

SHORE TENSION DYNAMIC MOORING SYSTEM AU PORT DU HAVRE

Sara BADOZ

Mémoire présenté pour l'obtention
du titre de
Master en Sciences Nautiques
à la Hogere Zeevaartschool

Promoteur : Raf MESKENS

Année académique 2022-2023

AVANT-PROPOS

L'écriture de ma thèse m'a permis d'être au contact de différents acteurs du monde maritime et portuaire qui m'ont accueilli avec enthousiasme, j'ai bénéficié d'une forte collaboration de la capitainerie et du lamanage du Port du Havre.

Certaines parties de ma thèse découlent de ma propre participation à des manœuvres pour la mise en place du système, STS sur port 2000 (le 07/04/2022).

La relation que j'ai gardée avec la capitainerie, le lamanage et la manutention portuaire m'a permis de rester en contact, ainsi j'ai pu échanger par mail et participer à une conférence avec un lamaneur Néerlandais.

Grâce à cela, j'ai pu compléter ma thèse avec des documents, des comptes-rendus suite l'analyse faite par différent acteur maritime face aux STS.

J'adresse mes sincères remerciements aux autorités portuaires et maritimes, aux intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma reconnaissance à la manutention portuaire de port du Havre, Monsieur Gilles BADOZ, Monsieur Sébastien DUMETZ, de m'avoir donné accès aux entrés des terminaux portuaires et aux conférences maritimes.

Je tiens à remercier spécialement les lamaneurs du port du Havre ainsi que leurs directeurs Monsieur Ludovic PERROUELLE et Monsieur Cédric LE MERRE, pour m'avoir communiqué de multiples informations passionnantes et concrètes à cette innovation.

Je voudrais également exprimer ma reconnaissance envers la capitainerie du Havre, au commandant Monsieur Nicolas CHERVY, Monsieur Pierre De CHABANEIX CAMBON et Monsieur Arnaud GOGLY, tous deux responsables des infrastructures portuaires, de m'avoir inviter aux conférences maritimes et de sécurité, de m'avoir mis en relation avec un lamaneur de Rotterdam et d'avoir pu rencontrer plusieurs personnes hautement gradées : les

commandants des ports et leurs lamaneurs des ports de Marseille, Dieppe, Rouen et Bordeaux, ainsi que les armateurs de CMA-CGM .

Enfin je tiens à témoigner toute ma gratitude à mon promoteur Monsieur Raf MESKENS, pour sa confiance et sa patience.

RESUME

Le port du Havre est le plus grand port français en nombre d'EVP. Les porte-conteneurs accueillis sont de plus en plus gros avec une surface de fardage de plus en plus importante. Les navires sont donc soumis à des forces extrêmement élevées dues aux conditions météorologiques mais il existe d'autres facteurs internes et/ou externes aux navires qui impactent fortement leur tenue à quai.

Face à ces problèmes d'amarrage et aux demandes de la manutention, une nouvelle technologie est apparue sur le Port du Havre : le Shore Tension Dynamic Mooring System.

Le Shore Tension est un système mobile permettant le renforcement de l'amarrage, il s'utilise par paire et vient en complément de l'amarrage du navire et est constitué d'un vérin hydraulique, d'une double bitte d'amarrage et d'une aussière en Dyneema.

Le Shore Tension est un système qui permet de stabiliser les navires à quai pour éviter principalement le phénomène de cavement. C'est un outil qui a nécessité la formation des lamaneurs et a demandé une meilleure cohésion dans la collaboration les divers acteurs portuaires et maritimes.

Il est performant, autonome, écologique, certifié mais coûteux.

L'objectif de cette thèse est de prouver que le Shore Tension System est la solution afin d'avoir une bonne tenue des navires à quai et est essentiel tant pour la sécurité des personnels de manutention que pour celle des navires et des portiques.

ABSTRACT

The port of Le Havre is the largest French port in terms of TEU numbers. The container ships received are getting bigger and bigger, with an increasingly large hull area. The ships are therefore subject to extremely high forces due to global warming, but there are other factors, both internal and external to the ships, which have a strong impact on their performance at the quayside.

Faced with these mooring problems and the demands of the handling industry, a new technology has appeared in the Port of Le Havre: The Shore Tension Dynamic Mooring System.

The Shore Tension is a mobile system for reinforcing the mooring, it is used in pairs and complements the mooring of the vessel and consists of a hydraulic jack, a double mooring bitt and a Dyneema hawser.

Shore Tension is a system that allows ships to be stabilised at the quayside, mainly to avoid the phenomenon of drifting along the quayside. It is a tool that has required the training of dockworkers and a better cohesion among the various port and maritime actors.

It is efficient, autonomous, ecological, certified but expensive.

The objective of this thesis is to prove that the Shore Tension System is the solution to have a good holding of the ships at quay and is essential as well for the safety of the handling personnel as for that of the ships and the gantries.

Table des matières

LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES ABREVIATIONS	xi
INTRODUCTION	1
1 Le Port du Havre	4
1.1 Présentation	4
1.2 Les problèmes du GPMH.....	7
1.2.1 Les phénomènes météorologiques	7
1.2.1.1 Le vent	7
1.2.1.2 Le courant et la marée.....	10
1.2.2 Les navires passants	11
1.2.3 La surveillance de l’amarrage.....	12
1.3 Conséquences : le cavalement	15
2 Shore Tension : le dispositif	19
2.1 Son invention.....	19
2.2 Sa structure/composition	20
2.3 Son mécanisme/fonctionnement	21
2.4 Conclusion	32
3 Shore Tension : le principe.....	35
3.1 Son installation avant l’accostage du navire à quai	35
3.2 Son installation après l’accostage du navire à quai	36
3.3 Son largage et son rangement.....	37
4 Shore Tension : au Havre.....	39
4.1 Le STS au Port du Havre	39
4.1.1 Son arrivée	39
4.1.2 Pourquoi le STS ?.....	39
4.1.3 Début des tests.....	41

4.2 Amarrage au Havre avec l'utilisation du STS	44
4.2.1 Compréhension d'un monitoring de différent aspect décelé durant une escale d'un navire	44
4.2.1.1 Exemple n°1 : Passage de navire	45
4.2.1.2 Exemple n°2 : Vents décostants 25/30 nœuds.....	47
4.2.2 Comparaison de deux différentes escales.....	47
4.2.2.1 Rapport de l'escale du navire APL MERLION	47
4.2.2.2 Rapport de l'escale du navire UASC ZAMZAM	51
4.2.2.3 Conclusion	54
4.3 Avantages et Inconvénients du STS pendant les tests dans Le Port du Havre	54
4.4 Avis et remarques des acteurs interférents au système durant la phase de test du système	
Shore Tension.....	61
4.4.1 La capitainerie	61
4.4.2 Le lamanage du Havre	62
4.4.3 La manutention portuaire	63
4.4.4 Capitaine des navires	63
5 Shore Tension : à l'échelle Internationale	65
5.1 Conventions/ réglementations	65
5.1.1 Les obligations du commandant	65
5.1.1.1 A l'international :	65
5.1.1.2 En France :	66
5.1.2 Les obligations du Lamaneur.....	66
5.2 Ces conditions d'utilisation	68
5.2.1 Le Port de Rotterdam	68
5.2.2 Le Port d'Anvers	69
5.2.3 Le Port du Havre.....	69
CONCLUSION	71
BIBLIOGRAPHIE.....	74
LISTES DES ANNEXES	78

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: CAPTURE D'ECRAN DE L'EMBOUCHURE DE LA MANCHE	4
FIGURE 2: PHOTO SATELLITE DU PORT DU HAVRE	5
FIGURE 3: PHOTO DE PORT 2000	6
FIGURE 4: ROSE DES VENT LE HAVRE	8
FIGURE 5: TEMPETE DU 17/02/2022 SUR LA COTE NORD DE LA FRANCE.....	10
FIGURE 6: L'AVAL DU PORT DU HAVRE	11
FIGURE 7 : SCHEMA D'UN AMARRAGE TYPE	12
FIGURE 8: IMAGE D'UN AMARRAGE TYPE A L'AVANT D'UN NAVIRE.....	13
FIGURE 9: EXEMPLE DE CALCUL DE LA PRESSION TOTALE DU VENT SUR UN NAVIRE.....	14
FIGURE 10 : PORTE CONTENEUR VUE DE L'AVANT AMARRE A PORT 2000	16
FIGURE 11: PORTE-CONTENEUR VUE DE DERRIERE AMARRE A PORT 2000	16
FIGURE 12: UN PORTIQUE MANIPULANT DES CONTENEURS DEVANT UNE PASSERELLE	17
FIGURE 13 : LES DEUX PHOTOS REPRESENTENT LE SHORE TENSION DYNAMIC MOORING SYSTEM ACTIVE	20
FIGURE 14 : DOUBLE BITTE D'AMARRAGE FIXE A L'EXTREMITÉ DU VERIN SANS ET AVEC L'AUSSIERE DE DYNEEMA	21
FIGURE 15 : ELINGUE EN DYNEEMA.....	22
FIGURE 16 : AUSSIÈRE EN DYNEEMA	23
FIGURE 17 : POULIE FIXÉE AU BOLLARD DE TERRE PAR UNE ELINGUE EN DYNEEMA, PLUS UNE ELINGUE DE SECURITE EN CABLE	23
FIGURE 18 : LE MANCHON	24
FIGURE 19 : LE TOURET DE STOCKAGE	25
FIGURE 20 : LE STS STANDARD	26
FIGURE 21 : LE STS VERSION AMELIOREE AVEC LE TOURET INTEGRE	27
FIGURE 22 : LE POSTE DE COMMANDE DE SURVEILLANCE	28
FIGURE 23 : LES VANNES DE CONTROLES	29
FIGURE 24 : UN CHARIOT ELEVATEUR LATERAL	31
FIGURE 25 : CAMION VIRE-AMARRE	32
FIGURE 26 : LE STS SUR LE BRETAGNE, QUAI DE L'EUROPE	42
FIGURE 27 : VUE VISUELLE DE TOUS LES QUAIS NUMERISES DANS LE TABLEAU CI-DESSUS.....	43

FIGURE 28 : CAPTURE D'ECRAN DU VERIN ARRIERE.....	45
FIGURE 29 : CAPTURE D'ECRAN DU VERIN AVANT	45
FIGURE 30 : CAPTURE D'ECRAN D'UN VERIN IMPACTE PAR DES VENTS DECONSTANTS	47
FIGURE 31 : PLAN D'AMARRAGE DE L'APL MERLION	48
FIGURE 32 : COURBES DE L'EVOLUTION DES VERINS DE L'APL MERLION	49
FIGURE 33 : RETOUR DU COMMANDANT DU NAVIRE, L'APL MERLION	51
FIGURE 34 : PLAN D'AMARRAGE DE UASC ZAMZAM	52
FIGURE 35 : COURBES DE L'EVOLUTION DES VERINS DE UASC ZAMZAM ET DES MAREES.....	53
FIGURE 36 : STS AVEC TOURET INTEGRE SUR BOUGAINVILLE	58
FIGURE 37 : CHAPITRE 5 DU CODE ISM	65
FIGURE 38 : ARTICLE R 5333-10 DU CODE DES TRANSPORTS, FRANCE	66
FIGURE 39 : ARTICLE D 5342-2 DU CODE DES TRANSPORTS, FRANCE	67

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : DESCRIPTION DE CHAQUE TYPE D'AMARRE	12
TABLEAU 2 : TABLEAU RECAPITULATIF DU ROLE DE CHACUN ET DE LA DUREE DE CHAQUE ETAPE	37
TABLEAU 3 : TABLEAU DE REPARTITION DES TESTS SUR LE PORT DU HAVRE.....	43
TABLEAU 4 : LEGENDE DES ENREGISTREMENTS.....	44
TABLEAU 5 : ELEMENTS D'ACCOSTAGE DE L'APL MERLION	48
TABLEAU 6 : ELEMENT D'ACCOSTAGE DE UASC ZAMZAM	51
TABLEAU 7 : CHRONOLOGIE DE L'ACCOSTAGE DE UASC ZAMZAM	52
TABLEAU 8 : AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU STS	54

LISTE DES ABREVIATIONS

CMA CGM : Compagnie Maritime d’Affrètement Compagnie Générale Maritime

HAV F7: HAVRE 7

KRVE: Koninklijke Roeiers Vereniging Eendracht

STS: Shore Tension System

ISO : International Standard Organisation (en français : Organisation Internationale de Normalisation)

GPMH : Grand Port Maritime du Havre

EVP : Equivalent Vingt-Pieds (en anglais TEU : Twenty-Foot Equivalent Unit)

Km/h : Kilomètre par heure

m: mètres

LOA: Length overall

B: beam

H: Hight

m² : mètre carré

N/ m² : Newton par mètre carré

Kts : Knots (en français : nœuds)

GPS: Global Positioning System

UHMWPE: Ultra-High Molecular Polyethylene

UV : Ultra-Violet

mT : Tonne métrique

KN : Kilo Newton

MBL : Minimum Breaking Load (en français : la Charge de Rupture Minimum de la ligne)

CO₂: Dioxyde de Carbone

CMU: Charge Maximale Utile (en anglais SWL: Safe Working Load)

PED : Pressure Equipment Directive (en français : Equipement Sous Pression)

ATEX: ATmosphère EXplosive

MSC: Mediterranean Shipping Company

HAROPA Port : Havre Rouen Paris Port

CHSP : Comité Hygiène et Sécurité du Port

Kg : Kilogramme

T : Tonne

Cm : Centimètre

°C : Degrés Celsius

V : Volt

EOHF : Eoliennes Offshores des Hautes Falaises

MTN GMP : Manutention du Terminal Nord Générale de Manutention Portuaire

ISM : (International Safety Management), Code international de gestion de la sécurité.

OMI : Organisation Maritime Internationale

RPP : Règlement particulier de police du port du Havre et du port du Havre-Antifer.

INTRODUCTION

Depuis 2018, les problématiques de tenue à quai des navires se sont accrues face à l'évolution des navires : l'augmentation de leur taille et donc de leur propulsion entraînent un plus grand volume d'eau déplacé constaté le long des installations de Port 2000, au Havre. La manutention fût la première à soulever les risques engendrés par ces mouvements de navires imprévisibles, jusqu'à arrêter définitivement celle-ci.

Le Port du Havre accueille aujourd'hui, sur ses installations de Port 2000, des navires de plus en plus gros, jusqu'à 400 m de longueur, 62 m de large et 16 m de tirant d'eau, avec une surface vélique de plus en plus importante : par exemple le porte-conteneur CMA CGM Jacques SAADÉ, face aux vents décostants, a une tenue à quai très sensible.

Les manutentionnaires havrais ont présenté dès 2018 des vidéos de leurs terminaux montrant des navires comme le MAERSK EMFIELD 366 mètres à HAV7¹, ayant cavale sur une distance d'environ 12 mètres, soit l'équivalent d'un conteneur de 40 pieds ; une autre montre le HUNGARY 300 mètres à HAV3 cavale sur une longueur similaire.

Cette problématique, liée à un déficit de surveillance de l'amarrage par les équipages des navires, est commune à beaucoup de grands ports. Au Havre, elle est accentuée par un des marnages les plus importants d'Europe du Nord (supérieur à 8 mètres).

Le premier phénomène dangereux constaté est un mouvement de cavement² des navires à quai, des caméras de surveillance situées dans les portiques de manutention montrent une amplitude pouvant aller jusqu'à la longueur d'un conteneur de 40 pieds lorsque l'amarrage est mal repris : il est principalement dû aux volumes d'eau déplacés par les navires circulant dans le port.

¹ HAV7 : Cette abréviation correspond à un poste d'amarrage sur Port 2000.

² Le cavement : désigne le déplacement horizontal d'un bateau selon l'axe longitudinal, se traduisant par des déplacements d'avant en arrière le long du terminal. C'est l'un des trois déplacements possibles d'un navire avec l'embarde et le pilonnement. Il est causé en général par la rencontre avec les vagues et freiné par la résistance de l'eau et du tirant d'air vers l'avant, lors de passage de navires à proximité mais également par les conditions météorologiques.

Le second phénomène rapporté est l'écartement du navire par rapport au quai. Celui-ci est principalement dû aux vents décostants, la surface de fardage augmentant, la force du vent appliquée aux navires augmente également.

A cela se rajoute parfois une négligence dommageable de la surveillance de l'amarrage par le bord.

La tenue à quai des navires et la sécurisation de l'amarrage des navires est devenue une priorité pour la sécurité de tous les acteurs présents lors des opérations commerciales. Pour qu'un navire soit correctement amarré, toutes les aussières passées doivent soutenir la même tension afin de répartir équitablement les efforts.

Le port du Havre a donc décidé de rechercher et de tester un nouveau système dynamique de renforcement de l'amarrage, adapté à sa configuration, qui permettrait d'en limiter l'occurrence. Le choix s'est porté sur un système de vérins hydrauliques fabriqué et vendu par la société de lamanage du port de Rotterdam KRVE³ : le système du Shore Tension Dynamic Mooring (STS).

Le Shore Tension est un système flexible et autonome. Il est composé principalement d'un vérin hydraulique, considéré tel qu'un amortisseur, puisqu'il permet de maintenir les navires en position à quai, quel que soit les conditions météorologiques ou autres facteurs perturbateurs : l'aspiration provoquée par le passage des navires, les rafales de vent, la houle, etc... Il empêche également les câbles (aussières) d'amarrage de se rompre en cas de chargement/déchargement et de différences de marée.

Ce dispositif autonome vient compléter l'amarrage classique du navire, en utilisant une amarre spécifique en Dyneema (fibre de polyéthylène ultra résistante), installé sur le vérin hydraulique qui lui a pour objectif d'ajuster la tension de l'amarre pour compenser les mouvements des vagues et du vent infligés au navire, ce qui permet de maintenir les navires en position stable tout en évitant les frottements excessifs et les dommages aux navires et aux quais.

³ KRVE : Koninklijke Roeiers Vereniging Eendracht, société de lamanage du Port de Rotterdam.

En 2020, le Port du Havre a décidé, lors d'un rassemblement avec toutes les autorités maritimes et portuaires havraises, d'acquérir une paire de STS, soit deux vérins afin d'initier une campagne de tests du système (52) sur différents quais et sur différents types de porte-conteneurs sur le Port du Havre.

L'objectif de cette thèse est de présenter le Shore Tension System, et également de prouver que ce dispositif va permettre de résoudre et de remédier aux problèmes encourus par les autorités et la manutention portuaire à propos de la tenue à quai des navires sur les installations du Port du Havre.

Dans un premier temps, nous analyserons les problèmes majeurs rencontrés par le Port du Havre. Ensuite dans deux parties consécutives nous présenterons le fonctionnement et le principe du système d'amarrage, le STS.

Puis dans un deuxième temps, nous expliquerons la mise en place du STS sur le Port du Havre et sur le plan international.

1 Le Port du Havre

1.1 Présentation

Le Port du Havre, fondé par François 1^{er} ⁴ en 1517, est un grand port maritime français : il se situe à l'embouchure de la Manche, au nord-ouest de la France, à l'entrée du range Nord-ouest de l'Europe et s'étend sur plusieurs communes à l'est de l'estuaire de la Seine.

Sa position géographique est favorable, puisqu'il se trouve à l'embouchure de La Manche, ce qui lui a permis durant les années de s'accroître et de devenir un port attractif et compétitif à l'échelle mondiale.



Figure 1: Capture d'écran de l'embouchure de La Manche

Source : (Google Earth, s. d.)

⁴ François 1^{er} (1494-1547), roi de la France.



Figure 2: Photo satellite du Port du Havre

Source : (HAROPA Port, s. d.)

Le Port du Havre est l'un des ports les plus importants de France pour le commerce maritime : c'est le premier port français pour le trafic de conteneurs et le deuxième port, après celui de Marseille pour le trafic total de marchandises.

1^{er} port de France pour le commerce extérieur : 83.6 millions de tonnes de trafic maritime en 2021, avec plus de 3 millions de conteneurs en 2021.

1^{ère} plateforme française pour l'import/export de véhicules neufs : plus de 326 000 véhicules traités en 2021

1^{er} port mondial pour les vins et spiritueux

1^{er} port fluvial européen pour le transport de passagers

4^{ème} port nord-européen

1^{ère} place portuaire européenne à être certifiée ISO 28000⁵ Sûreté

⁵ ISO 28000⁵ : International Organization for Standardization (Organisation Internationale de Normalisation). La norme ISO 28000 se concentre sur les aspects essentiels pour manager et assurer les risques liés à la sûreté de la chaîne d'approvisionnement. Cela peut inclure le financement, la fabrication, le management de l'information et le transport, le stockage en transit et l'entreposage des marchandises.

Depuis sa création en 1955, le conteneur constitue la principale composante du trafic mondial de marchandises diverses. Afin de maintenir sa compétitivité avec les plus grands ports européens, le Grand Port Maritime du Havre (GPMH) a mis en œuvre le projet Port 2000, situé au Sud de la ville. D'une part les terminaux, accessibles sans passage d'écluse ni contraintes de courant et de marées, sont exclusivement réservés aux porte-conteneurs. D'autre part, la mise en œuvre d'une plate-forme logistique, afin d'optimiser la rapidité de transit des marchandises, assure la liaison directe entre les terminaux et réseaux ferroviaires, fluviaux et routiers.

La capacité des terminaux de Port 2000 à traiter plus de trois millions de conteneurs par an, a engendré une augmentation significative de la rentabilité de traitement du port et a permis au GPMH de devenir l'un des deux seuls ports européens pouvant accueillir sans contrainte des navires de plus de 20 000 EVP⁶ : plus de 250 porte-conteneurs géants accueillis en 2021 (plus de 10 000 EVP) grâce à la profondeur d'eaux allant de 14.50 mètres à 17 mètres.

La mise en place de Port 2000 a donc renforcé la position du port du Havre par rapport aux principaux ports européens, en améliorant sa compétitivité et son efficacité.



Figure 3: Photo de Port 2000

Source : (Garnier, 2017)

Le commerce maritime est très diversifié et couvre de nombreux secteurs d'activité :

⁶ EVP : Equivalent Vingt-Pieds, mesure standard des conteneurs

- des produits énergétiques : le raffinage et le stockage de produits pétroliers,
- des produits agroalimentaires : étant un important centre d'exportation pour les produits agroalimentaires français, tels que les vins et les fromages.
- des produits industriels : des métaux, des produits chimiques et des matériaux de construction.
- des conteneurs : étant un important centre de transbordement de conteneurs en Europe.

Le GPMH dispose donc de plusieurs terminaux dédiés au traitement de ces unités de transport standardisées, de plus il est relié par voie ferrée aux principaux centres de distribution en Europe, permettant ainsi le transport rapide et efficace des marchandises.

Ainsi, il peut accueillir tout type de navires (aux diverses dimensions et caractéristiques) : porte-conteneurs, rouliers, vraquiers (solide et liquide), pétrolier, barges fluviales et maritimes, paquebot de croisières, navire de pêche, chalutiers et navire de plaisance.

En somme, l'activité du Port du Havre est essentielle à l'économie française et européenne, le GPMH a un rôle clé dans le commerce international et dans de nombreux secteurs d'activité.

