

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Université des Science et Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf

**Faculté de Génie Mécanique
Département de Génie Maritime**

**Les Installations du Pont
des Navires**

Enseignant : Miloud Abdelkrim

Nomenclature

A₁	Surface frontale (=B x h)	m ²
A₂	Surface latérale (=LPP x 0.25 x B)	m ²
B	Largeur hors membrures du navire	m
C_b	Coefficient de block (block coefficient)	
d	Diamètre de la chaîne d'ancre	mm
d_c	Diamètre de l'amarre/corde	mm
D_{cp}	Diamètre de l'écubier	mm
D_K	Diamètre du manchon de l'écubier	mm
E_{ep}	Épaisseur de la paroi de l'écubier	mm
F	Effort nominal exercé	kgf
F_c	Effort de calage	kgf
F_f	Effort de freinage	kgf
F_n	Effort nominal d'utilisation	Kgf
F_s	Effort de rupture du stoppeur	kgf
G	Poids de l'ancre	kg
h	Hauteur effective au-dessus de la ligne de flottaison en charge d'été du plafond du ronfle le plus élevé	m
K₁	Coefficient empirique dont la limite inférieure est appliquée en cas de volume insuffisant sans le puits aux chaînes	
K_s	Coefficient de sécurité	
l	Longueur de la chaîne	m
l_a	Longueur de l'amarre/corde	mm
l_t	Longueur du tambour	mm
L_{min}	Longueur minimale de l'écubier	mm
LHT	Longueur totale du navire (longueur hors tout)	m
LPP	Longueur du navire située entre les deux lignes perpendiculaires du navire	m
P	Poids de la chaîne	kg
P_n	Puissance nominale du guindeau	kw
R	Charge de rupture de la chaîne	kgf
R₁	Charge de rupture de la chaîne Q ₂	kgf

S_K	Epaisseur de la paroi de la partie fonctionnelle du manchon d'écubier du mouillage	mm
S_{K'}	Epaisseur de la paroi de la partie non-fonctionnelle du manchon d'écubier du mouillage	mm
T	Tirant d'eau maximal	m
t	Le temps de remonté de la chaine	min
V	Volume de la carène (volume mouillé)	m ³
V_n	Vitesse nominale du guindeau	m/min
V_u	Volume utile du puits aux chaines	m ³
w	Le travail de remonte de la chaine de mouillage	joule
Δ	Déplacement en tonnes métriques au tirant d'eau d'été	Tonne
ρ	Densité de l'eau de mer	Kg/m ³
Φ	Diamètre du tambour de treuil	mm
S_{max}	tension maximal du câble	daN
m	multiplicité	
a	dépend du type de palan	
N	régime	
Q	charge	Tonne
S_r	Charge de rupture normalisée	Tonne
D_{Ca}	diamètre de câble	mm
P/m	poids par mètre	Kg/m
D₁	diamètre intérieur de tambour	mm
e	paramètre dépendant du régime de travail	
D_T	diamètre extérieur de tambour	mm
N_T	vitesse de rotation du tambour	Tr/min
V_L	vitesse de levage	m/min
t	pas de rainurage de tambour	mm
Z	nombre de gorge sur un demi-tambour	
H	hauteur maximal de levage	mm
D_T	Diamètre de tambour	mm
L	longueur des rainures	mm
L₁	longueur de la parte lisse	mm

L_T	la longueur totale de tambour	mm
P_S	puissance du moteur	kw
Q	capacité de levage	daN
V_L	vitesse de levage	m/min
η_m	rendement de moteur	
N_S	vitesse de rotation de moteur	Tr/min
F_n	fréquence nominale du réseau d'alimentation	Hz
p	nombre de pôles du moteur	
P_m	puissance du moteur	kw
N_m	vitesse de rotation	Tr/min
M_m	masse du moteur	kg
d_m	diamètre de l'arbre de sorte	mm
I_{tr}	rapport de transmission	
N_m	vitesse de rotation de moteur	Tr/min
N_T	vitesse de rotation de tambour	Tr/min
M_f	moment de freinage de tambour	daN.m
Q	capacité de levage	kN
D_T	diamètre de tambour	mm
M_t	moment de torsion	daN.m
I_{tr}	rapport de transmission	
η_f	rendement moyen de frein	
M_f	moment de freinage	N.m
K_f	coefficient choisi suivant le régime de travail	
$F_{exercée}$	force exercée autour des bittes	KN
F_{ch}	force chargée	N
μ	coefficient de frottement	
σ_c	effort de cisaillement	MPa
M_T	moment tranchant	KN.m

Sommaire

Introduction générale	
Chapitre I	
I.1. Introduction.....	
I.2. Mode de transport.....	
I.3. Terminal méthanier.....	
I.3.1. Plate-forme de déchargement de quatre bras.....	
I.3.2. Réservoirs de stockage.....	
I.3.3. Regazéification.....	
I.3.4. Station d'autorisation.....	
I.4. Données principales du navire.....	
I.4.1 Dimensions principales du navire.....	
I.4.2 Capacités des cuves du navire.....	
I.5. Notation de classe (coté coque) selon de Lloyd's Register.....	
I.6. Notation de classe (coté machine) selon Lloyd's Register (LR's).....	
I.7. Mode de propulsion de ce navire.....	
I.8. Principe de fonctionnement de moteur diesel-électrique.....	
Chapitre II	
Dimensionnement de l'installation de levage	
II.1. Introduction.....	
II.2. Définition.....	
II.3. Grues embarquées sur des navires	
II.4. Schéma cinématique du mécanisme de levage.....	

II.5. Calcul et choix de palan.....	
II.5.1. Schémas du palan.....	
II.5.2. Choix de palier.....	
II.6. Choix de câble.....	
II.7. Calcul du tambour (palan).....	
a- Tambour lisse	
b- Tambour à gorge (rainures).....	
II.7.1. Dimensionnement du tambour.....	
a- Diamètres intérieurs du tambour.....	
b- Diamètre extérieur du tambour.....	
c- Vitesse de rotation du tambour.....	
d- Pas de rainurage du tambour.....	
e- Nombre de gorge sur un demi-tambour.....	
f- Longueur total de tambour.....	
II.8. Choix du moteur.....	
II.8.1. Vitesses de rotation du moteur.....	
II.9. Choix du réducteur.....	
II.10. Choix du frein.....	
II.10.1. Calcul du moment de freinage sur le tambour.....	
II.10.2. Calcul du moment de torsion.....	
II.10.3. Choix se fait à l'aide du moment de freinage.....	

II.11. Choix de crochet.....	.....
II.11.1. Dimension du crochet.....	.....
Chapitre III	
Dimensionnement des équipements de mouillage	
III.1 Introduction.....	.....
III.2.Définition.....	.....
III.3. Matériel.....	.....
III.3.1 Différents types de mouillages.....	.....
III.3.1.1. Mouillage sur une ancre.....	.....
III.3.1.2. Mouillage sur deux ancres (l'affourchage).....	.....
III.3.1.3. Mouillage de gros temps.....	.....
III.3.1.4 Mouillage en barbe.....	.....
III.3.1.5 Mouillage en plomb de sonde.....	.....
III.3.2 Ligne de mouillage.....	.....
III.3.3 Dimensionnement d'une ligne de mouillage.....	.....
III.4. Ancre.....	.....
III.4.1 Description de l'ancre.....	.....
III.4.2 Equipement de mouillage.....	.....
III.4.3 Conceptions des ancres temporaires.....	.....
III.4.4 Conceptions des ancrages permanents.....	.....
III.5 Chaine.....	.....
III.6 Guindeau.....	.....

III. 7 Ecubiers de mouillage.....	.....
III.8. Puits aux chaînes.....	.....
III.9. Stoppeur.....	.....
III.10 CALCUL ET CHOIX DES EQUIPEMENTS DE MOUILLAGE.....	.....
III.10 .1 Calcul du nombre d'armement.....	.....
III.10.2. Chaîne des ancrs d'étrave.....	.....
III.10.3. Charge de rupture et de preuve de la chaîne en étai.....	.....
III.10.4. Calcul de l'effort nominal du guindeau.....	.....
III.10.5. Calcul de l'effort de calage du guindeau.....	.....
III.10.6. Calcul de l'effort de freinage du guindeau.....	.....
III.10.7. Calcul de la vitesse nominale.....	.....
III.10.8 Dimensionnement du guindeau.....	.....
III.10.9. Détermination des dimensions principales des puits aux chaînes.....	.....
III.10.10. Détermination du manchon d'écubier.....	.....
IV.1. Définition.....	.....
IV.2. Amarres.....	.....
IV.3. Structure d'une amarre.....	.....
IV.3.1. Cordage commis.....	.....
IV.3.2. Cordage tressé.....	.....
IV.3.3. Cordage parallèle.....	.....
IV.4. Cordes en fibres synthétiques.....	.....
IV.5. Câble en acier.....	.....
IV.6. Cordes en fibres végétales.....	.....
IV.6.1. Cordes de manilles.....	.....
IV.6.2. Cordes de sisals.....	.....
IV.7. Amarres mixtes (acier - synthétique) .....	.....
IV.8. Eléments d'amarrage.....	.....
IV.8.1. Bittes.....	.....
IV.8.1.1 Calcul et choix des bittes.....	.....
IV.8.2. Bollards.....	.....
IV.8.3. Chaumards.....	.....
IV.8.4 Ecubier.....	.....
IV.8.5 Défenses.....	.....
IV.9. Calculs de mécanisme d'amarrage.....	.....
IV.9.1. Guindeau.....	.....
IV.9.2 Calcul du choix du treuil.....	.....
IV.9.3. Choix du cordage.....	.....
IV.9.4. Calcul du diamètre du tambour.....	.....
IV.9.5. Calcul de longueur du tambour.....	.....
IV.9.6. Dimensionnement du tambour.....	.....
IV.9.7. Cabestan.....	.....
IV.10. Règlement d'amarrage.....	.....
IV.11. Plages de manœuvre.....	.....
IV.12. Type d'amarrages.....	.....
IV.12.1. Cul au quai.....	.....
IV.12.2. Pendille.....	.....
IV.12.3. Amarrage à couple d'un autre bateau.....	.....
Chapitre V	
Installation de sauvetage	
V.1. Introduction.....	.....
V.2. Engins de sauvetage collectif.....	.....

V.2.1. Embarcation de sauvetage.....	
V.2.2. Radeau de sauvetage.....	
V.2.3 Canot de secours.....	
V.3. Matériel de sauvetage individuel.....	
V.3.1. Bouée couronne.....	
V.3.2. Gilet de sauvetage.....	
V.3.3. Combinaison d’immersion.....	
V.3.4. Matériel de protection thermique (couverture de survie)	
V.4. Matériel divers.....	
V.4.1. Pyrotechnie.....	
V.4.2. Fusée à parachute.....	
V.4.3. Feu à main.....	
V.4.4. Fumigène.....	
V.4.5. Feux à retournement électrique avec fumigène.....	
V.4.6. Appareil lance amarres.....	
V.4.7. Dispositifs de mise à l’eau des embarcations et radeaux de sauvetage (bossoir).....	
V.4.8. Bossoir pivotant.....	
V.4.9 Bossoir oscillant.....	
V.4.10. Bossoir par gravité.....	
V.4.11. Bossoir télescopique.....	
V.4.12 Radiotéléphonie.....	
V.4.13 Largeur hydrostatique.....	

Référence Bibliographique

Introduction Générale:

La construction navale est l'étude la plus répandue dans le monde d'aujourd'hui, le transport maritime joue un grand rôle dans l'économie mondiale, ce qui a encouragé la construction des navires et veille à leur sécurité que ce soient les abrités dans les ports (amarrage) où en dehors (mouillage).

Au fil du temps le monde maritime a vécu pas mal d'évènements tragiques (Erika, Titanic, les marées noires.... etc.) ce qui a créé la convention internationale sur la Sauvegarde de la vie humaine en mer (*Safety Of Life At Sea*) et elle assure surtout les moyens de sauvetage.

Le but de ce cours est de déterminer et de choisir les équipements de pont du navire, on prendra comme exemple un méthanier de capacité d'environ 172 000 m³. Le choix de ces équipements est basé sur les normes de la société classification Lloyd's Register.

Ce navire a besoin de soulever certaines charges par ces propres moyens, ce qui a permis à déterminer les moyens de levage à son bord, sans recourir à l'utilisation des moyens de manutention du port économisant ainsi des frais supplémentaires.

Les caractéristiques du navire étudié et le fonctionnement de son système par diesel électrique sont présentés, c'est le moyen de propulsion qui est adopté actuellement.

Le mécanisme de levage à bord d'un navire est déterminé à partir des calculs et les critères de choix pour trois grues de différents tonnages.

Les équipements de mouillage sont définis ainsi que leurs rôles à bord d'un navire, le calcul et les critères de choix de leurs équipements sont donnés, ainsi que le calcul des efforts qui interviennent dans chaque opération.

Une illustration sur les équipements d'amarrage est donnée, en respectant les mêmes étapes suivies dans le calcul de mouillage.

Le rôle des installations de sauvetage à bord de ce navire et leurs fonctionnements est présenté en fin de ce cours.

I. Introduction sur le navire :**I.1. Introduction**

Ce navire que nous avons choisi à étudier est un méthanier LNG (Liquified Natural Gas) à membrane, haute mer, classé par la société de classification Lloyd's Register (LR's).



Figure I.1: LNG carrier (méthanier).

Le GNL est un gaz naturel liquéfié à la température soit -162°C et à la pression atmosphérique, ce qui lui permet d'occuper un faible volume facile au stockage et à transporter. GNL est pur, inodore, sans couleur, liquide non-corrosive et non-toxique.

La liquéfaction réduit le volume du gaz par 600.

I.2. Mode de transport :

Le gaz naturel est transporté à température et à pression ambiante et également possède une masse volumique très faible.

Pour le garder dans les bonnes conditions, il est nécessaire d'augmenter sa masse volumique en :

- le liquéfiant : conserver en état liquide et sa température est maintenue à environ -162°C ;
- augmentant la pression sa pression.

I.3. Terminal méthanier :[2]

Un terminal méthanier est une installation portuaire qui permet d'accueillir et de décharger des navires méthaniers. Il est constitué de quatre fonctions :

I.3.1. Plate-forme de déchargement de quatre bras :

Le gaz liquide acheminé par le méthanier depuis les bras de déchargement.



Figure I.2 : Plate-forme de déchargement

I.3.2. Réservoirs de stockage :

Le gaz est acheminé vers les réservoirs pour y être stocké à l'état liquide en général pendant quelques jours.



Figure I.3 : Réservoirs du stockage

I.3.3. Regazéification :

Une fois le gaz est sorti du réservoir, ce gaz est comprimé et envoyé vers des regazéificateurs pour être réchauffé.

