



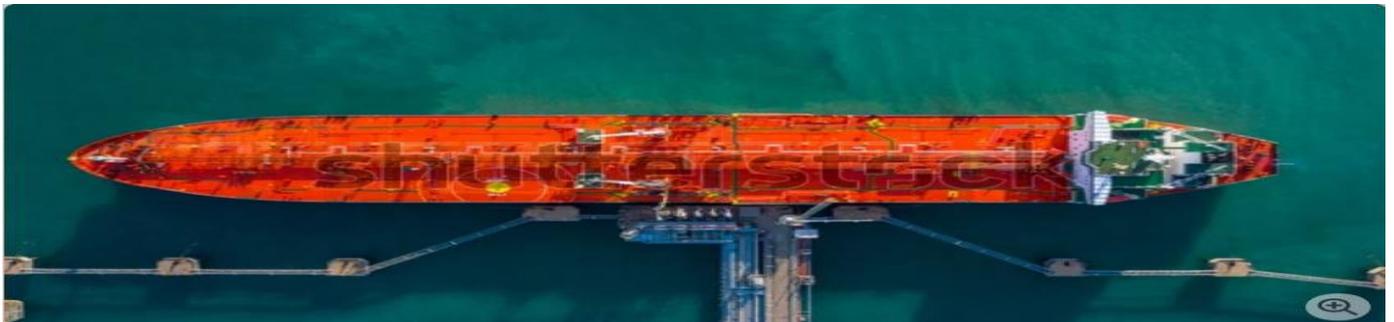
MEMOIRE DE FIN DE CYCLE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE CAPITAINE AU LONG COURS (CLC)

THEME :

**AMARRAGE DES NAVIRES AU PORT AUTONOME D'ABIDJAN :
ETUDE COMPARATIVE DES POINTS D'AMARRAGE MULTIPLE
ET UNIQUE (LE CAS DE LA SIR I ET DE LA SIR II)**

PRESENTE PAR

KAMARA LEON



ENCADRANT PEDAGOGIQUE

CDT TIEMELE ALLAH

Professeur Principal
d'Enseignement et de Formation
Maritimes à l'ARSTM

MAITRE DE MEMOIRE

**CDT KOUAKOU EDINO
CONSTANT**

Pilote Maritime au Port Autonome
d'Abidjan

ANNEE ACADEMIQUE : 2021 - 2022

SOMMAIRE

DEDICACE	ii
REMERCIEMENTS.....	iii
AVANT-PROPOS.....	v
GLOSSAIRE.....	vi
LISTES DES FIGURES.....	vii
RESUME.....	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
<u>PREMIERE PARTIE : AMARRAGE DES NAVIRES AU PORT</u>	
D’ABIDJAN.....	2
<u>CHAPITRE I : GENERALITES</u>	3
<u>CHAPITRE II : L’AMARRAGE</u>	15
CONCLUSION PARTIELLE	28
<u>DEUXIEME PARTIE : ETUDE COMPARATIVE DES POINTS</u>	
D’AMARRAGE MULTIPLE ET UNIQUE	
(LE CAS DE LA SIR I ET SIR II).....	29
<u>CHAPITRE I : POINTS D’AMARRAGE MULTIPLE SIR I</u>	30
<u>CHAPITRE II : POINTS D’AMARRAGE UNIQUE SIR II</u>	44
CONCLUSION PARTIELLE	60
CONCLUSION GENERALE	61



ANNEXES.....64

BIBLIOGRAPHIE71

TABLE DES MATIERES.....72

DEDICACE

Je dédie ce travail de fin de cycle à :

- mon père **KLOTOUGOU KAMARA** ;
- ma mère **TOURE DJENEBOU**.

Je le dédie également en la mémoire de ma grande sœur **KAMARA DONIGO GERTRUDE**.

REMERCIEMENTS

Le fruit d'un travail de dur labeur ne saurait aboutir sans l'aide et la contribution de nombreuses personnes. Il est par conséquent important d'être reconnaissant à tous ceux qui ont œuvré en apportant un coup de pouce à notre réussite.

Je tiens à remercier tout d'abord la compagnie BOLUDA en général, à son Directeur Général Afrique monsieur MATHIEU LE MOAL et particulièrement à son directeur d'exploitation monsieur EMMANUEL BERNARD AUPOIX qui ont bien voulu croire en moi en me donnant l'opportunité de faire partie de ladite compagnie.

Remerciements à monsieur DOMINIQUE KOUYATE, mon parrain et mentor, Directeur de Bolloré Logistique et Solutions pour la chance qu'il m'a accordée de faire partie de son entourage et l'entière confiance qu'il a eu en moi en me proposant comme cadet à la compagnie Ivoirienne de remorquage et de sauvetage IRES /BOLUDA.

J'adresse mes sincères remerciements au commandant KOUAKOU EDINO CONSTANT, pilote au Port Autonome d'Abidjan, pilote November pour son soutien et son assistance pour l'élaboration de ce mémoire.

Remerciements à l'ensemble des professeurs de l'enseignement maritime de l'ARSTM pour leurs différents conseils, soutiens, contributions durant notre formation et à l'élaboration de ce travail de fin de cycle, en particulier au colonel ALLADE GNUI, aux commandants TIEMELE ALLAH, KONAN JACQUES OLIVIER, et au Capitaine KOUAKOU AMANI FRANCOIS.

Remerciements au commandant KOFFI FRANTZ MICHAEL NAZAIRE, pilote au Port Autonome d'Abidjan à l'initial de ZULU et au chef département de l'armement et sécurité de la société de transport lagunaire STL, Capitaine OUATTARA YELARGNEGNON NAHOUE AHMED.

Je remercie l'ensemble des familles KAMARA, SIE KOUAKOU, YACOLI et mes amis proches KONE MOUSSA MAO, YEO KLOTIOLOMAN SEYDOU, COULIBALY NAVIGUE HAMED, DONGO KOFFI PARFAIT, AZOMAN YANN et KOUAMENA FABRICE qui m'ont soutenu et aidé tout au long de la réalisation de mon mémoire.

Grand merci à tous...

AVANT PROPOS

Dans l'industrie maritime nombreux sont les bâtiments ou les navires qui abordent les ports et les rades, pour lesquels l'idée de sécurité reste primordiale. Les bâtiments, une fois dans ces ports doivent être mis en sécurité soit à l'aide des amarres à quai, sur des coffres, soit sur des ancres afin de faciliter les opérations commerciales tout le long des escales.

L'opération d'amarrage demeure la dernière étape dans le processus de sécurisation des navires et doit faire l'objet d'une analyse de risque en vertu des dispositions de la convention SOLAS.

La mise en sécurité d'un navire quel que soit sa taille et sa forme requiert un minimum de connaissance et d'aptitude. Qui dit connaissance dit formation, dit institution maritime.

C'est ainsi, à l'issue de notre formation à l'ARSTM en tant qu'officier pont nous avons choisi comme thème de mémoire « **AMARRAGE DES NAVIRES AU PORT AUTONOME D'ABIDJAN : ETUDE COMPARATIVE DES POINTS D'AMARRAGE MULTIPLE ET UNIQUE (LE CAS DE LA SIR I ET DE LA SIR II)** » pour :

- donner un support de cours pratique aux enseignants de l'ARSTM ;
- rafraîchir la connaissance à tous ces marins ;
- faire une étude poussée sur les avantages et inconvénients d'amarrer un navire sur un ou plusieurs coffres ;
- attirer l'attention de tous, sur les mesures de sécurité à respecter pour l'élaboration de l'amarrage ;
- présenter le manuel aux pilotes et capitaines de remorqueurs ;
- avoir des coffres d'amarrage en vue de réduire le coût de construction des quais.

GLOSSAIRE

ARSTM	Académie Régionale des Sciences et Techniques de la Mer
BOUEE CRAYON	Bouée d'environ 3 mètres de haut indiquant un chenal ou l'entrée d'un chenal
CBM/CPM	Conventional Buoy Mooring/Conventional Point Mooring
IRES	Ivoirienne de Remorquage et de Sauvetage
ISPS CODE	International Ship and Port Facility Security/Code International pour la sûreté des navires et des installations Portuaires
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
PAA	Port Autonome d'Abidjan
PLEM	Pipeline End Manifold, structure sous-marine servant de liaison entre les flexibles de chargement/déchargement des produits pétroliers et le pipeline relié directement aux bacs à terre
SBM/SPM	Single Buoy Mooring/Single Point Mooring
SIR	Société Ivoirienne de Raffinage
SIR I	Poste d'amarrage de la CBM
SIR II	Poste d'amarrage de la SBM
SOLAS	Safety Of Life at Sea / Sauvegarde de la vie humaine en mer
URA	Union des Remorqueurs d'Abidjan
VB	Vicente Boluda, fondateur de la compagnie BOLUDA AND CORPORATION

LISTES DES FIGURES

FIGURE 1	CANAL DE VRIDI
FIGURE 2	CAPITAINERIE DU PORT D'ABIDJAN
FIGURE 3	SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE LE LONG D'UN QUAI AVEC TOUTES LES AMARRES
FIGURE 4	IMAGE D'UNE TOULINE OU LANCE AMARRE
FIGURE 5	IMAGE DE CABESTAN / TREUIL D'AMARRAGE
FIGURE 6	IMAGE D'UN BOLLARD DE QUAI
FIGURE 7	SCHEMA DE BITTES SUR LE PONT D'UN NAVIRE.
FIGURE 8	SCHEMA DE ROULEAUX ET GUIDE AMARRE A ROULEAUX
FIGURE 9	SCHEMA DES ZONES DE FOUET SUR UN PONT EN FONCTION DES AMARRES
FIGURE 10	SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE LE LONG D'UN QUAI
FIGURE 11	SCHEMA D'UN QUAI PLEIN ET DES DEFENSES DE TYPE YOKOHAMA
FIGURE 12	SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE LE LONG D'UN APPONTEMENT
FIGURE 13	PHOTO D'UN DUC D'ALBE
FIGURE 14	SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE CUL A QUAI OU A POINTE
FIGURE 15	IMAGE DE PETROLIERS A COUPLE
FIGURE 16	SPM
FIGURE 17	CBM
FIGURE 18	IMAGE DE COFFRES D'AMARRAGE UTILISE A LA SIR I
FIGURE 19	UN PETROLIER AMARRE SUR LE SITE DE LA SIR I
FIGURE 20	SYSTEME D'ANCRAGE
FIGURE 21	SYSTEME D'AMARRAGE
FIGURE 22	LA BOUEE ROTATIVE DE TYPE CALM
FIGURE 23	FLEXIBLE SOUS MARIN / PLEM
FIGURE 24	FLEXIBLE FLOTTANT
FIGURE 25	NAVIRE AMARRE A LA SIR II
FIGURE 26	STOPPEUR

RESUME

L'objectif principal de tout capitaine et de tout agent shipping est d'immobiliser son navire pour les opérations commerciales afin que celles-ci se passent dans de meilleures conditions.

L'amarrage classiquement connu et répandu dans tous les ports est celui qui se fait le long des quais à l'aide d'amarres.

Cependant, il faut noter que d'autres types d'installations permettant l'amarrage plus adapté pour les gros navires particulièrement pour les pétroliers existent et sont généralement situés à l'extérieur des ports ou en eaux profondes. Celles-ci à l'aide de coffres ancrés dans le fond marin permettent d'immobiliser le navire comme si celui-ci était sur un quai ordinaire. On les regroupe en deux types qui sont :

- les points d'amarrages uniques (SPM) ;
- les points d'amarrages multiples (CBM).

Au port d'Abidjan, ces différents points d'amarrage se matérialisent par les appontements spéciaux appartenant à la Société Ivoirienne de Raffinage (SIR) d'où les noms SIR I pour les CBM et SIR II pour les SPM.

INTRODUCTION GENERALE

Les infrastructures portuaires sont constituées de quais, appontements et mouillage qui depuis l'avènement de la navigation maritime accueillent les navires et facilitent leurs opérations commerciales.

Cependant, le monde maritime étant en plein essor, les armateurs dans le but d'optimiser leur bénéfice construisent des navires de plus en plus grands. Ces nouveaux types de navires ont des longueurs et des tirants d'eau qui avoisinent respectivement 500 mètres et 20 mètres.

Les ports étant généralement artificiels, ces gros bâtiments ont du mal à se créer un chemin du large jusqu'à quai en raison d'insuffisance de profondeurs d'eau et de longueur de quai disponible.

Ainsi, pour relever ce défi, de nouveaux types d'installations en eaux profondes font leur apparition dans les zones portuaires. Elles permettent d'accueillir les navires afin d'assurer les opérations commerciales aux abords des ports et sur les champs pétroliers.

Alors, les différentes questions suivantes se posent : **Quels sont ces types d'amarrage ? comment se présentent-ils ? et quels en sont les avantages et inconvénients pour les navires qui les utilisent ?**

Notre travail consistera donc à travers une étude comparative de présenter brièvement les deux types d'amarrage en vue de faire ressortir leur avantages et inconvénients et enfin, nous proposerons des recommandations dans le but d'optimiser leur utilisation.

PREMIERE PARTIE : AMARRAGE DES NAVIRES AU PORT D'ABIDJAN

Dans tous les ports à travers le monde les navires sont amarrés selon la configuration de celui-ci et la spécificité des quais. L'amarrage au port d'Abidjan n'en demeure pas une exception.

Nous allons montrer dans cette partie les différents amarrages existants dans le port et en faire ressortir les mesures à suivre afin de mener à mieux les opérations d'amarrage.

CHAPITRE I : GENERALITES

I. PRESENTATION DU PAA

Situé en Afrique de l'ouest au sud de la Côte d'Ivoire précisément sur les côtes de Treichville, le port d'Abidjan est le premier port de Côte d'Ivoire, le deuxième de toute l'Afrique après celui de Durban, et devant le Port de Lagos et le Port autonome de Dakar avec à sa tête M. Hien Yacouba SIÉ.

Le Port d'Abidjan, poumon de l'économie ivoirienne, principal port maritime de la Côte d'Ivoire est un port autonome. Il peut accueillir des navires sans limitation de taille. Il demeure le plus important port de la sous-région ouest africaine avec un fort trafic d'échanges commerciaux.

En effet, le Port Autonome d'Abidjan est le premier port africain certifié à la norme ISO 9001 VERSION 2008 sur l'accueil des navires depuis janvier 2010 et est un port sûr de par sa certification aux normes du code ISPS depuis juillet 2004 ; L'application efficace de cette norme est assurée par Port sécurité, une société qui dispose de solide expertise et de référence en la matière.

Le port d'Abidjan occupe une place prépondérante dans la chaîne de production économique de la Côte d'Ivoire dont il abrite plus de 60% des entreprises industrielles. Ces entreprises recouvrent plusieurs secteurs d'activités dont la métallurgie, la pétrochimie, la cimenterie, la production de produits chimiques, le traitement du café et du cacao, la conserverie du thon etc...

Le port d'Abidjan est également un centre d'éclatement, de dégroupage et de redistribution des marchandises, à partir duquel toutes les régions du pays et de nombreuses autres destinations internationales sont approvisionnées en produits et denrées divers.

Il représente par ailleurs 91% des échanges extérieurs de la Côte d'Ivoire ; plus de 85% des recettes douanières du pays et près de 54000 emplois directs et indirects.

En vue de répondre plus efficacement aux demandes de ses partenaires, le Port Autonome d'Abidjan s'engage dans une stratégie de spécialisation des quais. Ce qui lui confère aujourd'hui des performances portuaires atteignant le niveau des standards mondiaux.

1. Installations portuaires

Le port d'Abidjan est d'emblée constitué de plusieurs installations servant de postes d'amarrages aux navires selon la diversité des marchandises ou produits transportés. Dans la plupart des ports la configuration est faite de telle sorte à mettre les appontements pétroliers et gaz liquéfiés à la sortie, loin des habitations en vue de préserver les vies humaines de tous les risques liés aux produits dangereux.

