trouve très incliné par la force du vent, le désarrimage du chargement ou la houle et qu'il ne peut se redresser.

Cordage engagé : cordage qui bloque.

**EN GRAND**

Tout à fait, sans retenue.

**EPONTILLE**

Colonne verticale de bois ou de métal soutenant le barrot d'un pont ou une partie à consolider.

**ERRE**

Vitesse conservée par un navire sur lequel n'agit plus le propulseur.

**ESPARS**

Terme général usité pour désigner de longues pièces de bois employées comme mâts, vergues, etc...

**ETALE**

Sans vitesse (adj. et subst.).

Etale de marée : moment où la mer ne monte ni ne baisse.

**ETALER**

Résister à.

**ETALINGURE**

Fixation de l'extrémité d'un câble, d'une chaîne sur l'organeau d'une ancre.

Etalingure de cale : fixation du câble ou de la chaîne dans la cale ou le puits à chaînes.

**ETAMBOT**

Pièce de bois de même largeur que la quille et qui s'élève à l'arrière en faisant avec celle-ci un angle généralement obtus qu'on nomme quête. Il reçoit les fémelots ou aiguillots du gouvernail.

**ETAMINE**

Etoffe servant à la confection des pavillons.

**ETARQUER**

Etarquer une voile : la hisser de façon à la tendre le plus possible.

**EVITAGE**

Mouvement de rotation d'un bâtiment sur ses ancrages, au changement de marées ou par la force du vent qui agit plus sur lui que le courant.

Espace nécessaire à un bâtiment à l'ancre pour effectuer un changement de cap, cap pour cap.

# F

## **FANAL**

Lanterne d'embarcation.

## **FARDAGE**

Tout ce qui se trouve au-dessus de la flottaison, excepté la coque lisse et offrant de la prise au vent. Dans la marine de commerce, désigne aussi les planches, nattes, etc... que l'on place sur le vaigrage du fond pour garantir les marchandises contre l'humidité.

## **FAUX-BRAS**

Cordage installé le long du bord, pour faciliter l'accostage des embarcations.

## **FERLER**

Ferler une voile carrée : relever par plis sur la vergue une voile carguée et la fixer au moyen de rabans dits de ferlage qui entourent la voile et la vergue.

Ferler un pavillon : le plier et le rouler en le maintenant ensuite avec sa drisse.

## **FILER**

Filer une amarre : laisser aller une amarre dont un des bouts est attaché à un point fixe.

Filer : marcher.

Filer la chaîne : augmenter la touée d'une chaîne en la laissant aller de la quantité voulue en dehors du bord.

Filer par le bout une chaîne ou grelin : laisser aller depuis le navire dans l'eau.

## **FILIERE**

Cordage tendu horizontalement et servant de garde-corps ou à suspendre différents objets.

Filière de mauvais temps : cordage qu'on tend d'un bout à l'autre du bâtiment et auquel les hommes se retiennent pendant les forts mouvements de roulis et de tangage.

## **FORME**

Bassin de radoub ou cale sèche.

Formes d'un navire : ses lignes.

## **FRAICHEUR**

Se dit du vent qui augmente d'intensité.

## **FRAIS**

Désigne la forme du vent (joli frais, bon frais, grand frais).

## **FRANC-BORD**

Distance entre le niveau de l'eau à l'extérieur du navire et la partie supérieure du pont principal à la demi-longueur du navire.

## **FUIR**

Fuir devant le temps ou devant la mer : gouverner de manière à recevoir le vent ou la mer par l'arrière.

# G

## **GITE**

Synonyme de bande : gîter.

## **GLENE**

Glène de cordage : portion de cordage ployée en rond sur elle-même, c'est-à-dire lovée.

## **GRAIN**

Vent violent qui s'élève soudainement, généralement de peu de durée. Les grains sont parfois accompagnés de pluie, de grêle ou de neige

## **GREEMENT**

L'ensemble des cordages, manœuvres de toutes sortes et autres objets servant à l'établissement, à la tenue ou au jeu de la mâture, des vergues et des voiles d'un navire.

## **GUINDEAU**

Appareil servant à virer les chaînes, à mouiller et à relever les ancrages à bord d'un navire. Son axe de rotation est horizontal.

# H

## **HABITACLE**

Sorte de cuvette ou de caisse cylindrique en bois ou en cuivre recouverte à la partie supérieure d'une glace et qui contient le compas de route et les lampes qui l'éclairent.

## **HALE-BAS**

Petit cordage frappé au point de drisse des voiles enverguées sur des drailles et qui sert à les amener.