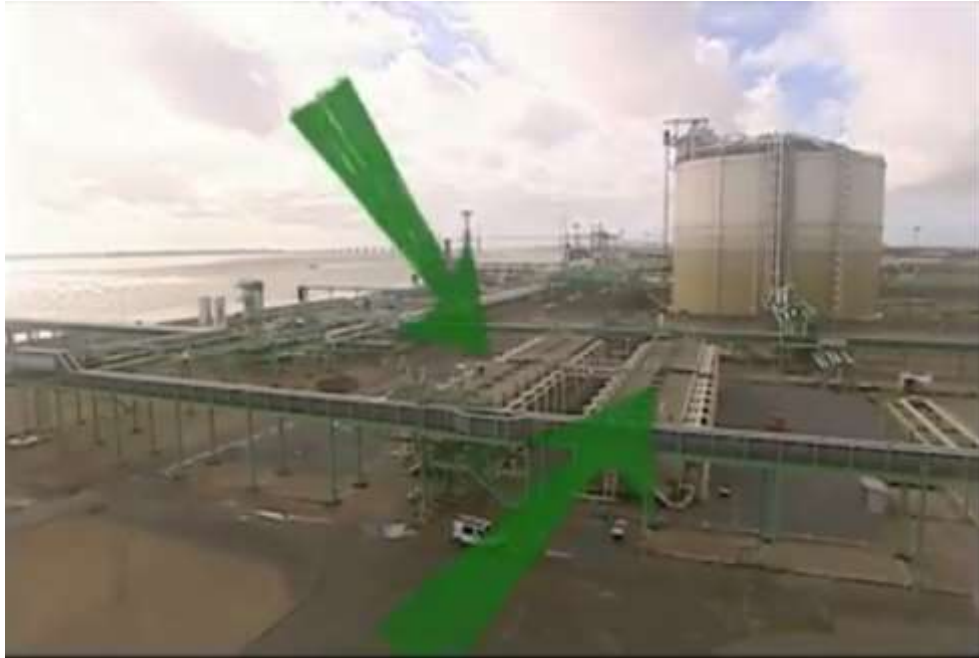


Figure I.4 : Installation de regazéification

I.3.4. Station d'autorisation :

le gaz à la sortie est à nouveau sous forme gazeuse, il va leur diriger vers l'autorisateur où va être injecté son parfum, c'est particulier ir-reconnaissable entre tous et non l'odeur du gaz n'est pas naturelle.



Figure I.5: Station d'autorisation

Le gaz continue son chemin pour être mise en norme et envoyé enfin sur le réseau national.

Les quatre (4) fonctions et leurs fonctionnements sont résumés sur la figure ci-dessous.

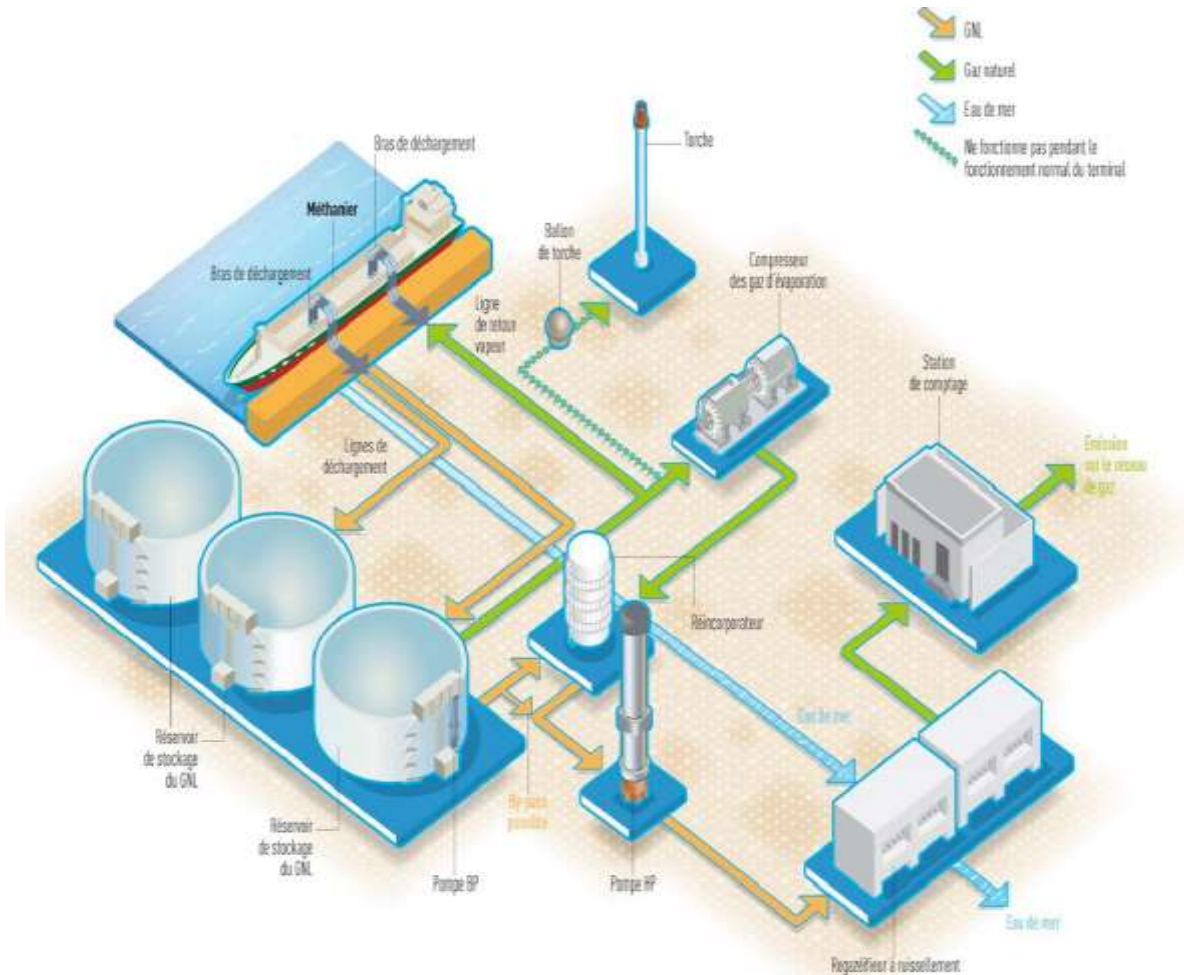


Figure I.6 : Principe de fonctionnement d'un terminal méthanier

Remarque :

Les méthaniers de grande taille entre 200 et 350 m de longueur sont munis d'une double coque. Les cuves internes sont équipées d'un revêtement intérieur isolant. Pour assurer leur propulsion, la majorité des navires utilisent la partie faible du GNL qui s'évapore comme combustible.

I.4. Données principales de navire:

MMSI	605 07 6070	Date de lancement	13/05/2016
Numéro OMI	9761267	Date delivrance	30/03/2017
Numéro Officiel	OR 2051	Numéro Coque	2814

Tableau I.1 : Données principales de navire

I.4.1 Dimensions principales de navire:

L_{HT}	291.400 m	Déplacement Max	12853405 t
L_{PP}	284.000 m	Navire Lège	33959.5 t
Hauteur max de la quille	63.800 m	Port en Lourd	94575.0 t
Largeur hors membre	46.400 m	Jauge Brut// Jauge Net	112867 // 35325
Creux sur quille	26.400 m	Suez GRT/Suez NRT	119051.58 // 104612.87
Creux (Trunk)	34.700 m	Puissance Max de propulsion	2*13890 kw *72.9 rpm
Tirant d'eau (Conception)	11.770 m	Générateur diesel principal	2 wartsila-Hyundai 12 V 50 DF
Tirant d'eau Max	12.621 m		2 wartsila-Hyundai 8 L50DF

Tableau I.2 : Dimensions principales de navire.

I.4.2 capacités des cuves de navire :

Citerne à cargaison	98.5 %	100 %	Ballast/Bunker
Tank No 1	23953.0 m ³	24317.7 m ³	Capacité totale ballast: 60037.8 m ³
Tank No 2	48448.9 m ³	49186.8 m ³	Capacité totale FO : 5220.9 m ³
Tank No 3	48433.2 m ³	49170.6 m ³	Capacité totale DO : 957.4 m ³
Tank No 4	48453.4 m ³	49191.4 m ³	Capacité totale ED : 473.4 m ³
Cargaison totale	169288.5 m ³	171866.5 m ³	

Tableau I.3 : Capacités des cuves de navire.

I.6. Notation de classe (coté coque) selon de Lloyd's registrar :

Tous les navires, une fois classé, seront désignés par un ou plusieurs symboles de caractère comme applicable. Pour la majorité des navires, le caractère désigné sera 100 A1, ⌘ 100 A1 ou ⌘ 100 A1.

Une liste remplie des symboles de caractère pour lesquels les navires peuvent être éligibles est comme suit :

⌘ : cette marque de distinction sera désignée, au moment de classification, pour les navires neufs construits sous l'inspection spéciale de Lloyd's Register (LR's), conformément à la réglementation, et la satisfaction de comité de classification.

⌘ : cette marque de distinction, sera désigné pour les navires construits sous la supervision d'une autre société membre d'IACS (International Association of Classification Societies) et plus tard assigné par la class Lloyd's Register (LR's). Pour tel navire, les notations de la classe seront examinées séparément et les notations équivalentes seront désignées.

100 : ce chiffre de caractère sera désigné à tous les navires considérés appropriés pour le service de mer (navire haute mer).

A : cette lettre de caractère sera désignée à tous les navires qui ont été construits ou acceptés dans la classe conformément avec les lois et réglementations de Lloyd's Register (LR's), et qui sont maintenus en bonne condition efficacité.

1 : ce chiffre de caractère sera désigné à :

- Des navires ayant à bord, une bonne efficacité et condition, ancrage et/ou équipement de mouillage conformément avec les lois.
- Des navires classés pour un service spécial, ayant à bord, une efficacité et bonne condition, ancrage et/ou équipement de mouillage approuvé par le comité de classification comme en tant que approprié et suffisant pour service particulier.

N : cette lettre de caractère sera désignée aux navires sur lesquels le comité de classification a convenu que m'ancrage et équipement de mouillage n'ont pas besoin d'être ajusté en raison de leur service spécial.

T : cette lettre de caractère sera désignée aux navires qui sont prévus d'exécuter leurs fonctions de service primaire conçu seulement tandis qu'ils sont ancrés, mouillés, remorqués ou attachés, et qui ont, en bonne condition et efficacité, ancrage suffisamment attaché, mouillage, remorquage ou attachement d'équipement a été approuvé par le comité de classification comme approprié suffisant pour le service destiné.

I.6. Notation de classe (coté machine) selon Lloyd's Register (LR's) :

Les notations suivantes de classe sont associées à la construction et à l'arrangement de la salle de machines, et doit être désignée en tant que appropriée par la commission de classification :

⊗ **LMC**: cette notation sera attribuée lors de la propulsion et des machines auxiliaires essentielles ont été construit, installés et testés sous l'enquête spéciale de Lloyd's Register (LR's) et conformément aux règles et règlements de Lloyd's Register (LR's).

[⊗] **LMC** : cette notation sera désignée quand :

- Les dispositifs de propulsion pour les hélices, les arbres de propulsion et les boites de vitesses multiples d'entrée/ sortie, les systèmes de direction, des récipients à pression et des équipements électriques pour systèmes essentiels ont été construits, installés et testés sous Lloyd's Register (LR's), visite

spéciale et sont conformes aux règles et règlements de Lloyd's Register (LR's).

- Autres équipements et mécanisme d'engrenage pour la propulsion et la production d'énergie électrique et d'autres machines auxiliaires pour les services essentiels sont conformes aux règles et sont fournies avec le certificat de fabricant.
- Les dispositions du système de propulsion et des machines auxiliaires essentielles sont évaluées et doit être accepté par Lloyd's Register (LR's).

✘ **LMC**: cette notation sera attribuée aux navires existants en service qui seront acceptés ou transférés dans la classe LR quand:

- La propulsion et les machines auxiliaires n'ont pas été construites ni installés dans le cadre de l'enquête spéciale de Lloyd's Register (LR's).
- L'installation et l'arrangement de machine existantes ont été testés et acceptés par Lloyd's Register (LR's).

MCH : cette notation sera attribuée lorsque :

- La propulsion et les machines auxiliaires ont été installés et testés sous l'enquête de Lloyd's Register (LR's) et acceptés par Lloyd's Register (LR's).
- La propulsion et les machines auxiliaires ont été fournies avec un certificat du fabricant.
- Système de propulsion et machines auxiliaires sont évalué et accepté par Lloyd's Register (LR's).

UMS : cette notation peut être attribuée lorsque les arrangements sont tels que le navire peut être utilisé avec les espaces de machines sans surveillance. Il indique que le control de l'équipement a été arrangé et testé conformément aux règles de Lloyd's Register (LR's).

I.7. Mode de propulsion de ce navire :

Le mode de propulsion de ce navire est de type diesel-électrique, parmi les caractéristiques de la salle des machines, on trouve :

- La puissance maximale : 13890 kw à 72.9 rpm

- Générateur diesel principal :
 - ✓ Deux (2), 12V50DF, MCR : 11700 kw à 514 rpm
 - ✓ Deux (2), 8L50DF, MCR : 7800 kw à 514 rpm
- Moteur de propulsion :
 - ✓ Deux (2), 14050 kw * 580 rpm
- Réducteur inverseur
- Hélice :
 - ✓ Nombre d'hélice : 2
 - ✓ Nombre de pale : 3
 - ✓ Matériel : bronze
 - ✓ Diamètre : 8.550 mm

I.8. Principe de fonctionnement de moteur diesel-électrique :

La centrale de propulsion d'énergie composée d'alternateurs entraînés par moteurs diesel ;

L'équipement de propulsion composé des moteurs électrique à vitesse variable associé aux convertisseurs. [1]

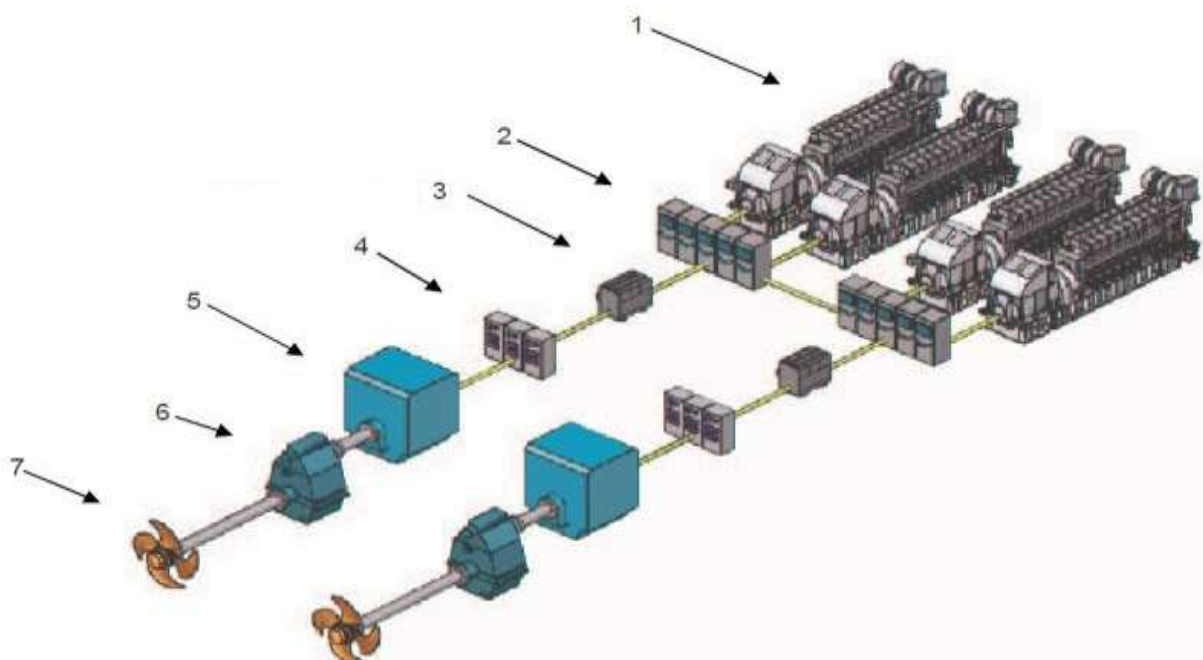


Figure I.7 : Plan de propulsion diesel-électrique

1 : Générateurs de courant (diesel-alternateur)

2 : Tableaux principal

3 : Transformateurs

4 : Convertisseurs de fréquence

5 : Moteurs de propulsion

6 : Réducteurs inverseurs

7 : Hélices

II. Dimensionnement de l'installation de levage :**II.1. Introduction :**

Les appareils de levages et de manutention jouent un rôle important dans l'industrie lourde leur rôle est de faire lever et déplacer des charges que l'homme seul est incapable de réaliser. Cet engin de levage est construit de manière différente selon son utilisation.