1.2 Les problèmes du GPMH

1.2.1 Les phénomènes météorologiques

1.2.1.1 Le vent

La position géographique du GPMH (situé sur la côte nord-ouest de la France, sur la Manche) l'expose aux vents forts de l'océan Atlantique et doit subir les conditions météorologiques d'un climat tempéré océanique régional : l'influence des vents marins et des masses d'air océaniques.

Les vents dominants au port du Havre viennent principalement du sud au nord-ouest, les vents du nord-est sont assez fréquents au printemps et en été. Les vents de force 8 beauforts ou

plus, proviennent le plus souvent du sud-ouest par marée haute (voire les bulletins météo édités des rapports du Shore Tension se trouvant en **Annexe 7** et **Annexe 9**, cela fait référence à (ADMIRALTY, 2018) ainsi qu'à la Rose des Vent ci-dessous).

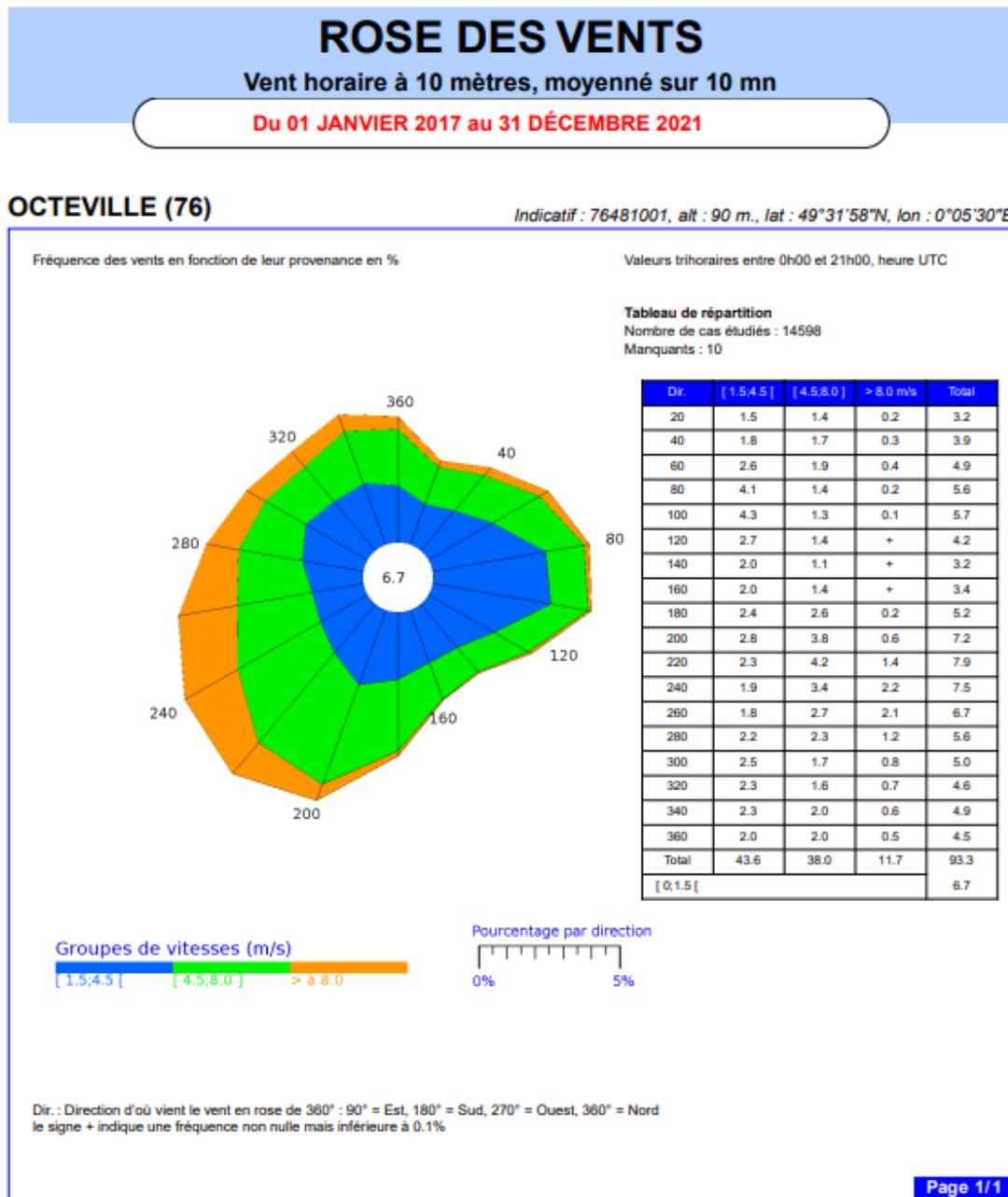


Figure 4: Rose des Vent Le Havre

Source : (METEO FRANCE, 2022)

De plus, sachant que Port 2000 est situé au Sud de la ville et que les navires sont accostés avec un cap Est ou Ouest au quai.

Le port du Havre est souvent exposé à des vents dominants soufflants généralement du Sud-ouest, avec des rafales pouvant atteindre des vitesses élevées, en particulier pendant les tempêtes et les conditions météorologiques extrêmes. Les rafales peuvent dépasser les 80 km/h allant jusqu'à 110 km/h, elles peuvent avoir un impact important sur les opérations portuaires et les mouvements de navires. D'une part, les navires peuvent être empêchés d'entrer ou de sortir du port, les opérations de chargement et de déchargement peuvent être interrompues, les portiques et autres équipements portuaires peuvent être endommagés et d'autre part, la tenue des navires (aussières) à quai devient un point névralgique de surveillance pour la sécurité à bord et à terre.

Les autorités portuaires du Havre prennent des mesures pour prévenir les risques associés aux rafales de vent, notamment en surveillant les conditions météorologiques et en informant les navires et les équipages. Des restrictions peuvent être mises en place pour les mouvements de navires pendant les périodes de vents forts, par exemple : arrêt de la manutention portuaire, rajout d'aussières...

Selon la manutention portuaire du Havre, au-delà de 72 km/h de vent, la manutention a pour ordre d'arrêter tous mouvements liés aux activités portuaires de façon à assurer leur propre sécurité ainsi que celle des infrastructures de manutention, voir plus d'informations en **Annexe 1: Règlement local du Port du Havre sur « Dispositions à prendre par mauvais temps »**.

En somme, les rafales de vent sur le port du Havre ont un impact important sur les activités portuaires et les opérations de transport maritime. Les autorités portuaires et maritimes ont l'obligation de prendre des mesures pour minimiser les risques associés à ces conditions météorologiques et assurer la sécurité des navires et des équipages.

Les données précédentes liées aux conditions météorologiques sur le Port du Havre ont été tirées de deux rapports d'informations français écrits par (Aubé, 2023) et (Brégrand, 2022).



Figure 5: Tempête du 17/02/2022 sur la côte Nord de la France

Source : (Crepet, 2022)

1.2.1.2 Le courant et la marée

La force du courant dans le Port du Havre est due à plusieurs facteurs, notamment la marée, la topographie sous-marine et la météorologie. Les marées montantes ont tendance à produire les courants les plus forts, atteignant environ 5 nœuds près de l'entrée du port.

Les marées et les courants marins sont réguliers dans cette région, avec des fluctuations importantes de niveaux d'eau et de vitesses de courant, fluctuations qui compliquent la bonne tenue à quai des navires. Le port du Havre, situé sur la Manche, est soumis aux marées et donc au phénomène de marnage⁷, l'amplitude du marnage sur le port du Havre varie en fonction des conditions météorologiques, des phases lunaires et d'autres facteurs. (L'amplitude moyenne est d'environ 6 mètres et peut atteindre 8.20 mètres).

Donc, le marnage peut avoir un impact important sur les opérations portuaires, en particulier pour les navires à fort tirant d'eau. Les navires doivent tenir compte du niveau d'eau pour entrer ou sortir du port, et les opérations de chargement et de déchargement peuvent être affectées par les variations de niveau de l'eau : par exemple un navire au tirant d'eau de 16 mètres aura plus de difficultés à s'accoster à marée basse. A marée haute, un tirant d'air trop important posera des problèmes à la manutention portuaire.

⁷ Phénomène de marnage : le marnage est la différence de hauteur entre la marée haute et la marée basse.

Les autorités portuaires et maritimes ont l'obligation de prendre des mesures pour minimiser les risques du marnage.

1.2.2 Les navires passants

Le port situé en aval à proximité d'une écluse (écluse François 1^{er}⁸), en bout une darse⁹ et près de deux bassins d'évitage accueille des navires plus petits, jusqu'à 300 mètres encore, avec des postes d'amarrage, donc une voie maritime active qui entraîne de nombreux flux de navires passants rasants les navires déjà à quai et à très faible vitesse. C'est également le cas sur Port 2000.

Lorsqu'un navire évite, ou se déplace à proximité d'un autre navire, il crée de forts mouvements d'eau, entraînant une forte attraction des navires amarrés à quai. Conjugués à la taille et au tirant d'eau des plus grands navires, ces mouvements d'eau sont très importants et accentuent de sérieux efforts sur l'amarrage et donc un fort risque de cavaleme



Figure 6: L'aval du Port du Havre

Source : (le havre patrimonial, 2010)

⁸ Écluse François 1^{er}, construite en 1971, elle fût la plus grande écluse maritime du monde jusqu'en 1989, avec son sas de 401 mètres de long pour 67 mètres de large et de 22,5 mètres de profondeur.

⁹ Une darse : est un bassin généralement de forme rectangulaire où les cargos peuvent accoster.

1.2.3 La surveillance de l'amarrage

Dans les ports, les règles peuvent être établies par les autorités portuaires locales ou les réglementations nationales et internationales. Ces règles peuvent spécifier la fréquence et la méthode de surveillance de l'amarrage, ainsi que les qualifications nécessaires pour surveiller l'amarrage (expliqué 5.1.1).

En général, les marins doivent surveiller régulièrement l'amarrage pour détecter tout signe de faiblesse ou de rupture des amarres ou de détérioration des équipements d'amarrage. Ils doivent également surveiller les conditions météorologiques et les changements de marée qui pourraient affecter l'amarrage.

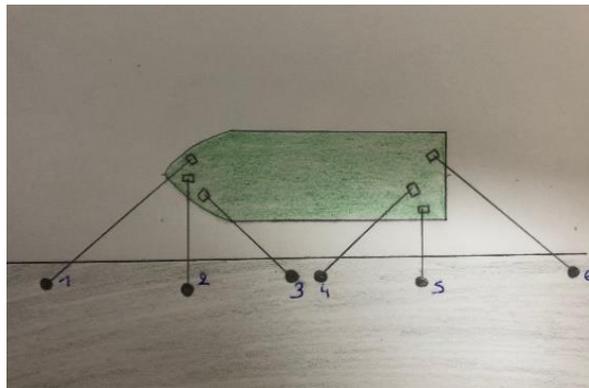


Figure 7 : Schéma d'un amarrage type

Source : propre travail

Tableau 1 : Description de chaque type d'amarre

Source : propre travail

Numéro	Nom	Rôle
Aussière 1	Pointe avant	Empêche de culer
Aussière 2	Traversier avant	Empêche de s'écarter
Aussière 3	Garde montante avant	Empêche d'avancer
Aussière 4	Garde montante arrière	Empêche de culer
Aussière 5	Traversier arrière	Empêche de s'écarter
Aussière 6	Pointe arrière	Empêche d'avancer

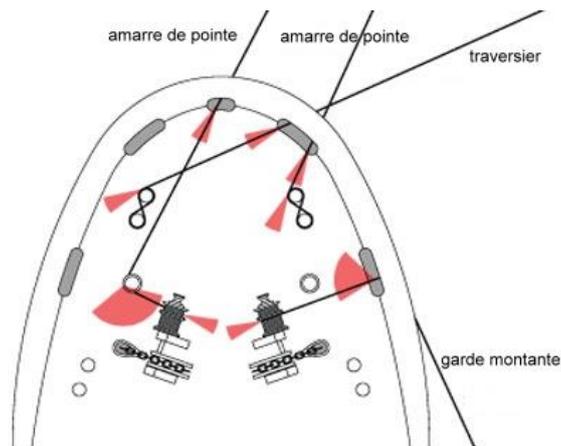


Figure 8: Image d'un amarrage type à l'avant d'un navire

Source : (ASSOCIATION FRANCAISE & DES CAPITAINES DE NAVIRES, 2009)

De plus, le commandant du navire, avant d'arriver dans un port, doit prendre en compte les conditions météorologiques et plus particulièrement les effets du vent qui agiront pendant toute la durée de son escale au port afin de savoir combien d'aussières il va envoyer à terre et leur direction.

Pour cela, Il existe une manière de calculer la pression totale du vent sur un navire, celle-ci est appelée « pression de stagnation¹⁰ ». En prenant en compte la direction du vent, sa vitesse et la surface de fardage du navire, le commandant pourra déterminer la pression de stagnation du vent sur le navire et de ce fait décider de la façon que le navire sera amarré au quai. Cci-dessous, un exemple de calcul de cette pression.

¹⁰ « Pression de stagnation », ce calcule et ces données sont illustrées dans le volume 1 écrit par (I. C. Clark, 2009).

• Données du navire

$$LOA = 400 \text{ m}$$

$$B = 58,6 \text{ m}$$

$$H = 42,75 \text{ m}$$

$$\hookrightarrow \text{Air length} = LOA \times H$$

$$= 400 \text{ m} \times 42,75 \text{ m} = \underline{17100 \text{ m}^2}$$

• On a 110 km/h de vent correspond à 60 nœuds
sous un angle de 45°

\hookrightarrow D'après la formule "wind pressure on a flat plate"

$$\text{wind pressure} = \sin \alpha \times \frac{0,9}{6} (V_w \text{ (kts)})^2$$

$$= \sin 45^\circ \times \frac{0,9}{6} 60^2 = \underline{381 \text{ N/m}^2}$$

\hookrightarrow Le poids/force que pourra passer sur la coque du navire
extérieur + cargo est d'environ 651 tonnes.

$$\bullet 381 \text{ N/m}^2 \times 17100 \text{ m}^2 = \underline{\underline{651 \text{ tonnes}}}$$

Figure 9: Exemple de calcul de la pression totale du vent sur un navire

Source : propre travail d'après (I. C. Clark, 2009)

Dans le cas où l'amarrage du navire n'est plus adapté aux conditions extérieures, il existe une solution pour réagir rapidement grâce à des amarres de poste.

Ces amarres sont des aussières supplémentaires, souvent capables de supporter de très fortes charges, envoyées par la terre. Le navire s'amarre normalement avec ses propres aussières, puis les amarres de poste sont envoyées à bord. Le problème est qu'il n'y a souvent pas assez de treuils à bord pour les capeler. Elles sont donc hissées à l'aide des treuils du navire puis bossées et tournées à bord sur des bittes.

En revanche, sur le port du Havre, à cause du marnage, des variations de tirant d'eau et du vent, les aussières nécessitent une surveillance accrue et doivent être reprises manuellement.

De plus, la Capitainerie du port du Havre a édité une consigne pour interdire l'utilisation des treuils à tension constante¹¹. Ce système est équipé sur la plupart des porte-conteneurs, pour les gardes avant et arrière, il impose le maintien des treuils concernés sur frein.

Pour les navires qui ne sont pas équipés d'un tel système, les aussières sont bossées sur des bittes. La reprise des aussières se fait une par une, ce qui entraîne forcément un déséquilibre entre les tensions supportées par celles-ci.

Les aussières nécessitent donc une surveillance accrue afin de s'assurer qu'elles ne présentent pas un risque en étant trop molles ou au contraire, trop tendues.

D'après la capitainerie du port du Havre, environ 20% des mouvements des navires le long des quais sont liés aux phénomènes expliqués précédemment et 80% seraient dus à des négligences de surveillance de l'amarrage de la part des équipages.

1.3 Conséquences : le cavalement

Nous avons pu voir précédemment, que la manipulation des amarres nécessite aux hommes de bord d'acquérir une connaissance des caractéristiques et du fonctionnement des amarres durant leur escale dans un port, les amarres ont tendance à se détendre jusqu'à devenir molles ou trop tendues, ce qui représente un réel danger au navire mais également au port, c'est pour cela qu'une attention accrue doit être effectuée par les matelots pour éviter ce genre de phénomène.

Les amarres se détendent en raison de plusieurs aspects : dû au changement d'assiette du navire, engendré par les opérations de chargement et déchargement, dû aussi au chargement de ballaste que le navire entreprend au port, au trafic des navires passants, la fluctuation de la marée ou encore aux conditions météorologiques. Le personnel de bord se doit d'être au courant de toutes les données et a le devoir d'agir en conséquence.

¹¹ Treuil à tension constante : afin de connaître davantage sur ce système suivre la source suivant ; (MarineWinches, 2020).



Figure 10 : Porte conteneur vue de l'avant amarré à Port 2000

Source : (HAROPA Port, s. d.)



Figure 11: Porte-conteneur vue de derrière amarré à Port 2000

Source : (HAROPA Port, s. d.)

Le risque encouru au-devant de ces différents facteurs problématiques est le cavement.

Ces mouvements de cavement entraînent des arrêts de manutention et sont une perte de temps lors de l'escale du navire. Ils provoquent notamment de fréquentes casses de flippers sur les spreaders, (ces termes sont illustrés en

Annexe 2: Plan technique d'un Portique), le port redoute que ces mouvements de cavement provoquent la chute d'un portique lié au blocage d'un spreader dans une cale. Pire encore, on redoute une collision entre le portique et la passerelle du navire lors du chargement ou déchargement dans une bay à proximité de celle-ci, comme illustré sur la figure ci-dessous.



Figure 12: Un portique manipulant des conteneurs devant une passerelle

Source : (HAROPA Port, s. d.)

Des prises de mesures ont été effectuées afin de quantifier ce mouvement, des vidéos prises depuis les portiques sont assez significatives et ont donné la preuve qu'un mouvement de cavement pouvait aller jusqu'à une travée de conteneur de 40 pieds, soit environ 12 m. Ces mouvements sont exceptionnels, mais des mouvements de 3 à 4 m sont courants d'après les lamaneurs et la manutention portuaire du Havre.

Pour pouvoir analyser le phénomène de cavement plus précisément, le GPMH a installé des capteurs GPS à bord des navires, ce qui a permis de mettre en évidence deux types de cavement, l'un dû à la reprise des amarres depuis l'avant ou l'arrière du navire par l'équipage, et l'autre dû à des mouvements d'eau au passage des gros navires à proximité, soit à des phénomènes hydrologiques.

C'est ce type de cavalement qui pose des difficultés et crée un risque réel tant pour les hommes que le navire et les engins de quai.

GMPH cherche donc des solutions pour éviter que des accidents se produisent. Le but est de stabiliser et de sécuriser au maximum l'amarrage des navires afin que les opérations commerciales se déroulent dans de bonnes conditions de sécurité.

2 Shore Tension : le dispositif

2.1 Son invention

De plus en plus de terminaux maritimes sont construits dans des zones exposées, ainsi les navires à quai sont confrontés à des conditions météorologiques de plus en plus sévères dues au changement climatique mais ils doivent maîtriser aussi la croissance continue de la taille. En outre, les exigences croissantes en matière d'accessibilité et d'opérabilité des terminaux imposent des exigences plus élevées aux installations d'amarrage.

Le 18 janvier 2007, un a eu lieu un terrible accident dans le port de Rotterdam : le porte-conteneurs CMA-CGM Claudel a détruit le débarcadère du terminal pétrolier de Maasvlakte¹².

En ce jour, une tempête de 10 Beaufort était annoncée avec des rafales de vent de plus de 35m/s, malgré toutes les précautions prises par les autorités portuaires, le CMA-CGM Claudel amarré à un terminal à conteneurs, s'est détaché de ses amarres et s'est écrasé en face du terminal pétrolier de Maasvlakte, causant par suite de ce désastre une énorme marée noire, d'après la source (Buitendijk, 2009) validée par les informations transmis par le lamanage du port de Rotterdam.

Les dommages estimés ont été d'environ plus de 120 millions d'euros, donc K.R.V.E. la société de lamanage de Rotterdam, en association avec le port de Rotterdam a créé une nouvelle technologie son but est de fixer fermement les navires au quai, ainsi réduire les mouvements causés par les vagues, les vents forts, le courant, la houle ou encore les navires de passage. Ce nouveau processus est appelé le Shore Tension Dynamic Mooring System.

¹² Maasvlakte (*Plaine de la Meuse*) : est un vaste parc industriel du port de Rotterdam, aux Pays-Bas, aménagé sur la mer du Nord.



Figure 13 : Les deux photos représentent le Shore Tension Dynamic Mooring System activé

Source : (ShoreTension, s. d.)

2.2 Sa structure/composition

Le module complexe du STS est composé :

- Du Shore Tension Mooring System
- D'une double bitte d'amarrage
- D'une aussière en Dyneema
- De élingues en Dyneema
- D'une poulie (snatch-block) ou d'un manchon (sleeve)
- D'un touret de stockage

Le dispositif du Shore Tension Mooring System est composé :

- D'un bloc hydraulique (Hydraulic Power Unit)
- D'un vérin hydraulique
- D'un système de surveillance : système GPS, carte mémoire, système d'alerte
- Des vannes de contrôle
- D'un panneau solaire

L'appareillage du STS nécessite la présence :

- D'élingue de sécurité en câble (Sling)
- Des lamaneurs
- D'un chariot élévateur latéral
- D'un camion cabestans
- De deux bollards de terre
- D'un bollard à bord

2.3 Son mécanisme/fonctionnement

- La double bitte d'amarrage :

Elle est fixée sur le prolongement longitudinal du vérin, elle est sur roulette, donc suit le mouvement du vérin. Son but est de fournir un point d'attache solide de l'aussière



Figure 14 : Double bitte d'amarrage fixé à l'extrémité du vérin sans et avec l'aussière de Dyneema

Source : Photo personnelle

- Le Dyneema :

C'est une fibre synthétique, (*UHMWPE*¹³), utilisée pour la fabrication de plusieurs types d'aussières, d'élingues et de longes. Il s'agit d'un matériau polymère synthétique qui a une très haute masse moléculaire, ce qui lui confère des propriétés physiques exceptionnelles, telles qu'une résistance élevée à l'abrasion et aux UV, une faible densité, une grande résistance à la traction et à la flexion, ainsi qu'une résistance chimique élevée.

L'aussière en Dyneema mesure 100 mètres de long et sa charge de rupture est de 200 Tonnes, voir plus d'information en **Annexe 3: Fiche technique de l'aussière en Dyneema**.