## **HALER**

Remorquer un navire dans un canal ou le long d'un quai au moyen d'un cordage tiré du rivage.

Tirer un cordage ou un objet quelconque au moyen d'un cordage sur lequel on fait effort.

## **HANCHE**

Partie de la muraille d'un navire qui avoisine l'arrière. On relève un objet par la hanche quand il est à 45° par l'arrière du travers.

## **HAUT-FOND**

Sommet sous-marin recouvert d'eau peu profonde et dangereux pour la navigation.

# J

## **JAUGE**

Volume des capacités intérieures des navires exprimé en tonneaux de 2m<sup>3</sup> 83 ou 100 pieds cubes anglais.

Jauge brute : volume de tous les espaces fermés du navire sans exception aucune.

Jauge nette : volume des espaces utilisables commercialement.

## **JOUE**

Creux des formes de la coque à l'avant d'un navire.

*Syn.* : épaule.

Face extérieure de la caisse d'une poulie.

## **JUSANT**

Marée descendante.

# L

## **LAISSE**

Laisse de marée : partie du rivage alternativement couverte et découverte par la mer dans les mouvements de la marée.

## **LAIZE**

Chacune des bandes de toile dont se compose une voile.

## **LAMANAGE**

Pilotage restreint aux ports, baies, rades et rivières de peu d'importance. Dans la coutume d'Oleron, le pilote s'appelait loman, c'est-à-dire homme du lof (côté du vent); on en a fait laman, puis lamaneur.

## **LATTE**

Latte de hauban : patte métallique fixée sur le bordage pour servir de cadène de hauban.

## **LEGE**

Bâtiment lège : bâtiment vide.

## **LEST**

Matières pesantes arrimées dans les fonds du navire pour en assurer la stabilité.

## **LOCH**

Appareil servant à mesurer la vitesse du navire.

# M

## **MAILLE**

Intervalle entre deux couples voisins d'un navire ou entre deux varangues.

Ouverture laissée entre les fils des filets de pêche.

## **MAIN COURANTE**

Barre en métal, ou pièces de bois mince, placées de chaque côté des échelles de dunette, de roof-passarelle, de gaillard, etc... pour servir de rampe.

## **MAISTRANCE**

(*Marine Nationale*) - L'ensemble des officiers-mariniers de la Marine de guerre française et plus particulièrement ceux de carrière qui constituent le cadre de maistrance proprement dit.

## **MAITRE BAU**

Bau situé dans la plus grande largeur du navire.

## **MAITRE COUPLE**

Couple situé de même.

## **MANIABLE**

Modéré (vent); assez beau (temps).

## **MARIE-SALOPE**

Chaland à saletés.

## **MARNAGE**

*Syn.* : amplitude pour la marée.

## **MASCARET**

Phénomène qui se produit dans le cours inférieur d'un fleuve consistant en plusieurs lames creuses et courtes formées par la remontée du flot contre le courant propre du fleuve.

## **MATER**

Mettre un mât en place.

Mâter une pièce, une barrique, les avirons : les dresser et les tenir dans une position verticale.

## **MEMBRURE**

Pièce de bois ou de fer soutenant le bordé et les vaigres sur laquelle viennent se fixer les barrots (*syn.* : couple).

## **MOLE**

Construction en maçonnerie, destinée à protéger l'entrée d'un port et s'élevant au-dessus du niveau des plus fortes marées.

**MOLLIR**

Diminuer de violence (vent, mer).

**MOU**

Un cordage a du mou quand il n'est pas assez tendu. Donner du mou : choquer une manoeuvre.

Un navire est mou quand il a tendance à abattre.

**MOUILLER**

Jeter l'ancre et filer la touée de chaîne convenable.

**MUSOIR**

Pointe extrême d'une jetée ou d'un môle; se dit aussi de l'extrémité d'un quai à l'entrée d'un bassin ou d'un sas.

**N****NABLE**

Trou percé dans le fond d'une embarcation servant à la vider lorsque cette embarcation n'est pas à flot. S'obture au moyen d'un bouchon de nable.

**NAGE**

Mouvement imprimé par l'armement aux avirons d'une embarcation. Chef de nage : nageur assis sur le banc arrière dont les mouvements sont suivis par tous les autres.

**O****OEIL**

Boucle formée à l'extrémité d'un filin .

**ŒUVRES MORTES**

Partie émergée de la coque.

**ŒUVRES VIVES**

Partie immergée de la coque.