II.2. Définition :

Une grue est un appareil de levage et de manutention réservé aux lourdes charges. Cet engin de levage est construit de manière différente selon son utilisation.

II.3. Grues embarquées sur des navires :

Les grues de navire sont généralement mues par des systèmes hydrauliques. Un vérin permet l'apiquage de la flèche, alors qu'un autre système hydraulique ou électrique permet la rotation du fût et un troisième la manœuvre du câble de suspension de la charge. Le système de télécommande peut être électronique, électrique ou hydraulique pour les modèles les plus anciens. Certaines grues offrent la possibilité de se coupler pour une synchronisation du mouvement par une commande unique.

La grue ne permet pas une utilisation sans risques à la mer en raison des mouvements tels que le roulis qui font balancer la charge suspendue. On lui préfère dans ce cas son équivalent, le système par mâts de charge.[13]

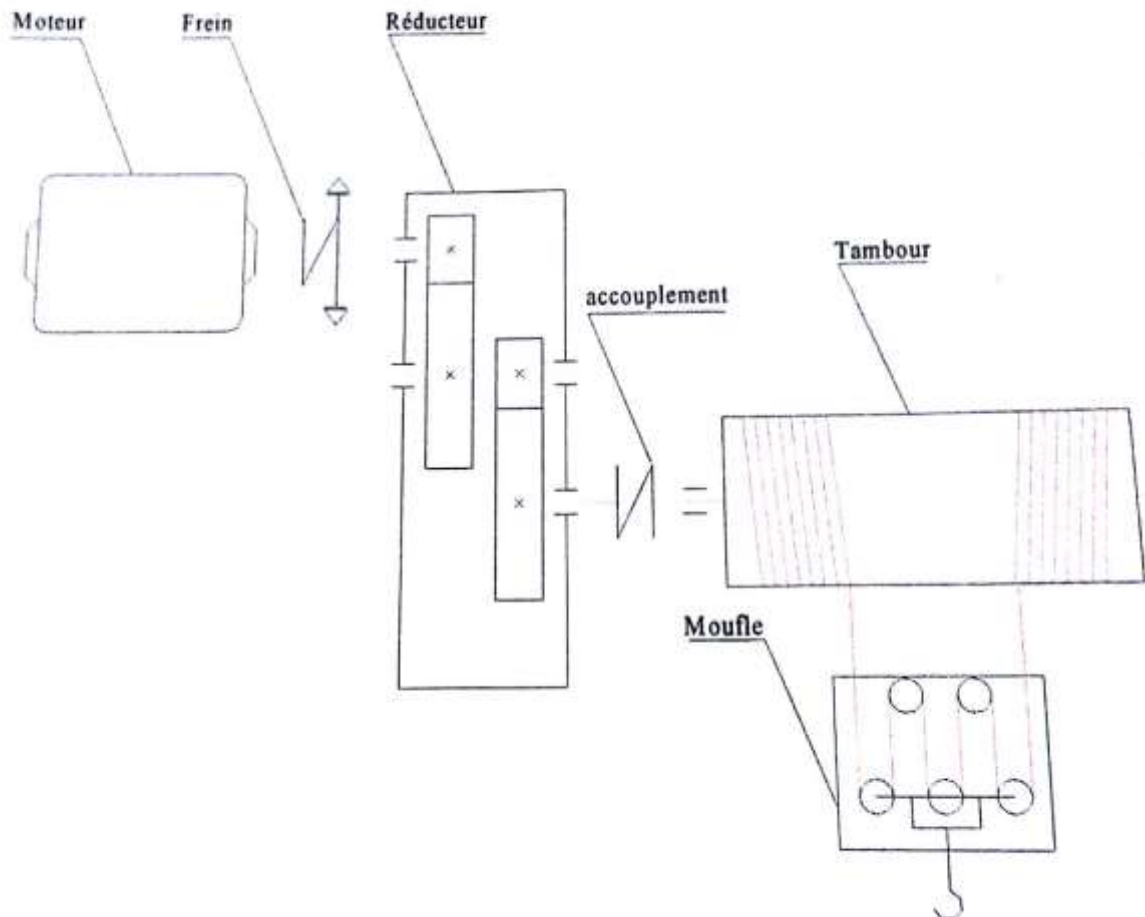
II.4. Schéma cinématique du mécanisme de levage :

Figure II.1 : Schéma cinématique de mécanisme de levage.

II.5. Calcul et choix de palan :

Généralement les palans sont utilisés dans le but de réduire les efforts de traction.

On adopte pour notre mécanisme un palan double.

II.5.1. Schémas du palan :

Le coefficient « m » appelé « multiplicité » est choisi en fonction de la charge à déplacer d'où le schéma suivant. **Figure (II-2)**

Par conséquent, pour une charge « 100 [kN] on prend $m=3$ » voir le tableau suivant :

Charge [kN]	< 10	20 ÷ 80	100 ÷ 150	200 ÷ 300	400 ÷ 500
Multiplicité	1 ou 2	2	2 ou 3	3 ou 4	4 ou 5

Tableau II.1 : les multiplicités en fonction des charges

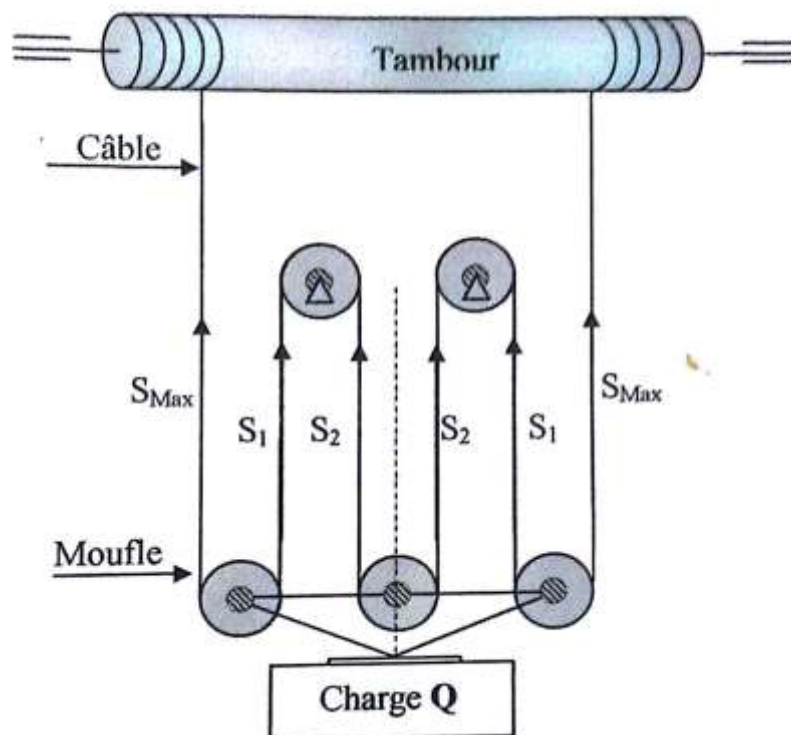


Figure II.2 : Rôle de palan.

II.5.2. Choix de palier :

Il existe deux types de paliers : lisse ou à roulement

- Lisses où les arbres qui reposent sur des coussinets sont soumis au frottement de glissement entre les surfaces en contact.

- à roulement où le contact s'effectue par l'intermédiaire de billes ou de roulement contenus dans des cages.[11]

D'après le tableau dépendant du coefficient de multiplicité « m » on a le tableau suivant :

Rendement des poulies η	m	2	3	4	5
	paliers				
0.95	Lisses	0.975	0.95	0.925	0.9
0.98	roulements	0.99	0.99	0.975	0.97

Tableau II.2 : Rendement des poulies.

Ainsi pour on choisit les palies à roulement ; son rendement est $\eta_p = 0,99$

II.6. Choix de câble :

Le câble est choisi en fonction de la charge à la rupture « S_r », donne par :

$S_r \geq S_{\max} \cdot n$; et où : coefficient de sécurité dépendant de régime de travail. [13]

Régime	Leger	Moyen	Lourd
N	5	5,5	6

Tableau II.3: Coefficients de sécurité.

S_{\max} : tension maximale du câble, donnée par la formule suivante :

$$S_{\max} = \frac{Q}{a \cdot m \cdot \eta_p}$$

Q : charge = 10[T]

m : multiplicité = 3

a : dépend du type de palan (simple=1 ; double = 2)

AN : $S_{\max} = 1754$ [daN]

Par conséquence :

$$S_r \geq S_{\max} \cdot n \iff S_r \geq 10524[\text{daN}]$$

D'après les normes européennes (NF EN 12385), le câble choisi en acier en âme textile : 6 torons \times 19 fils

Le choix de câble donne :

Type de câble SS400

Charge de rupture normalise $S_r = 105$ [KN]

Diamètre du câble $D_c = 20$ [mm],

Poids par mètre du câble $P/m = 1,25$ [kg/m]

II.7. Calcul du tambour (palan):

Généralement les tambours sont fabriqués en fonte Cole qu'on il s'agit de grand diamètre on peut le faire en construction soude, Les tambours peuvent être lisse ou rainure.[3]

a- Tambour lisse :

Sur les tambours lisse les câbles peuvent s'enrouler sur plusieurs couches c'est pour cela quand les utilise afin d'avoir des cabarets plus petits mais la durée de vie de câble diminue.

b- Tambour à gorge (rainures):

L'utilisation des gorges a pour effet non seulement de mieux diriger le câble mais aussi de réduire leur pression supportée par les fils d'acier et d'augmenter la durée de vie du câble

Les câbles sur les tambours à gorge peuvent être fixés à une ou deux extrémités du tambour selon le type du palan (simple ou double), pour la fixation du câble, on laisse toujours une ou deux gorges de sécurité.[11]

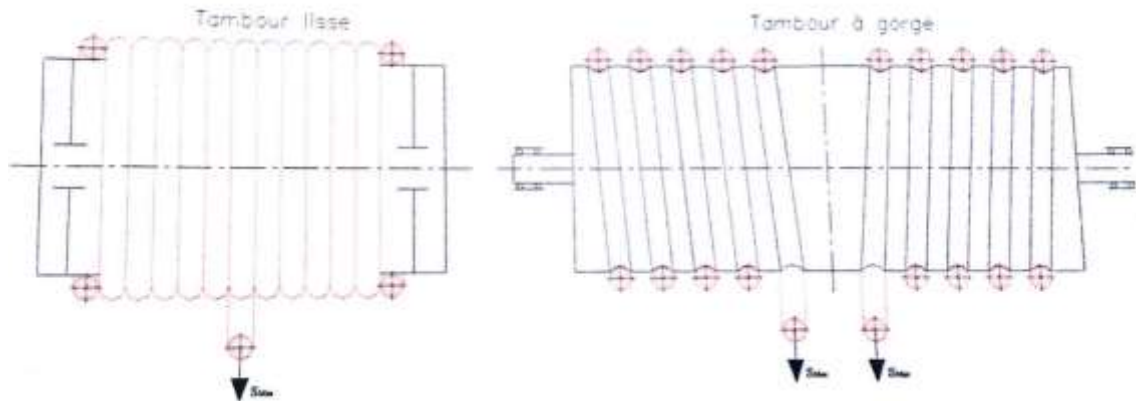


Figure II.3 : Types de tambour.

II.7.1. Dimensionnement de tambour :

a- Diamètres intérieurs du tambour :

$$D_1 \geq (e-1) \cdot d_c$$

e : paramètre dépendant du régime de travail.

(Pour un régime lourd $e=30$). Voir le tableau suivant

$d_c=20$ [mm] ; Diamètre de câble.

Régime	Leger	Moyen	Lourd
e	20	25	30

Tableau II-4 : Régime de travail

AN : $D_1 \geq 580$ [mm].

b- Diamètre extérieur du tambour :

$$D_T = D_1 + 0,6 \cdot d_c$$

AN: $D_T = 592$ [mm].

Par construction, on prend un diamètre normalisé : type SS400

$D_{T \text{ normalisé}} = 600$ [mm].

c- Vitesse de rotation du tambour :

$$N_T = \frac{60.m.V_L}{\pi.D_T}$$

$V_L=20$ [m/min] = 0.33 [m/s] : vitesse de levage.

$m=3$: multiplicité.

$D_T = 600$ [mm] : Diamètre de tambour.

AN : $N_T = 31.51$ [tr/min]

d- Pas de rainurage de tombeur :

$$t = d_c + (2 \div 3) \text{ mm}$$

d_{ca} : diamètre de câble

$(2 \div 3)$ mm : l'espace entre deux câbles.

AN : $t = 22$ [mm]

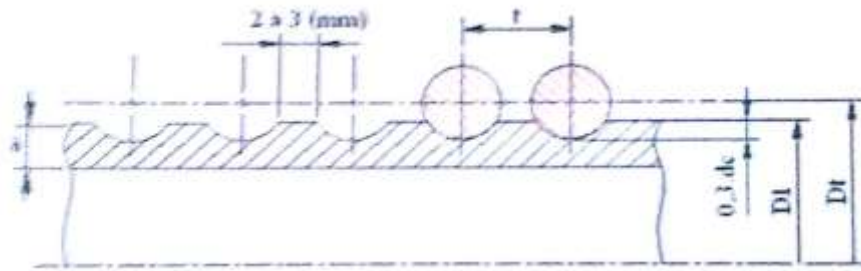


Figure II.4 : Pas de rainurage.

e- Nombre de gorge sur un demi-tambour :

$$Z = \frac{H.m}{\pi.D_T} + (1.5 \div 2) \text{ gorges}$$

$H = 25$ [m] ; hauteur maximal de levage

$D_T=0.6$ [m] ; Diamètre de tambour.

$m=3$; multiplicité

AN : $Z = 41.78 \implies Z = 41$ [gorges]

f- Longueur total de tambour :

L : longueur des rainures

L_1 : longueur de la partie lisse

L_T : la longueur totale de tambour

$$L = Z \cdot t$$

$$\text{AN: } L = 902[\text{mm}]$$

$$L_1 = 1/5 \cdot L$$

$$\text{AN: } L_1 = 180,4[\text{mm}]$$

$$L_T = (L + L_1) + 2 \cdot t$$

$$\text{AN : } L_T = 1126,4 [\text{mm}]$$

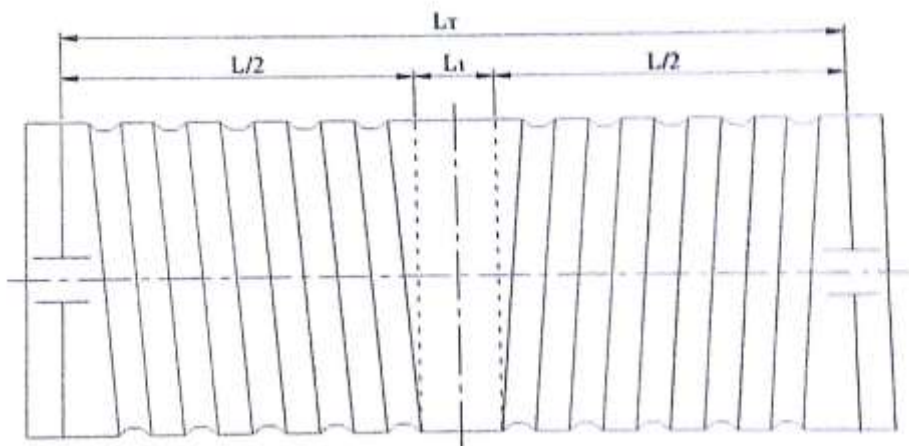


Figure II.5 : Longueurs de tambour.