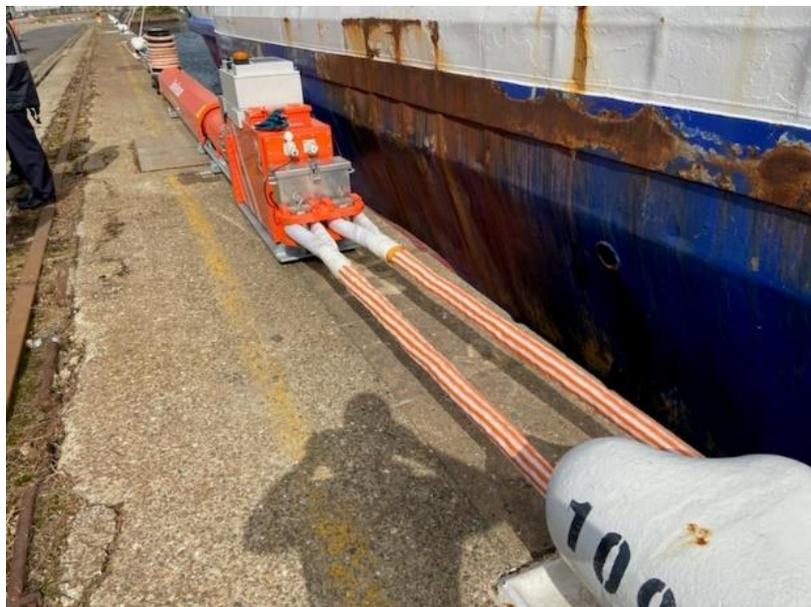


Figure 15 : Elingue en Dyneema

Source : Photo personnelle

¹³ UHMWPE (Ultra-High Molecular Weight Polyethylene), en français Polyéthylène à Très Haut Poids Moléculaire



Figure 16 : Aussière en Dyneema

Source : Photo personnelle

- La poulie (snatch-block) :

Il s'agit d'une poulie ouvrante avec un précurseur, elle est fixée sur un bollard du quai par deux élingues : une standard et une de sécurité souvent en câble. Elle a pour fonction de renvoi pour permettre l'installation aisée du vérin, double la tension exercée sur la bitte du bord et limite les frottements sur l'aussière et évite que le bollard ne s'abîme.



Figure 17 : Poulie fixée au bollard de terre par une élingue en Dyneema, plus une élingue de sécurité en câble

Source : Photo personnelle

- Le manchon (sleeve) :

C'est une pièce cylindrique qui permet quant à elle de protéger l'aussière Dyneema du frottement contre un bollard (qu'il soit à terre ou à bord).



Figure 18 : Le manchon

Source : Photo personnelle

- Le touret de stockage :

Ce touret a pour but de stocker l'amarre en Dyneema, permet de garder l'aussière rangée et au sec lorsque le dispositif du STS n'est pas utilisé (L'usure de l'aussière en Dyneema est également réduite car celle-ci ne frotte pas sur le sol). Elle est la version améliorée du système de base du STS.



Figure 19 : Le touret de stockage

Source : Photo personnelle

- Shore Tension Mooring System :

La conception interne des STS reste très secrète, (K.R.V.E. souhaite garder le monopole sur la conception). Dès leur livraison, les systèmes sont scellés de façon à ne pas pouvoir ouvrir le coffret de commande.

Le fonctionnement d'un vérin hydraulique repose sur le principe de la pression hydraulique : lorsque de l'huile hydraulique est injectée dans l'un des côtés du cylindre, elle pousse le piston vers l'autre extrémité du cylindre, ce qui crée un mouvement linéaire (cf. : (HYDRODIS, s. d.)).

Dans ce cas-ci, nous savons simplement que le système est constitué d'huile hydraulique et d'azote. L'huile est incompressible contrairement au gaz. Lorsque la tension appliquée arrive au set point¹⁴, l'huile passe et sort le vérin. Le vérin agit donc comme un ressort permettant de garder une tension constante dans les aussières.

La capacité de maintien de STS est réglable dans une plage de 10 mT à 60 mT, il est capable de fournir une tension constante (élevée) jusqu'à 60 tonnes métriques de force (600kN).

¹⁴ Set point : est une valeur de référence ou une consigne à laquelle un système ou un processus doit être maintenu ou régulé.

Le système Shore Tension fournit une tension élevée et dévide la ligne en faisant face aux pics de charge sans dépasser la Charge de Rupture Minimum de la ligne (MBL). Ce faisant, le système amortit le mouvement du navire et absorbe l'énergie du navire. Lorsque les charges maximales sont terminées, le Shore Tension se soulève dans la ligne avec l'énergie stockée retournant à sa position initiale. Le système ne nécessite aucune énergie externe, il est neutre en CO₂.

Il existe deux versions de Shore Tension : avec ou sans touret hydraulique de stockage des aussières représenté par les Figure 20 et Figure 21.



Figure 20 : Le STS standard

Sources : Photos personnelle



Figure 21 : Le STS version améliorée avec le touret intégré

Sources : Photos personnelle

La configuration de la version standard sans touret hydraulique implique que l'aussière Dyneema est stockée à part, cela implique de dérouler entièrement l'aussière Dyneema sur le bord à quai, avant l'arrivée du navire. Après l'amarrage, la partie non utilisée de l'aussière reste au sol sur le bord à quai. La manutention des aussières nécessite un temps d'installation supplémentaire. De plus, l'aussière rasant sur le sol, son vieillissement s'en trouve accéléré.

Alors que, la version du STS possédant un touret hydraulique intégré facilite la mise en place (beaucoup plus rapide) et le stockage de l'aussière (puisque l'aussière étant déjà en place sur le vérin). L'emprise au sol est considérablement réduite, au vu du faible espace disponible en bord de quai et réduit et préserve la longévité des aussières.

- Le système de surveillance :

C'est un système électronique sans fil sur batterie qui comporte :

- un système GPS est un système de positionnement géographique qui permet de déterminer la position géographique exacte de l'appareil.

- une carte mémoire est un petit dispositif de stockage de données amovibles, permettant d'enregistrer et de stocker les données : la pression du STS, la tension de l'amarre, le déplacement du vérin.

Le système peut être surveillé à distance grâce à l'accès à une application web que l'opérateur du terminal portuaire, le commandant du navire ou autre personne ayant l'autorisation peut suivre l'état réel de l'amarrage (le mouvement du navire et la tension dans les aussières).

De plus, ce système est alimenté également d'une plage d'avertissement, ainsi, si une valeur prédéfinie est dépassée ou le vérin est trop sorti dû à la marée ou à la conséquence d'autres facteurs, le système envoie un message ou une alerte selon le degré de dangerosité à tous ceux qui sont répertoriés dans le système. De cette façon, le système de pré-alerte aide à garder le contrôle sur les amarres ainsi que sur le navire. De plus, les réglages de l'unité de commande peuvent être ajustés à distance.



Figure 22 : Le poste de commande de surveillance

Source : Photo personnelle

- Des vannes de contrôles :

Elles garantissent que la tension de la ligne d'amarrage à terre ne dépasse pas la charge de travail sécurisée des aussières et des bollards du navire et ceux du quai. Chacune des vannes à des caractéristiques et fonctions différentes :

- La vanne 1 (à gauche de la photo) : lorsque la vanne est fermée ; le système est activé et lorsqu'elle est ouverte ; le système peut être étendu.

- La vanne 2 (les deux vannes au milieu de la photo) : lorsque la « valve in » ; la tension du système est au maximum et lorsque la « vanne out » ; la tension du système est au minimum. Les réglages sont ajustables.

- La vanne 3 (à droite de la photo) : lorsque la vanne est fermée ; le système peut être étendu et lorsqu'elle est ouverte ; le système se rétracte.

Lors de l'ouverture et/ou de la fermeture du STS, une procédure est établie avec un ordre précis et doit être opérée seulement par une personne spécialisée tel qu'un lamaneur.

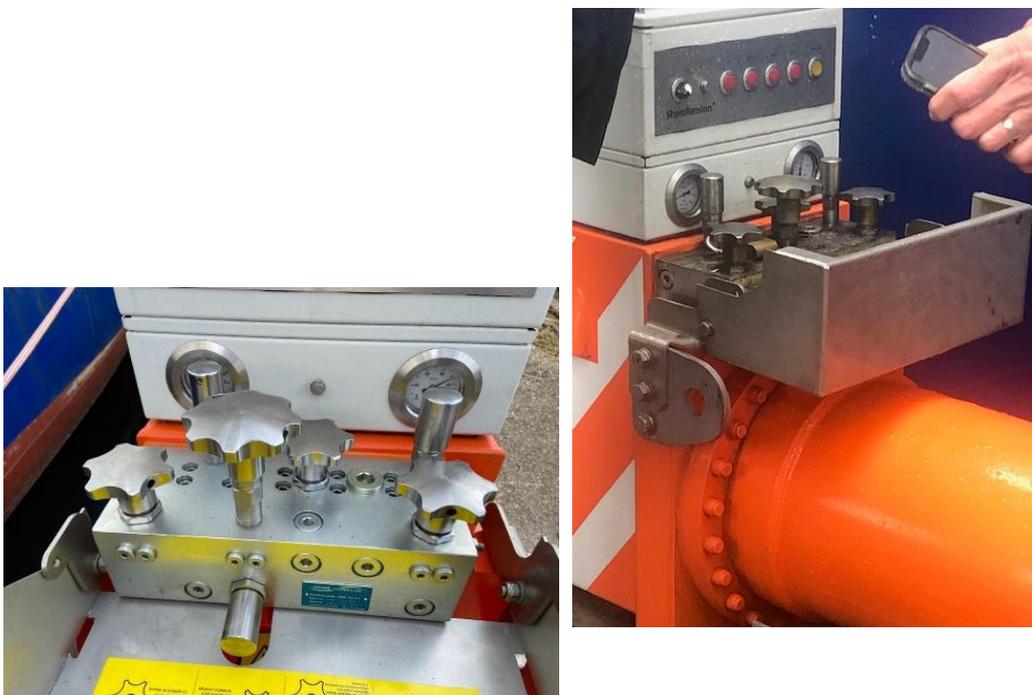


Figure 23 : Les vannes de contrôles

Source : Photos personnelle

- Le panneau solaire :

Grâce à l'énergie solaire, chaque Shore Tension possède son propre contrôleur. (Voir **Figure 22**).

- Elingues de sécurité :

Une élingue est souvent placée au niveau de la poulie fixée à l'extrémité du STS et sur un bollard de terre, elle apporte une sécurité supplémentaire, en cas de danger. (Voir **Figure 15**).

- Les lamaneurs :

Avec cette nouvelle technologie, les lamaneurs ont dû suivre une formation pour être aptes à utiliser correctement ce dispositif ; ceux sont eux qui doivent s'occuper de l'installation complet du STS, avant, pendant et après l'escale d'un navire. Leur mission devient plus complexe et technologique, avant le lamanage devait connaître les conditions météorologiques et l'environnement du poste d'accostage d'un navire et maintenant, il doit établir un plan d'amarrage avant escale du navire avec la capitainerie.

Pour plus de précision, la réalisation d'un plan d'amarrage nécessite, pour être exhaustif, de recevoir du bord les « Mooring Arrangement¹⁵ ». Ce document pourtant essentiel, pour avoir notamment la position exacte la coupée, est difficile à obtenir. (Voir **Annexe 4: Plan d'amarrage** et **Annexe 5: Mooring Arrangement**).

Dès lors qu'un navire utilise le STS, la capitainerie envoie le plan d'amarrage plus un flyer descriptif sur ce nouveau système (voir **Annexe 6 : Flyer d'information sur le STS**) afin de le faire connaître et d'expliquer la bonne marche à suivre durant la procédure d'amarrage sur le navire (principalement la position du manchon de l'œillet sacrificiel de l'aussière).

¹⁵ Le Mooring Arrangement : est un schéma selon lequel les lignes d'amarrage d'un navire sont disposées pour arrimer le navire à son poste d'amarrage.

- Le chariot élévateur latéral :

Cet engin permet de transporter le dispositif d'une position à une autre, plus rapidement et avec sécurité.



Figure 24 : Un chariot élévateur latéral

Source : Photo personnelle

- Le camion cabestans (vire-amarre) des lamaneurs du Havre :

Ce camion exploité par les lamaneurs est une camionnette type plateau, équipée d'une poutre hydraulique permettant aux équipes de lamaneurs de virer mécaniquement les plus grosses amarres sans efforts surhumains notamment à marée basse.

Il a dû être modifié avec l'arrivée du STS, il dispose dorénavant d'une centrale hydraulique auxiliaire. Ce dispositif permet au lamaneur avant l'arrivée de navire de positionner correctement le vérin en étendant sa longueur maximale.



Figure 25 : Camion vire-amarre

Source : (Lamanage des ports du Havre et d'Antifer, s. d.)

2.4 Conclusion

Le Shore Tension Mooring Dynamic System est un système autonome et flexible qui génère une tension constante et dévide les lignes d'amarrage en faisant face aux charges maximales sans dépasser la charge de travail de sécurité de l'aussière.

Lorsque la tension de l'aussière dépasse une limite prédéfinie, le système (le vérin) sort et amorti les mouvements du navire et de ce fait le système stocke l'énergie du mouvement du navire.

Lorsque les charges maximales sont au-dessous de la tension de l'aussière, le vérin se rétracte avec l'énergie précédemment stockée pour ramener le navire à sa position initiale (éliminé le mou de l'aussière).

La charge maximale utile¹⁶ (CMU) certifiée par le Lloyd's Register¹⁷ est de 150 tonnes métriques (1500 KN) lorsque le vérin est complètement étiré. Le vérin est également certifié

¹⁶ CMU (SWL en anglais): est la charge limite maximale que l'on applique à tout matériel pour l'utiliser dans le respect des règles de sécurité.

¹⁷ Lloyd's Register : Lloyd's Register est une société de classification maritime britannique. La société de classification est une organisation qui établit et applique des standards techniques au projet, à la construction et à l'inspection des infrastructures relatives à la marine, incluant les navires et les structures Off-shore.

pour son utilisation sous pression¹⁸ (PED), sa résistance à la tension et pour une utilisation dans une atmosphère explosive¹⁹ (ATEX), ce qui permet d'envisager son utilisation sur des terminaux pétroliers, chimiques ou à proximité de matières dangereuses.

Le STS a une durée de vie d'environ 12 ans disposant un contrat d'assurance certifié : tous les 4 ans le STS est vérifié par les ingénieurs K.R.V.E. de la société de lamanage de Rotterdam. De plus, si le moindre dysfonctionnement sur le dispositif apparaît, la société prend en charge et s'occupe directement de changer ou de réparer le système.

Le STS est très polyvalent et peut être positionné à n'importe quel endroit, il ne demande aucune adaptation ou modification du quai ou de la plate-forme.

Le STS nécessite un point de fixation sur le quai par exemple cela peut être fait par une élingue (en Dyneema ou autre) autour d'un bollard de terre.

Pour aligner le système sur le cordage du navire, une poulie ouvrante avec un précurseur ou un manchon peut être utilisée.

¹⁸ Certificat PED : est un document légal confirmant que les récipients sous pression et les chaudières sont fabriqués selon les conditions et normes de PED 2014/68/EU (Directive UE PED 2014 / 68 / EU Équipement sous pression) règles.

¹⁹ ATEX (ATmosphère Explosive) : il désigne un environnement de travail où le risque d'explosion est important, à cause de la présence de matières particulièrement inflammables : carburant, combustibles, gaz...

Un échange de mail avec Martijn Breuer, le commercial de la société KRVE pour le Shore Tension System, a permis d'en apprendre plus sur le système :

« Il est autonome et ne nécessite aucune source électrique, l'utilisation d'une source hydraulique externe, produite par les camions vire amarre utilisée par le Lamanage du Havre, suffit à régler la course du vérin lors de la mise en place. Le vérin se déplace seul suivant les forces auxquelles les aussières sont soumises afin de les maintenir à une tension constante, même en cas de vent, de courant, ou de passages de navires. Les STS appliquent une tension élevée sur l'aussière. Lorsqu'un pic de tension est détecté, le vérin s'allonge pour dévire l'aussière, lors de cette phase, le système emmagasine de l'énergie en interne. Lorsque le pic de charge est passé, le Shore Tension se rétracte grâce à l'énergie stockée puis revient à sa position initiale. Grâce à ce procédé, les STS sont neutres en émission de CO₂. La force de tension applicable au STS varie de 10 t à 60 t suivant le tonnage des bollards du navire. »

3 Shore Tension : le principe

3.1 Son installation avant l'accostage du navire à quai

- L'installation en général du STS avec poulie

Quelques heures avant l'arrivée du navire à son poste d'accostage, les lamaneurs commencent le pré-positionnement du STS sur le quai, à une position bien précise selon son utilisation envers le navire, puisque le STS peut être utilisé pour les pointes, gardes montantes avant/arrière ou encore pour les traversières.

Une utilisation en garde permet d'éviter les mouvements de cavalement alors qu'un positionnement sur les traversiers ou sur les pointes permet d'éviter au navire un écartement du quai en cas de fort vent latéral.

En conséquence, le positionnement du STS est prédéfini par un plan d'amarrage établi par les lamaneurs et la capitainerie, puis en accord avec le commandant du navire ou armateur.

Tout d'abord, ce dispositif n'est pas fixe et prend peu de place, puisqu'il est assez fin et long donc peut être positionner facilement le long d'un quai sans gêner les rails des portiques par exemple. Mais le corps de cet appareil, un vérin hydraulique soudé au bloc, pèse, donc il doit être transporté et positionné avec l'aide d'un chariot élévateur.

Lorsque le système de vérin est mis en place, d'une part le bloc hydraulique est fixé d'un côté à un bollard de terre par une élingue en Dyneema puis de l'autre côté, au bout du vérin est attaché une double bitte d'amarrage (compris dans le module du STS), et d'autre part la poulie est elle-même fixée à autre bollard de terre à l'extrémité de ce dernier, par une élingue en Dyneema avec ajout de sécurité d'une élingue en câble.

Ensuite, l'aussière en Dyneema est déroulée le long du quai, placée dans la poulie, elle restera molle le long du quai avant l'arrivée du navire.

Concernant le vérin hydraulique, les lamaneurs disposent d'un camion cabestans (vire amarre) équipé d'un petit groupe auxiliaire hydraulique. De ce fait, l'ajustement de la sortie de course

du vérin se fait en fonction de la marée et du tirant d'eau du navire, (en injectant de l'huile dans le STS afin d'allonger le vérin à son maximum).

- L'installation en général du STS avec un manchon

Il s'agit du même principe de prés-positionnement mais au lieu de placer une poulie sur un bollard de terre, il faut juste installer le manchon sur l'aussière.

3.2 Son installation après l'accostage du navire à quai

La mise en place des STS vient dans un second temps puisque dès l'amarrage du navire à quai, effectué selon les exigences du commandant de bord : en principe l'amarrage est composé de 4 + 2, soit 2 pointes, 2 traversiers et 2 gardes et une fois les aussières capelées et les remorqueurs largués, les lamaneurs peuvent activer le système.

Pour mettre en place les STS, il suffit aux lamaneurs d'envoyer l'œil de l'aussière en Dyneema à bord via une touline. L'équipage à bord va ensuite capeler cette aussière sur un bollard le plus solide du navire : en général, via le chaumard central arrière et l'œil de panama à l'avant.

Dans la mesure où l'efficacité recherchée porte principalement sur le phénomène de cavement, les Shore Tension sont le plus souvent positionnés sur les gardes. Une installation sur les pointes serait possible mais nécessite un plus grand écartement entre les navires, préjudiciable à l'exploitant du terminal.

Dès que l'aussière est capelée à bord, les lamaneurs reprennent la tension de l'aussière à l'aide du touret sur leur camion cabestans et vont tourner l'aussière sur le bollard du STS (environ 7 à 9 tours).

Dès que l'aussière est placée correctement sur la double bitte d'amarrage et sécurisée par une élingue et que le système est sûr et activé, les lamaneurs règlent ensuite la tension dans le vérin qui ajuste sa course donc en soit se rétracte pour éliminer le mou de la ligne.

Après que l'aussière soit tendue et que la tension est maintenue à un niveau constant par le STS, la procédure de l'amarrage est terminée, laissant place à la manutention portuaire.

Le système de surveillance s'applique dès l'activation du STS (description voir précédemment) ; cependant, il est primordial que l'équipage du navire surveille et entretienne régulièrement les amarres conventionnelles du navire.

3.3 Son largage et son rangement

Au moment de l'appareillage, le largage des STS est très rapide, il suffit de donner du mou à l'aussière en Dyneema et de larguer l'œil depuis le navire.

En revanche la phase de rangement est plutôt longue et diffère selon le trafic, les déhalages, les croisements et la place sur le quai.

Ce tableau ci-dessous représente la séquence faite par Arnaud GOGLY, récapitulant le rôle de chacun et de la durée de chaque étape pendant l'installation du système Shore Tension.

Tableau 2 : Tableau récapitulatif du rôle de chacun et de la durée de chaque étape

Source : Campagne de tests de mise en œuvre des STS, par Arnaud GOGLY

	QUI	DUREE
PREPARATION		
Identification du navire	Capitainerie, Lamanage, armement, manutentionnaire	
Réalisation du plan d'amarrage	Capitainerie	
Pré-positionnement du matériel	Lamanage	2h30 en moyenne
ACCOSTAGE		
Mise en place	Lamanage	25 minutes
ESCALE		
Monitoring de l'escale	Lamanage	Permanent
APPAREILLAGE		
Largage	Lamanage	5 minutes
Rangement	Lamanage	1 heure

4 Shore Tension : au Havre

4.1 Le STS au Port du Havre

4.1.1 Son arrivée

En février 2020, le MSC RAVERA, porte conteneur de 400 mètres, s'est échoué sur le talus de la digue sud à Port 2000, après avoir rompu ses amarres à la suite d'un coup de vent de Nord-Est. Dans la même année, un autre navire a quant à lui dû recourir à l'utilisation de deux remorqueurs à pousser pendant plusieurs heures pour se maintenir à quai lors de conditions climatiques similaires, le AL NEFUD, un autre porte conteneur de 400 mètres.

Ces phénomènes ponctuels et spectaculaires engendrent également des cavalements éprouvant pour le matériel : par exemple, le MSC AMELIA a subi de nombreux arrêts de la manutention à la suite de casses à répétition de flippers sur les spreaders lors de son escale en novembre 2021.

Avant que le Port du Havre s'oriente vers une solution technique, la capitainerie a mis en place des dispositifs de mesure et d'enregistrement à propos des mouvements des navires (elle a mené une campagne de mesures afin de quantifier ces phénomènes.) le long d'un quai et à inciter les commandants de navire à mieux surveiller leur amarrage (sous peine de sanction).

Malgré les mises en garde, les mesures effectuées pour démontrer les phénomènes de cavalement confirmeront les retours des manutentionnaires. Si les cavalements supérieurs à 8 mètres (pouvant aller jusqu'à 12 mètres) sont devenus plutôt rare, ceux de 3 à 4 mètres à Port 2000 sont courants.

Ces phénomènes sont très largement accentués par une mauvaise surveillance de l'amarrage, notamment à marée montante.

En conséquence, le GPMH a donc décidé d'investir dans une nouvelle technologie d'amarrage automatique : le Shore Tension.

4.1.2 Pourquoi le STS ?

Dans mon mémoire, nous avons expliqué quatre différentes amarres automatiques : leur principe et leur fonctionnement.

Le HAROPA Port²⁰ a recherché une solution technique, solution déjà en action dans différents ports dans le monde. Suite à l'analyse, des données requises après les expériences (...) et des caractéristiques des quais, surtout sur Port 2000, le port du havre a retenu deux systèmes différents : le MOOR MASTER de CAVOTEC et le SHORE TENSION SYSTEM.