**P****PAILLE DE BITTE**

Tige de fer traversant la tête d'une bitte pour empêcher la chaîne ou l'aussière de décapeler.

**PAILLET**

Réunion de fils de bitord, torons de cordage, etc... tressés ensemble et formant une sorte de natte. On les emploie pour garnir les manoeuvres dormantes afin d'empêcher le frottement.

**PALANQUEE**

Colis, ensemble de marchandises groupées dans une élingue ou un filet pour être embarquées ou débarquées en un seul mouvement de grue.

**PANNE (METTRE EN )**

Manoeuvre qui a pour objet d'arrêter la marche du navire en affalant les voiles.

**PANTOIRE**

Fort bout de cordage terminé par un oeil muni d'une cosse. Pantoire de tangon : retient le tangon dans le plan vertical.

**PARE**

Prêt, libre, clair, hors de danger.

**PARER**

Parer un cap : le doubler.  
 Parer un abordage : l'éviter.  
 Parer une manoeuvre : la préparer.  
 Parer les manoeuvres : commandement pour tout mettre en ordre.  
 Faire parer un cordage : le dégager s'il est engagé ou l'empêcher de le faire.

**PASSAVANT**

Passerelle permettant de passer d'un roof à un autre. Passage couvert en abord des bâtiments de guerre modernes.

**PATARAS**

Hauban supplémentaire destiné à soulager temporairement un hauban soumis à un effort considérable très employé sur les yachts de course ce hauban mobile rappelle largement sur l'arrière.

**PAVOIS**

Partie de coque au-dessus du pont formant garde corps.  
 Grand pavois : pavillon de signaux frappés le long des étai et de l'entremise dans un ordre déterminé.  
 Petit pavois : pavillons nationaux en tête de chacun des mâts.

**PENEAU (FAIRE )**

Tenir l'ancre prête à mouiller par grands fonds après avoir filé une certaine quantité de chaîne pour atténuer la violence du choc sur le fond.

**PHARE**

Construction en forme de tour portant un feu à son sommet.

Mât avec ses vergues voiles et gréement. Ex. : phare de misaine, phare de l'avant, phare de l'arrière, phare d'artimon, phare carré.

## **PHOSCAR**

Sorte de boite à fumée et à feu jetée d'un bâtiment afin de matérialiser un point sur la mer.

## **A PIC**

Position verticale de la chaîne de l'ancre au moment où celle-ci est sur le point d'être arrachée du fond.

A long pic : position (longueur) de la ligne de mouillage permettant juste d'assurer la tenue du bâtiment sur le fond.

## **PIED DE PILOTE**

Quantité dont on augmente le tirant d'eau pour être sûr de ne pas talonner.

## **PILOTER**

Assurer la conduite d'un navire dans un port ou dans des parages difficiles de la côte .

## **PLAT-BORD**

Dans un bâtiment en bois : ensemble des planches horizontales qui recouvrent les têtes des allonges de sommet.

Dans un navire en fer : ceinture en bois entourant les ponts.

## **PLEIN**

*Syn.* : pleine mer

Plus près bon plein : allure de 1 quart plus arrivée que le plus près.

Mettre au plein : échouer un bateau à la côte.

## **POSTE (AMARRE DE )**

Aussière ou grelin de forte grosseur fournie par les ports pour donner plus de sécurité et plus de souplesse à l'amarrage des navires et éviter l'usure de leurs propres aussières d'amarrage.

## **POUPEE DE GUINDEAU**

Bloc rond en fonte sur lequel on garnit les amarres que l'on veut virer au guindeau.

## **PRELART**

Laize de toile à voile souple, cousues ensemble puis goudronnées destinées à couvrir les panneaux d'une écouteille et empêcher l'accès de l'eau dans les entreponts ou la cale.

# **Q**

## **QUART**

32<sup>ème</sup> partie du tour d'horizon, vaut 11 degrés 15 minutes.

*Syn.* : rhumb de compas.

## **QUEUE**

Queue de rat : cordage terminé en pointe.

Queue d'un grain : rafale violente et subite à la fin d'un grain.

Aviron de queue : aviron servant de gouvernail.

# R

## RABAN

Raban de ferlage : cordon ou tresse servant à serrer une voile sur une vergue, un gui, etc...

## RABANTER

Fixer ou saisir un objet à son poste avec les rabans destinés à cet usage.

Rabanter une voile : la relever pli par pli sur la vergue et l'entourer, ainsi que la vergue, avec les rabans.

## RADIER

Maçonnerie sur laquelle on établit les portes d'un bassin et d'une forme.