II.8. Choix de moteur:

Le choix du moteur se fera en fonction de puissance nécessaire au levage de la charge

Puissance statique :

$$P_s = \frac{Q \cdot V_L}{60 \cdot \eta_m}$$

$Q = 10^4$ [daN] ; (capacité de levage).

$V_L = 20$ [m/min] ; (vitesse de levage).

$\eta_m = 0.941$; rendement de moteur.

$$P_s = 35.42 \text{ [KW]}$$

II.8.1. Vitesses de rotation de moteur:

$$N_s = \frac{120 \cdot F_n}{p}$$

$F_n = 60$ [Hz] : fréquence nominale du réseau d'alimentation.

$p = 4$: nombre de pôles du moteur.

AN : $N_s = 1800$ [tr/min].

A partir de la puissance calculer le moteur choisi est un moteur asynchrone alimenté en courant continu, ce qui favorise un grand couple de démarrage.

Type de moteur Brevini S1.

Source électrique AC 440V, 60HZ.

Puissance de moteur $P_m = 36$ [KW].

Vitesse de rotation $N_m = 1800$ [tr/min].

Masse de moteur 540 kg.

Diamètre de l'arbre de sortie $d_m = 65$ [mm].

S1 : moteurs ayant des tensions différentes (50-60Hz).

Brevini : le nom de la société italienne de ces moteurs électriques.



Figure II.6 : moteur électrique.

II.9. Choix de réducteur :

Il est choisi en fonction du rapport de transmission I_{tr} .

$$I_{tr} = \frac{N_m}{N_T}$$

$N_m = 1800$ [tr/min] ; vitesse de rotation de moteur

$N_T = 31.51$ [tr/min] ; vitesse de rotation de tambour.

$I_{tr} = 57,12$

A partir de cette valeur on choisit le réducteur :

Type de réducteur PWD3200

Rapport de transmission $I_{tr} = 57,12$.

PWD : famille de réducteur.

3200 : grandeur de réducteur.



Figure II.7 : Réducteur PDW3200.

II.10. Choix de frein :

C'est un organe très important dans notre mécanisme car son rôle est de régler la vitesse de monte et de descente de limiter la vitesse et maintenir la charge à n'importe quelle hauteur en tout sécurité.[11]

II.10.1. Calcul de moment de freinage sur le tambour :

$$M_f = \frac{Q \cdot D_T}{2 \cdot m}$$

$Q = 100$ [KN] ; capacité de levage.

$D_T = 600$ [mm] ; Diamètre du tambour.

$M = 3$; multiplicité.

AN : $M_f = 1000$ [dan.m].

II.10.2 Calcul de moment de torsion :

$$M_t = \frac{M_f}{I_{tr}} \times \eta_f$$

$M_f = 1000$ [dan.m].

$I_{tr} = 57,12$; rapport de transmission.

$\eta_f = 0,9$; rendement moyen de frein.

AN : $M_t = 15,75$ [dan.m].

II.10.3. Choix se fait à l'aide de moment de freinage :

$$M_f = K_f \cdot M_t$$

$M_t = 15,75$ [dan.m].

Régime	Léger	Moyen	lourd
K_f	1.5	1.75	2

Tableau II-5 : Coefficients de freinage.

$K_f = 2$; coefficient choisi suivant le régime de travail.

AN : $M_f = 301.5$ [N.m].

II.11. Choix de crochet :

Le crochet choisi en fonction de la charge à soulever et du régime de travail.

Pour une charge $Q = 100$ [KN] et un régime lourd, on a le crochet de levage a œil model 18-22 d'après la norme européenne (2006/42/CE).

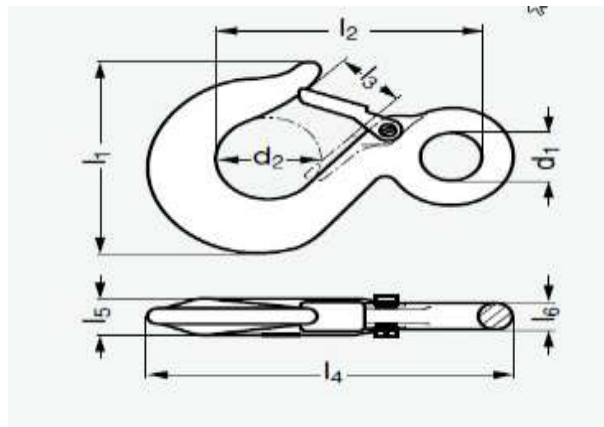
II.11.1. Dimension du crochet :

Figure II.8 : Dimensions de croche de levage

Référence	Charge de rupture (kg)	d_1	d_2	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
18-220-54	5400	39	46	120	143	32	200	33	20
18-220-80	8000	50	62	151	187	38	257	37	24
18-220-115	11500	61	75	185	225	42	320	42	29

Tableau II.6: Références des crochets de levage.

A partir de ce tableau on a choisi notre crochet (12-220) pour un diamètre 115mm et une charge de rupture qui égale à 11500 kg

III. Dimensionnement des équipements de mouillage :

III.1 Introduction :

Le mouillage est un terme de marine qui désigne à la fois un abri sûr pour un navire, le matériel utilisé pour mouiller (principalement l'ancre et sa chaîne, mais aussi, dans le cas d'un mouillage fixe, le corps mort et sa bouée ou coffre) et la manœuvre pour mouiller sur ancre ou sur coffre.[6]

III.2.Définition :

Un mouillage est un lieu abrité du vent et des vagues le long de la côte dans lequel un navire peut s'arrêter en sécurité en s'amarrant sur son ancre.

Les cartes marines et les guides de navigation indiquent les meilleurs mouillages. Toutefois, la qualité d'un mouillage dépend également de la direction du vent et de la houle. Un mouillage qui constitue un bon abri dans des conditions météorologiques données peut se transformer en piège en cas de rotation des vents ou de la houle. A l'opposé, par très beau temps et en l'absence de houle, les lieux de mouillage possibles se multiplient. [6]

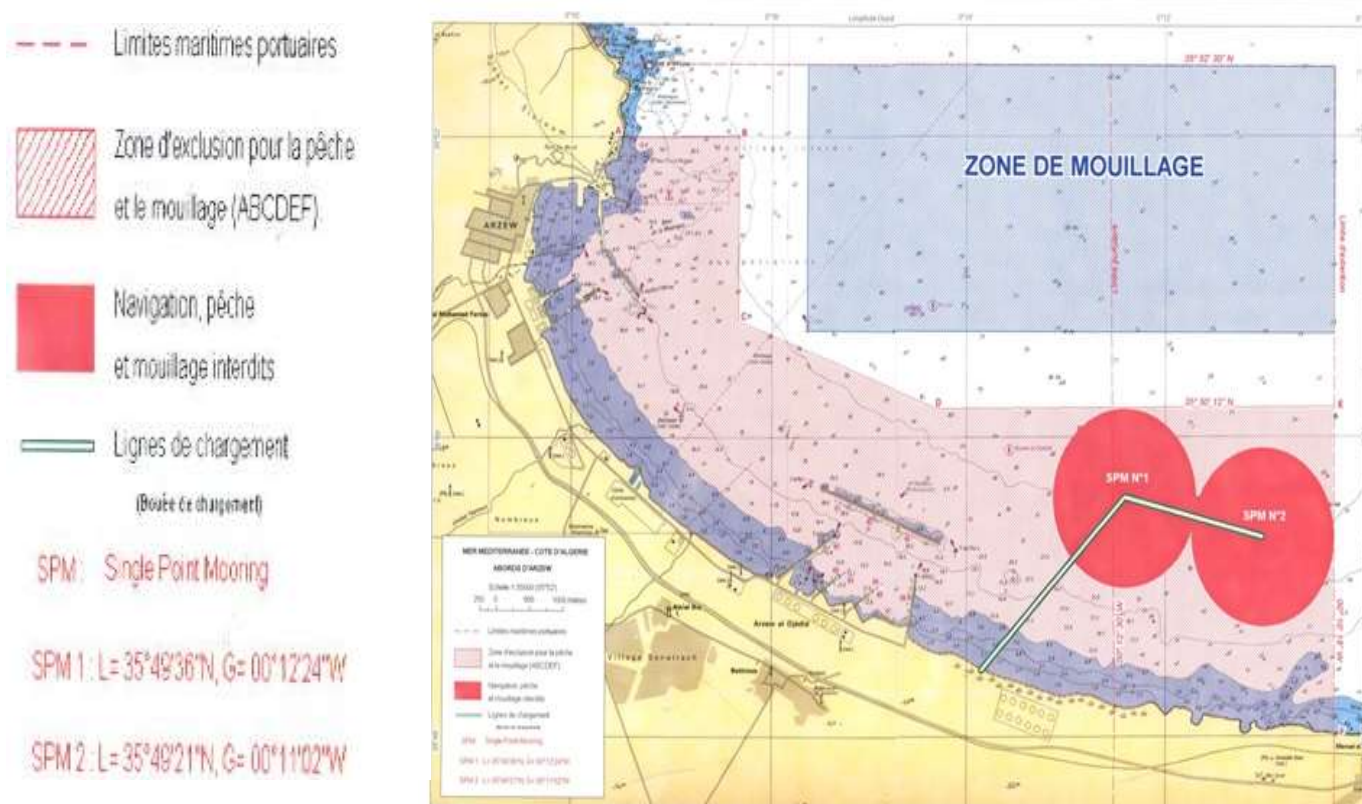


Figure III.1 Carte d'une zone de mouillage réglementée de l'entreprise portuaire d'Arzew (E P A)

III.3. Matériel :

Le mouillage ou ligne de mouillage est également l'ensemble du matériel permettant de mouiller : ancre, chaîne, bosses et éventuellement câblot textile prolongeant la chaîne.[7]

III.3.1. Différents types de mouillages :

En fonction des conditions de vents et de courant mais aussi de la place disponible pour mouiller, divers types existent.[7]

III.3.1.1 Mouillage sur une ancre :

De loin ; la méthode la plus utilisée car elle est simple à mettre en œuvre et à surveiller. Le mouillage sur une ancre est rapide ; il est sûr car en cas de mauvais temps il suffit d'allonger la chaîne pour améliorer la tenue. Il permet d'éviter un abordage avec un navire qui chasse en filant la chaîne.

Cependant, le rayon d'évitage (longueur de chaîne plus longueur du navire) est important. Le champ d'évitage (l'espace balayé par le navire lorsqu'il évite) est toujours considérable pour un navire mouillé sur une ancre.[14]

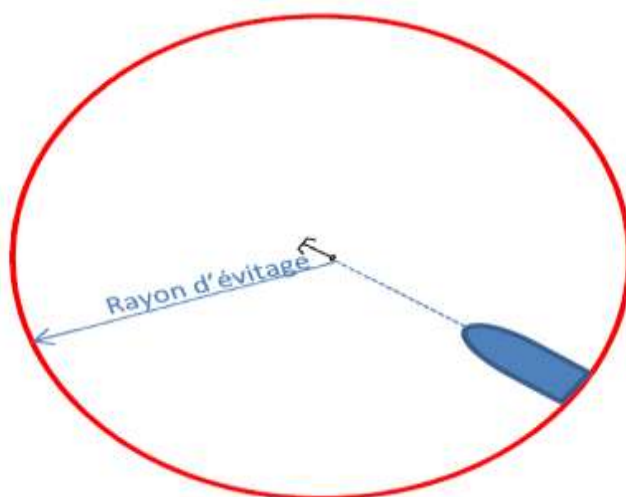


Figure III.2 : Mouillage sur une ancre.

III.3.1.2. Mouillage sur deux ancres : l'affourchage

Le but de l'affourchage est de réduire le champ d'évitage, ce qui peut être nécessaire sur une rade étroite ou encombrée.

L'opération consiste à mouiller deux ancres dont la distance est supérieure à chacune des longueurs de chaînes filées ; ces longueurs étant généralement égales. L'angle qu'elles forment est compris entre 60 et 120°. Dans la pratique, l'affourchage est très peu utilisé sur les navires de commerce, car il est nécessaire de prévoir un émerillon d'affourchage pour éviter que les chaînes se croisent lors de l'évitage en rivière ou par vent variable.[14]

A noter que l'affourchage n'est pas un mouillage de mauvais temps.

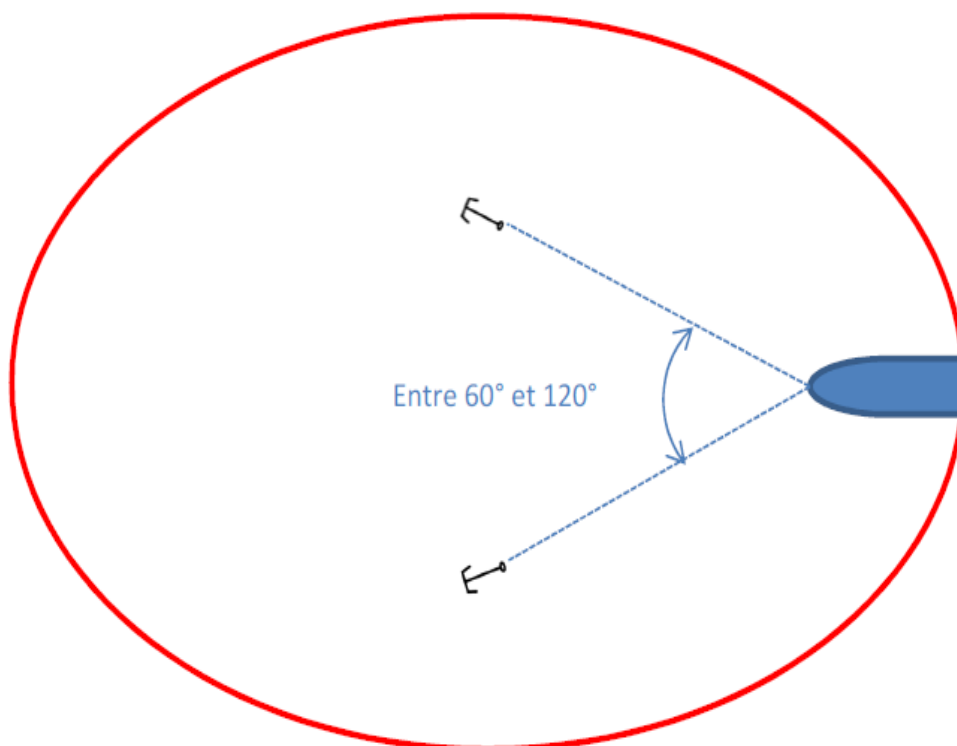


Figure III.3 : Affourchage

III.3.1.3. Mouillage de gros temps :

Par mauvais temps, la tenue sur une ancre peut être délicate. Le navire peut alors mouiller ses deux ancres. Si ce choix est fait en arrivant sur rade, il pourra être pratiqué le mouillage en barbe. Si le navire est déjà mouillé sur une ancre, le mouillage en plomb de sonde sera la solution.[5]

III.3.1.4 Mouillage en barbe :

La distance entre les deux ancres est faible par rapport aux longueurs de chaînes ; les longueurs de chaînes sont généralement différentes (de 2 à 3 maillons) et l'angle qu'elles forment est de 20° à 30° . Chaque chaîne supporte la moitié de l'effort appliqué au navire.[7]

La méthode pour le mouillage en barbe est pratiquement la même que celle de l'affourchage.



Figure III.4 : Mouillage en barbe.

III.3.1.5 Mouillage en plomb de sonde :

Le mouillage en plomb de sonde permet d'améliorer la tenue du mouillage en limitant les embardées du navire. La deuxième ancre est mouillée avec une longueur de chaîne réduite.[5]

Elle agit comme un amortisseur.