- MOOR MASTER de CAVOTEC : la tenue à quai du navire est assurée par un système de ventouses automatisées. C'est un système très efficace mais il nécessite de mettre en place un équipement permanent sur l'ensemble du bord à quai et figerait les postes à quai.
- SHORE TENSION SYSTEM : la tenue à quai des navires est assurée par un système par une paire de deux vérins hydrauliques. Ce système est flexible, il permet donc un positionnement adapté en fonction des besoins de l'exploitation.

Les problématiques du port sont des contraintes naturelles, comme les marées et la météo et des contraintes liées à l'architecture, comme les sèches ou les mouvements d'eau liés aux déplacements des navires. Un des avantages des installations de Port 2000 est constitué par son linéaire de quai de 4200 m continus qui permet une grande souplesse d'exploitation en n'attribuant pas un poste précis pour chaque navire. Les systèmes à ventouses ou à aimants ne permettent pas cette grande souplesse d'exploitation et les amarres de poste ne sont pas idéale à cause du marnage du port.

Donc, la facilité de repositionnement des STS sur ce linéaire de quai en fonction des navires à servir est un argument important pour le Port du Havre et (il permet un positionnement adapté en fonction des besoins de l'exploitation). De ce fait, cette solution parait plus évidente.

²⁰ HAROPA Port : La fusion des ports du Havre, Rouen et Paris est effective. Le port autonome de Paris et les grands ports maritimes du Havre et de Rouen ont été fusionnés en un établissement public unique baptisé "grand port fluvio-maritime de l'axe Seine" : HAROPA Port.

De plus, ce système développé par le lamanage de Rotterdam est le plus répandu en Europe et dans le monde et les retours des commandants des navires et des armateurs sont favorables sur la fiabilité de ce système.

4.1.3 Début des tests

Pour confirmer ce choix, la capitainerie associée au lamanage du Havre a décidé en septembre 2020 d'acquérir un couple de vérins afin d'initier une campagne de tests du système Shore Tension au Havre pendant un an à raison de 52 mises en place.

Cette campagne de tests comprend :

- l'achat de 2 vérins (version standard) par HAROPA Le Havre
- 52 essais financés par HAROPA Le Havre
- La rédaction d'une convention de mise à disposition des STS par HAROPA au profit du Lamanage du Havre.
- La rédaction d'une charte d'engagement portuaire de l'ensemble des acteurs portuaires. Cette charte détermine le rôle attendu de chacun des acteurs concernés dans le processus décisionnel de mise en œuvre du couple de Shore Tension System puis dans l'analyse de l'impact sur l'escale choisie.

Il est à noter que la démarche a également été présentée au Comité Hygiène et Sécurité du Port (CHSP) qui assure également un suivi de sa mise en œuvre.

Fin août 2021, le Shore Tension System (les 2 vérins) est réceptionné au Havre, ce qui lance le début des tests avec en premier temps la formation du personnel du lamanage sur le quai de l'Europe avec le ferry « BRETAGNE » de la compagnie BRITTANY FERRIES²¹.

²¹ BRITTANY FERRIES : est une compagnie maritime française fondée en 1972. Elle est spécialisée dans le transport de passagers et de véhicules entre la Bretagne, la Normandie, le Sud de l'Angleterre, l'Irlande et l'Espagne.



Figure 26 : Le STS sur le BRETAGNE, quai de l'Europe

Source : (HAROPA Port, s. d.)

D'après un reportage de France 3 ²² (chaîne d'information française) effectué par (Plumet, 2021) et d'un article de presse écrit par (Guérout, 2021) exposent l'arrivée du STS sur le Port du Havre.

Le journaliste Monsieur Plumet a interviewé Monsieur Ludovic PERROUELLE (Président du lamanage du Port du Havre), Monsieur Arnaud GOGLY (Commandant de Port adjoint du port du Havre) et Monsieur Sébastien DUMETZ (chef de la manutention portuaire du Port du Havre) concernant la mise en place du Shore Tension System et de ces premiers tests.

La journaliste Madame Guérout a écrit un article sur la nouvelle acquisition de HAROPA Port à propos d'une solution d'amarrage, le Shore Tension sur le Port du Havre.

L'objectif de ces tests est de permettre de cibler différents navires, sur différents quais, afin de définir :

- Si ces vérins sont performants et s'ils apportent vraiment une sécurité supplémentaire durant l'escale du navire.

²² France 3 (France Régions 3) : est une société nationale de programme de télévision opérant une chaîne de télévision généraliste française de service public du même nom à vocation régionale.

- Leur plage d'utilisation suivant la taille des navires et les conditions météorologiques.

La campagne de tests s'est achevée en septembre 2022. Les navires sur lesquels le système a été testé sont choisis suivant leur taille et suivant leur poste à quai. Les tests sont répartis dans ce tableau ci-dessous : dans la colonne de gauche, on trouve le quai sur lequel se déroulera le test et à droite le nombre de tests prévus.

Tableau 3 : Tableau de répartition des tests sur le Port du Havre

Source : Campagne de tests de mise en œuvre des STS, par Arnaud GOGLY

Quai	Type	Nombre de tests
Quai de l'Europe	Conteneurs + RORO	Entrainement
Quai des Amériques	Conteneurs	6
Quai de l'Atlantique	Conteneurs	5
Port 2000	Conteneurs	40
Quai de l'Asie	Divers	1
Roger Meunier	Paquebots	Selon possibilité
Roc 5	RORO	Selon possibilité
TOTAL		52



Figure 27 : Vue visuelle de tous les quais numérisés dans le tableau ci-dessus

Source : (« Le Havre, de François Ier à Port 2000 », 2014)

4.2 Amarrage au Havre avec l'utilisation du STS

Dans cette partie, nous allons analyser les données enregistrées saisies par le système du Shore Tension et tirées du rapport/ compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY.

4.2.1 Compréhension d'un monitoring de différents aspects décelé durant l'escale d'un navire

Le STS est connecté et transmet ces données via une application web qui permet de visualiser différents éléments en temps réel dont : la tension appliquée aux vérins ainsi que leur course.

Le tableau ci-dessous, illustre la légende des différentes courbes, courbes représentant chacune une fonction précise étudiée ultérieurement. Ces courbes sont enregistrées par le système de Shore Tension puis capturés par Monsieur GOGLY afin de les identifier.

Tableau 4 : Légende des enregistrements

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

Courbes	Fonction	Unité
Courbes bleue	Tension appliquée du vérin	Tonne (T)
Courbe noire	Course du vérin	Centimètre (cm)
Courbe rouges	Pression de l'azote dans le vérin	Bar
Courbes verte	Température	Dégré Celsius (°C)
Courbe jaune	Tension de la batterie	Volt (V)

Le navire que nous allons étudier est le porte-conteneur MSC CHARLESTON (324 mètres).

4.2.1.1 Exemple n°1 : Passage de navire

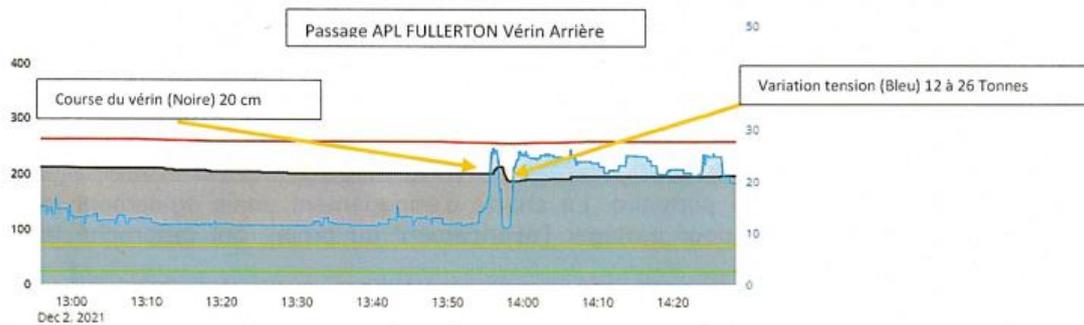


Figure 28 : Capture d'écran du vérin arrière

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

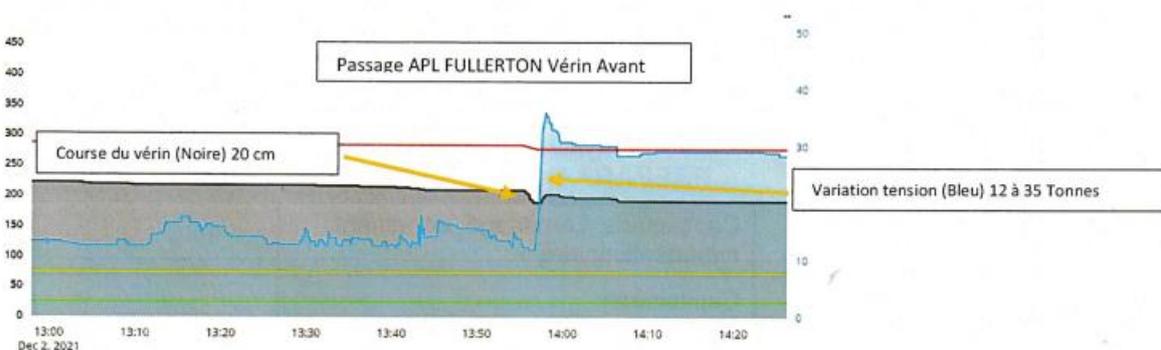


Figure 29 : Capture d'écran du vérin avant

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

Ces photos ci-dessus sont des captures d'écran du monitoring du STS : une située sur le vérin installé à l'arrière du navire et l'autre à l'avant, elle montre l'effet d'action du vérin hydraulique durant le passage d'un navire : le porte conteneur APL FUMMERTON (398 mètres).

- Figure 28:
- les courbes verte, jaune et rouge restent constantes tout le long du passage de l'APL ;
 - les courbes noire et bleue sont en mouvement.

La course du vérin (courbe noire) montre que le vérin s'allonge donnant du mou à l'aussière, lors du passage du navire et redevient stable. Dans un 2ème temps, la course du vérin joue en corrélation avec la tension appliquée au vérin (courbe bleu), soit lors de l'allongement de la course du vérin, la tension émet un pic jusqu'à 26 T puis la tension diminue jusqu'à 12 T lorsque la course du vérin se rétracte. Par la suite la tension redevient stable petit à petit lorsque le navire est passé.

Figure 29: - les courbes verte, jaune restent constantes tout le long du passage de l'APL ;
- la courbe rouge a une légère modification dû à un fort pic de tension appliquée au vérin ;
- la courbe noire descend légèrement : la course du vérin s'allonge d'environ 20 cm ;
- la courbe bleu émet un fort pic allant jusqu'à 35 T.

Lors du passage de l'APL, on remarque que la tension appliquée au vérin avant demande beaucoup plus de travail que sur le vérin arrière, ce qui signifie que l'avant du navire était beaucoup plus attiré par l'aspiration causé par le navire passant par rapport à son arrière. De ce fait le système Shore Tension a emmagasiné toutes les forces agissant sur le navire et a donc permis de garder le navire en position initiale par rapport au quai.

L'analyse de ces courbes montre que tous les passages des navires ont un impact sur l'amarrage des navires à quai. En comparant plusieurs courbes, la capitainerie a remarqué que ces phénomènes sont beaucoup plus marqués à basse mer. En effet, à basse mer, le volume d'eau dans le port est plus faible alors que le déplacement du navire reste constant, le ratio « Déplacement navire/Volume d'eau dans le port » est donc plus important à marée basse.

Les croisements sur Port 2000 augmentent significativement ces pics de tension. On observe que les STS contiennent ces mouvements avec une course de vérin qui s'allonge de 10 à 30 cm pour des tension variant de 12 à 35 tonnes brutalement.

4.2.1.2 Exemple n°2 : Vents décostants 25/30 nœuds

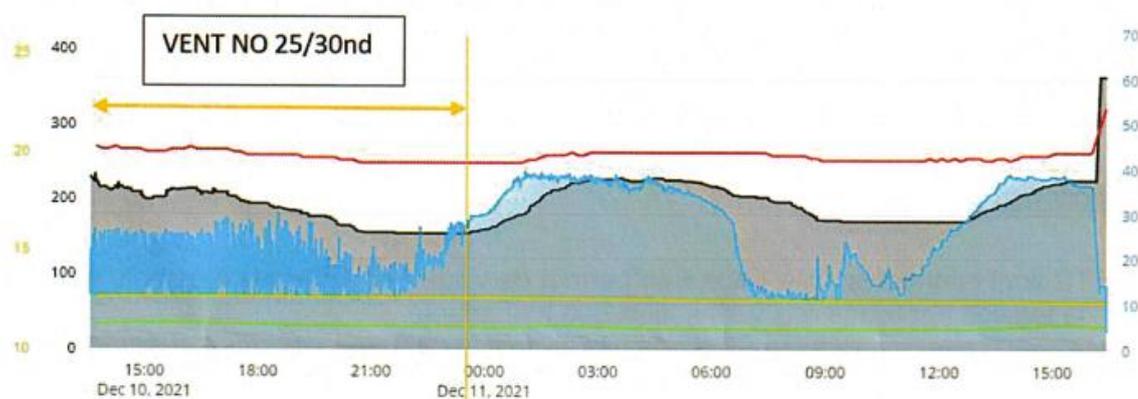


Figure 30 : Capture d'écran d'un vérin impacté par des vents décostants

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

Sur cette capture ci-dessus, le vent établit à 25/30 nœuds Nord-Ouest, jusqu'à 21 heures est ensuite tombé à 10 nœuds aux alentours de minuit. On peut observer nettement sur la courbe bleue des mouvements brusques et irréguliers absorbés par les STS.

Donc, ces courbes démontrent l'impact du vent sur la tenue à quai des navires, et prouvent que ce système, le STS permet de maintenir correctement le navire à quai, en faisant face à des conditions météorologiques extrêmes.

4.2.2 Comparaison de deux différentes escales

4.2.2.1 Rapport de l'escale du navire APL MERLION

- Test n°24 : APL MERLION

L'APL MERLION est un porte-conteneur de 398 mètres, accosté CAP OUEST sur Port 2000 (HAV 11/12), le mercredi 30 mars 2022.

Les STS sont positionnés sur les gardes.

Conditions météorologiques : vent du Nord, vitesse 25 nœuds avec de forte rafales allant à plus de 40 nœuds.

- Eléments d'accostage :

Tableau 5 : Eléments d'accostage de l'APL MERLION

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

Bordée		30/03 15h00				
	Navire AR	STS AR LH 02	Sleeve AR	STS AV LH 02	Sleeve AV	Coupée
Pts métriques	3975	3887/3911	3911	3647/3671	3647	3719/3743

- Plan d'amarrage

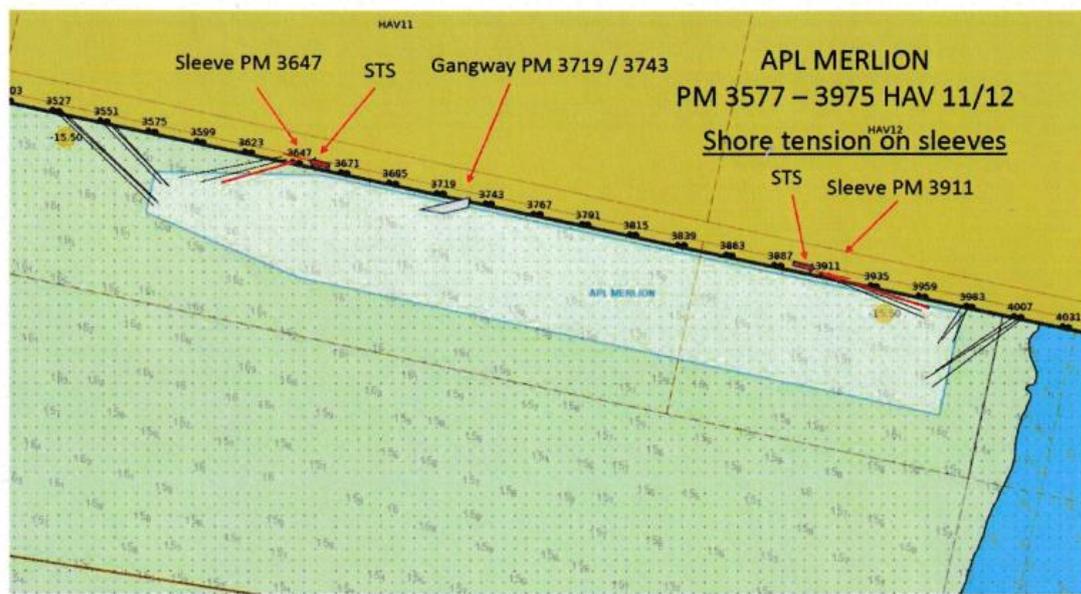


Figure 31 : Plan d'amarrage de l'APL MERLION

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

- Conditions météorologiques (voir **Annexe 7 : Conditions météorologiques, horaires et graphique des marées (APL MERLION)**)

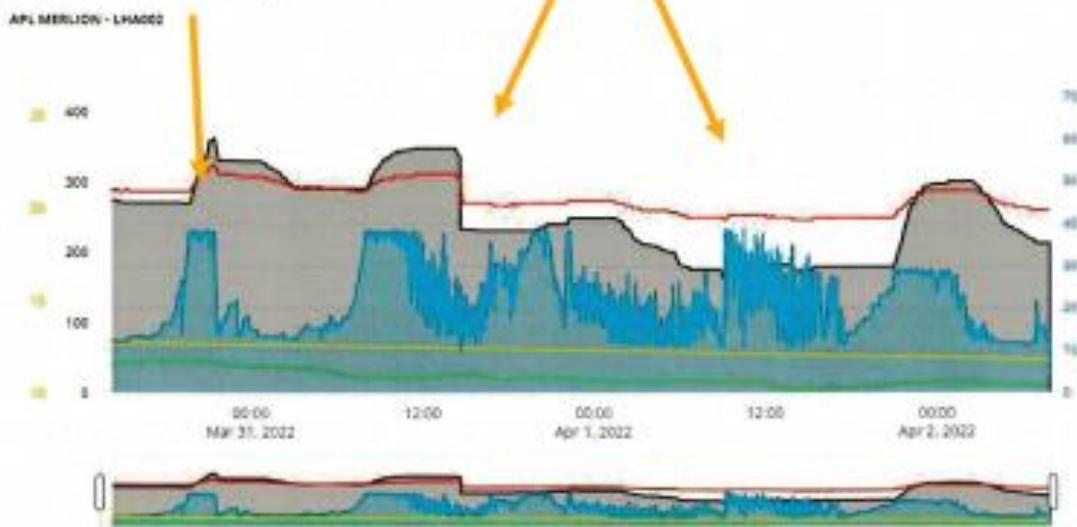
- Enregistrement STS de l'escale de l'APL MERLION

Enregistrements STS Escale du APL MERLION

Vérin Arrière LH002 (Courbe en noire : Course du vérin / Courbe bleue : Tension appliquée au vérin).

Accostage CMA CGM PALAIS ROYAL (400m) HAV 10

Vent > 25nds et >40nds en rafales



Vérin Avant LH001 : (Courbe en noire : Course du vérin / Courbe bleue : Tension appliquée au vérin).

Ex : Reprise vérin par le lamage

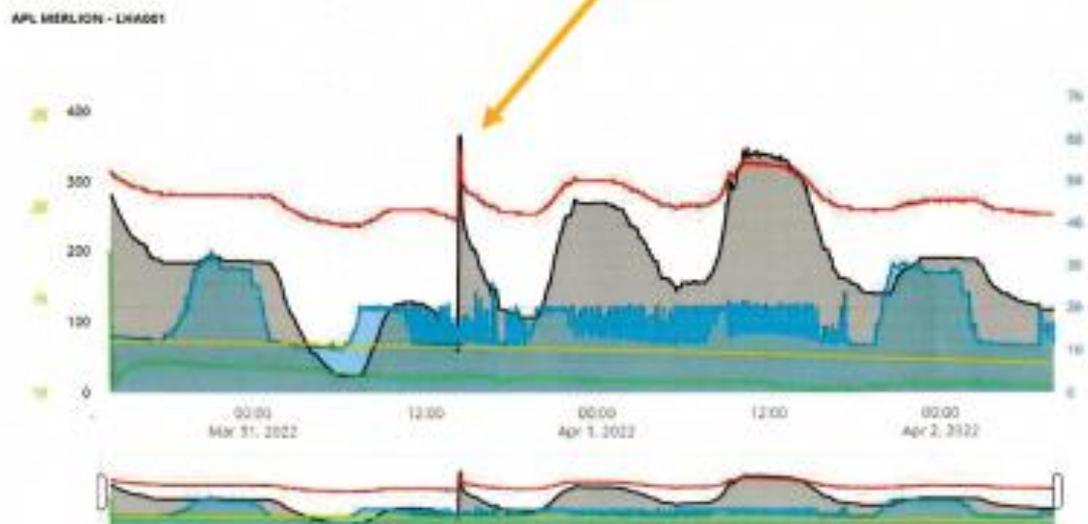


Figure 32 : Courbes de l'évolution des vérins de l'APL MERLION

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

- Remarques

Le passage du porte-conteneur CMA CGM PALAIS ROYAL de 400m a un impact sur la tension appliquée au vérin (courbe bleue) qui allonge sa course afin de soulager la tension dans l'aussière (courbe noire).

Les effets du vent à partir de 12h le 31/03 : de nombreuses variations de tension sur le vérin, soit la course du vérin varie fréquemment mais avec une petite amplitude.

Lors d'une rafale de vent, le vérin va sortir afin de donner du mou à l'aussière, il reprend ensuite la tension grâce à l'énergie accumulée lors du pic de tension, pour garder le navire dans sa position initiale.

Les courbes des conditions météorologiques (voir en **Annexe 7 : Conditions météorologiques, horaires et graphique des marées (APL MERLION)**) montrent que la course du vérin suit parfaitement la courbe de la marée. En effet, lors des variations dues à la marée, le vérin va prendre ou lâcher de la tension en allongeant ou raccourcissant sa course afin de maintenir une tension constante dans les aussières.

Vers 14h le 31/03, on voit sur les deux courbes une variation brutale de course du vérin : ce sont les lamaneurs qui reprennent la course suivant l'évolution de la météo, de la marée ou du tirant d'eau du navire. La course du vérin arrière oscillait entre 280 et 360 cm, il était en limite haute, c'est pourquoi les lamaneurs ont rentré le vérin afin de réduire la course à 250 cm. En revanche, sur le vérin avant, la course arrivait en limite très basse, environ 20 cm, les lamaneurs ont dû donc sortir le vérin jusqu'à 350 cm. En résumé, le lamanage du Havre intervient afin de veiller à ce que les vérins ne dépassent pas leurs limites fixées par ces derniers.

- Retour du capitaine du navire accompagnant d'une enquête de satisfaction (voir **Annexe 8 : Enquête de satisfaction rempli par le capitaine du navire l'APL MERLION**).

Retour du commandant du navire :

Bonsoir,

En PJ retour du commandant

« Please find attached requested file.