Le Port d'Abidjan dispose de la plus grande capacité d'accueil, sur la côte ouest africaine et est subdivisé en plusieurs terminaux spécialisés à savoir :

- ❖ **UN TERMINAL FRUITIER** communément appelé quai bananier. Il est constitué de deux postes à quai étendus sur 350 mètres linéaires et traite en moyenne 250 000 tonnes de fruits par an avec les caractéristiques suivantes :
 - 8.7m de tirant d'eau ;
 - 51 000m² de terre-plein ;
 - 14 000m² de hangar ;
 - 1 connexion ferroviaire ;
 - des magasins frigorifiques d'une capacité de 2000 palettes.

- ❖ **UN TERMINAL CEREALIER** situé dans le Nord du port allant du quai N°1 au quai N°6 avec pour caractéristiques :
 - 6 Silos de stockage
 - 9m de tirant d'eau
 - 3000 tonnes de blé traité par jour.

- ❖ **UN TERMINAL MINERALIER** allant du poste 12 au 14. Il assure plus de 15000 tonnes de minerais par jour et est doté des équipements suivants:
 - 350m linéaire de quai
 - 9.8m de tirant d'eau
 - 16000m² de terre-plein
 - 15000m² de hangar
 - 1 connexion ferroviaire
 - 3 grues Gottwald d'une capacité de 35 tonnes
 - 2 trémies dépoussiérés sur rails
 - 2 CAT (980-950).

- ❖ **UN TERMINAL DE PECHE** qui offre les commodités suivantes à ses usagers :
 - plus de 1500 mètres de quai avec des tirants d'eau allant jusqu'à 9 mètres
 - trois postes de mouillage sur coffre ;
 - une halle de tri et de criée de 7860 m² ;
 - des équipements complets bord à quai (eau, électricité, gas-oil, entrepôts frigorifiques, etc.) ;
 - des unités de transformation des produits de mer ;
 - une unité de fabrication de glace ;

- une unité de production de filets de pêche ;
- une unité de production de farine de poisson ;
- des entrepôts frigorifiques d'une capacité globale de plus de 60.000 T dont environ 20.000 T en zone sous douane ;
- 21 000 m² de terre- pleins pour la réparation des filets de pêche ;
- un marché de poisson couvert ;
- un pont bascule ;
- le Terminal de pêche, c'est aussi une capacité d'accueil de 15 navires à quai en opérations simultanées.

❖ **UN TERMINAL ROULIER** récemment inauguré lui procure les caractéristiques suivantes :

- 8.1 ha de superficie ;
- 500m de quai ;
- 1 magasin entièrement dédié au stockage de véhicules neuf ;
- 2 magasins et terre-pleins dédiés aux marchandises diverses ;
- et de plusieurs équipements de manutention.

❖ **UN TERMINAL A CONTENEURS** géré par la compagnie Bolloré, il est situé au sud du port et accueille de nos jours des navires de plus de 300 mètres de long. La conception et les équipements d'un terminal à conteneurs doivent permettre d'opérer très rapidement le navire afin de réduire la durée de son escale. En effet, le terminal du port autonome d'ABIDJAN est moderne et bien équipé avec :

- 960m linéaire de quai ;
- 11.50m de tirant d'eau ;
- 5 postes à quai ;

- 34 ha de superficie pour le parc à conteneurs ;
- 6 portiques de quai d'une capacité de 40-60 tonnes ;
- 3 grues de quai (GOTTWALD) d'une capacité de 100 tonnes ;
- 1 système de gestion du parc à conteneurs assisté par GPS ;
- 1 gestion des portiques assistée par ordinateur avec la technologie DEMPA (Dimensionnement et Etude de la Maintenance Premier Approche) ;
- la qualité des prestations fournies au terminal à conteneurs se traduit par une triple certification, à savoir ISO 9001, ISO 14001 et OSHAS 18001 que peu de terminaux peuvent afficher.

❖ **UN TERMINAL PETROLIER** situé à la sortie du port dans le canal de Vridi dispose de plusieurs postes dont :

- 5 appontements ;
- 1 poste sur bouée en mer pouvant accueillir des navires de 250 milles tonnes sans limitation de tirant d'eau ;
- 2 postes pour le chargement et le déchargement en mer reliés aux installations de la Société de Raffinage Ivoirienne (SIR) par pipeline.

❖ **UN PRESTIGIEUX CANAL DE VRIDI** : le Port Autonome d'Abidjan dispose d'un atout majeur qu'est son canal de Vridi avec des caractéristiques lui permettant d'accueillir des navires de plus de 300 mètres pour des tirants d'eaux allant jusqu'à 19 mètres. Le canal a une longueur de 2 700m et une largeur de 350 m depuis son élargissement en février 2019. La profondeur dans le canal est de 22,5m avec un violent courant sortant qui limite la tendance naturelle du canal à s'ensabler.



FIGURE 1 : CANAL DE VRIDI

2. La capitainerie et la vigie du Port Autonome d'Abidjan

2.1. La capitainerie du PAA

La capitainerie du Port Autonome d'ABIDJAN assure diverses fonctions parmi lesquelles : l'organisation de l'accueil des navires, la gestion des mouvements portuaires à savoir les entrées, les sorties, les déhalages des navires dans le port.

Elle s'occupe également à travers un organisme, de la sécurité des marchandises et des navires qui abordent le port et aussi de la sûreté à travers l'application du code ISPS, la gestion des suivis réglementaires des marchandises dangereuses ou non en transit dans le port.

La capitainerie est gérée par le commandant du port, le colonel COFFI EMMANUEL avec un service formant le maillon essentiel pour la fluidité du trafic maritime et l'accueil des navires dans le port.



FIGURE 2 : CAPITAINEURIE DU PORT D'ABIDJAN

2.2. La Vigie

Le trafic maritime du Port Autonome d'Abidjan est assuré par la vigie avec des contrôleurs de trafic maritime qui veillent à coordonner de façon efficace et sécuritaire la circulation des navires en rades extérieures et intérieures. Elle règle et contrôle les mouvements, les positions, les routes, les vitesses et les progressions dans les zones de grande circulation à l'aide de systèmes radar, de positionnement GPS et avec d'autres systèmes de surveillance maritime.

En effet, elle s'occupe à tenir et à assurer les contacts téléphoniques et radio avec les autres centres de contrôle maritime. Aussi, signale-t-elle aux autorités compétentes (Capitainerie, Police, recherche et sauvetage aérien) tous les dangers, accidents, appels de détresse ou situations d'urgence.

3. Société de remorquage

3.1. Présentation de la compagnie IRES

Anciennement connue sous le nom URA (UNION DES REMORQUEURS D'ABIDJAN) la compagnie IRES (Ivoirienne de Remorquage et de Sauvetage) est située dans les locaux de la Capitainerie du port d'Abidjan. IRES est la compagnie de remorquage du port d'Abidjan et de San Pedro suite à l'autorisation de l'exploitation de la Concession renouvelée en avril 2012 pour 15ans soit 2027. Elle est une filiale de BOLUDA France sise 10 place de la joliette LES DOCKS Atrium 10.S 6^{ème} étage 13002 MARSEILLE France. BOLUDA France est l'un des tous premiers opérateurs portuaires présent dans les plus importants ports et terminaux de France, au MAROC, en Mauritanie, sur la côte africaine et dans l'océan Indien.

En effet, afin de soutenir son orientation stratégique de développement international, le groupe BOLUDA France met en œuvre un système de management de la qualité de la santé, de la sécurité et de l'environnement sur l'ensemble de ses sites opérationnels. Cette démarche repose sur cinq engagements fondamentaux de la compagnie envers ses clients et s'articule autour de cinq axes stratégiques qui demeurent les lignes directrices qui doivent guider en permanence l'action de ses collaborateurs. Le groupe BOLUDA assure en plus de remorquage le transport de conteneurs, la construction et la réparation navale.

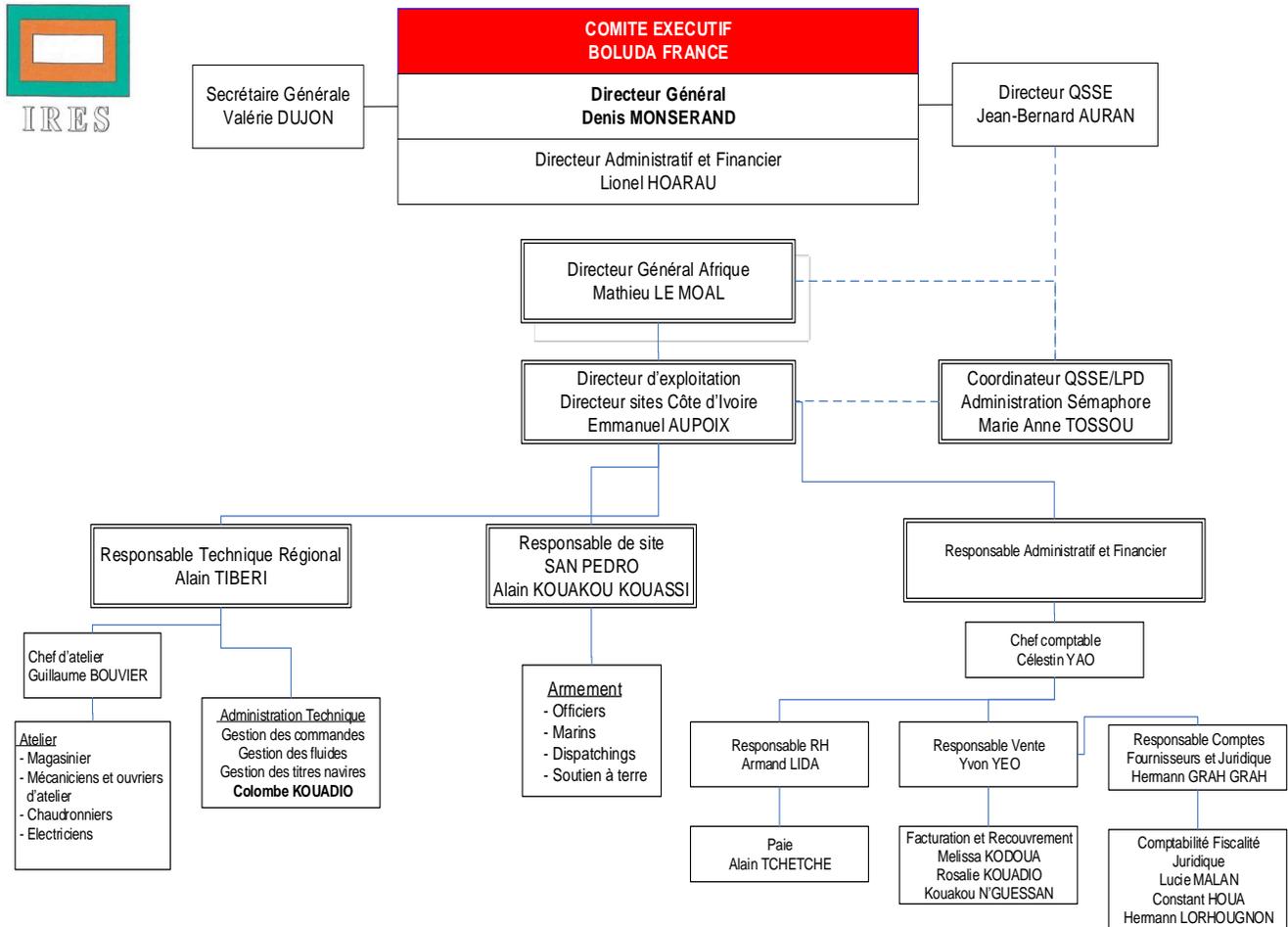
IRES, représentant de BOLUDA en Côte d'Ivoire exploite plusieurs remorqueurs, vedettes d'amarrages et surfer sur les bassins portuaires d'Abidjan et San Pedro.

C'est une société anonyme de droit Ivoirien responsable de la gestion de la sécurité et de la protection de l'environnement selon les exigences du code ISM. L'IRES intervient dans le remorquage, le sauvetage, l'assistance dans les deux ports, la veille sécurité des navires pétroliers à la SIR I et SIR II lors des opérations de chargement et déchargement des produits pétroliers.

IRES intervient également dans l'affrètement de remorqueur et de surfer pour des navires à ravitailler en eau, en vivre, en combustible, pour le débarquement et l'embarquement de l'équipage ou du matériel et assure d'autres prestations telles que la prévention et la lutte contre l'incendie, la pollution ou tout autres sinistres. Comme toute compagnie bien organisée, IRES est dotée d'un plan hiérarchique bien structuré et qui bat le plein.

3.2. Organigramme de la compagnie

La compagnie IRES Boluda est structurée de la façon suivante :



Unités de support COGEREM

Finance Administration Informatique	Juridique	QSSE	Technique / Achats	Ressources Humaines	Opérations	Commercial / Projets	Services Généraux
--	-----------	------	--------------------	---------------------	------------	----------------------	-------------------

Visa direction
05/07/2021



II. PRESENTATION DE LA SOCIETE IVOIRIENNE DE RAFFINAGE

Avant les années 1960, la Côte d'Ivoire n'importait que du pétrole raffiné, le coût élevé des dérivés du pétrole va amener le gouvernement ivoirien à nourrir l'idée de créer une raffinerie dans le but de baisser le prix du pétrole dans le pays. La création de cette raffinerie permettrait d'acheter le pétrole brut et de le transformer. Cela créerait une main d'œuvre locale et conserverait la valeur ajoutée dans le pays.

Ainsi, le 03 Octobre 1962 la SIR, Société Ivoirienne de Raffinage voit le jour en Côte d'Ivoire grâce au gouvernement Ivoirien et l'ensemble des groupes pétroliers internationaux.

Situé à Abidjan Treichville, la SIR a pour but de raffiner le pétrole brut et de distribuer les produits pétroliers dans le pays, dans la sous-région et dans le reste du monde.

La SIR raffine près de 3,5 millions de tonne de pétrole chaque année de nos jours contre 700.000 tonnes dans les années 1965. Elle est dotée d'une unité de distillation atmosphérique de 75.000 barils et d'un hydro-carburateur de 18.000 barils par jour ; des installations performantes qui font de la Côte d'Ivoire l'un des rares pays à posséder une telle raffinerie.

Sa position géographique facilite les échanges commerciaux à travers le reste du monde et particulièrement la sous-région ouest africaine.

Les produits qui découlent du raffinage du pétrole par la SIR sont les suivants : le fuel 18%, le butane 1%, le super sans plomb, le kérozène l'essence 20%, le gasoil 29%, le distillâtes Diesel Oil (DDO) le Vacuum Gasoil (VGO) Heavy Vacuum Oil (HVO), le Fuel Oil 180, 380 & 450 et le bitume.

La performance de ses équipements et la compétence de son personnel lui ont permis d'obtenir la certification ISO 9001 Version 2015 de la qualité sur toutes les lignes de produits pétroliers, le prix Ivoirien de la qualité, la certification ISO 14001 version 2015 de l'environnement l'accréditation COFRAC (Comité Française d'accréditation) du laboratoire, plusieurs trophées Sécurité GESIP (Groupe d'étude de sécurité de l'industrie pétrolière et chimique)

La SIR dispose de nombreuses installations logistiques à savoir 72 bacs de produits, 12 bacs de brut, 4 appontements situés sur la rive Est du canal de Vridi qui permettent l'accueil des navires pétroliers, gaziers et le soutage de certains navires. A cela s'ajoute deux terminaux en eaux profondes en mer pour recevoir le pétrole brut, d'où les noms SIR I et SIR II correspondant respectivement à la CBM et SPM.

CHAPITRE II : L'AMARRAGE

I. DEFINITIONS

L'amarrage d'un navire est la dernière phase d'une manœuvre d'accostage ; elle consiste à le maintenir contre un quai ou un ponton à l'aide d'amarres capelées d'une part au quai sur des bittes ou des anneaux, et d'autre part sur le navire ; il existe cependant plusieurs configurations respectant toutes le même plan d'amarrage. L'amarrage étant une opération risquée ne serait en outre réalisable sans l'intervention de plusieurs équipements réunis dans la famille des appareils d'amarrage et le respect strict de certaines normes sécuritaires.

1. Le plan standard d'amarrage

En général, les différentes configurations d'amarrage sont réalisées à l'aide d'amarres baptisées en fonction de leur rôle et positionnement.