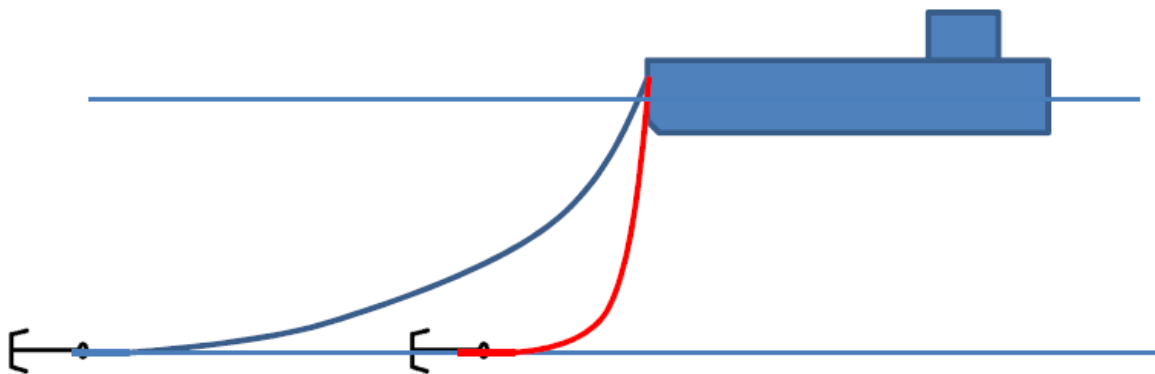


Figure III.5 : Mouillage en plomb de sonde

III.3.2 Ligne de mouillage :

L'ancre est rattachée au bateau par une ligne de mouillage, constituée soit uniquement de chaîne, soit d'abord de chaîne (côté ancre), puis d'un filin (on dit câblot), côté bateau. Contrairement aux idées reçues, le poids de la chaîne est négligeable dans la tenue d'un mouillage, mais reste lourd et difficile lors des manipulations. C'est pourquoi il est presque

toujours nécessaire d'avoir un guindeau d'ancre pour soulever la chaîne, ce qui est le cas surtout pour les gros bateaux.[5]

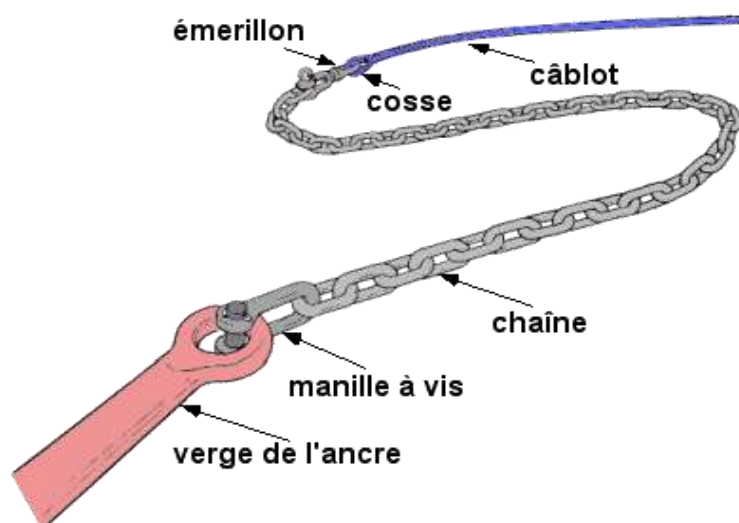


Figure III.6 : Ligne de mouillage.

III.3.3. Dimensionnement d'une ligne de mouillage :

Il y a tout d'abord ce que préconise la législation du pays, par exemple :

- La longueur totale de la ligne de mouillage doit être au moins de 5 fois la longueur du bateau.
- Les bateaux de moins de 9 m de long ou moins de 3 tonnes de déplacement doivent posséder une ligne de mouillage comprenant une ancre, une chaîne de 8m et un orin.
- Un deuxième mouillage est obligatoire pour les bateaux de plus de 9 m et plus de 3 tonnes de déplacement.
- La ligne de mouillage secondaire doit comporter une longueur de chaîne minimum de 8 m et d'un orin.

Dans la pratique, la hauteur de l'eau sous la coque est importante. En effet, il est recommandé d'avoir un rapport entre la longueur de la ligne de mouillage et la distance entre le pont du bateau et le fond, d'un minimum de 5 pour 1.

Dans l'exemple ci-dessous, si la hauteur de l'eau y compris le franc bord au davier à l'avant du bateau est de 6 m, la longueur totale du mouillage devrait en respectant un rapport de 5 pour 1 être au minimum de 30 m.[5]

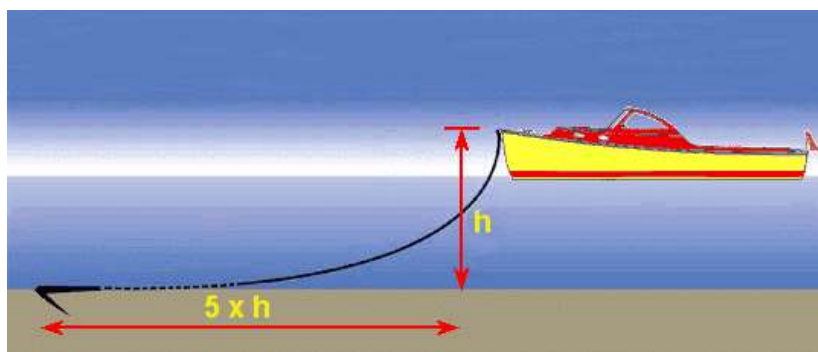


Figure III.7 : Dimensionnement d'une ligne de mouillage.

Avec un rapport de 10 pour 1, la force de retenue sera au maximum, tandis qu'au-dessous d'un rapport de 3 pour 1, une grande partie de la force de retenue sera perdue entraînant des problèmes pour accrocher l'ancre[5]

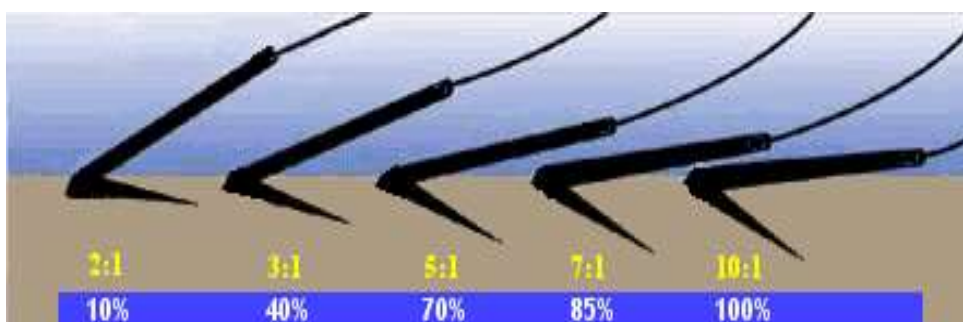


Figure III.8 : Accrochement de l'ancre.

➤ L'orin :

L'orin est une petite bouée frappée au moyen d'un bout à un orifice sur le diamant de l'ancre.

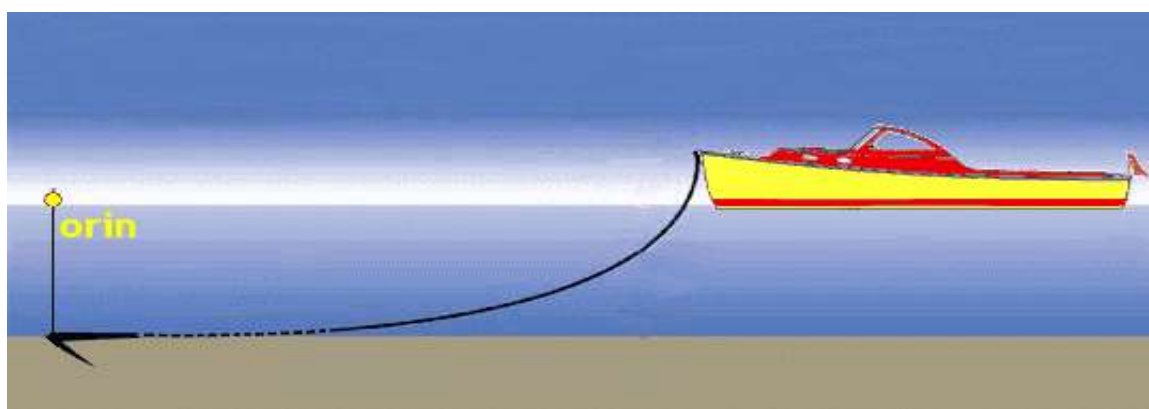


Figure III.9 : L'orin.

Si l'ancre se coince, l'orin permet de tirer sur celle-ci par son sommet lorsqu'elle se prend dans une roche ou sous une autre chaîne. La bouée indique aussi aux autres bateaux la position de l'ancre et peut les aider à éviter de mouiller leur propre ancre par-dessus. La ligne d'orin peut créer un danger, spécialement la nuit pour les autres bateaux.[5]

III.4. Ancre :

L'ancre désigne une pièce métallique en forme de crochet, qui est fixée fond de l'eau. Une ancre est un objet embarqué, lourd, souvent de métal et destiné à stabiliser des navires à un endroit spécifique sur les fonds rocheux, vaseux ou sableux. Il y a deux catégories d'ancrages (ou mouillages), les ancrages provisoires et les ancrages permanents. Un ancrage permanent ne peut être déplacé par le navire qui s'y ancre.[14]

III.4.1. Description de l'ancre :



Figure III.10: Schéma descriptif de l'ancre

III.4.2. Equipement de mouillage :

Les équipements mouillage (ancrage) incluent l'ancre, la ligne de mouillage (c'est une liaison flexible qui assure l'arrêt du navire, le largage et la remonté de l'ancre), la méthode permettant d'attacher les deux ensembles, la façon d'attacher la ligne de mouillage au bateau, des cartes, et une méthode pour connaître la profondeur de l'eau.[6]

Les cartes de détail sont vitales pour un bon ancrage. Connaître la position des dangers potentiels, aussi bien que pour permettre d'estimer les effets du temps et des marées dans le mouillage, soient essentiels pour sélectionner le bon endroit pour laisser tomber l'ancre.[6]

On peut ancrer sans se référer aux cartes, mais ce sont des outils importants pour réaliser un bon ancrage et un marin compétent ne choisira pas d'ancrer sans elles.

Connaître la profondeur de l'eau est nécessaire pour déterminer le rapport de hauteur d'eau, qui est le rapport de la longueur de la ligne de mouillage par la profondeur mesurée à partir du point le plus élevé (habituellement le davier d'étrave) au fond de la mer. Par exemple, si la profondeur d'eau est de 8 mètres, et le davier d'étrave à 1 mètre au-dessus de l'eau, le rapport de hauteur d'eau est égal à la longueur de ligne de mouillage sur 9 mètres. C'est pour cette raison qu'il est important d'avoir une méthode fiable et précise pour mesurer la profondeur de l'eau.

Il est cependant indispensable d'insérer un élément élastique, cordage ou amortisseur, dans la ligne de mouillage, ceci afin d'absorber les à-coups qui peuvent se produire sur le mouillage[6].

III.4.3. Conceptions des ancres temporaires :



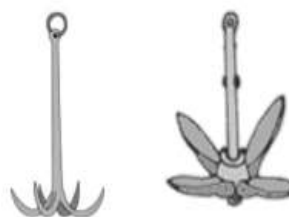
Ancre à jas



Ancres plates



Charrue



Grappin



L'ancre à bascule ou Hall



Conceptions modernes

Figure III.11 : Type d'ancre

III.4.4. Conceptions des ancrages permanents :

Ceux-ci sont employés pour maintenir de façon permanente un objet flottant comme un feu ou une bouée de repérage de canal de navigation. L'ancrage doit tenir l'objet flottant en toutes circonstances y compris lors des tempêtes les plus sévères, mais doit pouvoir éventuellement être relevé, par exemple si l'objet doit être remorqué dans le port pour l'entretien.[5]



Figure III.12 : Ancre Champignon

III.5. La chaîne :

Une chaîne marine est généralement en acier galvanisé ou zingué à chaud, mais surtout pas en inox (casse comme du verre sous traction lorsqu'elle a été tordue). Pour être utilisée avec un guindeau (Fig III-21), elle doit être à la norme A DIN 766, c'est-à-dire à maillons courts calibrés, adaptés à passer par des roues dentées.[14]



Figure III.13 : Chaîne d'ancrage simple

L'étai est un renfort placé au centre de chaque maille sert à l'empêcher de se déformer sous l'effet de la traction. Il est soudé d'un côté mais il laisse un peu de jeu de l'autre côté pour que la chaîne garde une certaine élasticité.[14]



Figure III.14 : Chaîne d'ancrage avec étai



Figure III.15: Chaîne entre le guindeau (à gauche) et les stoppeurs (à droite)



Figure III.16 : Chaînes du guindeau aux écubiers

On prend la chaîne dont les caractéristiques suivant le tableau 2 [5] :

-Diamètre de la chaîne : 111 mm.

-Longueur totale : 742,5 m.

III.6. Guindeau :

Le guindeau est un treuil à axe horizontal utilisé sur les navires pour relever l'ancre. Il est également utilisé pour virer les aussières.

Le guindeau se trouve généralement sur le gaillard d'avant, au-dessus du puits aux chaînes. Son fonctionnement est hydraulique, électrique, ou à vapeur.

En avant du guindeau et avant les écubiers on trouve deux stoppeurs de chaîne ou linguets, permettant de soustraire la tension au guindeau une fois le navire à l'ancre c'est-à-dire fixer la ligne d'ancrage.[14]



Figure III.17 : Guindeau d'un bateau de plaisance.



Figure III.18: Guindeau avec enrouleurs d'aussières et poupées sur un porte-conteneurs

Il existe deux sortes de guindeaux mécaniques ou électriques : [7]

- Ceux montés verticalement permettant à l'ancre d'être remontée sous n'importe quel angle. Ils sont plus compliqués et plus coûteux à installer et entretenir, mais ils prennent considérablement moins de place sur la plate-forme.
- Ceux montés horizontalement sont alignés obligatoirement sur le davier d'étrave. Facile à installer et entretenir, ils prennent beaucoup de place et sont totalement exposés aux éléments.



Figure III.19 : Types du guindeau

Un guindeau ne devrait être utilisé que pour remonter la ligne de mouillage et surtout pas pour ramener le bateau sur son ancre, ce qui pourrait l'endommager sérieusement.

III.7. Ecubiers de mouillage :

Un écubier est un conduit cylindrique pratiqué dans la coque d'un bateau servant à faire passer la chaîne de l'ancre. Il est généralement situé entre le pont et le bordé. Sa position doit être étudiée avec précision pour qu'elle corresponde à l'alignement des guindeaux. Sur les bateaux de petites dimensions, l'écubier peut être remplacé par un chaumard ou un davier, la chaîne de mouillage court alors sur le pont et est souvent centrale (une seule ligne de mouillage).[5]



Figure III.20 : Renforcement de coque en sortie d'écubier.

III.8. Puits aux chaînes :[14]

Le puits aux chaînes est un compartiment d'un bateau destiné à emmagasiner les chaînes des ancres. Sur un petit bateau de plaisance, il consiste en un simple coffre à l'avant, au fond duquel se trouve une étalingure. Sur un grand navire, le puits aux chaînes est plus imposant et se trouve généralement sous le gaillard d'avant, il délivre la chaîne au guindeau. Il est généralement composé de deux parties inférieures (tribord et bâbord) séparées par une cloison simple, l'extrémité des deux chaînes, chacune composée de 8 à 14 maillons, revient au système de largage rapide de sécurité (l'étalingure), qui se trouve à l'entrée du puits aux chaînes ou fréquemment sur le gaillard.