Thank you very much for assistance.

Using the SHORE TENSION LINES, this time was very useful and a real test because was really bad weather during entire call.”

Cordialement / Regards,

Figure 33 : Retour du commandant du navire, l’APL MERLION

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

4.2.2.2 Rapport de l’escale du navire UASC ZAMZAM

- Test n°11 : UASC ZAMZAM

C’est un porte conteneur de 300 mètres, accosté CAP OUEST sur Port 2000 (HAV 3), le 16 décembre 2021.

Les STS sont positionnés sur les gardes.

Conditions météorologiques favorable : léger vent Nord-Ouest, pas plus de 6 nœuds, (information supplémentaire en **Annexe 9: Relevé météorologique lors de l’escale du UASC ZAMZAM**).

- Eléments d’accostage :

Tableau 6 : Elément d’accostage de UASC ZAMZAM

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

	Navire AR	STS AR	Sleeve AR	STS AV	Sleeve AV	Coupée
Point métriques	1127	1103	1079	863	887	1079 / 1103

- Chronologie de l'accostage :

Tableau 7 : Chronologie de l'accostage de UASC ZAMZAM

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

Pilote bord	11h00
Passage digue	11h55
Le long du quai	12h26
Fin d'amarrage	12h48
Coupée parée	13h12
STS en place	13h07
Bordée	15h00

- Plan d'amarrage :

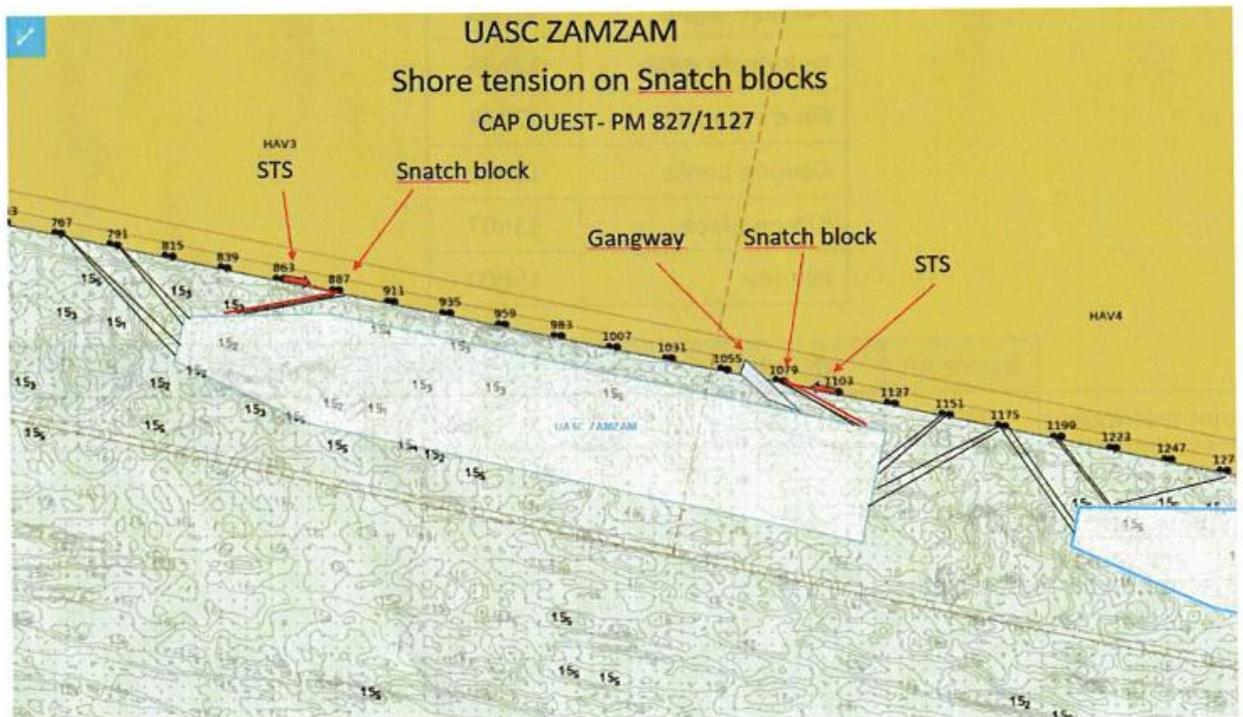


Figure 34 : Plan d'amarrage de UASC ZAMZAM

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

- Enregistrement STS de l'escale du UASC ZAMZAM

Enregistrements STS Escale du UASC ZAMZAM

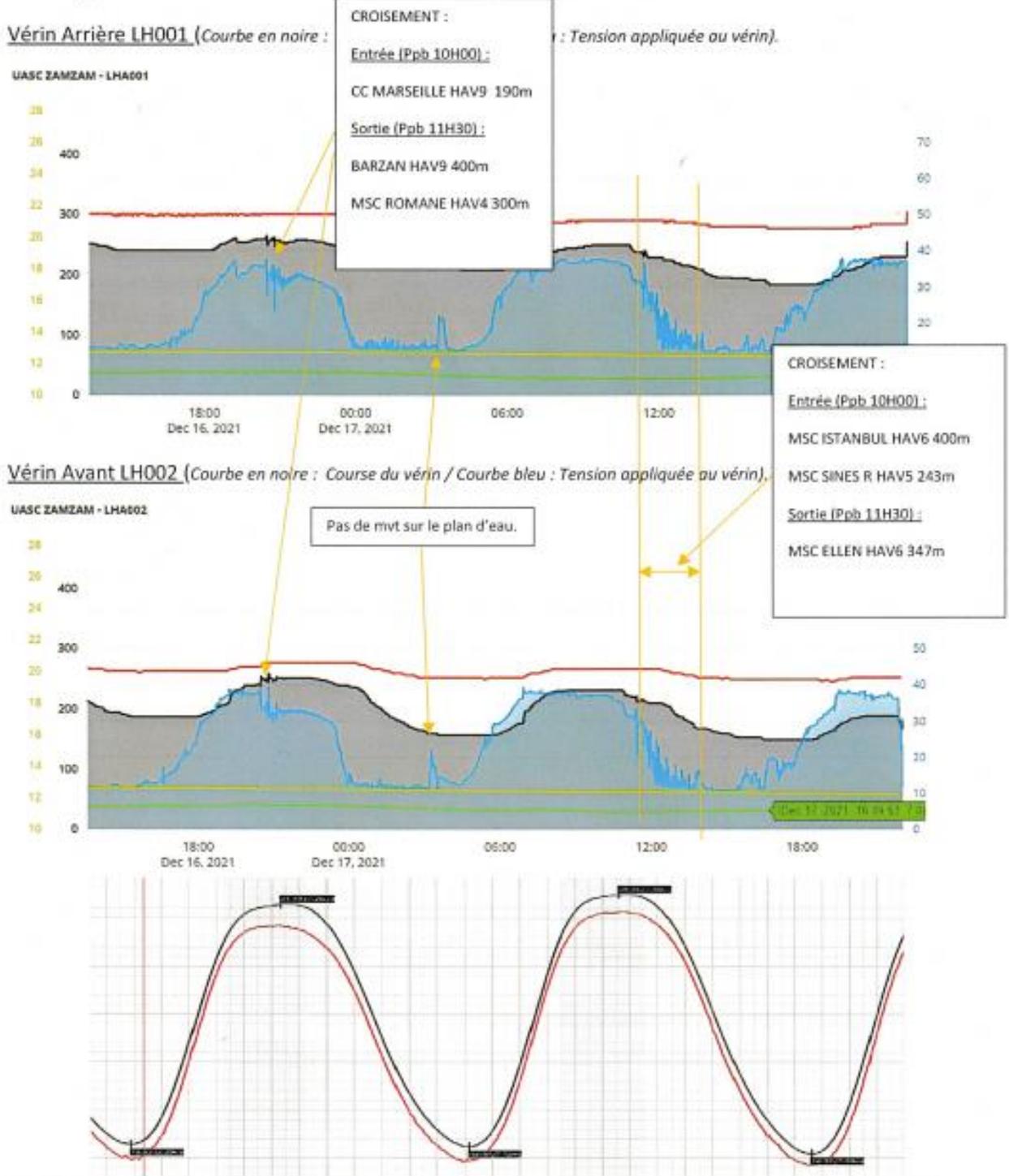


Figure 35 : Courbes de l'évolution des vérins de UASC ZAMZAM et des marées

Source : Compte rendu intermédiaire de Monsieur Arnaud GOGLY

- Remarques

Durant l'escale du UASC ZAMZAM, il y a plusieurs navires passant, 6 navires précisément d'où l'apparition des pics de tension relevés sur l'enregistrement.

Nous pouvons remarquer également que l'ondulation des courbes est en accord avec celle des marées. Cela signifie que la course du vérin ainsi que la tension appliquée sur celle-ci suivent les mouvements du navire, tout en permettant une meilleure traction dans les aussières et en gardant sa tenue à quai pendant l'escale entière.

- Retour du bord est positif.

4.2.2.3 Conclusion

En comparant les deux escales, on peut constater que la course du vérin et la tension appliquée sont beaucoup plus constantes sur le UASC que sur l'APL. Les courbes sur le UASC suivent parfaitement les courbes de la marée. Pour finir, les deux navires n'ont fait l'objet d'aucun mouvement de cavement durant leurs escales.

Lors d'une météo comme pour l'expérience sur l'APL, les STS ont pour but de limiter les mouvements de cavement. Ici, le navire n'a pas bougé même lors de l'accostage d'un navire de 400 mètres. Donc, les STS sont très utiles lors de forts vents décostants comme lors de l'escale de l'APL : ils permettent de soutenir les aussières du navire et renforcent l'amarrage, ainsi d'éviter des ruptures d'aussières lors d'une rafale de vent ou du passage d'un autre navire (surtout que les autres navires, lors de vents violents, en mouvement dans le port sont obligés de garder une certaine vitesse afin de limiter la dérive et par conséquent les déplacements d'eau sont donc accentués.).

4.3 Avantages et Inconvénients du STS pendant les tests dans Le Port du Havre

Tableau 8 : Avantages et Inconvénients du STS

Source : propre travail

AVANTAGES

INCONVENIENTS

Point de vue général du système Shore Tension

<p><u>Mobilité</u> : flexible, nécessite aucune modification du quai</p>	
<p><u>Gain de place</u> : les pointes avant ou arrière peuvent être placées sous un angle différent avec l'utilisation du STS. De ce fait, les navires peuvent être amarrés plus près les uns des autres.</p>	
<p><u>Structure</u> : polyvalente, dispositif assez fin et long, positionné parallèlement au quai, aucune gêne pour les rails des portiques.</p>	
<p><u>Capacité</u> : réglable, tension constante élevée, 60 tonnes métriques et CMU de 15 tonnes métriques.</p>	
<p><u>Système de surveillance</u> : permet de contrôler et d'enregistrer en temps réel.</p>	
	<p><u>Le nombre de vérin</u> : 2 paires sont insuffisantes face à la demande des armateurs et à la sécurité des navires. [1]</p>
	<p><u>La demande</u> : les navires devront commander l'utilisation des SRS en avance puisque leur nombre n'est pas suffisant pour les positionner sur tous les navires du port en même temps.</p>
<p><u>Assuré</u> : tous les 4 ans le STS part en révision à Rotterdam.</p>	<p><u>Assuré</u> : coût financier élevé + frais de déplacement + pièces d'usure ...</p>
<p><u>Certifié</u>: Lloyd's Register, PED, ATEX ...</p>	

<u>Ecologique</u> : système qui nécessite aucune énergie externe, il est neutre en CO ₂ . Soutenue par CHSP.	
<u>Economique</u> : STS donne une tension constante de 60 mT, soit l'équivalent d'un remorqueur. Le coût de l'utilisation du STS est très inférieur au coût d'utilisation d'un remorqueur. [2]	
<u>Coût financier</u> : prix élevé en valeur absolue (+/- 1 millions d'euros), il reste moins onéreux que les systèmes décrits précédemment, à l'exception des aussières de poste.	

Point de vue de l'installation du système Shore Tension

<u>Plan d'amarrage</u> : établie au préalable par la capitainerie, donne un gain de temps, meilleure efficacité.	<u>Plan d'amarrage</u> : pour une plus grande efficacité nécessite d'obtenir le Mooring Arrangement du navire en question
<u>Le pré-positionnement des vérins</u> : complexe [3]	
<u>Le Mooring Arrangement</u> : l'obtention de ce document facilite grandement le pré-positionnement des vérins auprès des lamaneurs, de l'équipage de bord et de la capitainerie.	<u>Le Mooring Arrangement</u> : difficile à se le procurer.
<u>Chariot élévateur</u> : appareil indispensable pour la mise en place du système Shore Tension.	<u>Chariot élévateur</u> : demande de la maintenance et de nombreux aller-retour. [4]
<u>La mise en place</u> : rapide (20 minutes). [5]	
<u>Le largage</u> : très rapide, efficace, sûr	<u>Le largage</u> : l'équipage de bord doit faire attention avant de larguer l'œil de l'aussière afin que celle-ci ne se prenne pas dans l'ancre ou autre obstructions...
	<u>La phase de rangement</u> : Longue. [6]
<u>Communication terre-bord et bord terre</u> : [7]	

Point de vue du mécanisme du STS

<p><u>L'ausière en Dyneema</u> : très résistante, a d'excellentes caractéristiques.</p>	<p><u>L'ausière en Dyneema</u> : chère.</p>
<p><u>Le STS standard / le STS amélioré avec touret hydraulique intégré</u> : [8]</p>	
<p><u>La poulie</u> : moindre encombrement du bord à quai.</p>	<p><u>La poulie</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - temps de mise en place plus longue en raison de son poids : 300 Kg. - gestion des bollards : la mise en place de la poulie sur un bollard compte pour deux amarres (Au Port du Havre, 3 amarres maximum sur un bollard). - rague²³ sur le couronnement en fonction du coefficient de marée et/ou position des chaumards à bords.
<p><u>Le manchon (sleeve)</u> : rapide de mise en œuvre.</p>	<p><u>Le manchon (sleeve)</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - encombrement du bord à quai. - Interférence avec la coupée²⁴ sur certains navires. - Détérioration assez facile dû à une mauvaise mise en place (voir rapport complet en Annexe 10 : Rapport Complet de l'incident d'un manchon (tirée du rapport de Monsieur Arnaud GOGLEY)).
<p><u>Les gardes</u> : positionner le STS sur les gardes à une meilleure efficacité concernant les mouvements de cavaleme nt des navires.</p>	<p><u>Les gardes</u> : sur les navires inférieurs à 300 mètres, le STS pose problème avec le placement de la coupée.</p>

²³ Rague : (« Ragner » ; verbe intransitif), S'user, se déchirer sous l'effet d'un frottement.

²⁴ Une coupée : en anglais « a gangway »

[1] Le port du havre dispose actuellement de deux paires de Shore Tension : la version standard du STS et la version améliorée du STS avec le touret hydraulique intégré. La demande des armateurs pour obtenir ce système durant l'escale de leur navire est plus grande et la décision de la capitainerie face à des mauvaises conditions météorologiques où certains navires nécessite son utilisation absolue/primordiale, cela entraîne des refus



Figure 36 : STS avec touret intégré sur Bougainville

Source : photo de Monsieur PEROUELLE

La photo ci-dessus, représente le STS avec touret intégré, amarré à une barge sur le quai de Bougainville, au Port du Havre, pendant les opérations de chargement des éoliennes. Cette deuxième paire de STS version amélioré est arrivé en juin 2022 mais elle a été exclusivement affectée aux barges EOHF²⁵ qui embarquaient les embases d'éoliennes du champ de Courseulles.

Face à des conditions météorologiques difficiles et le poids de la grue sur la barge, l'armateur de ces opérations a demandé à la capitainerie des remorqueurs afin de garder la barge stable durant le chargement, la capitainerie a proposé ce système à la place d'utiliser deux remorqueurs. De ce fait, l'utilisation d'une paire de STS a été pris sur plusieurs mois laissant

²⁵ EOHF : Eoliennes Offshores des Hautes Falaises

seulement une seule paire sur les terminaux à conteneurs, ce qui a entraîné plusieurs refus aux armateurs.

La solution serait que le Port du Havre puisse acquérir d'autre paire de STS.

[2] Chaque STS exerce une force de 60 Tonnes, soit l'équivalent d'un remorqueur. L'utilisation des STS est donc une solution économique car il peut remplacer l'utilisation d'un remorqueur à pousser en cas de très mauvais temps et/ou éviter de devoir sortir du port, ce qui impliquerait des frais de remorquage, de pilotage et des retards commerciaux.

[3] Le pré-positionnement des vérins : cette étape est importante car un Shore Tension mal positionné peut entraîner une perte de temps considérable durant la phase d'amarrage et retarde le début des opérations commerciales.

La solution est de disposer du Mooring Arrangement (délivré par le commandant de bord ou de l'armateur), d'un plan d'amarrage précis et de lamaneur bien formaté.

[4] Chariot élévateur : le STS n'est pas fixe sur un quai, donc les lamaneurs doivent être capable de transporter d'un quai à un autre ou d'un poste d'amarrage à un autre. De ce fait, le chariot élévateur permet de transporter le STS sans aucune difficulté, sauf le temps. Le chariot a la possibilité de transporter une chose à la fois, c'est à dire au ne peut pas positionner les deux paires de STS au même temps. De plus le chariot a une vitesse maximum de 20 Km/h et le mécanisme du STS comprend plusieurs infrastructures. Il s'agit également d'un système mécanique qui nécessite une maintenance tel qu'une voiture. Pour conclure, le déplacement du système prend du temps, un temps qui doit être pris en compte et en avance.

La solution est de disposer plusieurs chariots élévateurs ou de disposer de plusieurs paires de STS ou encore de disposer d'un appareil plus conséquent qui permettrait de transporter le système au complet.

[5] La mise en place : le temps moyen de mise en place était environ 25 minutes lors des 12 premiers essais. L'objectif de mise en place en moins de 20 minutes paraît donc accessible une fois que tout le monde maîtrisera le système. D'après les dires des dirigeants Néerlandais, cette opération de mise en place du système Shore Tension peut s'effectuer pendant la

connexion des lignes d'amarrage conventionnelles afin de gagner un gain de temps considérable.

L'objectif des lamaneurs et de la capitainerie du Havre est de placer le STS en temps masqué pendant que l'équipage installe leur coupée afin de ne pas retarder le moment à partir duquel les manutentions portuaires peuvent accéder au bord.

[6] La phase de rangement : il faut prendre en compte les croisements des navires sur la place à quai mais également d'autres aléas, par exemple : le CMA-CGM BOUGAINVILLE a été retardé de 15 minutes lors du départ car l'œil de l'aussière s'est bloqué dans la patte de l'ancre.

La solution est de demander une attention particulière lors du largage de l'œil aux hommes de bord.

[7] Communication terre-bord et bord terre : la communication du STS est faite à l'avance puisque la capitainerie envoie les plans d'amarrage avec un flyer explicatif du système au commandant de bord et l'armateur.

De ce fait lors de l'accostage et de la mise en place du STS, l'équipage doit connaître quelle est la procédure et sur quel bollard il va accoupler l'œil de l'amarre de Dyneema (si seulement la communication à bord circule).

Lors de l'accostage du NYK VESTA (porte conteneur de 338 mètres) sur Port 2000, l'équipage comprend mal les instructions pour le passage des gardes Dyneema. Au lieu de passer l'œil sur un bollard des plages, le tronçon d'usure se retrouve sur des bittes. De ce fait, le chaumard porte sur une partie non protégée de la garde. Cette incompréhension a fait perdre 10 minutes.

[8] Le STS standard / le STS amélioré avec touret hydraulique intégré : cette amélioration est causée par l'aussière en Dyneema. Ce type d'aussière est très cher et s'use assez facilement si mal entretenue. Avec le modèle STS standard, l'amarre reste sur le quai sans aucune protection durant toute l'escale du navire (une escale pouvant aller jusqu'à 48 heures), et la

version améliorée du STS avec touret hydraulique intégré permet d'éviter cette maladresse envers l'amarre de Dyneema. Cependant le système amélioré a un coût supérieur au système de base.

4.4 Avis et remarques des acteurs interférents au système durant la phase de test du système Shore Tension.

Dans cette partie, nous relaterons les retours et remarques des différents acteurs intervenants lors de l'utilisation du STS. Ces différents points de vue ont été recueilli lors de différents entretiens aux mois de mars et avril 2022, soit environ à la moitié des tests.

4.4.1 La capitainerie

J'ai rencontré le Commandant du Port du Havre Monsieur Nicolas CHERVY et l'officier de port responsable du STS, Monsieur Pierre de CHABANEIX à de multiples reprises afin d'échanger sur ce mécanisme répondant aux exigences et problématiques encourues par le déplacement sur l'eau des navires.

Lors de ma dernière rencontre avec le commandant du port, le 12 août 2022, Monsieur CHERVY m'a confirmé que l'objectif des STS a été atteint : les tests menés depuis septembre 2021 sont pour le moment très satisfaisants. Durant la période de tests, aucun mouvement de cavalement brutal n'a été souligné à la suite des passages d'autres navires.

En revanche, le port souhaite par la suite s'équiper du système avec le touret intégré afin de gagner du temps en manutention et de préserver les aussières en Dyneema dont le coût est élevé. Le manchon est plus adapté sur les petits navires qui ont une plage de manœuvre assez basse sinon la poulie a tendance à se retrouver à plat sur le quai.

Le positionnement sur les pointes peut être impactant pour la mise en place d'autres navires car il y a une limite de 3 amarres par bollards qui peut être rapidement atteinte dans certains cas. Le seul problème rencontré à cette étape est le coût du système. Le port cherche donc des solutions de financement avec le lamanage, les manutentionnaires et les armateurs.

4.4.2 Le lamanage du Havre

D'après Monsieur Ludovic PERROUELLE, Président du lamanage du Havre, contacté dernièrement par téléphone, le 03/02/2023, est également satisfait de cette nouvelle technologie d'amarrage : le STS.

Les STS sont efficaces, mais il faut bien faire attention à équilibrer la position des STS à l'avant et à l'arrière afin que les deux vérins travaillent de la même façon et les vérins sont à reprendre toutes les 36h environ et/ou en cas de gros changement d'assiette, comme expliqué dans le Rapport de l'escale du navire APL MERLION. Cela demande un travail et des responsabilités supplémentaires aux lamaneurs : du pré-positionnement jusqu'à la phase de rangement du système ainsi qu'un contrôle fait par l'application de surveillance du système (gain de temps de travail, peut être contrôler à distance donc nécessite pas forcément un déplacement des lamaneurs sur les lieux, moins dangereux, plus de sécurité envers la rupture des amarres).

Afin d'être opérationnel, les lamaneurs ont dû recevoir une formation et une connaissance au sujet de ce système d'amarrage, une formation positive aux vues des résultats recueillis durant les tests : 1^{er} test sur le porte-conteneur NYK VESTA, la mise en place du STS a duré 40 minutes, aujourd'hui la mise en place du STS est d'environ 25 minutes.

Monsieur PERROUELLE a remarqué que lors d'une grande marée coefficient 90²⁶, la course maximale du vérin est d'environ 2,3m alors que sa course maximale est de 4,3m, donc les forts marnages au port du Havre ne sont pas un obstacle à l'utilisation des STS.