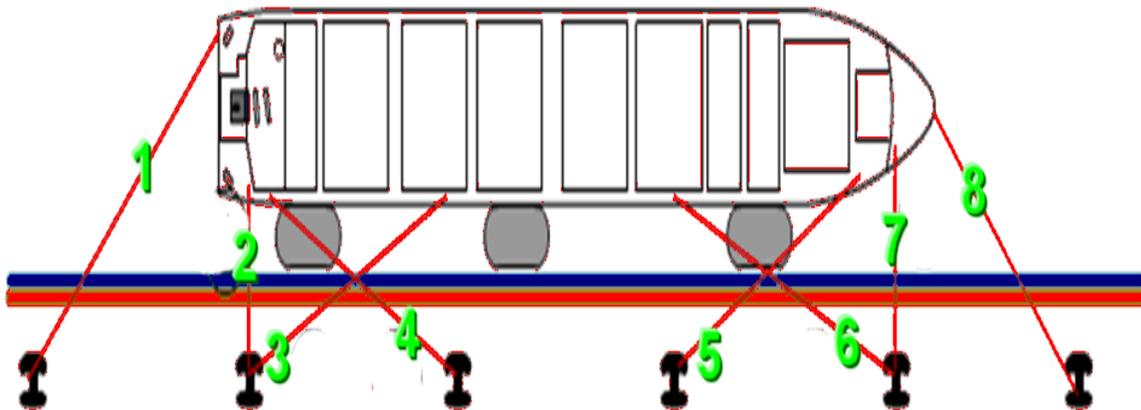
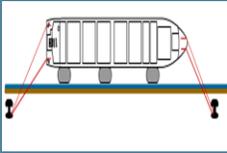
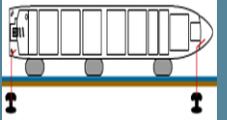
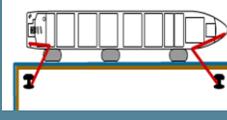
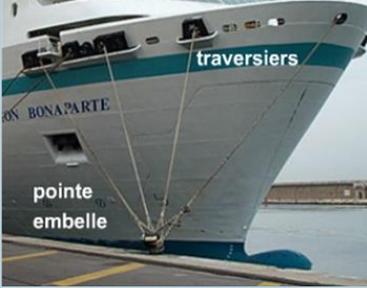
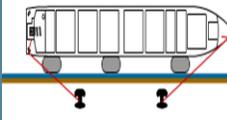


FIGURE 3 : SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE LE LONG D'UN QUAI AVEC TOUTES LES AMARRES.

Numéro	Nom	Rôle / Instruction
<p>1 et 8</p> 	<p>Amarres de pointe</p> 	<p>Stabilisent le navire le long du quai et l'empêche de s'en écarter.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doivent être rappelées loin en avant et en arrière. - Les doubler en les passant chaumard côté large.
<p>Aussièr 2</p> 	<p>Traversier arrière / Avant</p> 	<p>Empêche de s'écarter</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doivent être perpendiculaires au quai. - En raison des hauts franc-bord, des pointes supplémentaires sont préférables aux traversiers qui travaillent mal.
<p>Aussièr 3</p> 	<p>Pointe embelle</p> 	<p>Se substituent aux pointes quand le quai est trop court avec un nombre de bollards réduits.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elles rappellent le navire sur les extrémités en passant par les chaumards les plus en arrière des plages de manœuvre.
<p>Aussièr 4</p> 	<p>Garde montante arrière</p> 	<p>Amplifient l'effet des pointes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Souvent utilisées en appareillage pour aider à s'écarter du quai. - En accostage pour ralentir le navire.

2. Les appareils d'amarrage

Les appareils d'amarrage sont les différents équipements nécessaires pour la réussite d'un amarrage, nous exposerons dans cette partie les principaux.

2.1. Les amarres

Une amarre est une aussière dont l'utilisation est exclusivement réservée aux opérations d'amarrage. Les amarres se distinguent par leurs constitutions et leur emploi. Elles sont soit en fibre synthétique, câble d'acier ou mixte et se caractérisent par :

la charge de rupture, l'allongement, la flottabilité, la résistance aux frottements, la résistance aux agents chimiques et la maniabilité. Il y a trois matières de fibres synthétiques avec des caractéristiques suivantes :

- Polypropylène : Ce sont les plus légères, très élastiques jusqu'à 40% de leur longueur. Ces amarres flottent, elles sont maniables et résistantes aux agents chimiques ; leur charge de rupture est de 48mm équivalent à 40t.
- Térylènes : Très légère, résistantes aux agents chimiques, maniable, charge de rupture moyenne de 48mm équivalent à 32t.
- Nylon : Plus lourdes et moins maniable, résistance moyenne aux agents chimiques, bonne charge de rupture de 48mm équivalent à 40t.

Les câbles d'aciers quant à eux ont une faible élasticité. Ils coulent, sont difficiles à manier et sensibles à la corrosion mais ont une très grande charge de rupture de 48mm équivalent à 70t.

2.2. La touline / lance-amarre

Un lance-amarre, également appelé touline, est un cordage fin à l'extrémité duquel est fixé un nœud en forme de boule qu'on appelle une pomme de touline qui sert à l'alourdir afin de pouvoir lancer celle-ci le plus loin possible. Le mot touline

viendrait d'une déformation du mot anglais « towline » (littéralement, « ligne de remorquage »). Le lance-amarre jeté à la main sert de messenger pour faire passer une amarre du navire au quai.



FIGURE 4 : *IMAGE D'UNE TOULINE OU LANCE AMARRE*

2.3. Le cabestan

Les cabestans sont des équipements d'amarrage du pont fréquemment utilisés sur tous les types de navires. Ils servent à multiplier la force de traction sur les amarres.

Traditionnellement, les cabestans étaient actionnés manuellement, mais dans les navires modernes, ils sont actionnés de manière hydraulique ou électronique.

La taille et le nombre de cabestan doivent être suffisants pour surmonter les forces que le navire subit dans la direction latérale en raison des forces environnementales du vent et du courant.



FIGURE 5 : *IMAGE DE CABESTAN / TREUIL D'AMARRAGE*

2.4. Bollard ou bitte

C'est un cylindre de métal à tête arrondie implanté le long des quais pour recevoir les amarres des navires. Ils sont souvent numérotés et servent au placement des navires. Généralement doublé et monté sur le pont des navires sous forme cylindrique, il est appelé bitte d'amarrage et sert à tourner l'autre extrémité des aussières.



Figure 6 : *IMAGE D'UN BOLLARD QUAI*



FIGURE 7 : *SCHEMA DE BITTES SUR LE PONT D'UN NAVIRE*

2.5. Les rouleaux

Un guide-câble à rouleaux fonctionnant généralement dans un plan horizontal. Sa fonction est de changer le sens, d'avancer d'une autre amarre sur un pont.



FIGURE 8 : SCHEMA DE ROULEAUX ET GUIDE AMARRE A ROULEAUX

2.6. Chaumard ou œil de bœuf

L'œil (trou) par lequel passe les amarres du bord.

3. Sécurité à l'amarrage

Pour adopter de bonnes mesures sécuritaires, évaluons dans un premier temps les risques liés à cette opération.

3.1. Risques liés à l'amarrage

Pendant les opérations d'amarrage, les risques auxquels il faudrait s'attendre sont les suivants :

- les bris des amarres sous tension sur une bitte, sur un treuil ou sur des tours morts ;
- les chutes sur les ponts ;
- les chutes par-dessus bord ;
- les corps étrangers dans les yeux.

3.2. Précautions à l'amarrage

Pour éviter ces accidents le respect strict des mesures et consignes sécuritaires en plus du port de son EPI est fondamental.

3.3. Bris des amarres

Pour éviter le bris des amarres, il convient de :

- éviter de passer les amarres sous des angles coupants ;
- ne pas dépasser les charges de sécurité des équipements ;
- choquer les amarres au moindre signe de tension excessive ;
- utiliser les mêmes aussières (type et grosseur) et égaliser les tensions sur celles-ci ;
- les amarres en fibre et les câbles ne devraient pas être capelés sur les mêmes bollards ;
- ne pas rester dans la zone de fouet ; Lorsqu'une amarre sous tension se brise, elle produit un effet de fouet. La trajectoire possible de cette dernière est appelée zone de fouet et elle dépend alors des points d'attache du navire.

Les zones en rouge sur cette figure représentent les zones de fouet (dangereuses).

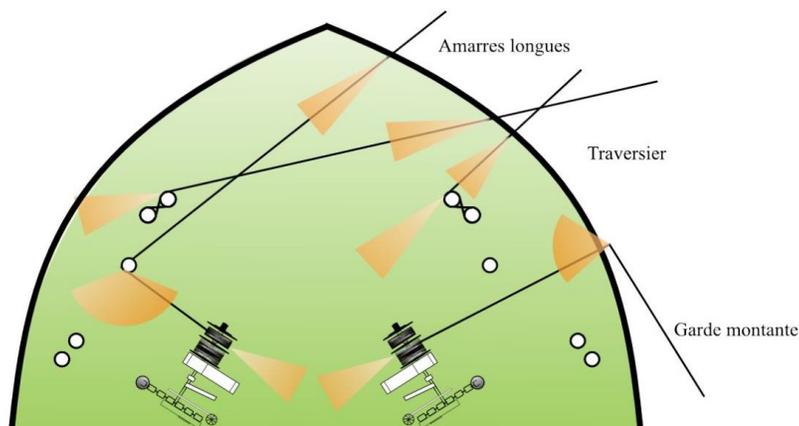


FIGURE 9 : SCHEMA DES ZONES DE FOUET SUR UN PONT EN FONCTION DES AMARRES

3.4. Chute sur le pont ou par-dessus bord

Pour éviter les chutes accidentelles sur le pont :

- la surface du pont au niveau des postes d'amarrages doit être rugueuse et non glissante ;
- il faut éviter l'accumulation des traces ou des tâches d'huile au niveau de ces postes ;
- une attention particulière doit être portée lors des opérations d'amarrage, d'appareillage ou de mouillage qui se font en présence de la rosée du matin sur le pont ;
- le pont doit être déglacé avant les opérations ;
- le personnel doit garder à l'esprit de ne pas se mettre devant les aussières pour éviter de se faire entraîner par celles-ci ;
- le personnel doit éviter de mettre ses pieds au niveau des boucles formées par les aussières sur le pont ;
- lorsque vient le moment de passer l'œil d'une aussière à travers un chaumard, il faut le faire avec prudence. Si la personne perd l'équilibre avec une partie de son tronc à l'extérieur du navire, celle-ci risque de tomber par-dessus bord ;
- il est fortement recommandé de passer en premier la touline (heaving line), la capeler à l'amarre avec un nœud solide et facile à larguer puis faire passer cette amarre à travers le chaumard.

En outre, une formation adéquate du personnel et un entretien régulier des équipements d'amarrage est obligatoire.

II. LES DIFFERENTES CONFIGURATIONS D'AMARRAGE

1. L'amarrage le long d'un quai

Ce type d'amarrage est le plus rencontré au port d'Abidjan soit 80% des postes à quais (Q1-14 ; Q22-Q25). Cette configuration comme l'indique son nom, consiste à maintenir le long du navire parallèle au quai. Il respecte plus le plan d'amarrage standard. Les défenses peuvent être flottantes (type Yokohama ou « pneus sur bois ») ou fixées sur la paroi verticale du quai (formes trapézoïdales, rondes ... en caoutchouc, élastomère, plastique...).

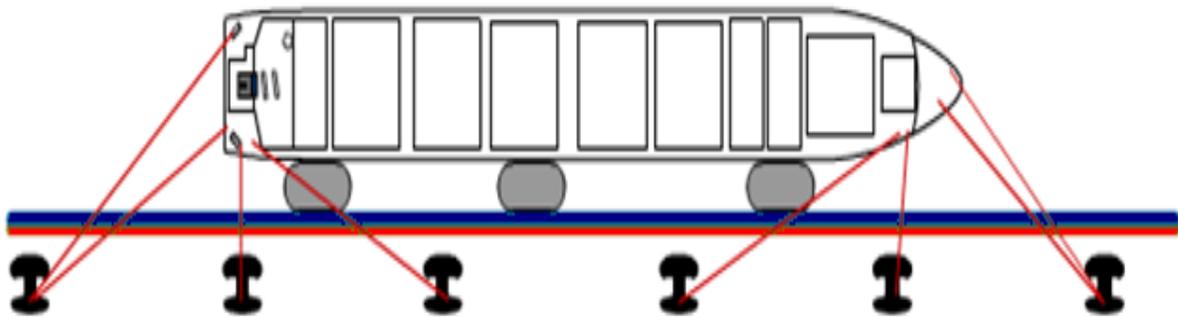


FIGURE 10 : SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE LE LONG D'UN QUAI.



FIGURE 11 : SCHEMA D'UN QUAI PLEIN ET DES DEFENSES DE TYPE YOKOHAMA

2. Amarrage le long d'un appontement

Ces postes à quai se composent de plusieurs ducs d'albe équipés en général de défenses en panneaux ou tabliers. Cet ensemble forme le front d'accostage. En retrait, se trouve une plateforme sur laquelle est implantée l'équipement nécessaire aux opérations commerciales. Ces appontements sont fréquemment utilisés pour la réception des navires pétroliers, gaziers et chimiques d'où leurs présences aux différents quais se trouvant dans le canal de Vridi tels que PETROCI, PETROCI SOUTE, SIAP et PUMA.

Dans cette configuration, les gardes sont capelées sur des crocs situés sur les ducs d'albe du front d'accostage tandis que les pointes sont capelées sur la berge ou sur des ducs d'albe éloignés, ou sur des coffres. Pour les postes de navires lourds, un petit treuil permet de virer les amarres sur les crocs ; des amarres de poste en câble d'acier sont installées à demeure, parées à être envoyées si nécessaire. La durée d'amarrage est plus longue que sur des quais pleins à cause d'un accès plus délicat pour les lamaneurs.

Ce type d'amarrage est nécessaire dans les endroits où le courant est violent. Sur les appontements, les bollards sont parfois remplacés par les crocs à système largable reliés aux appontements par des chaînes de fort échantillonnage, et sur lesquels sont crochés les aussières.

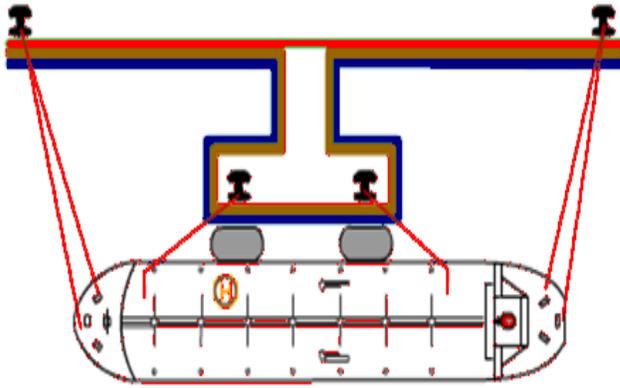


FIGURE 12 : SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE LE LONG
D'UN APPONTEMENT

FIGURE 13 : PHOTO D'UN DUC D'ALBE

3. Amarrage cul à quai

Le navire est amarré perpendiculairement au quai. Les navires de commerce et particulièrement, ceux munis d'une rampe arrière, s'amarré cul à quai, l'avant étant tenu par deux ancres affourchées. Cet amarrage très utilisé par les rouliers est pratique car, le navire n'utilise qu'une petite portion du quai. Par contre, il présente un inconvénient : par fort vent de travers, le navire tient mal car il est très difficile de mouiller correctement les deux ancres et surtout d'allonger les chaînes de façon qu'elles rappellent suffisamment du travers. Au PAA, cet amarrage demeure moins pratiqué.