## RADOUB

Passage au bassin d'un navire pour entretien ou réparation de sa coque.

## RAFALE

Augmentation soudaine et de peu de durée du vent.

## RAFIAU OU RAFIOT

Petite embarcation, mauvais navire.

## RAGUER

Un cordage rugue lorsqu'il s'use, se détériore en frottant sur un objet dur ou présentant des aspérités.

Se dit aussi d'un bâtiment frottant contre un quai.

## RAMBARDE

Garde-corps. *Syn.* : main courante.

## RAS

Radeau servant aux réparations à faire à un bâtiment près de la flottaison. Petits appontements flottants.

## REFLUX

Mouvement rétrograde de l'eau après la marée haute. *Syn.* : jusant.

## REFUSER

Le vent refuse lorsque sa direction vient plus de l'avant. *Le contraire est* : adonner.

## RELACHER

Un navire relâche quand, par suite du mauvais temps, d'avaries subies, etc... il est forcé d'interrompre sa mission et d'entrer dans un port qui n'est pas son port de destination.

## RENARD

Plateau sur lequel sont pointés les noms des officiers qui descendent à terre.

**RENFLOUER**

Remettre à flot un navire échoué.

**REVERSE**

Renverse du courant : le changement cap pour cap de sa direction.

**RESSAC**

Retour violent des lames sur elles-mêmes lorsqu'elles vont se briser sur une côte, un haut-fond.

**RETENUE**

Cordage en chanvre, en acier ou chaîne servant à soutenir un bout-dehors, un bossoir.

**RIPER**

Faire glisser avec frottement.

**RISEE**

Petite brise subite et passagère.

**RONDIER**

Gradé ou matelot chargé d'une ronde.

**ROUF OU ROOF**

Superstructure établie sur un pont supérieur et ne s'étendant pas d'un côté à l'autre du navire.

**ROULIS**

Balancement que prend le navire dans le sens transversal.

**S****SABORD**

Ouverture rectangulaire pratiquée dans la muraille d'un navire.

**SAFRAN**

Surface du gouvernail sur laquelle s'exerce la pression de l'eau pour orienter le navire.

**SAISINE**

Cordage ou chaîne servant à fixer et à maintenir à leur place certains objets.

**SAS**

Partie d'un canal muni d'écluses, destinée à établir une jonction entre deux bassins de niveau différent.

Compartiment séparant deux autres et dont les ouvertures ne peuvent s'ouvrir que l'une après l'autre.

**SAUTE DE VENT**

Changement subit dans la direction du vent.

**SEC (A)**

Un bâtiment court à sec, est à sec de toile lorsqu'il navigue sans se servir de ses voiles, mais poussé par le vent.

**SEUIL**

Elévation du fond de la mer s'étendant sur une longue distance.

**SHIP-CHANDLER**

Fournisseur de navires dans les ports de commerce.

**SLIP (SLIPWAY)**

Plan incliné destiné à mettre à l'eau ou à haler à terre de petits bâtiments au moyen d'un chariot sur rails.

**SOUILLE**

Enfoncement que forme dans la vase ou le sable mou un bâtiment échoué.

**SUPERSTRUCTURES**

Ensemble des constructions légères situées au-dessus du pont supérieur.

**SURBAU**

Tôle verticale de faible hauteur encadrant un panneau, un roof ou un compartiment quelconque.

**SYZYGIE**

Marée de : marée correspondant à la nouvelle ou à la pleine lune. *Syn.* : marée de vive-eau.

**T****TABLEAU**

Partie de la poupe située au-dessus de la voûte. Dans un canot ou une chaloupe, partie arrière de l'embarcation.

**TALONNER**

Toucher le fond de la mer avec le talon de la quille.

**TANGON**

Poutre mobile établie horizontalement à l'extérieur d'un navire, à la hauteur du pont supérieur et perpendiculairement à la coque, sur laquelle on amarre les embarcations quand le navire est à l'ancre.

Tangon de spinnaker ou de foc : espars servant à déborder le point d'écoute du spinnaker ou du foc au vent arrière.

**TANGAGE**

Mouvement que prend le navire dans le sens longitudinal.

**TAPE**

Panneau en tôle ou pièce de bois obturant une ouverture.

**TAUD**

Abri de grosse toile qu'on établit en forme de toit au-dessus des ponts pour garantir l'équipage contre la pluie.

Etui placé sur les voiles serrées pour les garantir de la pluie.