Le président du lamanage confie que les tests effectués sur le Port du Havre ont permis d'avoir une meilleure connaissance du système et d'en maîtriser au mieux son utilisation suivant les conditions (vent, orientation du navire, marnage, chargement...).

²⁶ Un coefficient de marée : est une valeur numérique représentant l'amplitude des marées dans un lieu et à un moment précis. Il est généralement exprimé sur une échelle de 20 à 120. Plus le coefficient est élevé, plus les amplitudes des marées sont importantes, tandis qu'un coefficient faible indique des marées plus faibles. Le coefficient de marée est calculé en fonction des caractéristiques géographiques du lieu (topographie, profondeur des eaux, etc.), de l'influence gravitationnelle de la Lune et du Soleil, ainsi que d'autres facteurs. Il est utilisé pour prédire les heures et les hauteurs des marées dans les tables de marées, ce qui est utile pour la navigation maritime, la pêche, les activités côtières et d'autres applications liées à la mer (exemple en **Annexe 7**).

4.4.3 La manutention portuaire

La manutention portuaire du Havre a rapporté à la capitainerie qu'il y a eu aucun arrêt de la manutention avec l'utilisation du STS.

Monsieur Gilles BADOZ, chef de la manutention portuaire du Terminal Nord de MTN GMP²⁷, m'a confirmé que l'ensemble de la manutention était satisfait du mécanisme, que les mouvements des navires ne dépassaient pas les 10 cm, ce qui est acceptable et que ce système permet d'obtenir une sécurité absolue des dockers et des leurs infrastructures, ce qui n'est pas négligeable.

De plus, Monsieur BADOZ m'a affirmé que la mise en place du STS ne retardait pas le début des opérations portuaires, ne gênait pas les rail des portiques.

4.4.4 Capitaine des navires

La Capitainerie remet un questionnaire aux capitaines des navires pour apprécier leurs ressentis durant l'escale, comme illustré dans l'**Annexe 8**, de ce fait Monsieur Arnaud GOGLY a amassé toutes les données durant la première phase de test et en a élaboré une synthèse intitulé « Restitution de l'enquête de satisfaction » (**Annexe 11 : Restitution de l'enquête de satisfaction**).

Tous les Capitaines des navires ayant bénéficié de la mise en place du STS ont confirmé l'intérêt du système pour sécuriser le séjour de leur navire à quai. Seul le Capitaine du CMA CGM Trocadéro estime que son navire est suffisamment équipé en moyen d'amarrage et que le STS ne présentait pas un grand intérêt.

La facilité de mise en œuvre par l'équipage, qui n'a en complément de la manœuvre normale des amarres que l'œil de l'aussière en Dyneema à capeler sur un bollard est également mise en avant par les capitaines des navires. Par ailleurs, le flyer d'information envoyé par la capitainerie au préalable de l'escale du navire en question, permet une meilleure

²⁷ MTN GMP : Manutention du Terminal Nord Générale de Manutention Portuaire. GMP est un opérateur de manutention portuaire spécialisé dans la gestion des conteneurs, il comprend une partie de Port 2000, le quai d'Europe et le quai d'Amérique.

compréhension de l'équipage du navire afin de correctement capeler l'œil de l'aussière en Dyneema.

Néanmoins, l'inconvénient c'est que le bord n'a pas la main sur le système en cas d'incident.

5 Shore Tension : à l'échelle Internationale

5.1 Conventions/ réglementations

5.1.1 Les obligations du commandant

5.1.1.1 A l'international :

5. RESPONSABILITES ET AUTORITE DU CAPITAINE

5.1. La compagnie devrait définir avec précision et établir par écrit les responsabilités du capitaine pour ce qui est de :

- 5.1.1. mettre en oeuvre la politique de la compagnie en matière de sécurité et de protection de l'environnement ;
- 5.1.2. encourager les membres de l'équipage à appliquer cette politique ;
- 5.1.3. donner les ordres et les consignes appropriées d'une manière claire et simple ;
- 5.1.4. vérifier qu'il est satisfait aux spécifications ;
- 5.1.5. passer en revue le système de gestion de la sécurité et signaler les lacunes à la direction à terre.

5.2. La compagnie devrait veiller à ce que le système de gestion de la sécurité en vigueur à bord du navire mette expressément l'accent sur l'autorité du capitaine. La compagnie devrait préciser, dans le système de gestion de la sécurité que l'autorité supérieure appartient au capitaine et qu'il a la responsabilité de prendre des décisions concernant la sécurité et la prévention de la pollution et de demander l'assistance de la compagnie si cela s'avère nécessaire.

Figure 37 : Chapitre 5 du Code ISM

Source : (OMI, 2018)

En vertu du code ISM²⁸, chapitre numéro 5 : « Responsabilités et Autorité du Capitaine », le capitaine du navire a la responsabilité globale de la sécurité du navire et de toutes les personnes à bord. Cela inclut la surveillance constante de l'état du navire, de l'équipage et de toutes les activités à bord, afin de détecter et de corriger tout risque potentiel pour la sécurité.

28 ISM : (International Safety Management), Code international de gestion de la sécurité.

Le code international de gestion de la sécurité (ISM Code) établit des normes pour la gestion de la sécurité et la surveillance des navires et des installations portuaires. Le code a été adopté par l'Organisation maritime internationale (OMI) en 1993 et est entré en vigueur en 1998.

5.1.1.2 En France :

Dans cet article, ci-dessous : article R 5333-10 du Code des Transports (RPM²⁹) portant sur la réglementation nationale applicable dans les ports français précise que les navires sont amarrés sous la responsabilité de leur Capitaine.

Article 12 : Placement à quai, amarrage

Rappel des dispositions de l'article R5333-10 du code des transports :

« L'autorité investie du pouvoir de police portuaire fait placer dans le port les navires, bateaux et engins flottants aux postes à quai attribués par l'autorité portuaire.

Ceux-ci sont amarrés sous la responsabilité de leur capitaine ou patron, conformément aux usages maritimes et aux prescriptions qui leur sont signifiées par l'autorité investie du pouvoir de police portuaire.

Ne peuvent être utilisés pour l'amarrage que les organes d'amarrage spécialement établis à cet effet sur les ouvrages ou les coffres d'amarrage.

Il est défendu à tout capitaine ou patron d'un navire, bateau ou engin flottant de s'amarrer sur une installation de signalisation maritime.

Il est défendu de manoeuvrer les amarres d'un navire, bateau ou engin flottant à toute personne étrangère à l'équipage de ce navire, bateau ou engin flottant ou aux services de lamanage, sauf autorisation donnée par l'autorité investie du pouvoir de police portuaire.

Les moyens d'amarrage doivent être en bon état et adaptés aux caractéristiques du navire.

En cas de nécessité, tout capitaine, patron, ou gardien à bord doit renforcer ou faire renforcer les amarres et prendre toutes les précautions qui lui sont prescrites sur ordre de l'autorité investie du pouvoir de police portuaire.

Il ne peut s'opposer à l'amarrage à couple d'un autre navire, ordonné par l'autorité investie du pouvoir de police portuaire, à la demande de l'autorité portuaire lorsque les nécessités de l'exploitation l'exigent. »

Figure 38 : Article R 5333-10 du Code des transports, France

Source : (République Française, s. d.-a)

5.1.2 Les obligations du Lamineur

Selon l'article 11, D 5342-2 du Code des Transports, les lamineurs sont responsables de la mise en place des câbles, des aussières et des autres équipements nécessaires pour amarrer un navire à quai ou à une bouée d'amarrage, ainsi que de les larguer lors de l'appareillage du navire.

En vertu du Code ISM, vu précédemment, les lamineurs doivent obtenir l'autorisation soit du Capitaine du navire pour toucher à l'amarrage de celui-ci car il est responsable ou soit de la

²⁹ RPP : Règlement particulier de police du port du Havre et du port du Havre-Antifer.

Capitainerie si le navire montre un danger pour la sécurité du port et/ou pour tous les acteurs portuaires.

Le lamanage est responsable de la mise en place du STS jusqu'à la phase de rangement.

Article 11 : Exercice du lamanage

Rappel des dispositions de l'article D5342-2 du code des transports :

« L'exercice du lamanage dans les ports dont l'activité dominante est le commerce et la pêche, à l'exclusion de leurs bassins exclusivement destinés à la plaisance, est subordonné à un agrément délivré, au regard des conditions de sécurité dans le port, par l'autorité portuaire.

Le règlement particulier de police du port fixe les conditions nécessaires pour assurer la sécurité portuaire.»

Figure 39 : Article D 5342-2 du Code des transports, France

Source : (République Française, s. d.-b)

L'utilisation du système Shore Tension se fait en complément de l'amarrage normal du navire, définit par son Capitaine, donc la mise en œuvre du STS ne modifie en rien la chaîne des responsabilités.

Le commandant du navire doit toujours être en mesure de surveiller les forces appliquées à son navire et a l'obligation de rajouter des amarres supplémentaires ou de commander l'appui de remorqueurs si les forces appliquées sont trop importantes et incontrôlables (trop dangereuses).

De plus, en cas d'anomalie ou d'avarie sur l'amarrage, le commandant doit contacter la capitainerie du Havre et l'informer de la situation, afin de prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer la sécurité de son navire. La Capitainerie peut alors demander l'intervention d'urgence de remorqueurs pour maintenir le navire à quai et du lamanage pour aider l'équipage à renforcer son amarrage.

C'est pourquoi, si une paire de STS est en place, la Capitainerie demandera systématiquement l'intervention du lamanage autant que nécessaire sur le système.

La Capitainerie du port du Havre doit bénéficier d'un cadre réglementaire pour pouvoir assurer le déploiement des STS sur le port du Havre.

Pour ce faire, le Commandant de port envisage de modifier l'article 12 du Règlement particulier de police du port du Havre et du Havre Antifer comme suit :

« Lorsqu'elle l'estime nécessaire en fonction des conditions météorologiques, des conditions de trafic, ou pour assurer la sécurité d'opérations spéciales, la Capitainerie peut imposer l'utilisation par les navires, bateaux ou engins flottants d'un dispositif dynamique de renforcement de l'amarrage. Ces systèmes sont mis en œuvre aux frais des navires, bateaux ou engins flottants par les services du lamanage agréé en complément et sans se substituer à l'amarrage normal. Lorsqu'un système dynamique de renforcement de l'amarrage est mis en place, l'amarrage reste sous la seule responsabilité du capitaine du navire, patron du bateau ou engins flottant qui en bénéficie. »

La Capitainerie complétera ce texte par des instructions qui détermineront les conditions dans lesquelles la pose de STS sera imposée.

5.2 Ces conditions d'utilisation

Les résultats des tests effectués sur le port du Havre ont été satisfait, retenue puis validés par tous les acteurs portuaires. Après la validation de ce nouveau système d'amarrage, HAROPA Port a dû chercher à savoir comment utiliser les vérins, sous quelles conditions, pour quels navires et a également souhaité s'inspirer des autres ports équipés eux même de cette nouvelle innovation afin de définir une réglementation.

5.2.1 Le Port de Rotterdam

Les dires du commandant du port de Rotterdam transmirent au commandant du port du Havre concernant l'utilisation du STS :

« Je tiens à vous signaler que les équipements d'amarrage à bord des navires présentant un fort fardage, selon les règles de construction standard, ne sont pas suffisants pour garder les navires à quai en toute sécurité dans n'importe quelles conditions. »

L'utilisation des STS au port de Rotterdam est résumée dans un tableau suivant la force du vent et la taille du navire. Lors de conditions météorologiques changeantes, cela permet aux autorités portuaires de déterminer le nombre de STS à mettre en place pour garder un navire à quai.

Si un navire refuse l'utilisation des remorqueurs ou des STS, il sera dans l'obligation de quitter son quai avant que les conditions météorologiques n'atteignent les limites de sécurité énoncées dans le règlement du Port de Rotterdam. Si celles-ci ont été atteintes avant que le navire ait quitté son poste d'amarrage et qu'aucune mesure supplémentaire n'a été adoptée, il s'agit donc d'une violation du règlement du port et des sanctions seront prises contre le commandant du navire.

5.2.2 Le Port d'Anvers

Sur le Port d'Anvers, dans le cas où un navire effectue des mouvements de cavalement de plus d'un mètre en raison d'un amarrage déficient, il aura l'obligation d'utiliser les STS lors des cinq prochaines escales. Ce cavalement est mesuré grâce à des capteurs GPS positionnés à bord. Ces mesures coercitives ont pour but d'inciter les équipages à mieux surveiller leur amarrage.

5.2.3 Le Port du Havre

Le Havre compte s'inspirer des ports de Rotterdam et d'Anvers pour établir ces conditions d'utilisation. En complément du Règlement de police du port évoqué dans la section 5.1 pour déterminer le cadre juridique du déploiement des STS, la Capitainerie du port du Havre devra mettre en place plusieurs critères pour leur utilisation :

- Mettre en place en priorité les STS aux navires qui le demandent ;
- Rendre obligatoire la mise en place des STS sur les navires de plus de 350 mètres de long dès que les vents établis sont supérieurs à 25 nœuds ;

- Rendre obligatoire la mise en place des STS sur les navires d'une longueur comprise entre 280 mètres et 350 mètres en fonction de la force et de la direction du vent en s'inspirant des conditions d'utilisation du port de Rotterdam ;
- Mettre en place des mesure coercitives obligeant les navires à utiliser les STS durant leur prochaine escale en cas de déficience de l'amarrage en s'inspirant du port d'Anvers.

CONCLUSION

Implanté sur les côtes Nord-Ouest de la France, à l'embouchure de la Seine, le port du Havre est situé aux portes de Paris et au cœur de l'industrie du Northern Range. Il est en effet un des seuls ports en eaux profondes du Nord Europe où les navires porte-conteneurs les plus volumineux peuvent être manutentionnés aisément.

De ce fait, suite aux différentes caractéristiques du port du Havre notamment celles liées à sa situation géographique mais également à d'autres facteurs internes et externes conjoints aux navires : les navires passant, les opérations de manutention portuaire, une surveillance défaillante des amarres... , impactent l'amarrage des navires à quai en entraînant des mouvements de cavement qui eux s'avèrent être un risque accru et constant pour la sécurité des personnels de manutention, des infrastructures portuaires, du poste d'amarrage mais aussi celle du navire lui-même.

Il est clair que les dangers liés à la tenue à quai des navires sont très problématiques sur le port du Havre, il s'est donc avéré nécessaire que HAROPA Port cherche à acquérir une solution afin de résoudre sur un long terme ces problématiques : l'arrivée du système « Shore Tension Dynamic Mooring System » était primordiale.

Le STS est un système flexible et autonome fonctionnant par paire de vérin hydraulique et vient en complément de l'amarrage du navire. Le système assure le maintien d'une tension constante dans toutes les lignes d'amarrages sans dépasser la charge de rupture minimum de la ligne. Le vérin hydraulique a pour but d'amortir les mouvements du navire en s'allongeant ou en se rétractant sans avoir besoin d'énergie externe puisque ce système absorbe et stocke l'énergie lui-même durant l'amortissement. C'est cette énergie accumulée qui permettra au navire de revenir à sa position initiale.

Par conséquent, le STS a pour objectif de renforcer l'amarrage du navire, de stabiliser et de sécuriser la tenue du navire au quai en réduisant les risques de dommages aux navires et aux installations portuaires ainsi que d'éviter tout phénomène inopportun.

Grâce à de nombreux témoignages des acteurs portuaires recueillis ainsi qu'à des recherches approfondies sur cette nouvelle technologie, il apparaît que l'intégration du Shore Tension System réponde aux problèmes soulevés sur le port du Havre. En effet, les différents tests effectués ont tous été concluants. Le système a répondu aux attentes en faisant face à tous les événements extérieurs pouvant affecter les navires soumis à ces essais et grâce à ces résultats bluffants, le système Shore Tension est aujourd'hui de plus en plus demandé par les commandants des navires ou les armateurs avant leur arrivée à quai.

HAROPA port est le premier port français à s'équiper de ce système. Mais d'autres ports comme Dunkerque et Marseille ont déjà commencé à s'y intéresser. Étant donné leur facilité d'utilisation et grâce à leur polyvalence d'emploi, les Shore Tension sont amenés à se développer un peu partout et les navires seront de plus en plus incités à les utiliser durant leurs escales.

Aujourd'hui le port du Havre dispose seulement de deux paires de vérins hydrauliques, ce qui est insuffisant au vu de l'afflux des navires de grandes tailles et de la demande croissante concernant ce système. Dans un futur proche, les autorités portuaires Havraises ont pour objectif d'investir et/ou d'acquérir d'autres paires de STS, avec une participation des bénéficiaires du système, ayant pour but d'obtenir assez de couples de Shore Tension exploitables sur les installations de Port 2000 ainsi que sur les quais intérieurs.

Du point de vue financier, le prix de la location de deux vérins pour un porte conteneur sur port 2000 est de 4000 euros en 2023. Cela prend en compte l'installation, la surveillance et le retrait de ces derniers par les lamaneurs. Pour les armements, ce prix de location reste abordable et relativement inférieur à celui de l'utilisation d'un remorqueur qui elle, est facturée environ 10 000 euros.

L'utilisation des STS entraîne donc un coût pour les armateurs, mais il garantit une meilleure sécurité lors de l'escale du navire.

Sur un plan international, le Shore Tension peut être utilisé pour diverses autres applications. En effet, sur le port de Rotterdam, le Shore tension a été placé directement sur le pont d'un navire. De ce fait, le système a permis entre autre l'amarrage du navire lui-même en remplaçant un treuil et une bitte. Il peut aussi être utilisé de façon à maintenir une barge, un navire citerne ou autre à couple avec ce navire pour diverses opérations.

De plus, en janvier 2016, le Modern Express, un roulier de 164 mètres s'est échoué près des côtes Françaises dû à un déplacement de cargaison mal fixée. Il a été remorqué jusqu'à une zone de mouillage dans le port de Bilbao. Le navire a ensuite été redressé, fin février, grâce à l'utilisation d'un couple de Shore Tension System, il n'y a eu aucun dommage causé au navire ni au port durant l'opération de redressage.

Le Shore Tension Dynamic Mooring System est par conséquent très polyvalent et pourra remplir un grand nombre de fonctions différentes à l'avenir. Il sera à coup sûr partie prenante de l'évolution et de la modernisation du commerce maritime.

BIBLIOGRAPHIE

- ADMIRALTY. (2018). *Sailing Direction : Channel Pilot* (12 édition, Vol. NP27). UK Hydrographic Office.
- ASSOCIATION FRANCAISE & DES CAPITAINES DE NAVIRES. (2009, janvier). *Pour éviter les accidents d'amarrage*. DOSSIER MARINE ACCIDENT SCHEME (M.A.R.S). Consulté le à l'adresse https://www.afcan.org/dossiers_mars/mars200933.html
- Aubé, E. (2023, mars). *Tempête Mathis : Une rafale de 110 km/h enregistrée près du Havre* [Chaine d'information dans le département du 76]. 76 actu. Consulté le à l'adresse https://actu.fr/normandie/le-havre_76351/tempeete-mathis-une-rafale-de-110-km-h-enregistree-pres-du-havre_58574572.html
- Brégand, C. (2022, juin). *Le Havre : Des rafales de vents soudaines font quelques dégâts* [France 3 TV INFO]. France 3 Normandie. Consulté le à l'adresse <https://france3-regions.francetvinfo.fr/normandie/seine-maritime/havre/le-havre-des-rafales-de-vents-soudaines-font-quelques-degats-2565668.html>
- Buitendijk, M. (2009, mars). *Moins de marées noires dans le port de Rotterdam*. SWZ MARITIME. Consulté le à l'adresse <https://swzmaritime.nl/news/2009/03/09/less-oil-spills-in-port-of-rotterdam/>
- Crepet, R. (2022, février). *Tempête Eunice : Jusqu'à 140km/h en France* [METEO FRANCE]. METEO CONSULT. Consulté le à l'adresse <https://www.meteoconsult.fr/actualites-meteo/2022-02-15/62497-tempeete-eunice-jusqu-a-140km-h-en-france>
- Garnier, C. (2017, octobre). Le port du Havre consulte sur un accès fluvial direct à Port 2000. *TEMA Transport et Logistique*. <https://www.actu-transport->

logistique.fr/archives/fluvial/le-port-du-havre-consulte-sur-un-acces-fluvial-direct-a-port-2000-423069.php

Google Earth. (s. d.). Consulté le à l'adresse <https://www.google.com/intl/fr/earth/versions/>

Guérout, C. (2021, septembre). *Le Havre : Haropa port s'équipe d'un nouveau système*

d'amarrage. La Gazette Normandie. Consulté le à l'adresse

<https://www.gazettenormandie.fr/article/le-port-du-havre-s-equipe-d-un-nouveau-systeme-d-amarrage>

HAROPA Port. (s. d.). *Direction Territorial du Havre* [Cite officiel]. HAROPA Port. Consulté le à

l'adresse <https://www.haropaport.com/fr>

HYDRODIS. (s. d.). *Comment bien choisir un vérin hydraulique ?* [Cite officiel]. HYDRODIS.

Consulté le à l'adresse <https://www.hydrodis.com/content/38-comment-choisir-verin-hydraulique>

I. C. Clark. (2009). *Mooring and Anchoring Ship Vol 1 : Principles and Practice: Vol. Volume 1*.

The Nautical Institute.

Lamanage des ports du Havre et d'Antifer. (s. d.). *Lamanage des ports du Havre et d'Antifer*.

Lamanage des ports du Havre et d'Antifer. Consulté le à l'adresse

<https://www.lamanage.com/materiel.php>

Le Havre, de François Ier à Port 2000. (2014, octobre). *Blog d'histoire-géographie du lycée*

Louis Armand d'Eaubonne. <http://la-story.over-blog.com/2014/10/le-havre-de-francois-ier-a-port-2000.html>

le havre patrimonial. (2010). *Port du Havre : Vue aérienne de l'écluse François Ier*. le havre patrimonial. Consulté le à l'adresse

<https://imagesduhavre.wordpress.com/2010/04/10/port-du-havre-vue-aerienne-de-lecluse-francois-ier/>

MarineWinches. (2020, mai). *Informations de base sur le treuil d'amarrage*. AICRANE.

Consulté le à l'adresse <https://ellsenmarinewinches.com/fr/basic-information-of-mooring-winch/>

METEO FRANCE. (2022, mars 29). *METEO FRANCE* [Site officiel de METEO FRANCE]. METEO

FRANCE. Consulté le 1 juin 2023, à l'adresse <https://meteofrance.com/>

OMI. (2018). Chapitre 5 du Code ISM: Responsabilités et Autorité du Capitaine. In *ISM Code :*

International Safety Management Code with guidemines for its implementation

(15ème édition 2018).