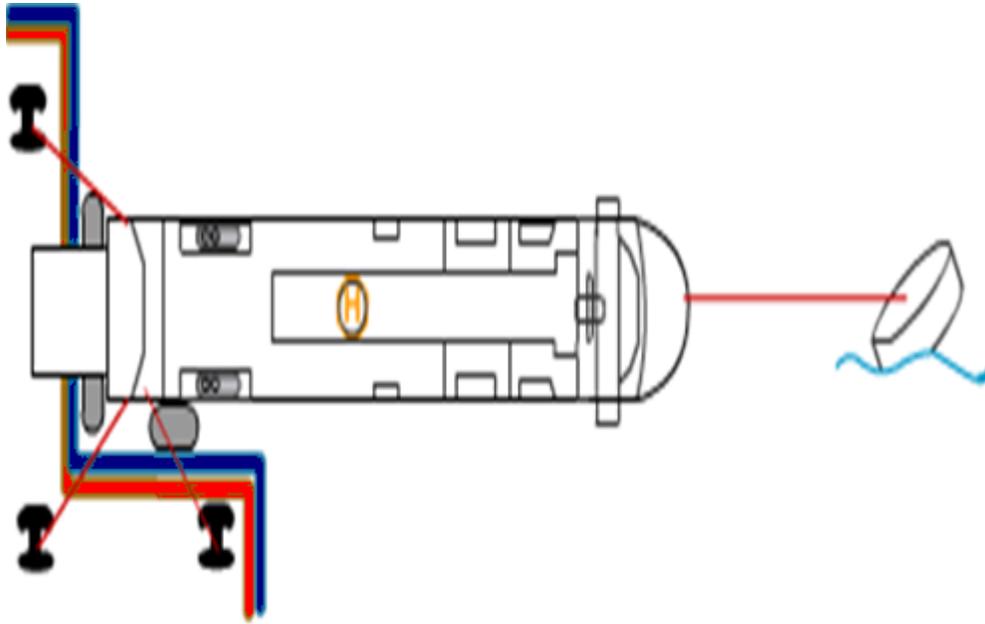


FIGURE 14 : SCHEMA D'UN NAVIRE AMARRE CUL A QUAI OU A POINTE

4. L'amarrage à couple

L'amarrage à couple 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. L'amarrage à couple se pratique surtout pour le transfert de produits pétroliers (soutage) ou chimiques ou gaziers. Des défenses type « Yokohama » très larges (jusqu'à 3 mètres de diamètre) sont systématiquement disposées entre les deux navires. Cependant, au PAA on rencontre le plus souvent cette configuration sur des navires à quai par manque de place ou au mouillage.



FIGURE 15 : *IMAGE DE PETROLIERS A COUPLE*

5. L'amarrage sur coffre

Ce type d'amarrage est généralement situé à l'extérieur des ports sur les rades et utilisés par les navires pétroliers pour leurs opérations de chargement et déchargement. On en distingue deux types à savoir les SPM et les CBM.



FIGURE 16 : *SPM*



FIGURE 17 : *CBM*

CONCLUSION PARTIELLE

L'étude de l'amarrage au port d'Abidjan dans cette première partie, nous a permis de découvrir à travers les postes à quais, les différents types d'amarrage et leurs inconvénients. S'il est courant d'observer les trois premières configurations d'amarrage étudiées dans cette partie, celles effectuées sur coffre à l'extérieur du port demeure une découverte pour bon nombre de personnes.

Dans la seconde partie de notre étude nous mettrons en évidence l'utilité des SPM et CBM et par la suite nous ferons une étude comparative en vue de montrer les avantages et les inconvénients de ces types d'amarrage.

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE COMPARATIVE DES POINTS D'AMARRAGE MULTIPLE ET UNIQUE (LE CAS DE LA SIR I ET SIR II)

Au départ un choix est à faire entre terminaux au large ou installations à terre. Dès lors, la nécessité de construire des terminaux pétroliers en eaux profondes a vu le jour. Nous allons à travers une étude comparative faire ressortir la particularité de ces types d'amarrage et apporter des critiques et recommandations.

CHAPITRE I : POINTS D'AMARRAGE MULTIPLE SIR I

I. PRESENTATION

1. Description

Nombreux sont les pays à travers le monde qui utilisent un système d'amarrage en eaux profondes pour accueillir les pétroliers afin d'assurer les opérations de chargement et de déchargement d'hydrocarbures tel le pétrole pour absence de quai ou de profondeur d'eau disponible dans le port.

❖ Environnement

La SIR1, système d'amarrage conventionnel de bouée (CBM/ MBM) est situé près des côtes sur la rive EST à quelques milles de la bouée d'atterrissage du Port Autonome d'Abidjan précisément dans le 170° à un mille du phare de

Port Bouet au point de coordonnées $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 05^{\circ}14'21,00'' \text{ N} \\ G = 003^{\circ}57'27,00'' \text{ W.} \end{array} \right.$

Le site est localisé dans le panache des eaux lagunaires issues du canal de VRIDI. Ces eaux représentent des caractéristiques hydrologiques très différentes de celle du milieu marin (car nettement plus chaudes et moins salées) et s'étalent donc en surface en raison de leur moindre densité.

Les turbulences liées à la confrontation entre les deux masses d'eaux à la sortie de canal de Vridi facilitent leur mélange. Ce phénomène sera plus ou moins rapide selon l'importance des volumes d'eau sortant. La SIR I est donc concernée par une eau à caractère lagunaire atténuée dans la couche des 5 premiers mètres et plus en profondeur, par une eau typiquement océanique.

La marée joue un rôle très important dans cette zone et les courants marins proviennent du NORD NORD OUEST à une vitesse moyenne superficiel de 0,5

nœuds mais des valeurs supérieures à deux nœuds peuvent être observées. La vitesse moyenne du contre-courant est nettement plus faible (0,1noeud). Les vitesses en surface peuvent être bien supérieures à ces valeurs d'intensité lors du jusant de vive-eau en saison des pluies (MAI- JUILLET) et des crues (Octobre –Novembre).

La dérive de surface porte à l'Est et présente des vitesses importantes. En fonction de l'intensité des marées le site de la SIR I sera concerné par des eaux aux caractéristiques très différentes. C'est ainsi qu'en surface on observe des alternances journalières d'eaux de mer au cours du flot ou de mélange au cours du jusant et le passage d'un front séparant les deux types d'eau. Le site de la SIR1 est composé d'un ensemble de plusieurs corps- morts entourant un pipe-line sur des fonds de 20 mètres. Les composantes de l'installations sont les suivantes :

❖ Coffres d'amarrage

Le site de la SIR I du port autonome d'Abidjan est doté d'un ensemble de huit coffres suite à l'étude des conditions météorologiques environnant. Les huit coffres sont installés en permanence selon un modèle rectangulaire qui permet l'amarrage en toute sécurité du navire positionné entre les bouées à l'aide d'un remorqueur capelé dans la poupe du navire.

Les huit coffres sont fixés au fond marin au moyen de chaînes d'amarrages et d'ancres disposés de façon à avoir respectivement 4 coffres sur bâbord et 4 coffres sur tribord. Les coffres sur bâbord selon le sens conventionnel sont situés côté large et numérotés de façon paire partant de la poupe à la proue du navire dans le poste. Ils sont numérotés de la façon suivante N°2 ; N°4 ; N°6 ; N°8. Chacun de ces coffres présente respectivement des caractéristiques à savoir :

- le coffre N°8 est situé sur un fond de 32 mètres environ avec une chaîne de 150 mètres de long et de 80 millimètres de diamètre. La chaîne de maintien du

coffre est disposée de telle sorte qu'elle touche le fond de 32 mètres. Elle s'étend sur le fond marin jusqu'à atteindre 100 mètres. A 100 mètres, la chaîne se subdivise en deux autres de 25 mètres chacune grâce à un système de trèfle. A l'extrémité de ces chaînes de 25 mètres se trouvent deux ancres ensouillées dans le fond marin. L'écartement du trèfle étant de 50 mètres, la chaîne est reliée au coffre grâce à une manille située au-dessous du coffre ;

- le coffre N°6, situé sur un fond de 28 mètres environ à au-dessous une chaîne de longueur 150 mètres et de diamètre 80 millimètres, reliées au coffre grâce à une manille. La longueur de la chaîne touchant le fond étant de 28 mètres, elle s'étant sur le reste de sa longueur jusqu'à atteindre 100 mètres en formant un trèfle qui subdivise la chaîne en deux autres chaînes de longueur 25 mètres chacune. L'extrémité de ces deux chaînes de 25 mètres de long se trouvent deux ancres ensouillées dans le fond marin permettant de maintenir le coffre N°6. L'écartement du trèfle étant de 50 mètres.
- le coffre N°4 se trouve sur un fond de 25 mètres environ et en dessous se trouve une chaîne de longueur 150 mètres et 80 millimètres de diamètre. La chaîne est disposée de façon à avoir 100 mètres du coffre jusqu'à position du trèfle et 50 mètres à la sortie des deux chaînes issues du trèfle. Ces deux chaînes longues de 25 mètres chacune ont à leur extrémité deux ancres ensouillées dans le fond pour permettre de maintenir le coffre N°4. L'écartement du trèfle étant de 50 mètres ;
- le coffre N°2 se trouve sur un fond de 22 mètres environ et dispose d'une longueur de chaînes de 150 mètres et de 80 millimètres de diamètre, la chaîne est reliée au coffre grâce à un système de manille. La chaîne est répartie sur sa

longueur et aboutit à un trèfle à 100 mètres qui la subdivise en deux autres chaînes longues de 25 mètres chacune. A l'extrémité de ces deux chaînes sont maillées deux ancrs ensouillées dans le fond marin qui permettent de maintenir le coffre N°2 en flottabilité.

Les coffres sur tribord sont situés côté terre et numérotés de façon impaires partant de la poupe à la proue du navire dans le poste. Ils sont numérotés de la façon suivante N°1 ; N°3 ; N° 5 ; N°7 chacun avec des caractéristiques à savoir :

- le coffre N°7 est situé sur un fond de 25 mètres environ et à en dessous une chaîne de longueur 150 mètres et 80 millimètres de diamètre relié au coffre à l'aide d'une manille. La chaîne est disposée de façon à toucher le fond de 25 mètres et s'étant sur le reste de sa longueur au fond marin en formant à 100 mètres un trèfle qui subdivise la chaîne en deux chaînes de longueurs 25 mètres chacune. A l'extrémité de chacune des chaînes de 25 mètres de long se trouve une ancre de 7 tonnes ensouillées dans le fond marin qui sert à maintenir le coffre N°7. L'écartement du trèfle étant de 50 mètres ;
- le coffre N°5 est situé sur un fond de 22 mètres environ. Il est tenu en flottabilité grâce à une chaîne de longueur 150 mètres et de 80 millimètres de diamètre. La chaîne est reliée au coffre grâce à une manille. L'ensemble de la chaîne est reparti sur la totalité de sa longueur de façon à toucher le fond de 22 mètres et s'étendre sur le fond marin. A l'extrémité de la chaîne se trouve une ancre de 7 tonnes ensouillée dans le fond marin qui permet de maintenir le coffre N°5. La particularité de ce coffre est qu'il est plus proche du Pipeline End Manifold (PLEM) d'où la nécessité de le tenir qu'avec une seule ancre pour éviter d'endommager la structure du PLEM ;

- le coffre N°3 est sur un fond de 20 mètres environ. Il est tenu en flottabilité par une chaîne de longueur 150 mètres et de 80 millimètres de diamètre relié au coffre à l'aide d'une manille. Une fois la chaîne ayant touché le fond marin, elle s'étend sur sa longueur et forme un trèfle à 100 mètres. A la sortie du trèfle la chaîne est divisée en deux autres chaînes de longueur 25 mètres chacune ayant le même diamètre de 80 millimètres. L'écartement du trèfle est de 50 mètres. A l'extrémité de chacune des chaînes de 25 mètres de long, se trouve une ancre de 7 tonnes ensouillée sur le fond marin qui permet de maintenir le coffre ;

- le coffre N°1 se trouve sur un fond de 19 mètres environ, croché en dessous par une chaîne de longueur 150 mètres et de 80 millimètres de diamètre à l'aide d'une manille. Une fois la chaîne touche le fond, elle s'étend sur toute sa longueur et forme un trèfle à 100 mètres qui subdivise la chaîne en deux autres chaînes de 25 mètres de long et de même diamètre 80 millimètres. A l'extrémité de chacune de ces deux chaînes, il y'a deux ancres de 7 tonnes ensouillées dans le fond marin. Ce qui permettent de le maintenir. L'écartement du trèfle étant toujours de 50 mètres.

Les profondeurs sur le site décroissent du large vers la plage d'où l'explication de la variation des profondeurs au niveau de chaque coffre allant vers la plage coté terre. L'ensemble des huit coffres constitue les points forts auxquels les lignes d'amarrages peuvent être connectées. Aux extrémités de chaque coffre se trouve une ligne ou câble utilisé pour l'amarrage du navire dans le site.



FIGURE 18 : *IMAGE DE COFFRES D'AMARRAGE UTILISE A LA SIR I*

❖ Câbles d'amarrage

Dans des eaux plus calme, l'amarrage des navires à l'intérieur des CBM se fait à l'aide d'amarres propres au navire. L'on se croirait sur un quai sans fort vent et courant, utilisant les amarres en nylon ou polypropylène.

En effet, sur le site de la SIR I du port d'Abidjan, les amarres utilisées dans le site sont des câbles en acier avec des charges de ruptures nécessaire pour tenir face à des intensités élevées de vent, de courant et de houles appliqués au navire une fois amarré.

La longueur des câbles diffère selon l'emplacement des coffres. Les coffres sur Bâbord, coté large c'est à dire les coffres N°8, N°6, N°4, N°2 ont des câbles d'amarrages de longueur 300 mètres et de diamètres 46 millimètres. L'ensemble du gréement du coffre pour l'amarrage de navire est constitué d'une chaîne émerillon et des câbles.

Sur chaque coffre se trouve un croc sur lequel est fixée la chaîne émerillon de 7 mètres qui à son tour est reliée au câble à l'aide d'une manille servant de jonction entre le câble et la chaîne émerillon.

Le câble de 300 mètres est gréé de manière à avoir les 100 premiers mètres directement joints à la chaîne émerillon. L'émerillon au bout de la jonction va permettre au câble de pivoter librement autour de celui-ci au cas où il serait torsadé lorsque l'on serait en train de virer ou de dévirer.

Une manille est utilisée pour la jonction entre les 100 premiers mètres de câble et les 200 autres mètres restants.

A l'extrémité des 300 mètres de câbles, un flotteur est utilisé comme bouée de balisage au câble afin que l'on puisse l'identifier facilement et marquer la position du câble qui devra être emmené au navire lors de l'amarrage. Cette bouée de 12 pouces et de longueur 1,20 mètres à l'extrémité des anneaux est relié au câble de 300 mètres grâce à un petit câble de diamètre 20 millimètres et de longueur variant selon la position du coffre. La longueur de ce petit câble sur les coffres coté large varie de 30 à 40 mètres et sur ceux des coffres cotés terre est de 25 mètres.

Les câbles d'amarrages se trouvant sur les coffres cotés terre c'est à dire les coffres N°7, N°5, N°3 et N°1 ont des caractéristiques avoisinantes à celle des câbles cotés large. La longueur diffère de celle des câbles cotés large mais le diamètre demeure identique. La longueur des câbles cotés terre est de 200 mètres. Le câble est gréé aux différents coffres de manière à avoir 7 mètres de chaînes émerillons et 200 mètres de câbles. La chaîne de 7 mètres est connectée au coffre et ensuite au câble.

Aux 100 premiers mètres de câble se trouve une jonction qui permet de joindre un second câble 100 mètres à l'extrémité duquel se trouve un petit câble long de 25 mètres et de diamètre 20 millimètres. A ce petit câble de longueur 20 mètres se trouve

la bouée de balisage de 12 pouces et de longueur 1,20 mètres à l'extrémité des anneaux qui servira d'identifier la position des câbles qui serviront à l'amarrage du navire.

❖ **Bouées crayons**

De forme proche à celui d'un crayon deux bouées dans le site portent le nom de bouées crayons. Ces bouées sont situées de part et d'autre des côtés bâbord et tribord suivant l'alignement des coffres d'amarrage. Elles servent de signalisation de l'entrée du chenal, de repère de mouillage aux pilotes et de localisation une fois dans le site. A la fin de l'amarrage l'avant du navire devra se trouver à équidistance des deux bouées montrant la symétrie et la position axiale du navire dans le site.