**TECK**

Bois des Indes presque imputrescible aussi fort et plus léger que le chêne ; très employé dans la construction navale.

**TENUE**

Qualité du fond d'un mouillage. Les fonds de bonne tenue sont ceux dans lesquels les pattes des ancre s'abritent facilement, et ne peuvent cependant en être arrachées qu'avec difficulté.

**TEUGUE**

Partie couverte du pont supérieur avant, constituant un gaillard d'avant où les hommes de l'équipage peuvent s'abriter.

**TIENS-BON !**

Commandement à des hommes qui agissent sur un cordage, un cabestan, etc... de suspendre leurs efforts tout en restant dans la position où ils sont (voir "Tenir bon").

**TINS**

Pièces de bois carrées placées à des distances régulières sur le fond d'une cale sèche et destinées à soutenir la quille des navires.

**TIRE-VEILLES**

Nom donné à un bout de filin terminé par une pomme amarré sur l'entremise des bossoirs d'embarcation et auxquels se tient l'armement d'une embarcation quand on la met à l'eau ou quand on la hisse.

**TOMBER**

Tomber sous le vent : s'éloigner de l'origine du vent.

Tomber sur un navire, une roche : être entraîné par le vent, le courant ou toute autre cause vers un navire, un rocher, etc...

Le vent tombe, la mer tombe : le vent diminue d'intensité, les vagues de force.

**TONNAGE**

Capacité cubique d'un navire ou de l'un de ses compartiments exprimée en tonneaux. Le tonneau est égal à cent pieds cubes anglais ou à 2,83 mètres cubes (c'est le tonneau de jauge). Le tonnage exprime toujours un volume.

**TONNE**

Grosse bouée en bois, en fer ou en toile.

**TOSSEUR**

Un navire tosse lorsque, amarré le long d'un quai, sa coque frappe continuellement contre le quai par l'effet de la houle.

A la mer, le navire tosse quand l'AV retombe brutalement dans le creux des vagues.

**TOUEE**

Longueur de la remorque avec laquelle on hale un navire pour le déplacer. Longueur de la chaîne filée en mouillant une ancre. Par extension : longueur d'une certaine importance d'un câble filé ou d'un chemin à parcourir.

**TOULINE**

Petite remorque et plus généralement lance-amarre.

**TOURNER**

Tourner une manoeuvre : lui faire faire un nombre de tours suffisant autour d'un point fixe pour l'empêcher de filer ou de lâcher.

**TRAINE**

Tout objet que l'on file à l'arrière d'un navire à l'aide d'un bout de filin.

**TRANSFILER**

Transfiler deux morceaux de toile : les rapprocher bord à bord au moyen d'un bout de ligne passant alternativement des oeillets pratiqués dans l'un puis dans ceux pratiqués dans l'autre.

Transfiler une voile : la fixer à sa vergue, gui ou corne au moyen d'un filin nommé transfilage et passant d'un oeillet à l'autre en embrassant la vergue, le gui, la corne.

**TRaversier**

Amarre appelant d'une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal.

**TROE D'HOMME**

Ouverture elliptique d'un double fond ou d'un ballast.

**TUNNEL**

Conduit en tôlerie de dimension suffisante pour permettre le passage d'un homme et à l'intérieur duquel se trouve une ligne d'arbre entre la chambre des machines et la cloison de presse-étoupe AR.

**V****VA ET VIENT**

Cordage en double servant à établir une communication entre deux navires ou entre un navire et la côte.

**VERINE**

Bout de filin terminé par un croc ou une griffe et dont on fait usage en simple ou en double pour manier les chaînes des ancrages.

Câble utilisé pour la prise de coffre.

**VIRER**

Exercer un effort sur un cordage ou sur une chaîne par enroulement sur un treuil, guindeau ou cabestan.

Virer à pic : virer suffisamment le câble ou la chaîne pour amener l'étrave du navire à la verticale de l'ancre.

Virer à long pic : virer en laissant juste la chaîne nécessaire à la tenue du bâtiment sur son mouillage.

Virer de bord : changer les amures des voiles.

**VIT OU VI DE MULET**

Tige de métal articulée fixée à une vergue, à un gui, à un mat de charge pour le relier au mât qui porte une douille. Employé en particulier pour les mâts de charge.

**VIVE-EAU**

Grande marée.

**W****WHARF**

Littéralement quai, plus spécialement employé pour désigner un appontement qui s'avance dans la mer au-delà de la barre sur la côte occidentale d'Afrique.

**Y****YOUYOU**

Très petite embarcation de service à l'aviron et à la voile.