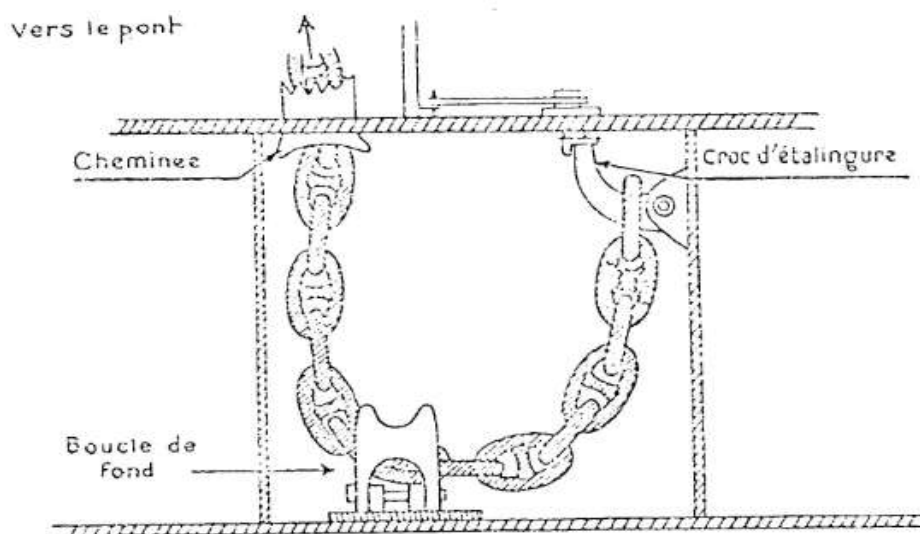


Figure III.21 : Schéma d'un puits aux chaînes

III.9. Stoppeur de chaîne:

Cet appareil sert à supporter [7] l'effort exercé par les lignes de mouillage. Il est constitué :

- Soit par un système de mâchoires à vis
- Soit par une pièce massive rabattable sur une maille à plat



Figure III.22 : Stoppeur avec chaîne



Figure III.23 : Stoppeur

On peut rencontrer les différents types de stoppeurs :

- **Stoppeur à friction :**

Le stoppeur à friction sert pour la fixation de l'ancre du navire en route et s'utilise pour des chaînes ayant des calibre (12,5 ÷ 73) mm .

- **Stoppeur à doigt :**

Ce type de stoppeur est utilisé pour des chaînes ayant des diamètres de 12,5 à 60mm.

- **Stoppeur combine à galet :**

Ce type de stoppeur est destiné pour des chaînes de calibre supérieur à 60 mm.

- **Etrangloir :**

C'est une lunette en fer, placé au-dessous du pont et dont les extrémités sont maintenues par des guides.

Il est manœuvré par un levier garni d'un palan .Quand on veut stopper la chaîne, on pousse le levier le manchon vient obstruer la lunette et serrer une maille aplat.

L'étrangloir peut être remplacé par un col de cygne ou par une clavette traversent un étrier qui enjambe le chemin de fer.

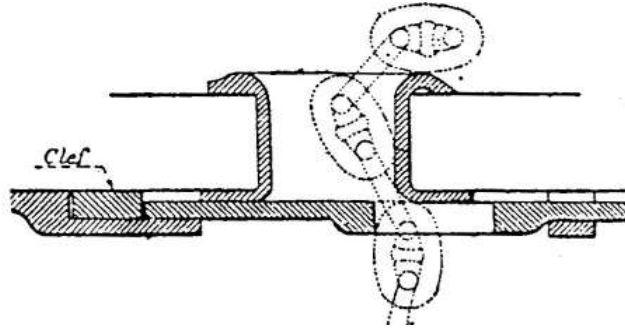


Figure III.24 : Étrangleur

III.10. CALCUL ET CHOIX DES EQUIPEMENTS DE MOUILLAGE :

III.10.1. Calcul du nombre d'armement :

Le nombre d'armement présente l'armement de l'ancre et en chaînes, il s'évalue d'après le règlement pour la classification des navires en acier [3], avec ce nombre on détermine à partir du tableau 2 [5] les caractéristiques de l'ancre et aussi la longueur, le nombre et la charge de rupture des amarres.

Lorsque ce nombre est égal à un nombre du tableau, on considère l'armement du nombre immédiatement inférieur, et quand il est compris entre deux nombres du tableau, on considère l'armement du nombre le plus petit.

Le nombre d'armement N_A est donné par la formule :

$$N_A = \Delta^{2/3} + 2A_1 + 0,1A_2 \dots \dots \dots \text{ [III.1].}$$

A_1 : surface frontale, en m^2 . égale à, ou h est en m .

$$A_1 = H \times B \dots \dots \dots \text{ [III.2].}$$

A_2 : surface latérale, en m^2 .

$$A_2 = LPP \times 0,25 \times B \dots \dots \dots \text{ [III.3].}$$

A partir des données de navire et le calcul de nombre d'armement, on détermine les dimensions liées aux équipements de mouillages.

Les caractéristiques du navire choisi sont :

- Navire du type méthanier
- Longueur Hors Tout (LHT)=291.4 m

- Longueur Hors perpendiculaire (LPP)=284.02 m
- Largeur B=46.4 m
- Creux sur quille C=26.4 m
- Franc bord d'été H =34.28 m
- Tirant d'eau T=12.6 m (ligne d'eau à la flottaison d'été)
- Bloc coefficient Cb=0.7528

On peut donc calculer avec ces données le déplacement du navire comme suit :

$$\Delta = \rho * \nabla \quad \dots\dots\dots \text{ [III.4]}$$

Tel que :

$$\rho = 1.025 \text{ t/m}^3 \quad \text{pour l'eau de mer}$$

∇ : volume de la carène (partie immergée) qu'on calcule à partir du bloc coefficient (Cb)

$$C_b = \frac{\nabla}{L_{pp} * B * T} \quad \dots\dots\dots \text{ [III.5]}$$

$$\nabla = C_b * LPP * B * T \quad \dots\dots\dots \text{ [III.6]}$$

$$\nabla = 0.7528 * 284.02 * 46.4 * 12.6$$

$$\nabla = 125002.028 \text{ m}^3$$

Donc en calcule le déplacement à partir de l'équation [III.4] :

$$\Delta = 1.025 * 125002.028.$$

$$\Delta = 128127.0787 \text{ t}$$

Par la suite on calcul les surface A_1 et A_2 à partir des équations [III.2] et [III.3] :

$$A_1 = 1590.592 \text{ m}^2.$$

$$A_2 = 6238.717 \text{ m}^2.$$

$$NA = (128127.0787)^{2/3} + 2 * (1590.592) + \frac{1}{10} * (6238.717)$$

$$NA = 6346.578$$

Puisque NA est une valeur comprise entre les valeurs 6100 et 6500 du tableau 13-7-2 et 13-7-3 de Rule and Regulation for the classification of ships, alors on considère l'armement le plus petit suivant Lloyd's Register.

Chapitre III : Dimensionnement des équipements de mouillage

Donc on prend 6100 comme une valeur inférieure.

N _A	Diamètre des chaînes (mm)			Longueur totale (m)	Amarres		
	U ₁	U ₂	U ₃		Longueur m	Nombre	Charge de Rupture(KN)
6100	-	120	107	742.5	200	9	716
6500	-	124	111	770	200	9	726
6900	-	127	114	770	200	10	726

Tableau III.1 : Nombre d'armement.

U₁ : chaîne en acier doux.

U₂ : chaîne en acier à haute résistance.

U₃ : chaîne en acier à très haute résistance.

➤ **Selon la réglementation de la société de classification Lloyd's Register:**

- La déviation autorisée entre le poids réel et le poids nominal de l'ancre est 0±5 %.
- Après que l'article ci-dessus ait été satisfait, la déviation dimensionnelle autorisée sur Chaque pièce de l'ancre sera ±4% et sa valeur maximum sera à moins de ±20 millimètres.
- La méthode d'essai de l'ancre est de se conformer aux conditions d'IACS UR W29 pour la fabrication du programme B d'ancres.[3]

➤ **D'après IACS (International Association Classification Sociétés) :**

- Les ancres nommées HHP (High Holding Power), la masse de chaque ancre peut être 75% de la masse requise pour les ancres d'étrave ordinaire stockless. [3]
- ❖ Le nombre d'armement (N_A) est entre 6100 et 6500, on a N_A = 6346

Nombre d'armement (N _A)	Les ancres à pattes articulées		Longueur totale (m)	Chaîne en etai		
	nombre	Masse d'ancre (Kg)		Min. Diameter (mm)		
				U ₁	U ₂	U ₃
5800-6100	2	17800	742.5	132	117	102
6100-6500	2	18800	742.5	-	120	107
6500-6900	2	20000	770	-	124	11

Tableau III.2 : Ancre-chaîne.

Donc la masse de l'ancre = masse de l'ancre stockless * $\frac{75}{100}$

Masse de l'ancre = 18800 × 0.75

Masse de l'ancre = 14100 kg

Masse de l'ancre actuelle est égale à 14100 kg.

Le poids nominal = poids de l'ancre actuel × 5% + poids de l'ancre

Le poids nominal = $14100 \times \frac{5}{100} + 14100$ est le même que la masse ?

Le poids nominal = 14805 kg

Donc : le poids nominal = 15000 kg

Masse de l'ancre (kg)	Longueur de la chaîne (m)	Diamètre de la chaîne (mm)
15000	770	111

Tableau III.3 : Dimensions de la chaîne.

Les ancres d'étrave doivent être reliées à leurs câbles et elles sont placées à bord de manière opérationnelle.

Selon IACS, le test des ancres HHP est inscrit dans le tableau ci-dessous :

Masse de l'ancre (kg)	Charge de preuve (KN)
15000	1260

Tableau III.4 : Masse de l'ancre.

III.10.2. Chaîne des ancres d'étrave :

La chaîne doit être testée. Les ancres d'étraves doivent être reliées avec la chaîne en étai pour l'un des grades placées dans le tableau suivant :

Matériel	Grade	Rang d'UTS (N/mm)
Chaîne en acier doux	U1	300 à 490
Chaîne en acier haute résistance	U2	490 à 690
Chaîne en acier très haute résistance	U3	Supérieur à 690

Tableau III.5 : Chaines d'ancres.

UTS : Ultimate Tensile Strength (Charge de Traction Maximale)

III.10.3. Charge de rupture et de preuve de la chaîne en étai :

La conception et/ou les charges de rupture standard (BL) et les charges de preuve (PL) de la chaîne en étai sont données dans le tableau pour le diamètre de la chaîne, en mm.[3]

Grade	Charge de preuve (KN)	Charge de rupture (KN)
1	$BL1 = 9.80665 \cdot 10^{-3} [d^2 (44 - 0.08 d)]$	$PL1 = 0.7 BL1$
2	$BL2 = 1.4 BL1$	$PL2 = BL1$
3	$BL3 = 2 BL1$	$PL3 = 1.4 BL1$

Tableau III.6 : Grades d'une chaîne en acier.

Notre chaîne choisie de grade 3, à partir de tableau [III-6] on va utiliser les équations suivantes :

$$BL1 = 9.80665 \cdot 10^{-3} [d^2 (44 - 0.08 d)] \dots\dots\dots [III.7].$$

$$BL1 = 9.80665 \cdot 10^{-3} * [(111)^2 * (44 - 0.08 * 111)]$$

BL1=4243.47

$$BL3 = 2BL1 \dots\dots\dots [III.8].$$

$$BL3 = 2 * 4243.47$$

BL3=8486.94 KN

$$PL3 = 1.4BL1 \dots\dots\dots [III.9].$$

$$PL3 = 1.4 * 4243.47 \longrightarrow \mathbf{PL3 = 5940.85 KN}$$

A partir du tableau :

Diamètre de la chaîne (mm)	Grade 1		Grade 2		Grade 3	
	Charge de preuve (KN)	Charge de rupture (KN)	Charge de preuve (KN)	Charge de rupture (KN)	Charge de preuve (KN)	Charge de rupture (KN)
107	2790	3980	3980	5570	5570	7960
111	2970	4250	4250	5940	5940	8480

Tableau III.7 : Charges de rupture/preuve.

III.10.4. Calcul de l'effort nominal du guindeau :

L'effort nominal représente à exercer pour élever six maillons de chaines, soit 165 m en acier traité et contrôlé, plus l'ancre associée avec un rendement d'écubier de 0.7.[5]

L'effort est donné par la formule suivante :

Pour les ancrages spécifiés de profondeur jusqu'à 82.5m :

$$F_n = 4.84 * d_c^2 \dots\dots\dots [III.10].$$

$$F_n = 4.84 * 111^2$$

$$F_n = 59633.64 \text{ Kgf.}$$

Pour les ancrages spécifiés de profondeur plus que 82.5 m :

$$F_1 = F_n + (D_a - 82.5) * 0.27 * d_c^2 \dots\dots\dots [III.11].$$

$$F_1 = 117850,365 \text{ Kgf.}$$

Où :

d_c est le diamètre de la chaîne en mm.

D_a est la conception de profondeur d'ancrage spécifié en mètre.

F_n est l'effort nominal pour l'ancrage de profondeur jusqu'à 82.5 m

F_1 est l'effort nominal pour l'ancrage de profondeur plus que 82.5 m

III.10.5. Calcul de l'effort de calage du guindeau :

L'effort de calage doit être égal à 125 % de l'effort nominal, il est donné par la formule suivante :

$$F_c = 1.25 * F_n \dots\dots\dots [III.12].$$

$$F_c = 1.25 * 59633.64$$

$$F_c = 74542.05 \text{ Kgf.}$$

III.10.6. Calcul de l’effort de freinage du guindeau :

L’effort de freinage à réaliser au barbotin doit être au moins égal à 40 % de la charge de rupture de la chaîne considérée.

L’effort de freinage est donné par la formule :

$$F_f = K_b * d_c^2 * (44 - 0.08 * d_c) \dots\dots\dots [III.13].$$

Les valeurs de K_b sont données par le tableau ci-dessous :

Grade de câble	Kb	
	Guindeau avec stoppeur de chaîne N (Kgf)	Guindeau sans stoppeur de chaîne N(Kgf)
U1	4.41 (0.45)	7.85 (0.8)
U2	6.18 (0.63)	11.0 (1.12)
U3	8.83 (0.9)	15.7 (1.6)

Tableau III-8 : Guindeau avec ou sans stoppeur.

Donc :

- Le guindeau avec stoppeur de chaîne :

$$F_f = 0.9 * 111^2 * (44 - 0.08 * 111)$$

$$F_f = 389442.168 \text{ Kgf}$$

- Le guindeau sans stopper de chaîne :

$$E_f = 1.6 * 111^2 * (44 - 0.08 * 111)$$

$$E_f = 692341.632 \text{ Kgf}$$

III.10.7. Calcul de la vitesse nominale :

La vitesse nominale est la vitesse moyenne contrôlée par chronométrage du temps de remontée d’une seule ligne d’ancrage de six maillons et elle doit être égale à 9m/min suivant Lloyd’s Register.[3]

La vitesse nominale est donnée par la formule suivante :

$$V_n = \frac{P}{F} \dots\dots\dots [III.14].$$

Poids de l’ancree = 1/3 poids total (6.5d² ; 2.1 d²)

Poids de la chaîne (4.4d²)

$$2.1d^2 * 6 * 27.5 = 346.5 d^2$$

$$4.4 d^2 * 3 * 27.5 = 363 d^2$$

$$u = 346.5 d^2 + 363 d^2$$

$$u = 346.5 * 107^2 + 363 * 107^2$$

$$u = 709.5 d^2$$

Où 27.5 représente la longueur d'un maillon de chaîne en mètre.