Les deux bouées distantes de 300 mètres ont des tailles et formes identiques mais situés sur des profondeurs différentes. La partie haute des bouées visible au-dessus du niveau de l'eau à un diamètre de 12 pouces et celle au-dessous du niveau de la mer a un diamètre de 24 pouces.

Haute de 15 mètres chacune, les bouées sont maintenues en flottabilité à l'aide de corps mort reliées aux bouées par une chaîne de 50 mètres de long. Les corps morts ont un poids de 5 tonnes chacun. La bouée crayon Nord est à une profondeur de 25 mètres environ et celle Sud à une profondeur de 35 mètres.

Cependant s'ajoute un ensemble d'installations sous-marines permettant l'approvisionnement de la raffinerie de la SIR en produits pétroliers à partir des sea-lines qui s'y raccordent. Nous pouvons avoir les hoses, Le Pipeline End Manifold (PLEM) et les pipelines reliés directement à la raffinerie.

❖ Les hoses

Dans le cas de notre étude les hoses sont des flexibles qui servent de liaison entre le manifold placé au milieu du navire et le Pipeline End Manifold PLEM. Le site est doté de deux flexibles sous-marins qui partent de deux manifolds situés au milieu des pétroliers jusqu'au PLEM. Les flexibles ont chacun des dimensions de 66 mètres et 77 mètres obtenus en faisant la jonction de 6 flexibles de 11 mètres d'un côté et de 7 flexibles de 11 mètres de l'autre avec des diamètres identiques de 12 pouces.

Ces deux flexibles arrivent au PLEM et ressortent en une seule ligne de 24 pouces connectée au pipeline qui est relié directement à la raffinerie. Aux extrémités des flexibles, deux petites bouées reliées par des chaînes aux flexibles sont disposées et servent de bouée de balisage pour permettre aux opérateurs du site de les repérer au plus vite.

Une fois le pétrolier termine ses opérations et qu'il appareille les différents flexibles sont stockés sur le fond marin à l'abri de l'influence des vagues.

❖ Le Pipeline End Manifold (PLEM)

Le Pipeline End Manifold est un collecteur sous-marin utilisé pour assurer la liaison entre les flexibles et le pipeline relié directement à la raffinerie de la SIR. Il permet aussi de par sa structure de raccorder deux ou plusieurs pipelines.

Il est situé sur un fond de 20 mètres. Une bouée de balisage visible au-dessus de l'eau est attelée au PLEM pour permettre de l'identifier.

2. Utilité

Généralement, les systèmes d'amarrages conventionnels de bouée CBM sont conçus pour des applications côtières avec des profondeurs d'eau allant de 6 mètres à 30 mètres. La SIR1 peut être particulièrement utilisé par manque de profondeurs d'eau disponible aux appontements pétroliers du canal de VRIDI en vue de permettre la manutention des cargaisons liquides tels les produits brut et raffiné du pétrole.

II. MANOEUVRE D'AMARRAGE A LA CBM (SIR I)

La manœuvre à la SIR I dépend évidemment des conditions météorologiques et des équipements locaux. Les premières heures avant l'embarquement du pilote, l'équipe d'amarrage locale de la SERAMAR conduite par le maître d'amarrage embarque le matériel d'amarrage à bord du pétrolier, les différents treuils étant préalablement dégarnis par l'équipe de bord.

Une fois le pilote à bord il s'assure que la machine est parée à manœuvrer, les treuils dégarnis, le remorqueur sur place pour entamer la manœuvre proprement dite.

A 1 mille du site, le pilote fait capeler le remorqueur à l'arrière par le chaumard central du pétrolier dans le but de l'aider au cours de la manœuvre à faire rentrer l'arrière du pétrolier dans le site et de le tenir clair des coffres au vue la configuration du site.

Le maître d'amarrage présent à l'avant du bateau reste en communication permanente avec le pilote tout au long de la manœuvre. Il demeure son second œil sur le pont.

La difficulté première de cette manœuvre consiste en la présentation, il faut éviter de manquer le premier mouillage bâbord et la seconde plus délicate est d'arriver à

donner aux chaînes une bonne position en culant. L'on doit autant que se faire se présenter à 90 degrés environ du cap que fera le pétrolier une fois amarré en prenant en compte comme alignement les deux points de mouillage (babord et Tribord) que l'on ouvre plus ou moins en fonction du vent et/ou du courant.

Le pilote avec une erre raisonnable, à 50 mètres de distance et d'écartement 25 mètres de la bouée crayon SUD fait mouiller la première ancre, celle du côté bâbord. L'on choque sur l'ancre bâbord, avance pour le second mouillage situé à 25 mètres en pointe de la bouée crayon Nord.

Par la suite tout en culant avec la machine, se faisant aider par le remorqueur à l'arrière et en harmonisant les différentes chaînes, le navire rentre dans le site et la prise des premiers câbles peut commencer. Une fois bien présenter dans le site et en fonction du vent et/ou du courant on récupère en généralement les coffres cotés large à la vue du courant provenant du large.

Pour se faire on récupère les câbles des coffres N°4 et N°6 pour empêcher l'arrière de tomber sur le PLEM, ensuite celui du coffre 3 pour tenir le bateau en l'empêchant de tomber de part et d'autre des coffres suivis de ceux des coffres N°8 ; N°5 et N°7. Les câbles des coffres N°1 et N°2 se prennent en dernière position après avoir fait larguer le remorqueur croché à l'arrière.

Enfin, une fois la totalité des câbles sont pris et réglés à leur marque il faut s'assurer de reprendre les chaînes pour positionner le manifold au-dessus du sea-line et ainsi se termine la manœuvre.



FIGURE 19 : UN PETROLIER AMARRE SUR LE SITE DE LA SIR 1

III. MANŒUVRE D'APPAREILLAGE A LA CBM (SIR I)

La manœuvre d'appareillage à ce poste dépend toujours des conditions météorologiques locales. Les courants provenant généralement du large poussent le pilote à faire larguer en premier les coffres côtés terre, les coffres de numérotations impaires.

D'abord le pilote fait larguer les coffres N°1 et N°2 et demande au remorqueur de capeler sa remorque à l'arrière par le chaumard central pour la suite de la manœuvre. Le largage se poursuit avec les coffres N°3 ; N°5 ; N°7 et ensuite les câbles des coffres côtés large N°8 ; N°6 et N°4.

Une fois la totalité des coffres largués l'on procède à la récupération des chaînes d'ancres. Le maître d'amarrage en communication permanente avec le pilote lui communique le nombre de maillon et la position des chaînes au fur et mesure quelles sont virés à bord.

Les ancrés à postes et le navire clair du site, le pilote ordonne de faire larguer le remorqueur et ainsi prend fin la manœuvre.

IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA CBM (SIR I)

L'installation CBM est une installation très ancienne qui présente des aspects positifs à savoir le fait d'être conçue pour recevoir dans certains cas les pétroliers de taille moyenne. Elle favorise par temps calme la tenue plus rassurante du navire dans le site.

En effet, au-delà de ses avantages sécuritaires, elle présente des avantages économiques aussi bien pour la société ivoirienne de raffinage garant du site que pour l'armateur.

❖ POUR LA SOCIÉTÉ IVOIRIENNE DE RAFFINAGE

Un coût moins élevé du matériel de conception à savoir les coffres d'amarrages, les chaînes...etc., de l'installation et de la maintenance du site.

❖ POUR L'ARMATEUR

La tenue d'un remorqueur en veille sécurité tout le long de l'escale du navire n'étant plus d'actualité, l'armateur se voit attribuer les frais de remorquage que pour les manœuvres d'amarrage et d'appareillage du navire dans le site.

En dépit de ces nombreux avantages, la SIR1 présente également des problèmes majeurs de sécurité aussi bien pour le navire que pour le remorqueur.

Lors des manœuvres le pétrolier et le remorqueur cours le risque de prendre dans leurs hélices respectives les câbles d'amarrages, les bouées de balisage des câbles d'amarrages souvent difficile à repérer lors de la présentation du navire dans le site.

En effet, par mauvais temps, dans les périodes de MAI, JUIN et JUILLET ou la houle, les courants, et les vents sont relativement forts, les câbles d'amarrages se rompent et mettent en danger le navire dans le site qui ne peut utiliser sa machine au risque de prendre les câbles dans ses hélices.

En outre, le risque principal est la rupture de chaîne, qui est une avarie grave, il faut mieux manquer un mouillage que de casser une chaîne. Du fait de la spécificité de la manœuvre, lorsque le pilote manque un mouillage, il doit tout reprendre à zéro. Dans bien de cas, une fois le navire à poste et que le courant et le vent franchissent, il arrive que les coffres se noient et par expérience lorsque le bord supérieur arrive à affleurer l'eau, le câble est sur le point de casser.

Les inconvénients de ces installations aussi significatives doivent faire l'objet d'une attention particulière lors des manœuvres à la SIR I.

CHAPITRE II : POINTS D'AMARRAGE UNIQUE SIR II

I. DEFINITION

La société ivoirienne de raffinage après la construction de son premier site qu'est la CBM a mis en place la construction d'un second site de chargement et déchargement des produits pétroliers situé plus au large à 100 mètres du premier dans les profondeurs de 50 mètres. Le site est situé précisément dans le 210° à 1,2 milles du far de Port Bouet au point de coordonnées $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 05^{\circ}14'00,98'' \text{ N} \\ G = 003^{\circ}58'02,82'' \text{ W.} \end{array} \right.$

La bouée d'amarrage à point unique SPM de type CALM (Catenary Anchor Leg Mooring) consiste en une bouée amarrée en permanence au fond marin au moyen de plusieurs chaînes d'amarrage et ancres permettant le transfert des produits pétroliers. La bouée contient un système de roulement qui permet à une partie de celle-ci de tourner autour de la partie géostatique amarrée dans le fond marin.

Il existe deux principaux types et configurations de SPM destinés à être utilisés à divers endroits et à diverses fins, tels que les systèmes d'amarrages à point unique de type caténaire (CALM) et les systèmes d'amarrages à point d'ancrage unique (SALM)

Le second site offshore appelé SIR II est la représentation d'un système d'amarrage à bouée unique ou encore appelé système d'amarrage à point unique SPM/SBM de type caténaire (CALM).

1. Description

❖ ENVIRONNEMENT

La SIR II se trouve dans les mêmes configurations d'état de lieu que la SIR I du fait qu'il se trouve dans la même zone à quelques mètres de différences de distances. Les courants marins, vagues, houles, et turbulences agissent identiquement que sur le site de la SIR I.

L'effet des eaux lagunaires polluées est susceptible à la sortie du canal de VRIDI mais aussi de manière transitoire sur les sites offshores de la SIR. La SPM plus au large et situé sur des fonds plus importants est moins concerné par les risques de pollution domestique et les actuelles perturbations d'origine continentale.

La SPM est divisée en quatre composantes principales ayant des fonctionnalités diverses. Le système d'amarrage et d'ancrage, le corps de bouée, le système de transfert de produits et les composants auxiliaires demeurent les principaux éléments de la SPM.

❖ LE SYSTEME D'AMARRAGE ET D'ANCRAGE

Le pétrolier est généralement amarré à la bouée au moyen d'une aussière en nylon appelée AMARRE SAMSON accrochée à un crochet intégré sur le pont de la bouée de longueur 45 mètres reliée à une goupille de charge au moyen de manilles spéciales de 80 tonnes. Plusieurs flotteurs sur l'amarre SAMSON permettent de la maintenir au-dessus de l'eau.

A l'extrémité des 45 mètres de l'amarre Samson se trouve une chaîne de 11 mètres maillée à celle-ci grâce à une manille de 80 tonnes et une bouée qui fait flotter les 11 mètres de chaînes connectée à l'amarre Samson. La chaîne est la partie en contact avec le chaumard avant du pétrolier et permet de prévenir contre les dommages

susceptibles d'être causés par ces chaumards qui ont tendance à être dégradés avec l'âge avancé de certains pétroliers. Cette chaîne de frottement serait alors maintenue dans le taquet de chaîne à bord du navire pétrolier soit sur un stoppeur de chaîne ou un bracket smith.

La chaîne a une charge de rupture de 300 tonnes et en dehors de la période d'amarrage, elle est maintenue près de la surface à l'aide d'une bouée de balisage.

Une aussière d'approche de 200 mètres de long en polypropylène de charge de rupture 120 tonnes servant de messenger est connectée au bout des 11 mètres de chaînes et envoyée au pétrolier à l'aide du bateau de servitude appelé SIRIUS lors des manœuvres d'approches pour lui permettre de rester à une distance raisonnable de la bouée. Elle est retirée juste après l'appareillage du pétrolier et conservée par l'équipe d'amarrage.

Une goupille dynamométrique peut être appliquée à l'uni-joint d'amarrage sur le pont de la bouée pour mesurer les charges des aussières.

La configuration de l'amarrage est telle qu'elle permet à la bouée de se déplacer librement dans des limites définies, compte tenu du vent, des vagues, du courant et des conditions du navire. Généralement les navires pétroliers sur le site de la SIR2 utilisent une ou deux aussières en fonction du plus grand tonnage de navire qui serait amarré à la bouée.

La bouée est ancrée au fond marin à l'aide de six chaînes longues de 225 mètres avec un diamètre de 80 millimètres qui sont amarrées au point d'ancrage (gravitaire ou empilé) sur le fond marin à 60 degrés les unes des autres.

Les chaînes d'ancres sont mises en essais sous tension pour garantir que la bouée soit maintenue en position au-dessus du PLEM. Au fur et à mesure que la charge du

pétrolier est appliquée, les lourdes chaînes de part et d'autre des autres côtés se redressent et se soulèvent du fond marin pour appliquer la charge d'équilibrage.

Le système d'amarrage (les lignes et les points d'ancrage) est toujours spécifiquement conçu pour répondre aux exigences du navire et aux conditions environnementales locales.

L'ensemble bras d'amarrage, bras d'équilibrage et bras d'arrivée de la ligne flottante tourne librement autour de la bouée grâce à un système de joint tournant, la bouée restante fixe.

Selon les recommandations de l'OCIMF, les aussières doivent être normalement amarrées en tant qu'ensemble complet auprès d'un fabricant certifié et reconnue. Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) veille au contrôle et au respect strict du système d'amarrage.



FIGURE 20 : SYSTEME D'ANCRAGE

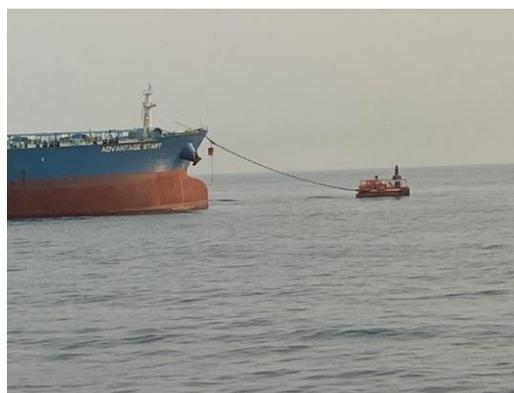


FIGURE 21 : SYSTEME D'AMARRAGE

❖ LE CORPS DE LA BOUEE

Le corps de la bouée est maintenu en place au moyen de pattes statiques fixées au fond marin. Le corps a une partie rotative au-dessus du niveau de l'eau reliée au

navire pétrolier. Le pétrolier amarré peut librement s'éviter autour de la bouée et trouver une position stable.

La bouée est insubmersible, 50% de ses compartiments sont remplis de mousse de polyuréthane. Son diamètre est de 14,50 mètres avec les défenses tubulaires, son poids est de 140 tonnes et la hauteur de la bouée est de 3,70 mètres (8,80 mètres avec les superstructures).

Le type de palier utilisé et la répartition entre les parties tournantes et géostatiques déterminent le concept de la bouée. La taille de la bouée est fonction de la contre-flottabilité nécessaire pour maintenir les chaînes d'ancres en position, et les chaînes sont fonction des conditions environnementales et de la taille du navire.