<https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/ISMCode.aspx> ,

https://afcan.org/dossiers_reglementation/mepc59/ISMcode2002fr.pdf

Plumet, R. (2021, novembre). *Le port du Havre teste un nouveau système d'amarrage des*

porte-conteneurs. France 3 Normandie. Consulté le à l'adresse [https://france3-](https://france3-regions.francetvinfo.fr/normandie/seine-maritime/havre/le-port-du-havre-teste-un-nouveau-systeme-d-amarrage-des-porte-conteneurs-2332831.html)

[regions.francetvinfo.fr/normandie/seine-maritime/havre/le-port-du-havre-teste-un-nouveau-systeme-d-amarrage-des-porte-conteneurs-2332831.html](https://france3-regions.francetvinfo.fr/normandie/seine-maritime/havre/le-port-du-havre-teste-un-nouveau-systeme-d-amarrage-des-porte-conteneurs-2332831.html)

République Française. (s. d.-a). *LIVRE III : LES PORTS MARITIMES (Articles R5311-1 à R5352-7)*

[Légifrance : Le service public de la diffusion du droit]. Code des Transports. Consulté

le a à l'adresse

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000023086525/LEGISCTA000029838538/#LEGISCTA000029838538

République Française. (s. d.-b). *PARTIE REGLEMENTAIRE (Articles D1112-1 à R5795-4)*

[Légifrance : Le service public de la diffusion du droit]. Code des Transports. Consulté

le b à l'adresse

https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000023086525/LEGISCTA000027232261/#LEGISCTA000027232261

ShoreTension. (s. d.). *Shore Tension* [Cite officel]. Shore Tension. Consulté le à l'adresse
<https://shoretension.com/>

LISTES DES ANNEXES

ANNEXE 1: REGLEMENT LOCAL DU PORT DU HAVRE SUR « DISPOSITIONS A PRENDRE PAR MAUVAIS TEMPS »
..... 79

ANNEXE 2: PLAN TECHNIQUE D’UN PORTIQUE 82

ANNEXE 3: FICHE TECHNIQUE DE L’AUSSIERE EN DYNEEMA..... 83

ANNEXE 4: PLAN D’AMARRAGE 85

ANNEXE 5: MOORING ARRANGEMENT 86

ANNEXE 6 : FLYER D’INFORMATION SUR LE STS..... 87

ANNEXE 7 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES, HORAIRES ET GRAPHIQUE DES MAREES (APL MERLION)..... 91

ANNEXE 8 : ENQUETE DE SATISFACTION REMPLI PAR LE CAPITAINE DU NAVIRE L’APL MERLION 93

ANNEXE 9: RELEVÉ METEOROLOGIQUE LORS DE L’ESCALE DU UASC ZAMZAM 94

ANNEXE 10 : RAPPORT COMPLET DE L’INCIDENT D’UN MANCHON (TIRÉE DU RAPPORT DE MONSIEUR ARNAUD GOGLY)..... 95

ANNEXE 11 : RESTITUTION DE L’ENQUETE DE SATISFACTION 101

Annexe 1: Règlement local du Port du Havre sur « Dispositions à prendre par mauvais temps »

1. PORT 2000 - BATEAUX FLUVIAUX

Dès que la hauteur de la houle significative ($h_{1/3}$) dépasse la valeur précisée dans l'autorisation individuelle délivrée par l'Autorité Maritime, les bateaux fluviaux ne doivent plus sortir du port. Cette interdiction doit au besoin leur être signifiée par la vigie au vu des informations fournies par :

- l'application informatique « Simbad »
- les estimations de l'agitation du plan d'eau par l'équipage de la vedette capitainerie ou ceux des pilotines, lorsque Simbad est indisponible.

Les patrons doivent prévenir la capitainerie de leur intention de transit lorsque les conditions d'agitation du plan d'eau sont en deçà des limites autorisées mais que la vitesse moyenne du vent est supérieure à 21 nds.

2. PORT DU HAVRE-ANTIFER

Les dispositions à prendre en fonction de la météo sont décrites dans l'instruction relative aux « conditions d'entrée et de séjour des navires au port du Havre-Antifer ».

3. PORT HISTORIQUE ET PORT 2000

3.1 – Dispositions relatives aux grands porte-conteneurs

Les conditions de mouvements des grands navires porte-conteneurs sont déterminées dans le tableau suivant :

Vitesse du vent établi	$L \geq 400$ m	$350 \text{ m} < L < 400$ m
$V > 40$ nds	Pas de mise à bord E + S	Pas de mise à bord E + S
$35 \text{ nds} < V < 40$ nds	Pas de mise à bord E + S	Mise à bord et discussion avec le Cdt
$30 \text{ nds} < V < 35$ nds	Mise à bord et discussion avec le Cdt	Mise à bord, manœuvre normale
$V < 30$ nds	Mise à bord, manœuvre normale	Mise à bord, manœuvre normale

Lorsque le vent est \geq à 25 nds, les croisements devant le poste sont suspendus.

De plus, les navires entrants ne doivent pas engager le chenal au-delà du couple de bouées 11/12 tant que les navires porte-conteneurs de longueur $\geq 350\text{m}$ n'ont pas franchi les digues de P2000 ou du port historique.

Il est inutile de prendre des risques en faisant entrer ou appareiller un porte-conteneurs lorsque les engins de manutention ne peuvent plus travailler. Les limites de vents qui leur sont applicables sont précisées dans le tableau ci-dessous :

	PORTIQUES	CAVALIERS
GMP	Arrêt vent > 72 km/h (39 nds)	Arrêt vent > 90 km/h (49 nds)
TPO / TNMSC	Arrêt vent > 83 km/h (45 nds)	Arrêt vent > 90 km/h (49 nds)

3.2 – Dispositions relatives à tous les navires

Dès lors que les prévisions de vitesse du vent moyen dépassent 30 nœuds (force 7), il convient pour l'Officier responsable du STM de :

- Se concerter avec le pilotage, le remorquage et le lamanage pour faire le point sur les navires sensibles et les mesures pouvant être prises : armement de la 9^{ème} coque si elle est disponible, renfort en pilotes et/ou en lamaneurs selon la force du vent attendu, réajustement du trafic, limitation des croisements.
- Sensibiliser les capitaines (en commençant par les navires les plus exposés) par VHF ou par l'Intermédiaire des pilotes, des agents ou des officiers de secteur sur les points suivants :
 - surveiller l'amarrage et le renforcer le cas échéant,
 - accroître si possible l'espacement entre les navires à quai et les distances de sécurité vis-à-vis des obstacles (talus, portiques, ...),
 - éviter l'emploi de la tension constante sur les treuils à l'amont des écluses.
- Pré-positionner au moins un remorqueur paré à intervenir à tout moment (appareillage sous 10 mn) à l'amont de l'écluse François 1^{er} et/ou à Port 2000 en fonction de la sensibilité au vent des navires présents. Selon la force/direction du vent et la vulnérabilité des navires, ces remorqueurs pourront ou non effectuer des mouvements commerciaux.
Le placement d'un remorqueur en sécurité peut avoir des conséquences sur la régulation du trafic. En cas de fort coup de vent (force 9) ou de tempête (force 10), on pourra même être amené à réduire sensiblement le nombre de mouvements commerciaux de façon à concentrer les moyens du pilotage, du remorquage et du lamanage sur la sécurité des navires présents dans le port.
- Avant d'accepter les mouvements, vérifier le potentiel de temps de travail disponible de manœuvre des remorqueurs, auprès du guetteur
- Ne pas autoriser ou restreindre les réparations entraînant une indisponibilité de la machine et les soutages.

Tout le personnel effectuant des rondes sur le port (officiers de secteurs, MD, Vrac, Antifer, équipage de la vedette) doit s'attacher à surveiller et à signaler aux capitaines toute anomalie ou toute faiblesse potentielle dans l'amarrage de leur navire ou bateau. Le positionnement des grues et des portiques doit également faire l'objet d'une grande attention.

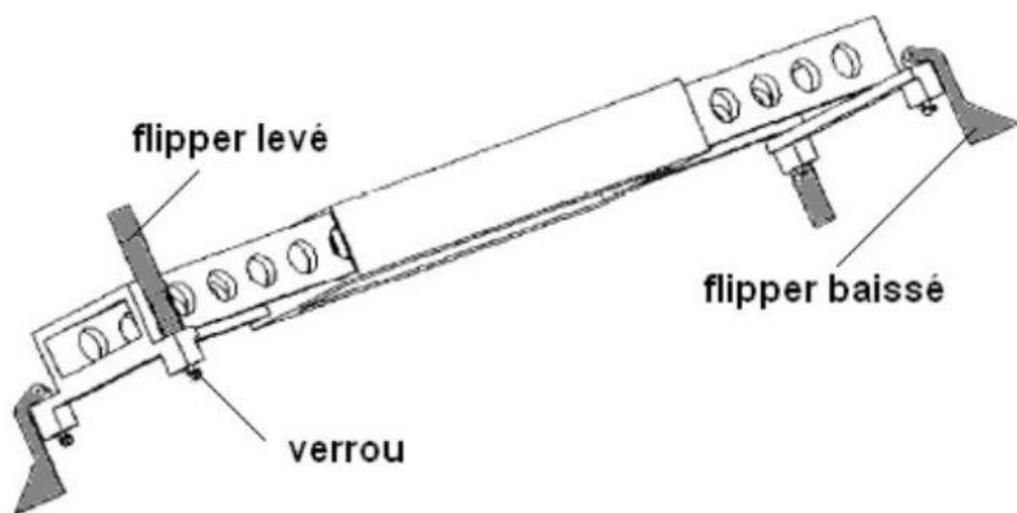
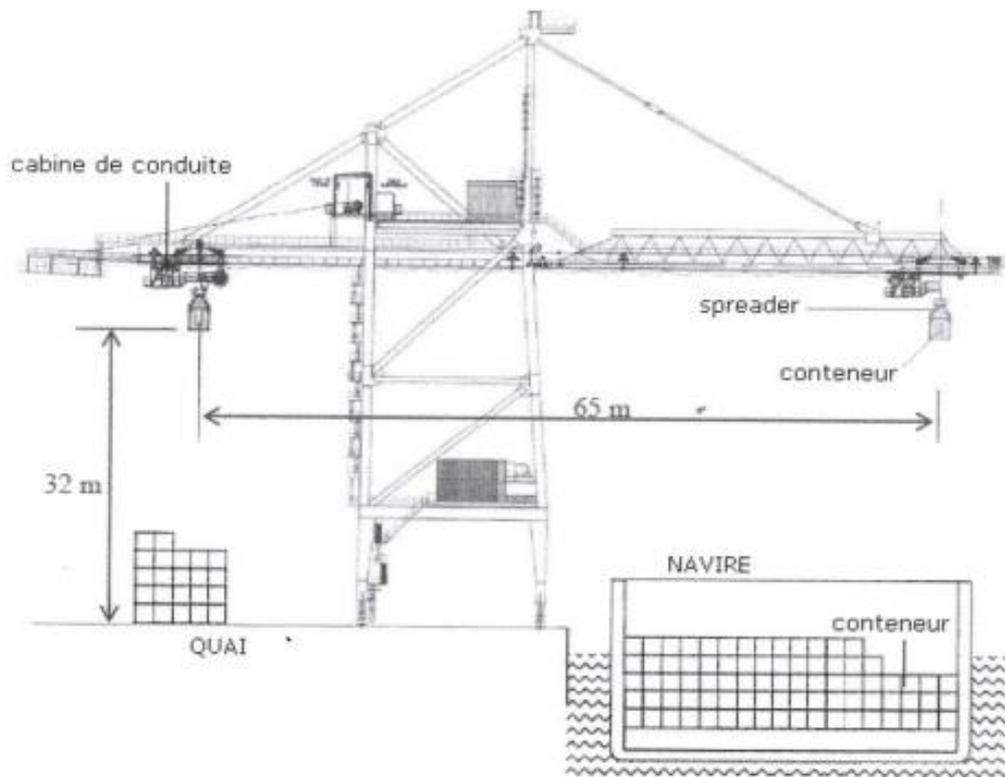
Les cas de tempête (force 10) entraînent la mise au chômage du pont amont de l'écluse François 1^{er} et l'impossibilité de manœuvrer les ponts 5, 6, 7, 7 bis, 8 et du Hode.

3.2 – Dispositions particulières applicables sur la tranche 1 de Port 2000

Dans le cas où, les prévisions météorologiques font état de vents établis supérieurs à 30 nds du secteur 345 – 55°, l'amarrage de deux navires \geq à 300m est soumis aux dispositions suivantes :

- 4 amarres maximum par massif réparties en 2 + 2.

Annexe 2: Plan technique d'un Portique



Annexe 3: Fiche technique de l'aussière en Dyneema

More than Ropes.

Gleistein

Test report 2.2

According to DIN EN 10204

Certificate no.: WZ22-0197

Client: Shore Tension BV
Heijlplaatweg 7
Port number: 2586
3089 JC Rotterdam
NIEDERLANDE

Ship name:

Order no.: V-AU21-4200 / 587
Item No. client / Gleistein: / 6ST2540195

Item description: ST Mooring line GS 54 mm Ø
white/orange striped length wise, tracer black

Final presentation: * spliced both ends

Raw material: Dyneema® SK78
HMPE

Delivered quantity

Qty	Meter	Lot no.:
1	95,00	10014049
1	95,00	10014050
1	95,00	10014051
1	95,00	10014052

Delivery date / No.: 04.02.22 / V-LI22-00661

Our safety instructions must be adhered to. The latest safety instructions are available at:
<http://www.gleistein.com/en-safety-instructions/>.

Test report 2.2

According to DIN EN 10204

Certificate no.: WZ22-0197

Non-specific test result (single strand):

Break load linear [kN]	2.000,00
Break load spliced [kN]	1.800,00
Weight [kg/100m]	150,00
Break load grommet [kN]	/.
Calculation factor:	/.

Test standard: DIN EN ISO 2307 Fibre ropes - Determination of certain physical and mechanical properties.

Rope standard:

Remark:

28777 Bremen 04.02.2022

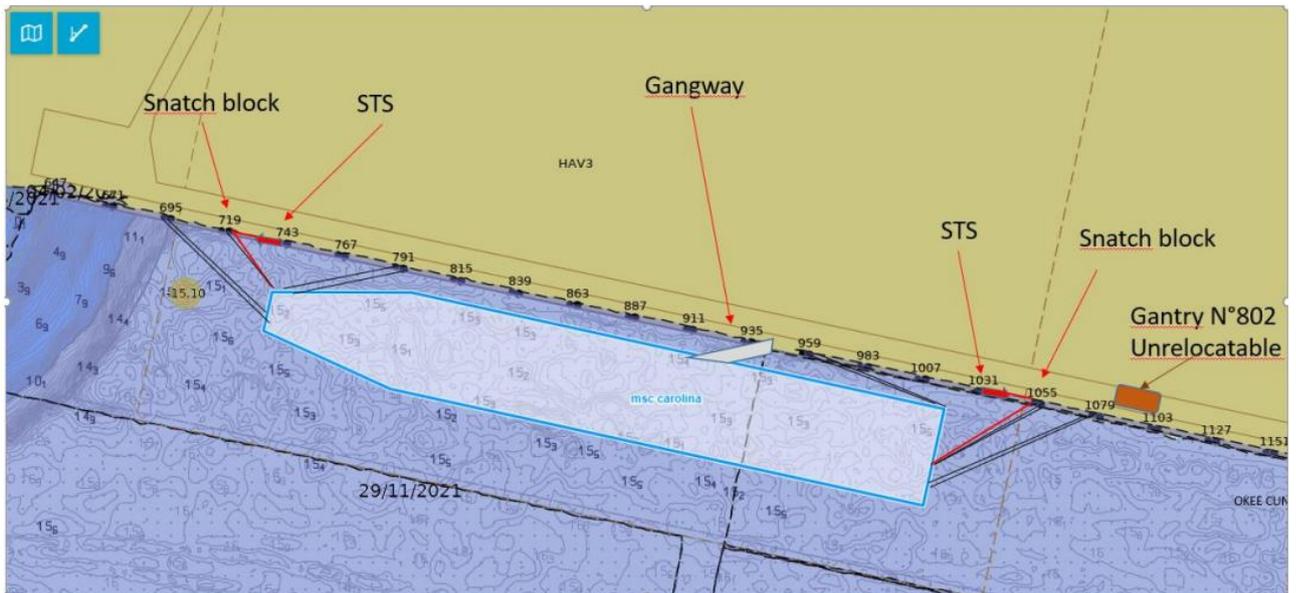


Gleistein Ropes certified acc. to ISO 9001:2015



Our safety instructions must be adhered to. The latest safety instructions are available at:
<http://www.gleistein.com/en-safety-instructions/>.

Annexe 4: Plan d'amarrage



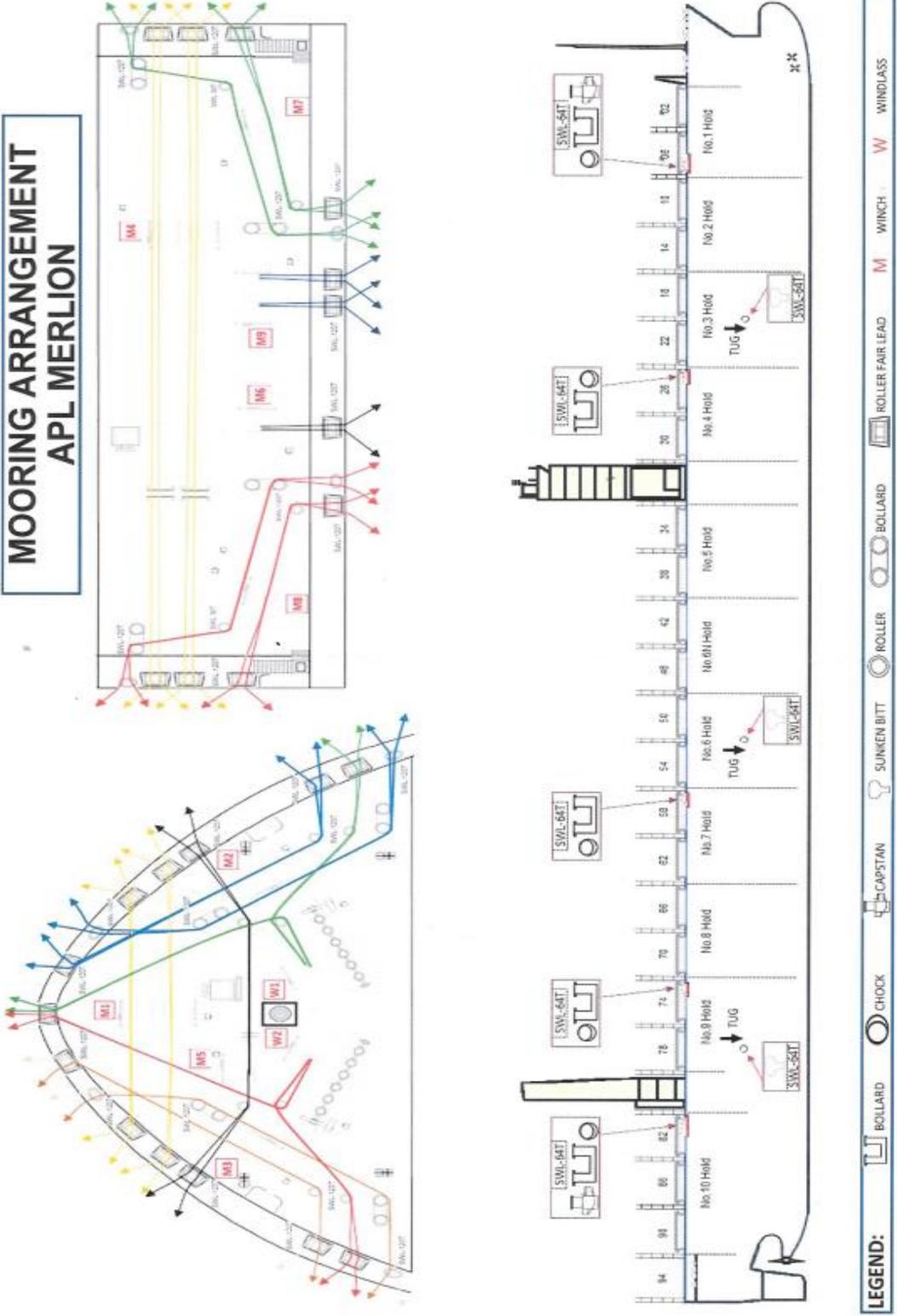
Mise en place sur STS sur le MSC CAROLINA : Montage sur les amarres de bout avec poulies.



Mise en place sur STS sur le CMA CGM TROCADERO : Montage sur gardes avec sleeves.

Légende : Le STS est indiqué en rouge.

Annexe 5: Mooring Arrangement



Annexe 6 : Flyer d'information sur le STS



Welcome to HAROPA PORT | Le Havre

HAROPA PORT, in coordination with your local agent, your shipowner has arranged ShoreTension Mooring System to improve your mooring during your visit to Le Havre port. This operation will be free of charge for your ship during this tests period.

With ShoreTension, vessels can be firmly secured to the quay reducing movement caused by surge, strong winds, current, swell or passing ships.



ShoreTension – equipment description

Due to its design ShoreTension system provides a high pretension to its mooring line and pays out coping with the peak loads without exceeding the safe working load of mooring components. By doing so, the system dampens the vessel's motion and absorbs the energy of the vessel. When the peak loads are over, ShoreTension heaves in the mooring line with the energy stored and returns to its initial position. ShoreTension holding capacity is adjustable in a range of 10mT till 60mT.

ShoreTension – Installation of the system

Preparations

Vessel crew needs to send a messenger line down from the vessel to the quay. A dyneema sacrificial grommet is connected to the messenger line and paid out to the vessel. The eye of the sacrificial dyneema grommet is connected to the vessel's strongest bollard (eye around bollard). Preferably a Panama (round) fairlead is used.

The ShoreTension unit (and possibly sheave block) is secured on the quay between two bollards. The dyneema mooring line is pretensioned and connected to the ShoreTension unit on the shore by the Lamanage Mooring Team.

Please ensure that the sleeves of the sacrificial grommet are positioned in the vessel's fairlead and around the vessel's bollard. Dyneema sacrificial grommet and/or mooring line on board of the vessel needs to be in a straight line (without additional pressure points) between bollard and fairlead.

ShoreTension system is activated after the mooring line is secured to the vessel's bits and mooring system.



What this means for the vessel

ShoreTension positioning and setup takes roughly 20 minutes. This will take place on the quay during the connection of the conventional mooring lines. Activation of ShoreTension is done after the vessel is completely moored. The maximum allowable force of ShoreTension will be set according to the safe working load factors of the vessel's bollard, fairlead and shore bollards.

Monitoring the system

The mooring system will be remotely monitored by the Le Havre Boatmen company; however, it is very important that the vessels crew regularly monitors and maintains the vessel's conventional mooring lines. All mooring lines need to work together. Keep in mind that the ShoreTension system, when installed, is part of the vessel mooring system. ShoreTension is not a substitute of conventional vessel (mooring) lines.

The mooring responsibility remains under the ship master.