Le temps de la remontée de l'ancre:

$$t = \frac{1}{v} = \frac{385}{9}$$

$$t = 42.78 \text{ min}$$

La puissance nominale du guindeau :

$$\left. \begin{array}{l} P_n = F * V_n \\ P_n = \frac{u}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow F * V_n = \frac{u}{t}$$

$$V_n = \frac{u}{t} * \frac{1}{F} \dots\dots\dots [III.14]$$

$$V_n = \frac{709.5d^2}{42.78} * \frac{1}{6.5*d^2}$$

$$V_n = \frac{709.5*111^2}{42.5} * \frac{1}{6.5*111^2}$$

$$V_n = 2.568 \text{ m/min}$$

III.10.8 Dimensionnement du guindeau :

A partir de catalogue du constructeur des guindeaux, on a choisi le guindeau équivalent à :

Câble de levage			Tambour		Donnée électrique	Poids
Vitesse Nominal (m/min)	Charge de rupture (tonne)	Chargement (tonne)	Vitesse Nominal (m/min)	Charge de rupture (tonne)	Moteur électrique Puissance (KW)	
0~9	389.4	69	0~15	101.6	132	29300

Tableau III-9 : Dimensions du guindeau.

III.10.9. Détermination des dimensions principales des puits aux chaînes :

Le volume utile représente le volume des puits aux chaînes et il est donné par la formule ci-après :

$$V = K_1 \cdot L \cdot d^2 \cdot 10^{-5} \dots\dots\dots \text{[III.15]}$$

K_1 : 0,85 ÷ 1,00 : coefficient empirique dont la limite inférieure est appliquée en cas de volume insuffisant sans le puits aux chaînes.

$$L = 770 \text{ m}$$

$$d = 111 \text{ mm}$$

$$V = 0.90 \times 770 \times (111)^2 \times 10^{-5}$$

$$V = 85.38 \text{ m}^3$$

III.10.10. Détermination du manchon d'écubier :

Pour déterminer le manchon d'écubier, il faut déterminer son diamètre, son épaisseur et sa longueur.

a. Détermination du diamètre du manchon de l'écubier :

Ce diamètre est donné par la formule suivante :

$$D_k = (8 \div 10) \dots\dots\dots \text{[III.16]}$$

$$d_c = 111 \text{ mm}$$

$$D_k = 9 \cdot 111$$

$$D_k = 999 \text{ mm}$$

b. Détermination de l'épaisseur de la paroi de la partie fonctionnelle du manchon d'écubier :

L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$S_K = (0.4 \div 0.9) \cdot d \dots\dots\dots \text{[III.17]}$$

$$S_K = 0.6 \cdot 111$$

$$S_K = 66.6 \text{ mm}$$

c. Détermination de la longueur du manchon d'écubier :

La longueur est donnée par la formule :

$$L_{\min} = 185 * (G_R)^{1/3} \dots\dots\dots [III.18]$$

Où G_R représente le poids de l'ancre.

Chaine	Poids de l'ancre
U ₁	$0.95d_1^2$
U ₂	$1.25d_1^2$
U ₃	$1.65d_1^2$

Tableau III.10 : Poids de l'ancre.

$$L_{\min} = 185 * (1.65 * (111)^2)^{1/3}$$

$$L_{\min} = 5049.1123 \text{ mm}$$

IV. Dimensionnement des équipements d'amarrage :

IV.1. Définition :

L'amarrage d'un navire consiste à le maintenir contre un quai ou un objet flottant à l'aide d'aussières-ou d'amarres. Un bateau et son équipage doivent fonctionner comme une seule entité et particulièrement dans les manœuvres de port. Cela veut dire que lorsqu'un équipier frappe une amarre, ou la raidit il doit s'assurer que c'est le bon moment pour le faire et que le skipper ainsi que le reste de l'équipage s'attend à cette manœuvre.[14]



Figure IV-1 : Bateau amarré

IV.2. Amarres :

Elles sont traditionnellement faites de trois sections commises, ce qui signifie que sont réunies en hélice les unes autour des autres. La qualité d'une aussière est principalement en rapport avec sa résistance, mais d'autres facteurs sont également importants : l'élasticité, le poids et la maniabilité. [5]



<u>Designiation</u>	<u>Definition</u>	<u>Role</u>
Aussiere 1	Amarre de bout avant ou longue avant	Empecher le navire de reculer
Aussiere 2	Traversier avant(Breast)	Empecher le navire de s'ecarter de quai
Aussiere 3	Garde montante avant(Spring)	Empecher le navire d'avancer
Aussiere 4	Garde montante arriere(Spring)	Empecher le navire de culer
Aussiere 5	Traversier avant(Breast)	Empecher le navire s'ecarter de quai
Aussiere 6	Amarre de bout avant ou longue arriere	Empecher le navire d'avancer

Figure IV.2 : Aussiere et leur roles.

IV.3. Structure d'une amarre :

Une amarre est un cordage, Un cordage est constitué de fibres d'origines végétales, synthétiques ou métalliques qui sont réunies et tournées ensemble afin d'obtenir des fils de caret.

Les fils de caret sont toujours tordus ensemble afin de confectionnés des **torons**, En règle générale, ils le sont de droite à gauche.[4]

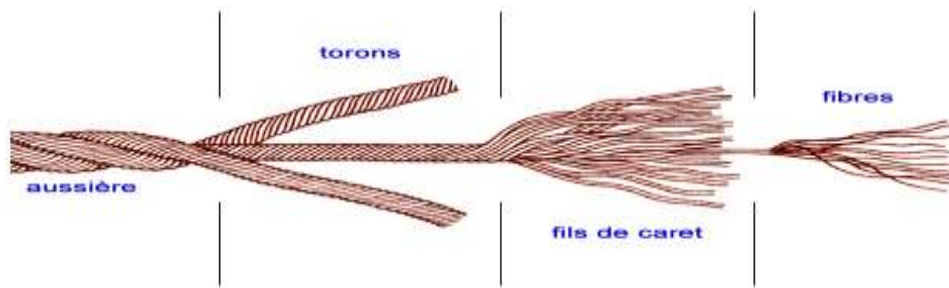


Figure IV.3 : Structure d'une amarre (corde)

Les torons peuvent être montés de trois manières pour former :

IV.3.1. Cordage commis :

Les torons sont réunis puis tournés ensemble dans le sens inverse des fils de caret.



Figure IV.4 : Cordage commis

IV.3.2. Cordage tressé :

Les torons sont croisés entre eux. Le tressage permet la réalisation d'épissures et offre une meilleure résistance à l'abrasion. L'amarre ne tourne pas sur elle-même quand elle est sous tension.[4]



Figure IV.5 : Cordage tressé

IV.3.3. Cordage parallèle :

Les torons ne sont ni croisés, ni commis. Ils sont serrés les uns sur les autres par une gaine. Les torons offrent la meilleure résistance possible à la traction tandis que la gaine (tressée) les protège des agressions extérieures.[4]



Figure IV.6 : Cordage parallèle

Le nombre de torons composant un cordage est variable, il existe des cordages à 3 torons, à 4 torons, à 8 torons et plus.

IV.4. Cordes en fibres synthétiques :

Elles sont homogène, préparées en nylon ou polypropylène, polyester etc...., avec huit brins sont celles couramment utilisées, leur caractéristique physique diffère des câbles en acier, elles sont légère, flexible capable de flotter et maniable.[14]



Figure IV.7 : Aussières synthétiques

IV.5. Câble en acier:

Ils sont surtout utilisés sur les grands navires, ils se caractérisent par leur haute résistance, à la chaleur leur allongement est faible (élasticité) limitée à 1,5% mais il demande un entretien régulier pour la prévention contre la corrosion. Ils sont peu maniables voir dangereux à la manipulation, sont utilisés loin des citernes de chargement et des tuyauteries pour les navires pétroliers car les frottements des câbles sur la coque donnent des étincelles qui provoqueront l'incendie. [14]



Figure IV.8 : Câble en acier

Le câble acier le plus couramment utilisé est constitué par 6 fois 24 ou 6 fois 37 fils en acier haute résistance 140 à 180 kg/mm².

IV.6. Cordes en fibres végétales :

IV.6.1. Cordes de manilles:

Elles sont fabriquées avec des fibres du bananier sauvage, dans l'eau elles ne perdent pas leur élasticité et elles sèchent rapidement.



Figure IV.9 : Bananier sauvage

IV.6.2. Cordes de sisals:

Elles sont issues des fibres de plantes grasses, les agaves de Mexique ou du Soudan. C'est un matériau résistant, mais sensible à l'humidité et à la moisissure, mais elles sont biodégradable.



Figure IV.10 : Plante sisal du Mexique

IV.7. Amarres mixtes (acier - synthétique) :

Elles sont utilisées pour pallier des conditions particulières, le poste à quai subit par exemple les passages ponctuels de navires, mais le câble d'acier est nécessaire pour maintenir un poste stable, n'étant pas élastique, on ajoute une queue synthétique sur le câble, la partie synthétique absorbera par son élasticité les effets ponctuels. Cette queue synthétique devra avoir 25% de charge de rupture supérieure à celle du câble et sa longueur sera calculée pour que 20% de celle-ci donne la marge maximale recherchée. (5m donnera 1 m de battement ponctuel).[5]

IV.8. Eléments d'amarrage :

L'amarrage s'effectue avec des différents outils et appareils qu'on peut les citer comme ci-dessous :

IV.8.1. Bittes :

Ce sont des pièces en acier, fixées verticalement sur le pont et qui servent à tourner l'autre extrémité des amarres, elles doivent résister à la rupture des amarres, leur construction est simple mais généralement double, c'est la version grand modèle du taquet d'amarrage.



Figure IV-11: bitte d'amarrage

IV.8.1.1. Calcul et choix des bittes :

Les bittes d'amarrage sont employées pour fixer les extrémités des lignes de mouillage (amarres), les lignes de poupée, et les lignes de remorquage.

La taille des bittes d'amarrage est basée sur la conception de moment, qui est égal au produit de la résistance à la rupture de la corde fois la moitié de la hauteur de bitte au-dessus de l'embase, comme montré dans le tableau [5]

Le point d'attachement des lignes d'amarrage (amarres) doit être pris pas moins de 4/5 de la hauteur du tube au-dessus de l'embase. (Voir la figure IV-12).

Diamètre nominal (mm)	B (mm)	L (mm)	H (mm)	h (mm)	SWL=T (Tons)
350	356	1256	650	145	73
400	406	1406	700	160	83
500	508	1738	830	190	142
630	610	2180	1000	225	172

Tableau IV.1 : les dimensions des bittes.

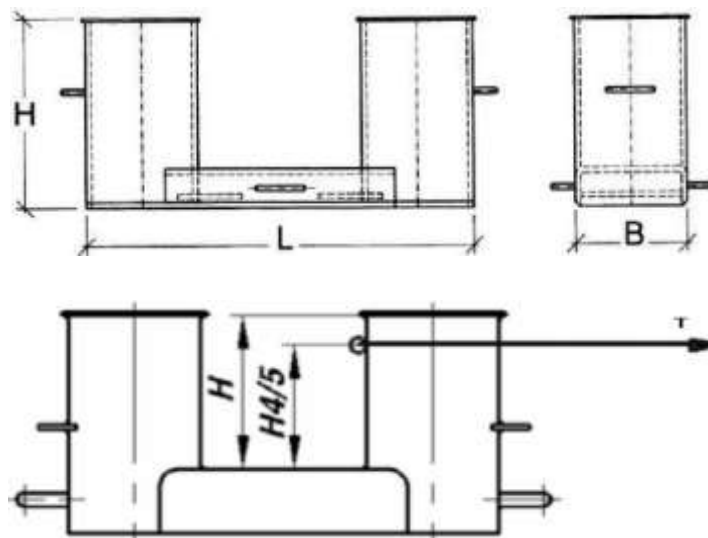


Figure IV.12 : schéma d'une double bittes.

Le dimensionnement des équipements d'amarrage sont choisies à partir de la charge de la rupture et la longueur des lignes de d'amarrage (amarres).

Les bittes sont en général doubles, de façon à faciliter le tournage des aussières (amarres) autour d'elles (tournage en 8).

Elles sont caractérisées par leur diamètre extérieur, qui doit être égal au moins à 12 fois le diamètre des câbles.

La force exercée autour des bittes peut être calculée par :

$$F_{\text{exercée}} = F \cdot e^{(-\mu \text{rad})}$$

F : force chargée en N

μ : coefficient de frottement

Charge de traction de matériau fonte = 450 MPa.

Donc l'Effort du cisaillement égal à 60% de la charge de traction maximale selon Lloyd's Register et IACS.

Donc :

$$\sigma_c = 0.6 * 450$$

$$\sigma_c = 270 \text{ MPa.}$$

$$M_T = T * ((4h/5) + H) \dots\dots\dots [IV-1]$$

$$M_T = 142 * [(4 * 190/5) + 830]$$

$$AN : M_T = 139444 \text{ tonne.mm}$$

$$M_T = 139444 * 9.81$$

$$M_T = 1367,945 \text{ KN.m}$$

IV.8.2. Les bollards:

Ce sont des bittes d'amarrage atteints en bois ou d'acier constitués par un gros fut cylindrique et leur tête est ronflée pour éviter le glissement d'amarre. Ils sont enfoncés dans le quai, pour capeler l'œil des amarres.[14]



Figure IV.13 : Bollard capelé par l'œil des amarres

IV.8.3. Les chaumards :

Elles des Pièces de guidage pour les amarres, dont toutes les parties sont arrondies pour éviter d'user ou de couper les aussières



Figure IV.14 : les chaumards

IV.8.4 L'écubier :

Voir chapitre I (Le mouillage), calcul et choix de l'écubier.

IV.8.5 Les défenses:

Elles sont des éléments utilisés par les bateaux pour se protéger des contacts, que ce soit entre les coques de deux bateaux où entre la coque du bateau et le quai ,elles peuvent être du type pneumatique, remplies de mousse, ou elles sont conçues en matériau élastique.[4]

Défenses Yokohama	Grosses défenses portuaires	Pare battage sur un voilier de plaisance	Remorqueur garni de défenses en pneus.

Figure IV.15 : Différents types de défenses

IV.9. Les calculs de mécanisme d'amarrage :**IV.9.1. Le guindeau :**

Voir chapitre III (Le mouillage), calcul et choix du guindeau.

IV.9.2 Calcul du choix du treuil :

Un treuil est un dispositif permettant de commander l'enroulement et le déroulement d'un câble. Il est situé dans la partie arrière du navire, on peut le trouver aussi dans la partie bâbord et tribord du navire.[4]



Figure IV.16 : Un treuil d'amarrage électrique

IV.9.3. Choix du cordage :

Le cordage est choisi en fonction de la charge de rupture R selon Lloyd's Register.

D'après le tableau, on a $R=716\text{KN}$

Diamètre de la corde	d_c en (mm)	42
Charge de rupture	R (Kg)	992

Tableau IV.4 : caractéristique de corde.

IV.9.4. Calcul du diamètre du tambour :

Il ne doit pas être inférieur à 16 fois le diamètre du câble de base.

$$\Phi \geq 16d_c \dots\dots\dots [\text{VI-2}]$$

$$\Phi \geq 16 \cdot 42$$

$$\Phi \geq 672 \text{ mm}$$

Le diamètre du tambour normalise 680mm.

IV.9.5. Calcul de longueur du tambour :

Elle doit être telle que la longueur totale du câble de base soit enroulée en dix (10) couches au plus.

D'après le tableau 1, la longueur de chaque amarre la est égale à 200m ; la corde s'enroule sur le tambour en dix couches, la longueur de corde par couche sera $I_a/10$; en tournant, celle-ci devra prendre des longueurs successives égales au diamètre du tambour (Φ) jusqu'à remplir toute sa longueur (I_t), pour ce faire, elle devra s'enrouler ($I_a/10 * I / \Phi$) fois.