Le système d'amarrage peut également être combiné avec un système de transfert de fluide qui permet la connexion de pipelines (sous-marins) au pétrolier. Le système de transfert de fluide comprend des flexibles sous-marins entre le collecteur d'extrémité du pipeline End Manifold (PLEM) au fond de la mer et la bouée, et des flexibles entre la bouée et le pétrolier. Dans la bouée, un émerillon fournit le chemin de transfert de fluide entre la partie géostatique et la partie rotative de la bouée.

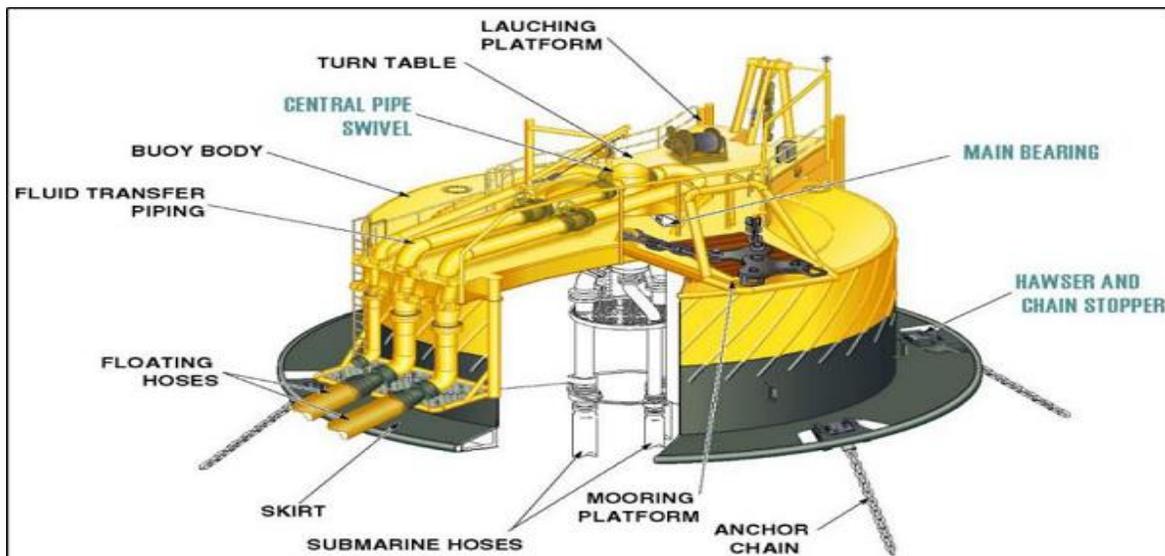


FIGURE 22 : LA BOUEE ROTATIVE DE TYPE CALM

❖ LE SYSTEME DE TRANSFERT DE PRODUITS

Le cœur de chaque SPM est le système de transfert de produit. Ce système transfère les produits du tanker vers le PLEM (Pipeline End Manifold) situé sur le fond marin à travers des flexibles appelés risers.

La bouée est connectée au navire pétrolier à l'aide de flexibles flottants, qui sont fournis avec des raccords de rupture (un type spécial de raccord avec un point de rupture qui se brisera à une charge de rupture prédéterminée, activant des vannes internes qui se fermeront automatiquement aux deux extrémités et empêcheront d'autres rejet de produits.) pour éviter les déversements d'hydrocarbures.

Ce flexible flottant a une longueur de 270 mètres. Il est disposé sur le site de manière à partir de la bouée en un seul flexible de 24 pouces jusqu'à atteindre 234 mètres. A l'extrémité des 234 mètres se forme un « Y de 3 mètres de long » qui repartie le flexible en deux autres flexibles de 16 pouces et de longueur 33 mètres chacun qui vont directement au manifold bâbord du pétrolier.

Le flexible est conçu sur la base d'une série de sections dans lesquelles chaque section mesure environ 11 mètres de long et se connecte les unes aux autres pour former une chaîne rigide tenue en flottabilité au-dessus de la mer.

Les systèmes d'amarrage à point unique utilisent un système de pivot qui relie l'extrémité et le collecteur du pipeline (PLEM) à la bouée. Le système de pivotement des produits offre une flexibilité de mouvement aux navires pétroliers pendant le transfert des produits. Ce système de raccordement de flexible mobile empêche une défaillance prématurée du flexible due à des contraintes de traction ou de flexion.

La colonne montante du flexible est conçue pour s'adapter à la variation de la profondeur de la marée et au déplacement latéral dû aux charges d'amarrages. Dans

tous les cas, la courbure du flexible change pour s'adapter au mouvement latéral et vertical de la bouée, et sont soutenus à une flottabilité presque neutre par des flotteurs sur toute la longueur.

Deux flexibles sous-marins de 24 pouces relient la bouée au PLEM situé à 36 mètres de profondeur. Le mode de connexion des flexibles est réalisé de sorte qu'une extrémité est connectée à l'oléoduc au bas de la bouée et l'autre extrémité est connectée au PLEM.

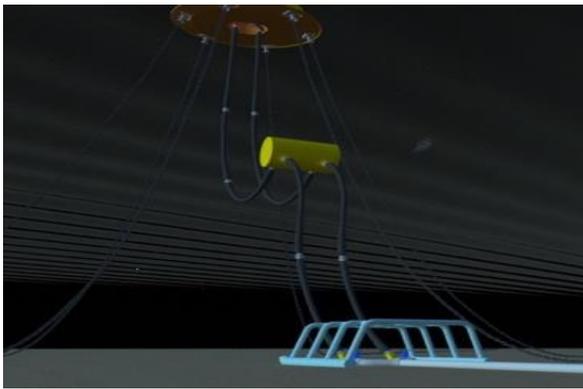


FIGURE 23 : FLEXIBLE SOUS MARIN / PLEM



FIGURE 24 : FLEXIBLE FLOTTANT

❖ LE COLLECTEUR SOUS-MARINS ET LES PIPELINES

Dans la conception du site de la SIR II les deux flexibles sous-marins de 24 pouces qui partent de la bouée et arrivent au collecteur sous-marin se connectent à deux pipelines mesurant respectivement 30 pouces et 42 pouces chacun. Ces deux pipelines servent de liaison directe aux bacs de la raffinerie pour l'acheminement de la cargaison.

2. Utilité

L'amarrage à point unique (SPM) est une bouée ou jetée flottante ancrée au large pour permettre la manutention de cargaisons liquides telles que des produits pétroliers. La SPM est principalement utilisée dans les zones où une installation dédiée au chargement ou au déchargement des cargaisons liquides n'est pas disponible. Situées à une distance de plusieurs kilomètres de l'installation à terre et connectées par des pipelines sous-marins, ces installations d'amarrage à point unique (SPM) peuvent même accueillir des navires de grande capacité tels que les VLCC.

L'amarrage à point unique (SPM) sert de lien entre les installations à terre et les navires citernes pour le chargement ou le déchargement des cargaisons de liquides et de gaz.

II. MANOEUVRE D'AMARRAGE A LA SPM (SIR II)

La manœuvre d'amarrage à la SIR II s'effectue généralement avec l'aide de deux pilotes à bord du pétrolier d'où l'un dirigera les opérations proprement dites et le second placé à l'avant du navire, sera d'une aide au premier se trouvant à la passerelle.

En effet, pendant toute la manœuvre, les ancres doivent être obligatoirement saisies et stoppées ; une fois le pilote embarqué, il s'assure que la machine est parée à manœuvrer, l'équipage au poste d'amarrage, l'équipe d'amarrage conduite par le maître d'amarrage et le remorqueur sur place pour débiter la manœuvre.

Le pilote fait capeler le remorqueur à l'arrière par le chaumard central du pétrolier afin de l'aider durant la manœuvre en cas de besoin et du fait qu'il sera tenu en veille sécurité durant toute l'escale du pétrolier sur le site de la SIR II.

En outre, avant de se présenter, le pilote observe la direction des flexibles flottants et de l'amarre Samson, car le flexible obéit au vent et l'amarre Samson au courant. Les directions souvent voisines d'ailleurs, correspondent au cap du pétrolier une fois amarré. Tout au long de la manœuvre, le maître d'équipage donnera la distance et la direction de la bouée aux pilotes.

Lorsque la route d'approche optimale a été choisie, le navire doit se diriger vers la bouée à une vitesse appropriée en fonction des conditions en ce moment précis. A environ 900 mètres de la bouée, le navire ne devrait avoir qu'une vitesse suffisante pour la gouverner.

A l'approche de la bouée, l'équipe d'amarrage s'assure de maintenir les flexibles flottants à l'écart du pétrolier avec l'aide d'un bateau de servitude nommé SIRIUS du côté où le navire sera connecté au manifold. Sous l'avis du pilote, l'approche finale s'effectue avec la bouée sur la proue plutôt que droit devant pour permettre au pilote et au capitaine d'observer la bouée à tout moment, et en cas de mauvaise évaluation de la vitesse d'approche, qu'il n'y ait aucun danger de dépassement de la bouée.

Lorsque le navire fait route vers la bouée et se trouve à 300 mètres environ, l'équipe d'amarrage ayant préalablement connectée une aussière d'approche de 200 mètres à l'amarre Samson l'approche de celui-ci, récupère rapidement le messenger du bord pour faire ajuster avec l'aussière d'approche. Sous les ordres du pilote, le bord fait virer le tout sur le pont.

Lorsque la chaîne de frottement est en position, au niveau du support du stop chaîne ou de la gorge du stop-chaîne, on bascule le pied de biche que l'on verrouille avec une grosse goupille de sécurité. A ce stade le navire est considéré comme amarré. A la fin de l'amarrage, le navire doit être immobilisé à une distance de 50 mètres environ de la bouée.

Enfin, une fois l'amarre capelée et la position du navire rassurante, le pilote demande à débarquer et le remorqueur croché à l'arrière du pétrolier rallonge sa remorque à une longueur de 200 mètres ou plus assurer la veille sécurité qui consiste à tenir la remorque raide pour empêcher le pétrolier de marcher sur la bouée ; à la suite de cela prend fin le manœuvre d'amarrage à la SPM.



FIGURE 25 : NAVIRE AMARRE A LA SIR II

❖ CHAIN STOPPER (STOP CHAÎNE)

C'est un équipement essentiellement installé pour s'amarrer au SBM. Il est soudé ou boulonné sur le gaillard dans l'axe des chaumards et des poupées du treuil. Quand la place le permet, il est placé un de chaque bord.

En effet le stop chaîne permettra de tenir la chaîne de frottement tout le long de l'amarrage du pétrolier à la SPM. La procédure d'utilisation est la plus simple possible. Une fois la chaîne se trouve en position dans la gorge du stop chaîne, la barre de verrouillage est placée et sécurisée par la goupille.



FIGURE 26 : STOPPEUR

III. MANOEUVRE D'APPAREILLAGE A LA SPM (SIR II)

A la fin des opérations commerciales, l'équipage déconnecte les flexibles de transfert de fluide et l'équipe d'amarrage locale de la SERAMAR s'assure de les tenir claires du navire afin d'exécuter la manœuvre en toute sécurité.

En effet, une fois le pilote à bord et que le capitaine lui confirme que la machine est parée à manœuvrer et le navire parer à être largué, la manœuvre peut alors commencer.

Sous la demande du pilote, le remorqueur raccourcit sa remorque à une longueur raisonnable adaptée pour la manœuvre. En cas général, le pilote fait un coup de machine en avant pour détendre l'amarre Samson, et pouvoir démailler l'élingue ou désenclencher le stop chaîne.

En outre une fois l'amarre Samson larguée, il se fait aider soit par le remorqueur en position tireur à l'arrière ou utilise la machine en marche arrière en culant tout doucement jusqu'à ce que l'amarre d'approche soit claire, puis s'écarte de la bouée en faisant machine avant.

Le navire étant claire de la bouée, le pilote stoppe la machine, fait larguer le remorqueur à l'arrière et débarque aussitôt à la position d'embarquement/débarquement des pilotes qui se trouve pratiquement à 0.5 miles de la bouée AN. La manœuvre d'appareillage à la SPM prend aussitôt fin.

IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA SPM (SIR II)

La SPM, installation répandue aujourd'hui à travers les rades du monde présente plusieurs aspects positifs, ses avantages demeures majoritairement sécuritaires pour le navire et les manœuvres.

En effet, les principaux avantages de la SPM sont les suivants :

- accueil des navires sans limitation de taille (VLCC, ULCC) ;
- accueil des navires à fort tirant d'eau ;
- manipulation d'une grande quantité et qualité de cargaison ;
- utilisation des conditions d'exploitations plus favorables et des heures de travail moins longues.

Un avantage primordial de la sécurité des navires à la SPM est d'avoir un remorqueur croché à l'arrière pour l'assister, l'empêcher de marcher sur la bouée et d'intervenir rapidement en cas de force majeure avant l'arrivée du pilote sur le site.

De plus, la SPM ne consomme pas les ressources côtières en eau profonde, elle à des exigences relativement faibles sur l'environnement et le littoral.

Quant aux manœuvres, elles peuvent s'effectuer à tout moment de la journée et nécessite un temps de manœuvre moins long allant de 1h à 2h.

Bien qu'elle s'effectue au large, cette manœuvre n'en demeure pas moins délicate. Pour les pilotes du PAA, les manœuvres de la SPM sont beaucoup plus préférables à la vue même de l'installation et de la rapidité de celle-ci.

Les pétroliers à la SPM peuvent être amarrés avec des vents supérieurs à 30 nœuds et des vagues allant de 2 mètres à 3,5 mètres. L'amarrage proprement dit prend 15 minutes une fois que le navire se trouve à la bouée.

L'installation d'une SPM sur les rades demeure très avantageuse pour les ports et les pétroliers de grande taille. Ses avantages mettent plus l'accent sur le caractère sécuritaire des pétroliers. Cependant, l'utilisation de la SPM ne présente-t-elle pas des inconvénients ?

Le plus gros problème à la SPM est dans le fait que le pétrolier marche sur la bouée. En effet, le navire en plus de tourner autour de la bouée peut avancer et rentrer en collision avec la bouée ce qui pourrait l'endommager, engendrer de grave avarie et causé même le risque d'une quelconque pollution.

De plus, notons que sous l'effet des forts vents et courants la remorque du remorqueur capelée à l'arrière pour la veille sécuritaire, se rompt mettant le pétrolier en situation délicate jusqu'à ce que le remorqueur soit capelé à nouveau.

Ses inconvénients bien qu'insignifiants comparativement aux avantages existent et doivent faire l'objet d'une attention particulière.

❖ Utilisation optimale des deux sites

Dans l'utilisation des sites, les navires qui y passent durant le mois, sont relativement de trois à quatre pour une durée d'escale allant de trois à dix jours par navire ; le pourcentage de rentabilité des sites est atteint et supérieur à 30%.