If necessary, you can contact the port authorities:

"HAROPA PORT | Le Havre" by VHF channel 12 or at the following phone number:

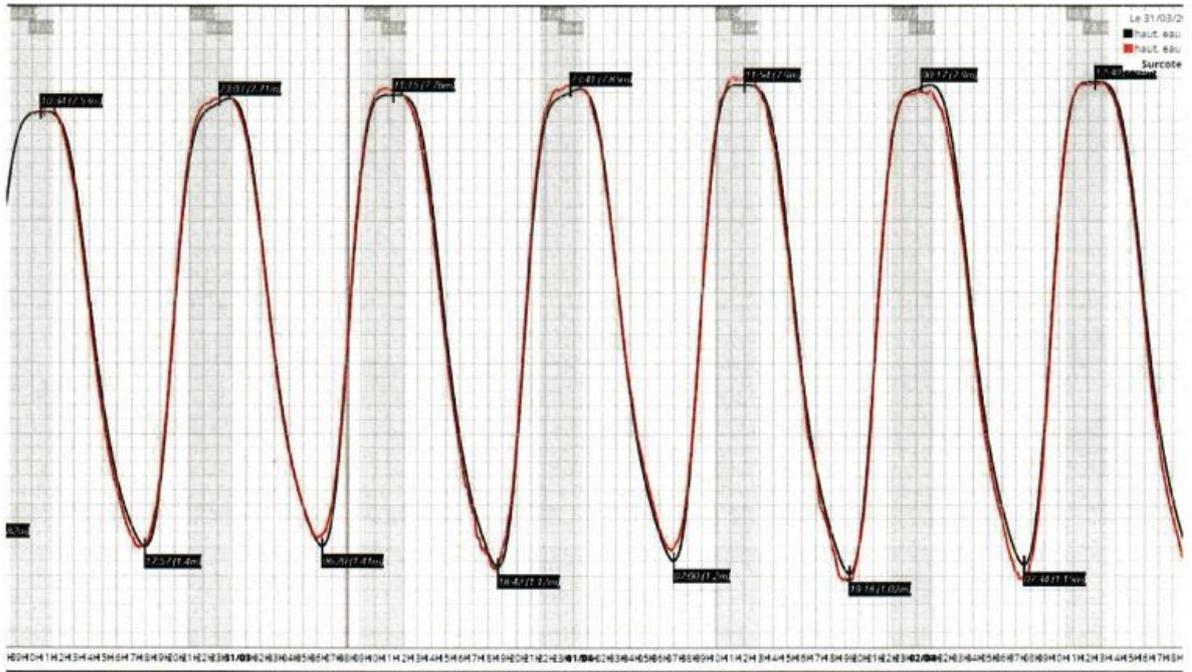
HAROPA PORT | Le Havre

Service de la Capitainerie

+33 232 747 071

www.haropaport.com





Annexe 8 : Enquête de satisfaction rempli par le capitaine du navire l'APL MERLION

SHORE TENSION SATISFY ENQUIRY



HAROPAPORT is testing SHORE TENSION equipement *the year*

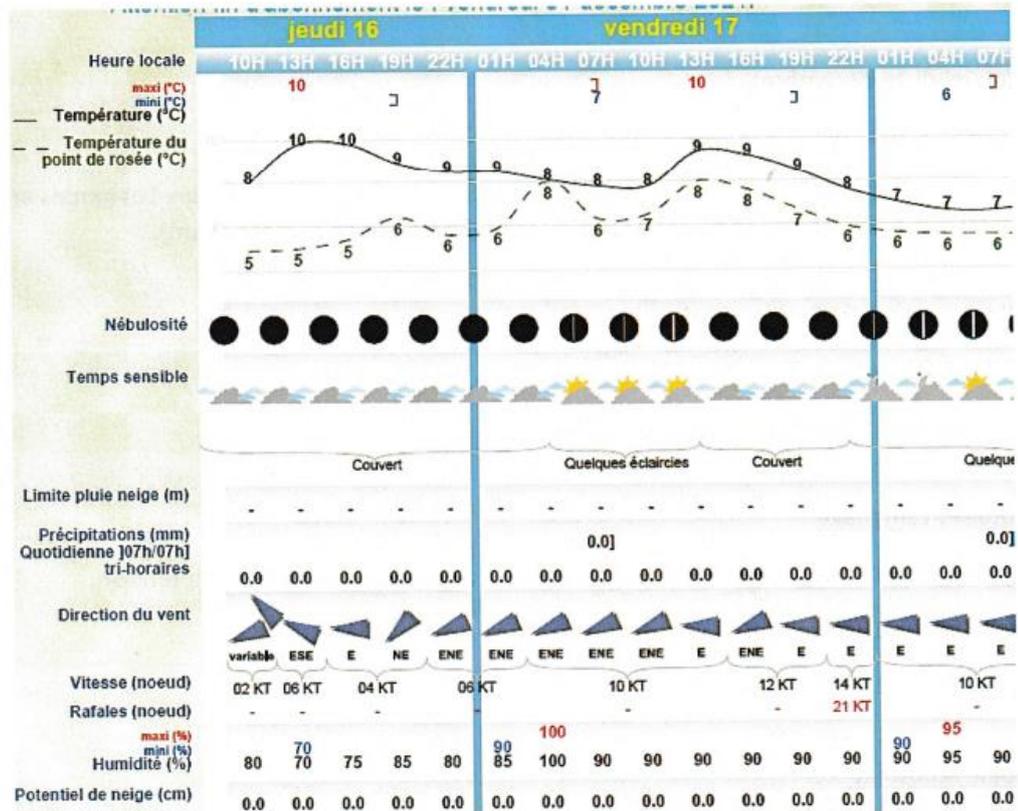
*During your call, your ship mooring lines were completed
by 2 Shore Tension Systems*

We require your feed back

	YES	NO
<p>1. <i>Have you heard about STS before your call in Le Havre ?</i></p> <p>Comments :</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>2. <i>Have you been informed before your arrival about the use of Shore Tension installations during your call ?</i></p> <p>Comments :</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>3. <i>Did you receive the flyer notification ?</i></p> <p>Comments :</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>4. <i>Do you think flyer explanations were enough clear ?</i></p> <p>Comments :</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>5. <i>Did you have any difficulties with the Shore Tension installations for berthing or unberthing ? Which one ?</i></p> <p>Comments :</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>6. <i>Do you think that Shore Tension were efficient during your call in Le Havre ?</i></p> <p>Comments : YES, ARE VERY EFFICIENT BUT DEPENDS ALSO THE COST.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>7. <i>Do you think STS improve mooring safety conditions in the port of Le Havre ?</i></p> <p>Comments :</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>In addition, HAROPAPORT is studying the electricity supply of ships from the quays.</p>		
<p>8. <i>is your ship equipped for Onshore Power Supply (OPS) ?</i></p> <p>if yes : What is the distance between the bow and the AMP cable ? ON BOARD BUT WE MAY NOT USED BECAUSE IS NOT COMMISSIONED</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Thank you very much for your answers.

Annexe 9: Relevé météorologique lors de l'escale du UASC ZAMZAM



Annexe 10 : Rapport Complet de l'incident d'un manchon (tirée du rapport de Monsieur Arnaud GOGLY)

TEST 38 : MSC LAUSANNE

Navire CAP OUEST – poste HAV 4

Accostage vendredi 9 septembre :

Escale :

STS positionnés sur **les pointes**.

Vent Ouest > 20nds rafales > 35nds avec orages pendant l'escale.

Compte tenu de la position de la coupée du navire le test shore tension a été effectué sur les pointes. La mauvaise surveillance de l'amarrage, la météo défavorable et la marée de vive eaux ont amené à faire travailler de façon importante le couple de SHORE TENSION. Le navire été retenu par le couple de STS. **1 jeu de « sleeve » a été détérioré** pendant l'escale, les aussières dynemaa n'ont pas été touchées. **La société KRVE confirme que la détérioration prématurée des « sleeve » est principalement dû à la non surveillance de l'amarrage par le navire.** L'angle de rappel des dynemaa était conforme au règles d'utilisation du système. (Voir photos – dernière page).

Etude à mener CAP/LAMA sur la mise en place des shore tension sur les navires < à 330 m en pointes.

Enquête de satisfaction : retour positifs du navire.

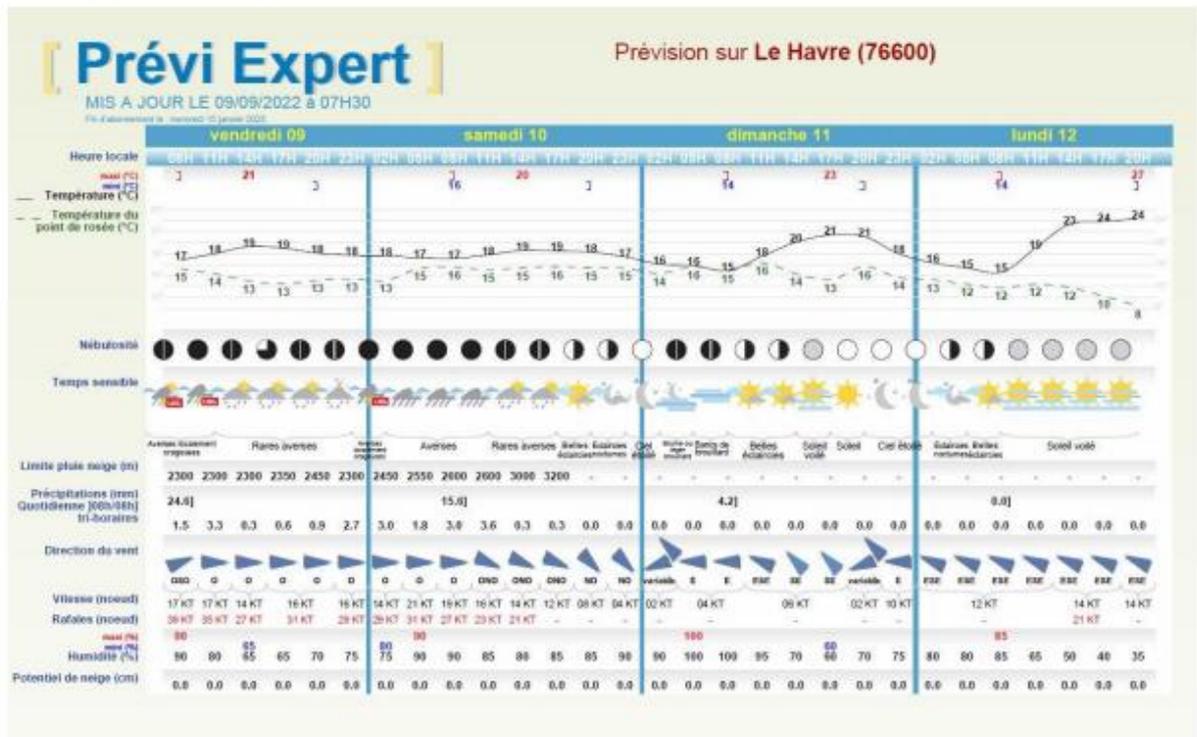
Appareillage samedi 20 août 2022 :

Eléments accostage :

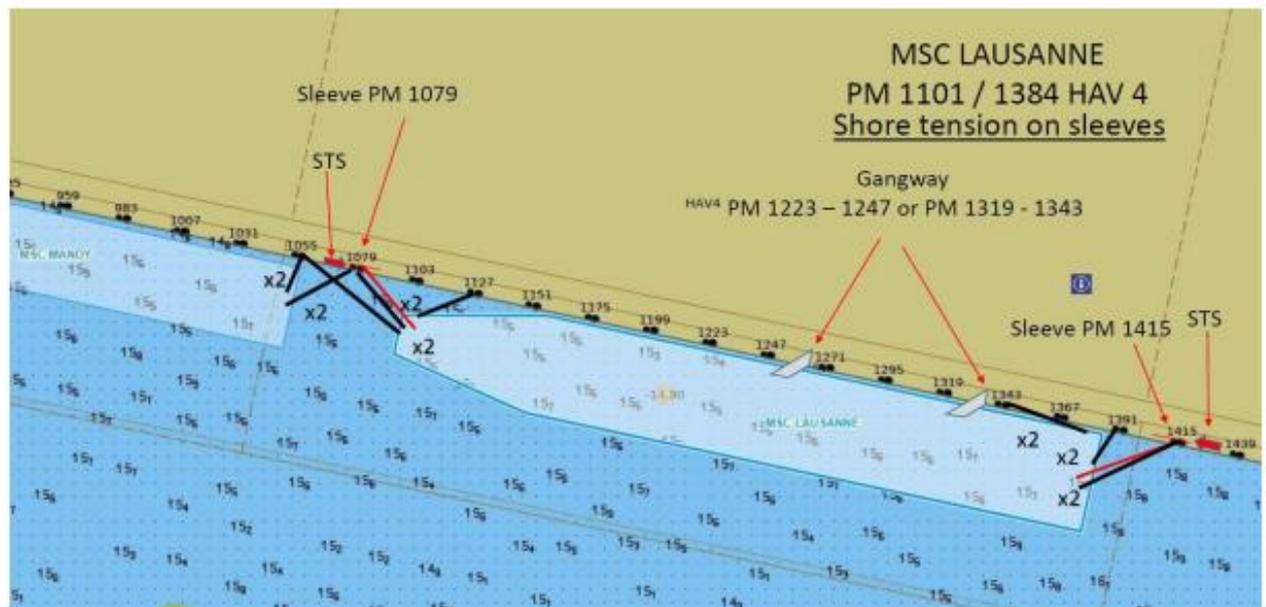
Bordée	09/09 15h00
--------	-------------

	Navire AR	STS AR LH 01	Sleeve AR	STS AV LH 02	Sleeve AV	Coupée
Pts métriques	1384	1415-1439	1415	1079-1055	1079	1319/1343

Conditions météorologiques :



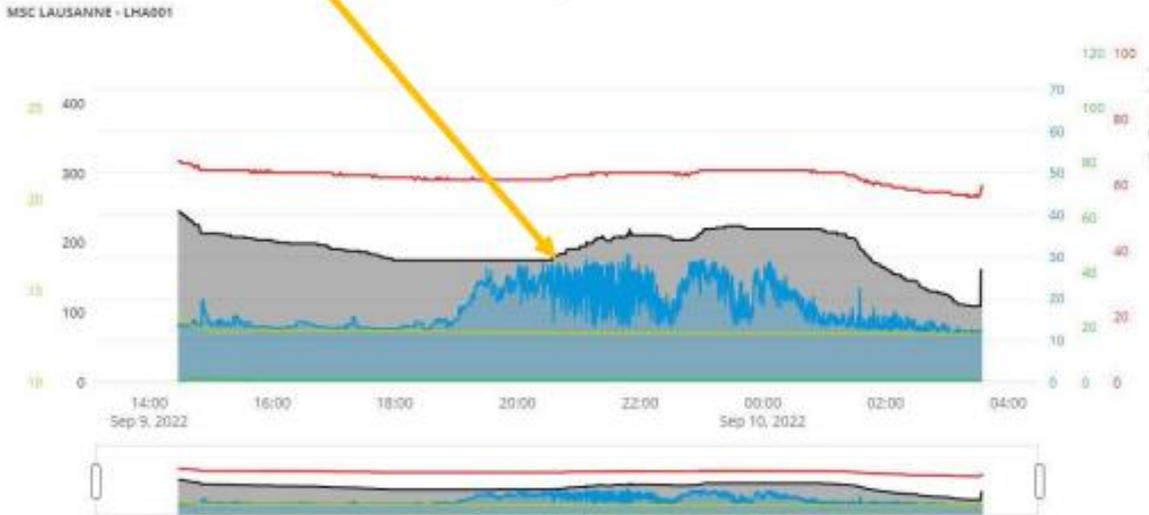
Plan d'amarrage :



Enregistrements STS Escale du MSC LAUSANNE

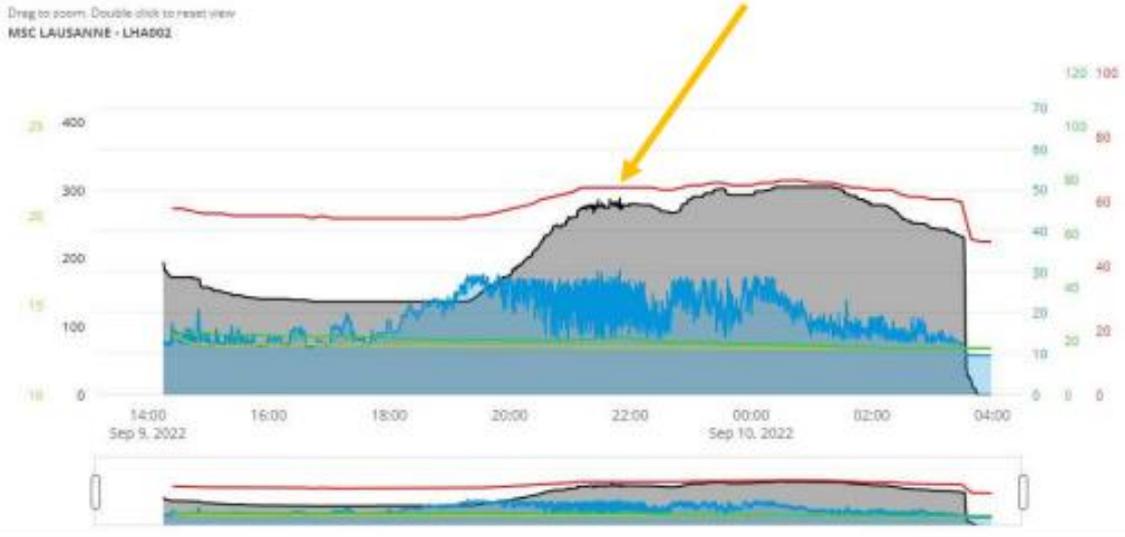
Vérin Arrière LH001 (Courbe en noire : Course du vérin / Courbe bleue : Tension appliquée au vérin).

Vent > 20 nds et > 35nds en rafales
Amarrage du navire non surveillé.



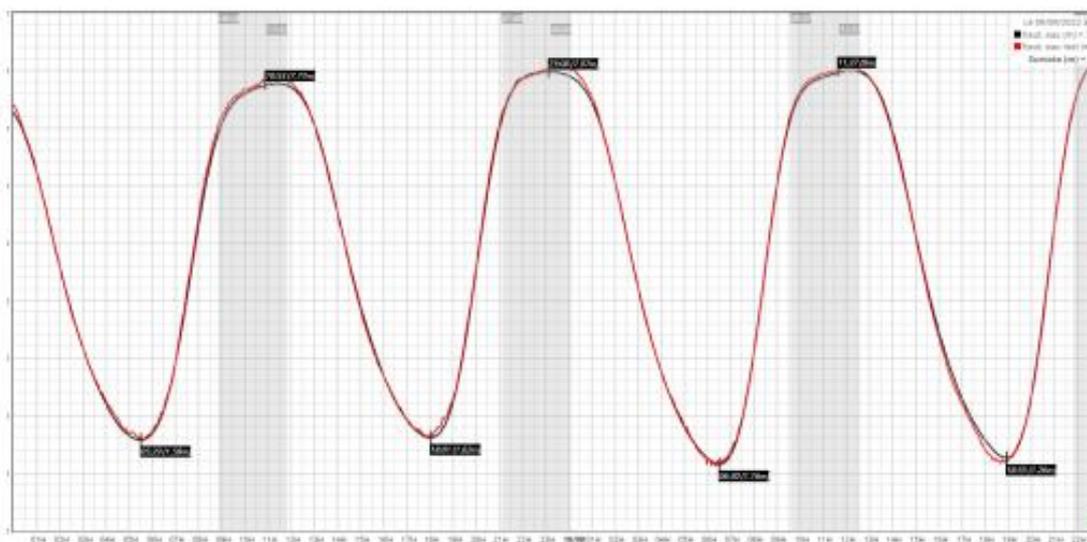
Vérin Avant LH002 : (Courbe en noire : Course du vérin / Courbe bleue : Tension appliquée au vérin).

La course du vérin retient le navire à quai.



Marées :

Date	Heure	Hauteur	Coeff.
Ven. 09	05h28	1,58m	
	10h53	7,77m	86
	18h01	1,62m	
	23h08	7,97m	93
Sam. 10	06h30	1,16m	
	11h37	8,00m	98
	18h55	1,26m	
	23h51	8,16m	102



Enquête de satisfaction :

SHORE TENSION SATISFY ENQUIRY



HAROPAPORT is testing SHORE TENSION equipement 1st year

*During your call, your ship mooring lines were completed
by 2 Shore Tension Systems*

We require your feed back

YES NO

1. *Have you heard about STS before your call in Le Havre ?*

Comments : Agent informed us about it.

2. *Have you been informed before your arrival about the use of Shore Tension installations during your call ?*

Comments :

3. *Did you receive the flyer notification ?*

Comments : Thru email

4. *Do you think flyer explanations were enough clear ?*

Comments :

5. *Did you have any difficulties with the Shore Tension installations for berthing or unberthing ?
Which one ?*

Comments :

6. *Do you think that Shore Tension were efficient during your call in Le Havre ?*

Comments :

7. *Do you think STS improve mooring safety conditions in the port of Le Havre ?*

Comments :

In addition, HAROPAPORT is studying the electricity supply of ships from the quays.

8. *Is your ship equipped for Onshore Power Supply (OPS) ?*

if yes : What is the distance between the bow and the AMP cable ?

Thank you very much for your answers.



Annexe 11 : Restitution de l'enquête de satisfaction

4. *Do you think flyer explanations were enough clear ?*

9 réponses positives contre 2 réponses négatives.



5. *Did you have any difficulties with the Shore Tension Installations for berthing or unberthing ? Which one ?*

3 réponses positives contre 8 réponses négatives.

Le Commandant du Cma-Cgm Bleriot a souligné que la mise en place des STS ne devait absolument pas modifier l'amarrage habituel.

Lors de l'appareillage du Cma-Cgm Bougainville, la garde dyneema s'est prise dans la patte de l'ancre générant 15 minutes de retard.

Le Commandant du Cma-Cgm Trocadero a jugé la mise en place trop longue (parmi les premières mises en place des STS).



6. *Do you think that Shore Tension were efficient during your call in Le Havre ?*

10 réponses positives contre 1 réponse négative.

Une seule réponse négative: le Commandant du CC Trocadero précise qu'il ne voit pas de différence avec ou sans STS.

Le Commandant du Seamax Greenwich pense que les STS sont plus efficaces en amarres de bout pour les vents décostants.



7. *Do you think STS improve mooring safety conditions in the port of Le Havre?*

10 réponses positives contre 1 réponse négative.

Une seule réponse négative: le Commandant du CC Trocadero précise que son navire est suffisamment bien équipé pour se passer de STS.



SHORE TENSION SATISFY ENQUIRY

1. *Have you heard about STS before your call in Le Havre ?*

8 réponses positives contre 3 réponses négatives

Les capitaines et les bords précisent avoir vu le système à Rotterdam.



2. *Have you been informed before your arrival about the use of Shore Tension Installations during your call ?*

9 réponses positives contre 2 réponses négatives.

Les réponses négatives correspondent à des agents qui n'ont pas informé le bord.



3. *Did you receive the flyer notification ?*

9 réponses positives contre 2 réponses négatives.

Les deux réponses négatives correspondent à des agents qui n'ont pas relayé le flyer vers le bord. Il s'agit des mêmes navires que la question n° 2.