Enfin, le diamètre de l'amarre étant dc, la longueur du tambour sera donnée par la formule suivante : [5]

$$I_t = \frac{I_a \cdot d_c}{10 \cdot \Phi} \dots\dots\dots [VI-3]$$

$$I_t = 200 * 42 * 10^{-3} / 10 * 672 * 10^{-3}$$

$$I_t = 1.25 \text{ m}$$

IV.9.6. Dimensionnement du tambour:

A partir de catalogue de constructeur, on choisit un treuil équivalent à :

Tambour			Donnée électrique	Poids (Kg)
Chargement (Tonne)	Vitesse Nominal (m/min)	Charge de rupture (tonne)	Moteur électrique Puissance (KW)	
30	0~15	101.6	87	10714.2857

Tableau IV-5 : caractéristique de tambour.

IV.9.7. cabestan :

On choisit le cabestan en fonction de l'effort qu'il supporte.

Charge de traction (Kg)	Vitesse de traction (m/min)	Diamètre de tambour (mm)	Poids (Kg)
2000	15	300	500

Tableau IV.6 : caractéristique de cabestan.

IV.10. Règlement d'amarrage :

L'amarrage s'effectue, non seulement à l'aide des équipements et du personnel qualifiés, mais aussi suivant des règlements qui imposent certaines conditions telles que la zone d'amarrage, l'autorisation d'amarrage, mode d'amarrage...etc. [9]

IV.11. les plages de manœuvre :

Les plages de manœuvre se trouvent toujours à l'avant et l'arrière du navire. Sur les navires de grandes tailles, les navires sont toujours équipés de treuils sur lesquels sont emmagasinées les aussières. La configuration classique est de 6 amarres sur enrouleur (4 pointes et 2 gardes).

Entrainés par un moteur électrique ou hydraulique, les treuils enrouleurs permettent de virer et dévirer à la demande, Ils sont équipés de freins à mâchoires.[4]



Figure IV.17 : plage de manœuvre

IV.12. type d'amarrages :

IV.12.1. Cul au quai :

Le navire est tenu à l'avant par une pendille, un coffre ou par une ou plusieurs ancres. Il est tenu à l'arrière par des aussières capelées sur des bittes, des taquets ou des anneaux. Les aussières peuvent être croisées pour maintenir l'arrière du bateau.

IV.12.2. Pendille : Cordage ou chaîne demeurant à poste le long du quai et qui est relié à une chaîne mère, servant à tenir le bateau à l'avant dans le cas d'un amarrage cul au quai (fréquent en Méditerranée).

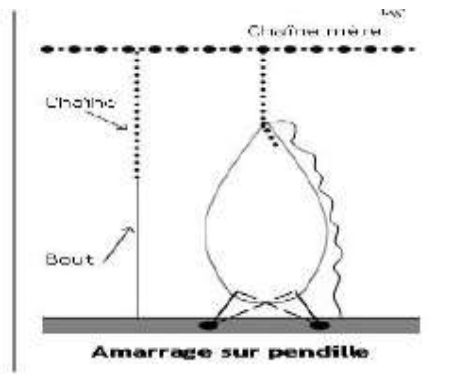


Figure IV.18 : amarrage sur pendule.

IV.12.3. Amarrage à couple d'un autre bateau :

S'emploie pour des transferts de marchandises de navires à navires. Il peut se pratiquer en route à vitesse faible, le plus sûr étant tout de même de la faire navire stoppé, amarré à un quai ou au mouillage dans une zone calme. Se pratique surtout pour le transfert de produits pétroliers ou chimiques ou gaziers.



Figure IV.19: amarrage a couple

Des défenses type « Yokohama » très larges (jusqu'à 3 mètres de diamètre) sont systématiquement disposées entre les deux navires.

V. Installation de sauvetage :**V.1. Introduction :**

La drome de sauvetage est l'ensemble des divers matériels et engins de sauvetage obligatoires à bord d'un navire.

La liste varie en fonction des types, taille, catégories de navigation des navires, et est également en rapport avec la quantité de personne autorisées à prendre place à bord (équipage et passagers).

SOLAS désigne la convention internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer (Safety Of Life At Sea) et faire référence, par son sigle anglais, au traité international adopté en 1974 visant à définir diverses normes relatives à la sécurité, la sûreté et l'exploitation des navires.[7]

La drome de sauvetage obligatoire à bord d'un navire :

- Engin de sauvetage collectif
- Engin de sauvetage individuel
- Matériel divers

V.2. Engins de sauvetage collectif :**V.2.1. Embarcation de sauvetage :**

Une embarcation de sauvetage est un petit bateau utilisé sur les navires pour assurer l'évacuation en cas de naufrage, c'est un engin de sauvetage collectif. Le drame du Titanic avait fait prendre conscience de l'utilité de disposer de suffisamment d'embarcations pour accueillir l'ensemble des passagers et du personnel ; d'autres naufrages montrèrent la nécessité de systèmes d'évacuation rapides.[9]

Les embarcations de sauvetage peuvent être classées en :

- embarcations ouvertes, disposées de chaque bord sous bossoirs.
- embarcations fermées, disposées de chaque bord sous bossoirs.
- embarcations à chute libre, placées à la poupe, obligatoires sur certains vraquiers, pétroliers et chimiquiers. Totalement fermées, disposées sur une rampe à 45° par

rappart à l'horizontale, elles permettent d'évacuer en toute sécurité même par mer couverte de pétrole en feu, l'embarcation s'éloignant du navire rapidement.



Figure V.1 : Embarcation de sauvetage (fermer).

V.2.2. Radeau de sauvetage :

C'est un engin collectif de sauvetage. Il peut être de deux types : rigide ou gonflable. Dans ce dernier cas il est stocké dans un conteneur. D'encombrement très réduit, gonflable automatiquement si nécessaire, généralement de forme carrée ou octogonale. Il est conçu pour procurer un refuge fiable même dans les conditions les plus extrêmes – en particulier. [9]



Figure V.2 : Radeau de sauvetage.

V.2.3 Canot de secours :

Un canot de secours est une embarcation généralement gonflable, mais existant également en type rigide, munie d'un moteur hors-bord et, utilisée sur les navires pour récupérer un homme à la mer ou des naufragés (écrasement en mer) en général. Il est également utilisé dans le cadre de l'abandon du navire pour regrouper les différents radeaux et/ou embarcation de sauvetage.[9]

Les hommes qui l'utilisent portent une combinaison de survie ou une combinaison de protection aux intempéries.



Figure V.3 : Canot de secours.

V.3. Matériel de sauvetage individuel :**V.3.1. Bouée couronne :**

La bouée de sauvetage, généralement en forme d'anneau ou de boudin gonflé, sert à la sécurité en mer. En fonction de sa taille, elle peut permettre d'aider à maintenir le poids d'une personne complètement à flot, et éviter la noyade, ou bien l'aider à se maintenir à flot et limiter la fatigue de la nage.[9]



Figure V.4 : Bouée.

V.3.2. Gilet de sauvetage :

Un gilet de sauvetage appelé aussi « brassière de sauvetage » est un dispositif qui permet à une personne, en cas de chute dans l'eau, de flotter plus facilement.[9]



Figure V-5 : Gilet de sauvetage.

V.3.3. Combinaison d'immersion :

La combinaison d'immersion ou combinaison de survie est un engin de sauvetage individuel permettant de se préserver de l'hypothermie tout en procurant une flottabilité sur le dos.

Depuis juillet 2006, tous les navires de charge doivent avoir à leur bord au moins une combinaison de survie pour chaque membre d'équipage. Elle doit satisfaire aux prescriptions de la réglementation SOLAS.[9]



Figure V.6 : Combinaison d'immersion.

:

V.3.4 Matériel de protection thermique (couverture de survie) :

Une couverture de survie ou couverture isothermique est une couverture utilisée dans les situations d'urgences afin de réduire les pertes de chaleur et les possibilités d'hypothermie.[9]



Figure V-7 : Couverture de survie

V.4. Matériel divers :**V.4.1. Pyrotechnie :**

L'équipement de sécurité à bord d'un navire comporte divers types d'engins pyrotechniques:

Ces éléments sont à manier avec de grandes précautions en raison des risques d'incendie et de lésions corporelles en cas de mauvaise manipulation.[9]

V.4.2. Fusée à parachute :

La fusée à parachute permet de se signaler sur une longue distance. Une fois percutée, un élément incandescent de couleur rouge est propulsé à environ 300 mètres de hauteur. Un parachute ralentit la descente du projectile et assure la visibilité pendant une durée d'une minute environ.[9]



Figure V.8 : Fuse à parachute.

V.4.3. Feu à main :

Le feu à main est employé à plus courte distance. La réaction chimique produit un feu rouge (15 000 candelas) qui dure environ 1 minute. Il permet une localisation plus précise du navire en détresse, mais à courte distance. Les feux à main sont très fréquemment employés dans les stades de football par les supporters.[9]



Figure V.9 : Feu à main

V.4.4. Fumigène :

Le fumigène consiste en une boîte flottante, de la taille d'une petite boîte de conserve, que la personne en détresse laisse flotter à proximité de son embarcation. Il produit une intense fumée orange et est particulièrement apprécié des sauveteurs en hélicoptère car il laisse à la surface de l'eau de grandes traînées orange facilement repérables depuis le ciel.[9]

V.4.5. Feux à retournement électrique avec fumigène :

Cet élément regroupe un signal fumigène de couleur orange et deux feux électriques. Il est employé en cas d'homme à la mer.[9]



Figure V.10 : Fumigène.

V.4.6. Appareil lance amarres :

Un lance-amarres, également appelé touline, est tout d'abord un cordage fin à l'extrémité duquel est fixé un nœud en forme de boule qu'on appelle une pomme de touline. Le nœud généralement utilisé pour confectionner une pomme de touline est le nœud de poing de singe.[9]

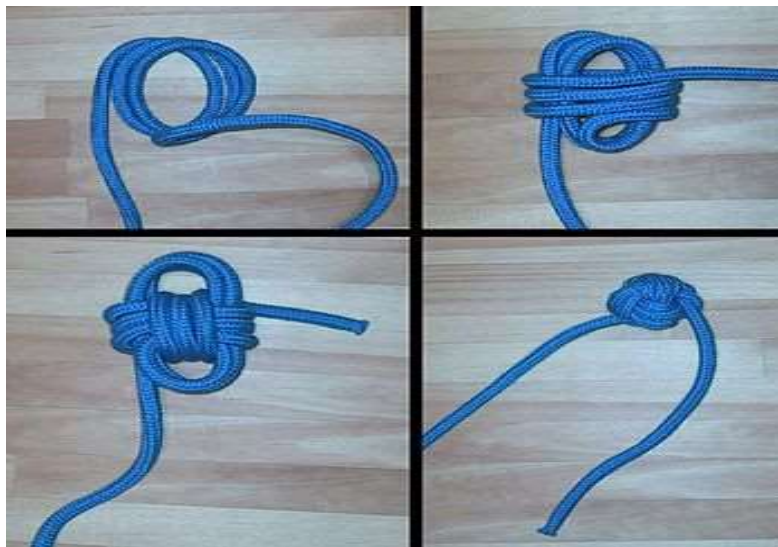


Figure V.11 : Les nœuds des amarres.

On rencontre également l'appareil ou fusil lance-amarres, qui est un engin capable, à l'aide d'une charge propulsive, de déplacer un fin cordage d'un navire vers un autre navire, ou d'un navire vers la terre, ce sur une distance de plusieurs centaines de mètres (200 m en moyenne).

Ce cordage, une fois passé, est également utilisé comme messenger pour transférer un autre cordage de plus gros diamètre, puis finalement une aussière (un gros cordage employé pour l'amarrage et le remorquage de navires) ou une remorque (aussière de fort diamètre spécialement conçue pour le remorquage des navires).



Figure V.12 : fusil lance-amarres.

V.4.7. Dispositifs de mise à l'eau des embarcations et radeaux de sauvetage (bossoir) :

Un bossoir désigne un dispositif de levage utilisé sur les navires pour hisser, déborder, affaler une annexe, une ancre, une embarcation de sauvetage, ...



Figure V.13 : bossoir

V.4.8. Bossoir pivotant :

L'embarcation doit être tout d'abord hissée à l'aide de palans, cette opération nécessite deux personnes. Une fois l'embarcation hissée, un porte-manteau est débordé (pivoté vers l'extérieur), puis l'autre.[9]

Puis il faut donner du mou dans chaque palan de manière synchronisée. Ces opérations étaient longues, peu aisées en cas de mauvais temps, dangereuses et nécessitaient du personnel à bord.



Figure V.14: Bossoir pivotant.

V.4.9 Bossoir oscillant :

Les bossoirs sont articulés sur le pont et oscillent autour de cette articulation, ils sont débordés à l'aide d'un système de vis sans fin, activé par une manivelle sur engrenage, il est toujours nécessaire d'avoir deux personnes à la manœuvre de débordement, à moins que le mouvement puisse être transmis d'un bras à l'autre, ce qui a existé ponctuellement.[9]

V.4.10. Bossoir par gravité :

Le système utilise le poids de l'embarcation et la gravité. Un bras soutenant l'embarcation est monté sur un chemin de roulement, ce bras et l'embarcation sont retenus à poste par des câbles (garants). [9]

En soulevant une masse qui maintient un frein bloqué (une seule personne ne peut activer le système), le bras et l'embarcation vont tout d'abord glisser sur un bâti oblique. Une fois l'embarcation débordée à hauteur du pont, on procède à l'embarquement. Un autre câble monté sur des renvois est fixé à la masse du frein, ce câble est à l'aplomb de l'embarcation, la



Figure V.15 : Bossoir par gravité.

V.4.11. Bossoir télescopique :

Les potences sont horizontales et télescopiques, leur activation en débordement peut être manuelle ou utiliser une énergie accumulée (pression).[9]

La mise à l'eau après débordement utilise la gravité et un frein manœuvrable de l'embarcation elle-même.



Figure V-16 : Bossoir télescopique.

Remarque :

La réglementation interdit le système bossoir pivotant pour la mise à l'eau d'embarcations de sauvetage.

V.4.12. Radiotéléphonie

La voie 16 (fréquence 156,8 MHz) est utilisé pour le trafic radiotéléphonique de détresse et aussi utilisé comme voie d'appel d'urgence, d'appel de sécurité, d'appel de routine pour une communication entre navires ou entre une station côtière et un navire, une voie de travail doit par la suite être déterminée par l'appelé afin de poursuivre la communication. La voie 06 (156,300 MHz) est utilisée dans les communications de sécurité entre navires (fréquence international SAR sur place). [9]

V.4.13. Largueur hydrostatique :

Le largueur hydrostatique est un appareil conçu pour larguer (libérer) automatiquement un système saisi (fixé) sur un navire lorsque le navire coule. Il fonctionne par détection de pression et est prévu de se déclencher lorsqu'il est immergé entre 1,50 et 4 m de profondeur, soit une pression extérieure absolue située entre 0,25 et 0,5 bars. Une lame montée sur ressort est alors libérée et vient trancher le bout de saisissage.[9]



Figure V.17 : Largueur hydrostatique.

Références Bibliographiques

- [1]- La propulsion diesel-électrique des méthaniers Gaz de France par M. Roger COURTAY, ingénieur projets, CHANTIERS de l'ATLANTIQUE. 2014
- [2]- LES TERMINAUX METHANIERS Par Alain GOY. 2014.
- [3]- Rules and Regulations for the classification of ships. 2014
- [4]- Les appareils d'amarrage : Ecole Nationale Supérieure Maritime (ENSM). 2014
- [5]- Technique de mouillage.1999
- [6]- Lloyds Register (LR's) et International Association of Classification Societies (IACS). 2015
- [7]- Drôme de sauvetage.2001
- [8]- Etude et conception d'un portique de chargement et déchargement des conteneurs d'une capacité de [10T] par YAHYIAOUI SIDAHMED et MESSAOUD HAMID PFE 2007.
- [9]- Engins de levage et de transport. 2000
- [10]- Technique de mouillage utilisé en océanographie. Jean Pierre GIRARDOT. U.F.R Sciences et Techniques. 2001