TABLEAUX RECAPITULATIFS DES DIFFERENCES ENTRE
LES DEUX SITES

ELEMENTS	CBM (SIR I)	SPM (SIR II)
Configuration des sites	Amarrage fixe	Amarrage mobile autour de la bouée
Taille du navire	Longueur minimale 170m pour une longueur maximale de 200m	Tailles de navires illimitées
Déplacement	80 000 tonnes pour un tirant d'eau maximale de 14m	250 000 tonnes sans limite de tirant d'eau
Limite de fonctionnement	Déchargement du produit avec vent jusqu'à 40 nœuds et vagues de 2,0 m à 2,5 m	Déchargement de produit possible avec vent jusqu'à 40 nœuds et vagues de tête de 3,0 m à 4,5 m
Profondeur d'eau de fonctionnement	Jusqu'à 30 m de profondeur d'eau	Jusqu'à 100 m de profondeur d'eau
Chaînes d'amarrage	Une chaîne en dessous de chaque coffre	6 chaînes qui maintiennent la bouée
Coût	Environ 120 000 \$ US à 250 000 \$ US par bouée	Environ 15 millions de dollars américains pour la seule bouée SPM CALM

Assistance remorqueur	Requis uniquement pendant l'amarrage et l'appareillage.	Remorqueur requis à temps plein pendant l'amarrage et la veille sécuritaire
Antécédents	Installé avec succès dans le monde entier depuis près d'un siècle Depuis 1959	Installé avec succès dans le monde entier
Impact des conditions météorologiques	Plus sujet aux conditions défavorables et aux retards de houle qu'un SPM	Moins sujet aux conditions défavorables et aux retards de houle qu'un CBM
Approche du site d'amarrage	Ne peut approcher qu'à partir de positions limitées	Peut approcher de n'importe quelle position et peut donc choisir de s'approcher dans les conditions météorologiques dominantes
Plage de manœuvre	Heure limite d'amarrage et appareillage de jour : 15h Heure locale	Heure limite d'amarrage et appareillage de jour : 16h Heure locale
Temps d'amarrage (après être arrivé à la position d'amarrage)	Typiquement 3 h	Généralement 15 min.
Opérations de nuit	Limitation possible de l'amarrage de nuit et de la déconnexion de l'amarrage en fonction des procédures locales d'exploitation, de sécurité et environnementales	Limitation possible de l'amarrage de nuit en fonction des procédures locales d'exploitation, de sécurité et d'environnement. Peut se déconnecter des amarres 24 h par jour

Décalage horaire total net	Généralement 2,5 h de plus par rapport à la SPM	Généralement 2,5 h plus rapides par rapport à la CBM
Entretien	Maintenance moins complexe par rapport à SPM. Les tuyaux endommagent davantage en raison de l'abrasion due au stockage sur le fond marin	Activités de maintenance complexes supplémentaires par rapport à un CBM – pivot, roulements, tensions de ligne d'amarrage, etc.
Déconnexion de l'amarrage	Le navire doit quitter le poste d'amarrage avec des vents de 30 nœuds et des vagues supérieures à 2,0 m à 3,0 m	Le navire doit quitter le poste d'amarrage avec des vents de 60 nœuds et des vagues supérieures à 3,5 m à 5,0 m

CONCLUSION PARTIELLE

Les sites SPM et CBM de la Société Ivoirienne de Raffinage (SIR) comme élucidés dans cette seconde partie, présentent différentes caractéristiques leur conférant chacun une certaine complexité et fiabilité. Cependant, l'objectif de l'installation de ces deux sites qu'est le chargement et le déchargement des navires pétroliers à travers les bacs de la SIR demeure identique.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de notre étude, nous pouvons retenir que malgré la présence de toutes les différentes configurations d'amarrage à l'intérieur du PAA, celle des CBM et SPM représentant respectivement les sites de la SIR I et SIR II installés à l'extérieur du port sont d'une importance capitale.

Depuis leur création, elles ont permis au pays de non seulement avoir un grand stock de réserve en produit pétrolier pour couvrir les besoins locaux, ensuite de distribuer l'excédent au reste de monde et surtout de pouvoir maintenir des prix raisonnables sur le territoire ivoirien quel que soit la variation du prix du pétrole sur le marché international.

A l'issue de l'étude comparative sur ces sites, nous pouvons sans hésiter affirmer que la SPM est beaucoup plus bénéfique que la CBM.

Ainsi, au vu des multiples problèmes constatées sur la CBM, ne serait-il pas judicieux de promouvoir et d'encourager l'innovation sur les SPM ?

Au regard des insuffisances constatées, nous souhaiterions apporter de nouvelles perspectives à différents niveaux :

Au niveau de la Société Ivoirienne de Raffinage

La SIR devrait organiser des rencontres d'échanges entre les différentes parties à savoir les opérateurs de la compagnie SERAMAR, garant de l'entretien du site, les pilotes et les capitaines de l'IRES en moyenne une ou deux fois par an afin que chaque partie apporte ses observations et ses critiques pour une amélioration considérable des opérations sur les deux sites.

La SIR devrait aussi perfectionner son étude sur les vents et les courants prépondérants pour une meilleure disposition des coffres sur le site de la SIR I. Cela permettrait d'avoir le pétrolier à la fin de l'amarrage dans une position qui l'empêcherait de forcer sur les câbles en entraînant une quelconque rupture et de réduire le risque de noyade des coffres.

Par la suite, la SIR devrait réduire le nombre de coffre à la CBM en conservant deux coffres de chaque côté. Ceci permettrait de réduire l'encombrement sur le site et le coût d'entretien des coffres.

En outre, nous suggérons à la SIR, l'utilisation des coffres de dernières générations (coffres en polyuréthane) qui résistent mieux à la corrosion et à la rouille. Elle doit aussi favoriser l'utilisation des amarres en Kevlar qui sont moins lourdes et aussi résistantes que les câbles en acier.

Au niveau de la société de remorquage IRES - Boluda

Au regard des différents évènements de mer constatés lors des manœuvres et des veilles sécuritaires aux postes de la SIR, il serait judicieux de continuer à perfectionner les gréements des remorqueurs afin de réduire au mieux le risque de rupture de ceux-ci.

En effet, la particularité des manœuvres sur ces deux sites requiert aux capitaines une certaine expérience et une maîtrise parfaite de leur remorqueur. Cependant, une mise à niveau des nouveaux capitaines sur les meilleures pratiques pour la conduite des opérations et la sécurité sur ces sites doit être envisagée.

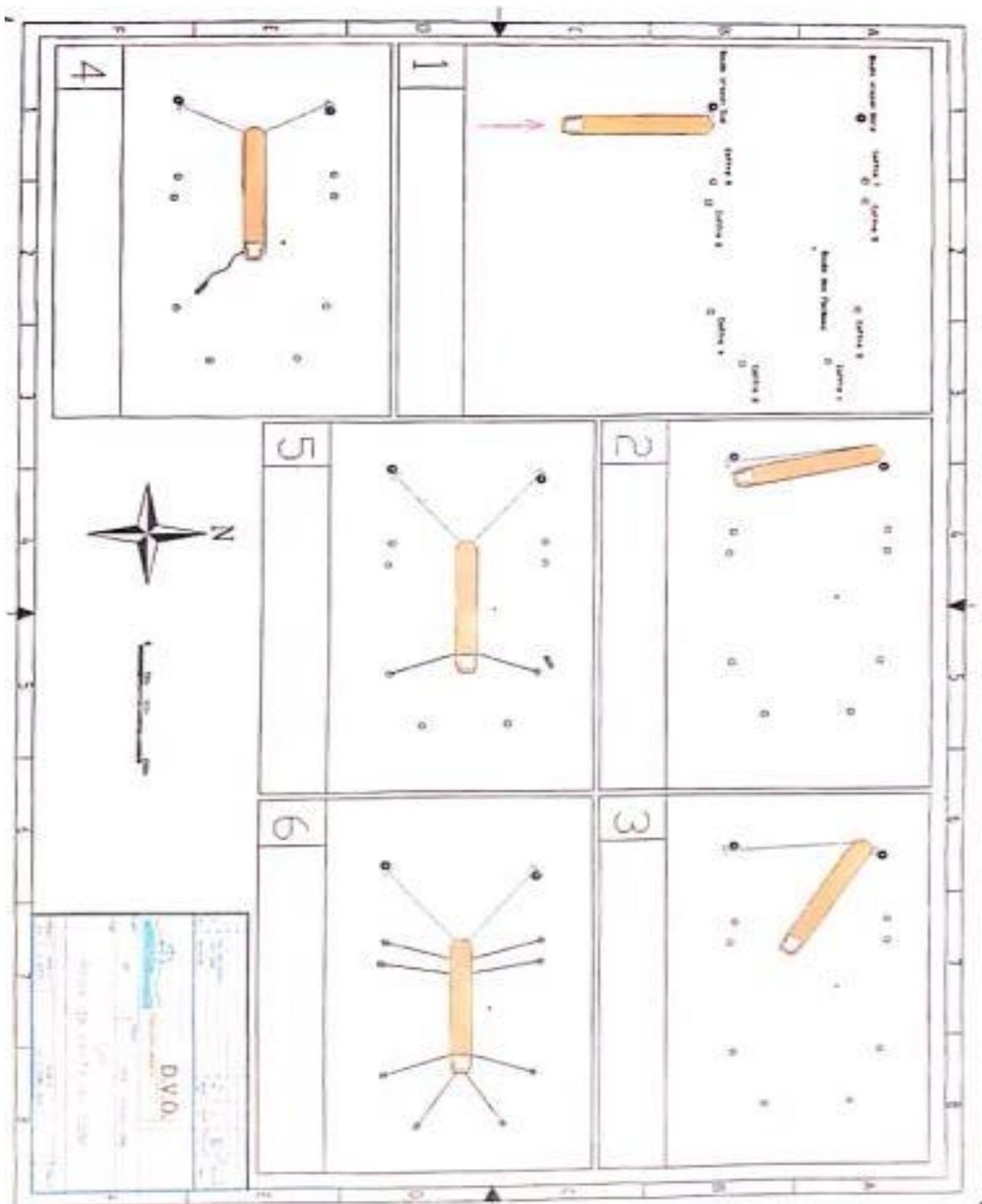
Au niveau du Port Autonome d'Abidjan (Département du Pilotage)

Nous recommandons vivement la transformation de poste de la SIR I en une SPM au vu des énormes avantages que celle-ci présente.

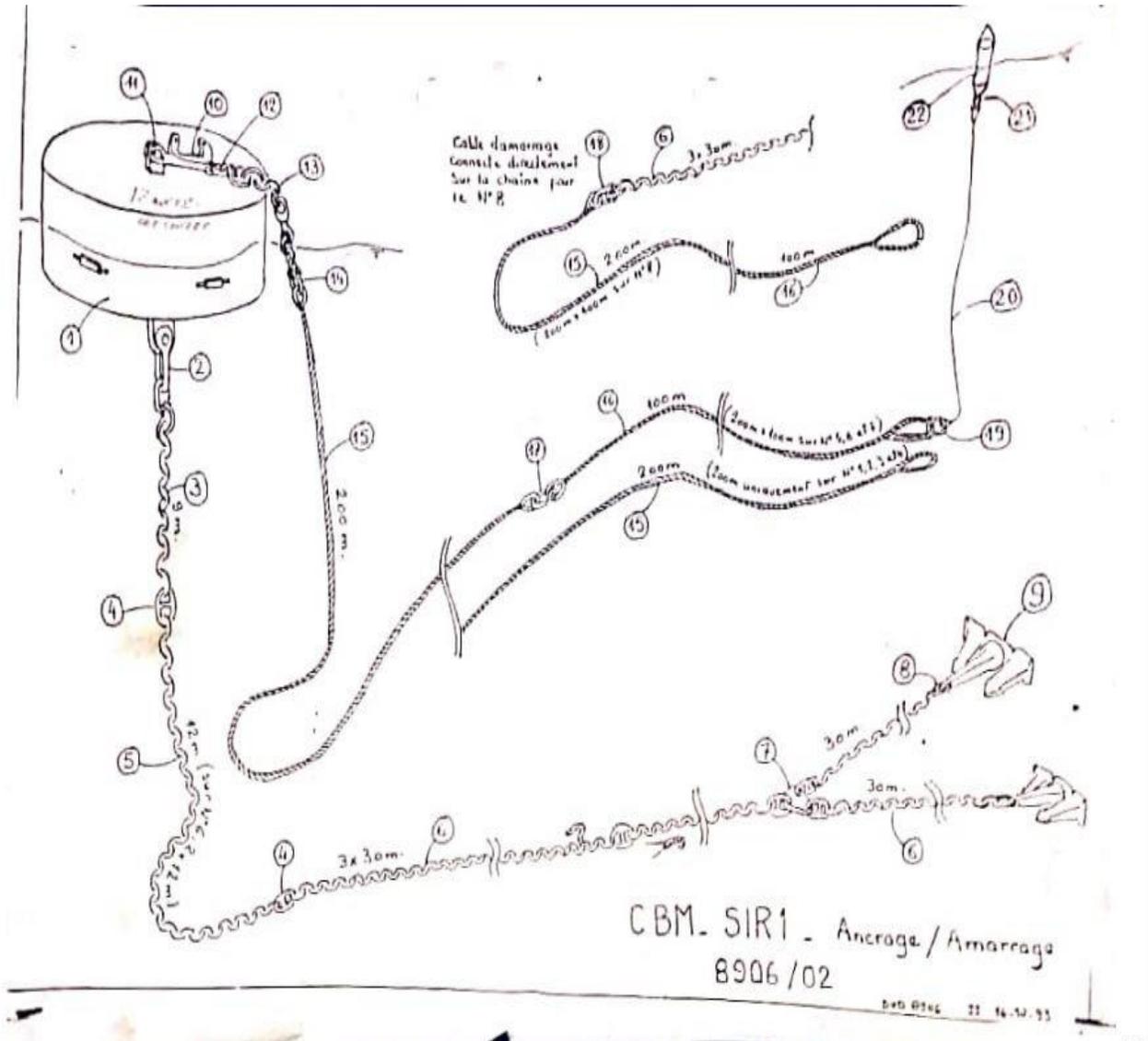
En effet, la plage de manœuvre serait plus élargie, il y aurait plus de sécurité pour les pétroliers et les installations de la SIR. L'installation d'une SPM permettrait de réduire le temps de manœuvre avec des approches plus aisées pour tous les pilotes du PAA, elle aurait également un impact financier positif c'est-à-dire des opérations commerciales beaucoup plus rapide rendant ainsi le port plus compétitif.

ANNEXES

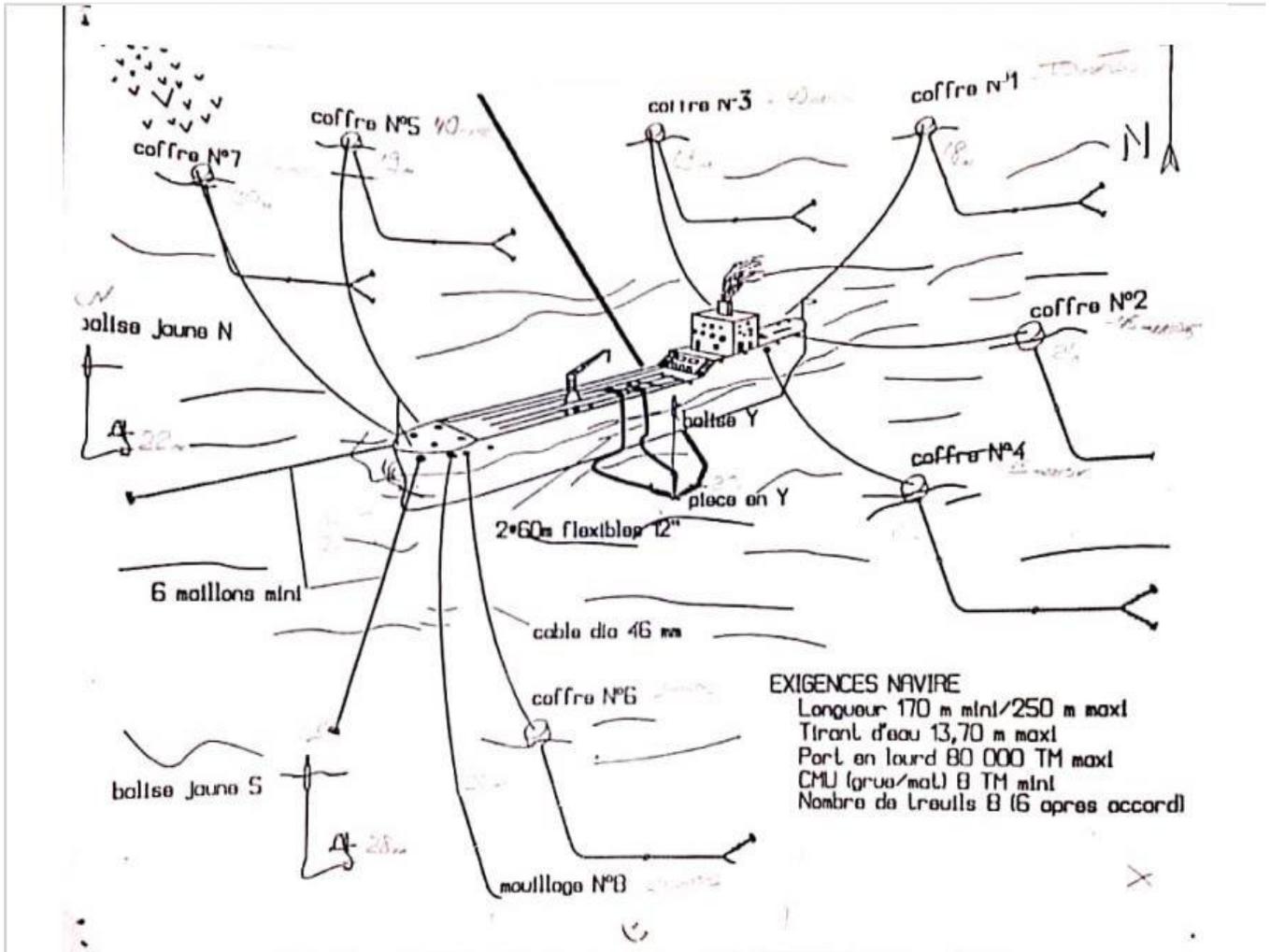
ANNEXE N°1 : Schéma descriptif des différentes étapes de la manœuvre d'amarrage à la SIR I



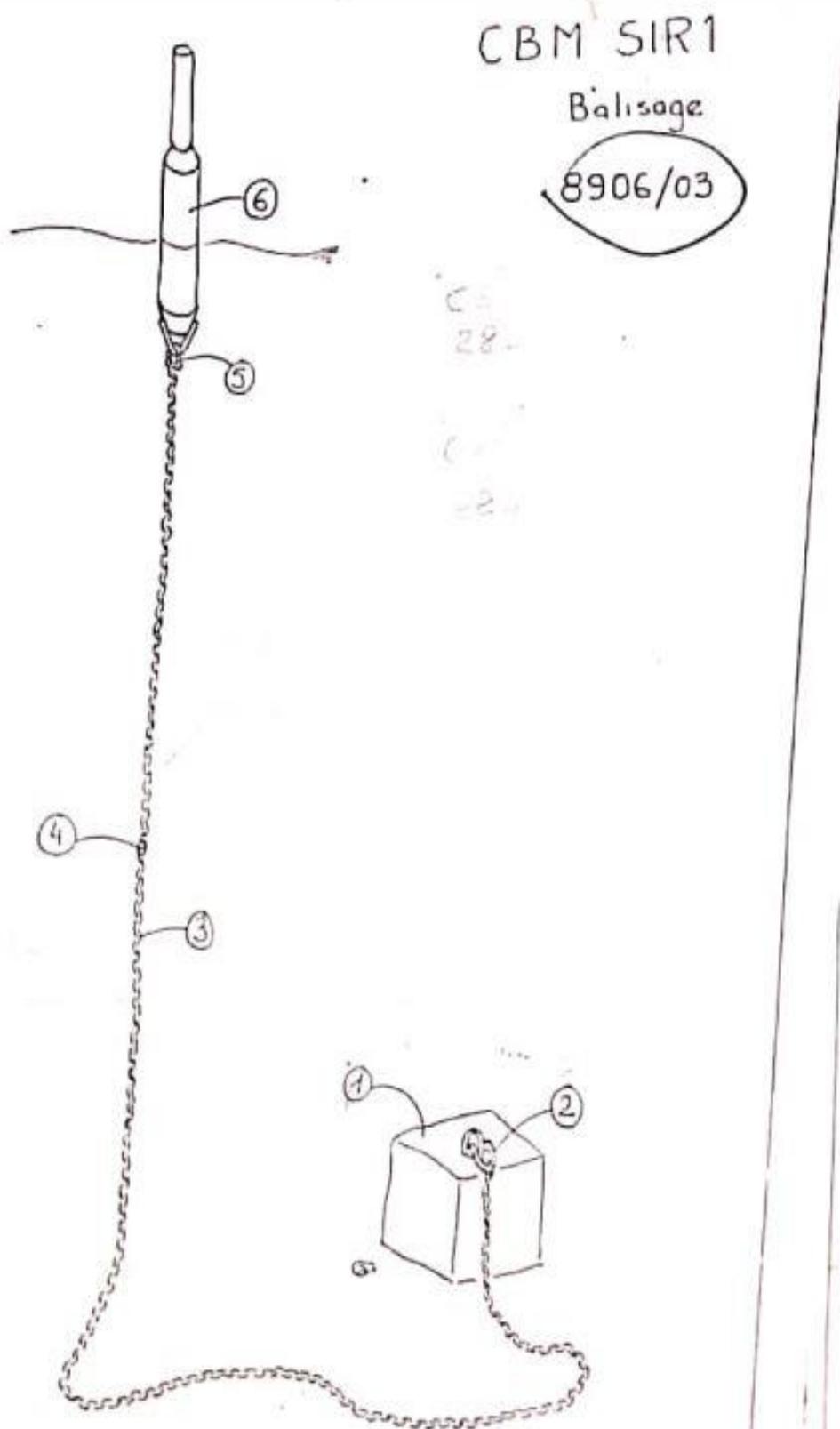
ANNEXE N°2 : Schéma et informations sur l'ancrage et les câbles d'amarrages des coffres



ANNEXE N°3 : Schéma des différentes caractéristiques du terminal SIR I



ANNEXE N°4 : Schéma et informations relatifs à la bouée crayon SIR I



ANNEXE N°5 : Barème des grilles tarifaires de remorquage dans les ports d'Abidjan et San Pedro

2. Barème des tarifs de remorquage dans les ports d'Abidjan et San Pedro (en EUROS €)

Tranches (m³)		Tarif (€)	Tranches (m³)		Tarifs (€)
		6 000	343	52 001 à 54 000	1 097
		8 000	369	54 001 à 56 000	1 134
6 001		10 000	422	56 001 à 58 000	1 160
8 001	à	12 000	449	58 001 à 60 000	1 191
10 001	à	14 000	476	60 001 à 62 000	1 233
12 001	à	16 000	502	62 001 à 64 000	1 271
14 001	à	18 000	528	64 001 à 66 000	1 313
16 001	à	20 000	555	66 001 à 68 000	1 348
18 001	à	22 000	579	68 001 à 70 000	1 396
20 001	à	24 000	607	70 001 à 72 000	1 433
22 001	à	26 000	632	72 001 à 74 000	1 555
24 001	à	28 000	659	74 001 à 76 000	1 606
26 001	à	30 000	685	76 001 à 78 000	1 662
28 001	à	32 000	706	78 001 à 80 000	1 713
30 001	à	34 000	723	80 001 à 82 000	1 767
32 001	à	36 000	749	82 001 à 84 000	1 846
34 001	à	38 000	791	84 001 à 86 000	1 874
36 001	à	40 000	844	86 001 à 88 000	1 925
38 001	à	42 000	896	88 001 à 90 000	1 951
40 001	à	44 000	929	90 001 à 92 000	1 987
42 001	à	46 000	960	92 001 à 94 000	2 030
44 001	à	48 000	985	94 001 à 96 000	2 073
46 001	à	50 000	1 013	96 001 à 98 000	2 109
48 001	à	52 000	1 043	98 001 à 100 000	2 136
50 001	à			100 001 et au-delà	(*)
					(*) 2 136 + 0,107 € par dizaine de m³ > 100 000

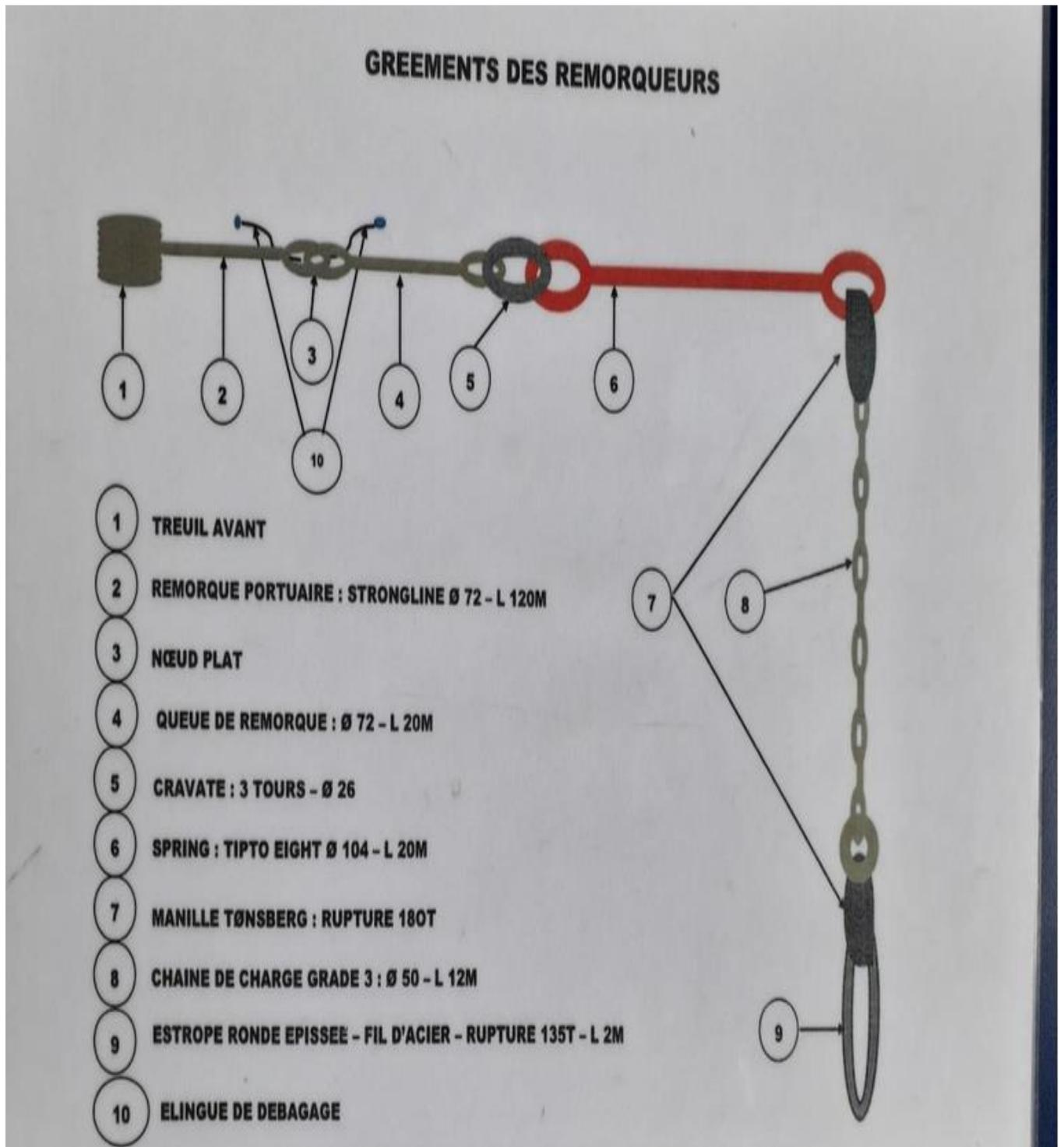
Suppléments pour le remorquage

- S1 - Mouvement d'une durée supérieure à 01h00 et par heure + 50% du barème applicable
- S2 - Mouvement sans machine + 50% du barème applicable
- S3 - Déplacement inutile du remorqueur 50% du barème applicable
- S4 - Fourniture de remorque 74 €
- S5 - Fourniture de remorque aux pétroliers 200 €
- S6 - Déplacement d'Abidjan à San Pedro en cas de demande de remorqueur (s) supplémentaire(s) : + prix de revient du déplacement (coûts direct)

Veille sécurité (règlement de Police des ports)

Par heure et par remorqueur : 125 €
N.B. Toute heure commencée est due avec un minimum de perception de 04h00.

ANNEXE N°6 : Gréement des remorqueurs pour les manœuvres à la SIR



BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE

- ❖ *A Comparison Between Conventional Buoy Mooring CBM, Single Point Mooring SPM and Single Anchor Loading SAL Systems Considering the Hydro-meteorological Condition Limits for Safe Ship's Operation Offshore* de **Grzegorz Rutkowsk** publié en **Janvier 2009** sur <https://www.researchgate.net/journal/TransNav-the-International-Journal-on-Marine-Navigation-and-Safety-of-Sea-Transportation-2083-6473>
- ❖ Cours CLC DE MANOEUVRE 2019-2020 du **Colonel ALLADE**
- ❖ <https://epcmholdings.com/spm-calm-and-cbm-mooring-systems/> Consulté le 13-11-21 à 19h11
- ❖ https://fr.wiktionary.org/wiki/bitte_d%E2%80%99amarrage Consulté le 13-11-21 à 17h00
- ❖ https://fr.wiktionary.org/wiki/bitte_d%E2%80%99amarrage Consulté le 10-10-21 à 04h21
- ❖ <https://www.hisse-et-oh.com/sailing/mouillage-agite-sur-coffre> Consulté le 09-10-21 à 14h49
- ❖ <https://www.chasse-maree.com/toutsavoir/travaux-courants-sur-le-pont-samarrer-a-quai/> Consulté le 08-10-21 à 06h51
- ❖ <https://portabidjan.ci/sites/default/files/catalogueformation/CatalogueFormation.pdf> Consulté le 24-09-21 à 03h22

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE.....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
AVANT PROPOS	v
GLOSSAIRE	vi
LISTES DES FIGURES.....	vii
RESUME.....	viii
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE : AMARRAGE DES NAVIRES AU PORT D’ABIDJAN	2
CHAPITRE I : GENERALITES.....	3
I.PRESENTATION DU PAA.....	3
1.Installations portuaires.....	4
2.La capitainerie et la vigie du Port Autonome d’Abidjan.....	8
2.1.La capitainerie du PA	8
2.2.La Vigie	9
3.Société de remorquage.....	10
3.1.Présentation de la compagnie IRES	10
3.2.Organigramme de la compagnie	12
II. PRESENTATION DE LA SOCIETE IVOIRIENNE DE RAFFINAGE ...	13
CHAPITRE II : L’AMARRAGE.....	15
I. DEFINITIONS.....	15
1.Le plan standard d’amarrage	15
2.Les appareils d’amarrage.....	17
2.1.Les amarres.....	17
2.2.La touline / lance-amarre.....	17
2.3.Le cabestan	18
2.4.Bollard ou bitte	19

2.5. Les rouleaux	20
2.6. Chaumard ou œil de bœuf	20
3. Sécurité à l'amarrage	20
3.1. Risques liés à l'amarrage.....	20
3.2. Précautions à l'amarrage	21
3.3. Bris des amarres	21
3.4. Chute sur le pont ou par-dessus bord	22
II. LES DIFFERENTES CONFIGURATIONS D'AMARRAGE	23
1. L'amarrage le long d'un quai	23
2. Amarrage le long d'un appontement	24
3. Amarrage cul à quai.....	25
4. L'amarrage à couple	26
5. L'amarrage sur coffre	27
CONCLUSION PARTIELLE.....	28
 DEUXIEME PARTIE : ETUDE COMPARATIVE DES POINTS	
D'AMARRAGE MULTIPLE ET UNIQUE	
(LE CAS DE LA SIR I ET SIR II).....	
	29
CHAPITRE I : POINTS D'AMARRAGE MULTIPLE SIR I.....	30
I. PRESENTATION.....	30
1. Description.....	30
2. Utilité	39
II. MANOEUVRE D'AMARRAGE A LA CBM (SIR I).....	39
III. MANOEUVRE D'APPAREILLAGE A LA CBM (SIR I).....	41
IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA CBM (SIR I).....	42
CHAPITRE II : POINTS D'AMARRAGE UNIQUE SIR II.....	44
I. DEFINITION	44
1. Description.....	45
2. Utilité	51
II. MANOEUVRE D'AMARRAGE A LA SPM (SIR II).....	51
III. MANOEUVRE D'APPAREILLAGE A LA SPM (SIR II).....	54

IV. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA SPM (SIR II)	55
CONCLUSION PARTIELLE.....	60
CONCLUSION GENERALE	61
ANNEXES	64
BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE	71
TABLE DES MATIERES	72