

DIPLOME D'ELEVE OFFICIER DE 1<sup>re</sup> CLASSE DE LA MARINE MARCHANDE

## ANGLAIS

(Durée : 2 heures)

1<sup>re</sup> QUESTION (valeur = 6)**Translate into French.**

## HIGH-EFFICIENCY WASTE HEAT RECOVERY IN SERVICE

A new series of post-panamax containerships powered by Wärtsilä RT-flex common-rail low-speed engines is leading the way in both fuel economy and low exhaust emissions by using high-efficiency Waste Heat Recovery (WHR) plants. Each system comprises a steam turbine, a power turbine, two gearboxes and a generator, all on a combined baseframe. The first such system was installed on a 7000 TEU container ship nearly two years ago. It followed the well-established concept of using the exhaust gases from the main engine to generate steam for a turbine-driven generator. However a number of steps were taken to increase the quantity of recoverable energy. One of the most noteworthy changes was to adapt the engine so that it could run on lower air intake temperatures. In this way it becomes possible to draw intake air from outside (ambient air) rather than from the ship's engine room. As a result about 10% of the engine's exhaust gas flow can be branched off to drive a power turbine.

Exhaust gases pass through an exhaust-gas economiser and the resulting superheated steam is used in a 6 MW turbogenerator set, which incorporates both a multi-stage steam turbine and an exhaust gas power turbine. The electricity generated is supplied to the vessel's main switchboard and used in both a shaft motor/generator that assists in ship propulsion and for powering shipboard services.

2<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 4)

**Find ONE suitable word to fill each of the numbered blanks. Write the numbers and the associated words on the separate answer sheet.**

Slow speed diesel engines are usually connected directly to the engine. In order to go from (1)..... to astern we must first (2)..... the engine then reverse it. Vessels that need to be highly manoeuvrable are equipped with controllable (3)..... propellers. This type of propeller is fitted with adjustable (4)..... . By changing the angle of the (4)..... the speed of the vessel can be altered and the sailing direction can even be altered from (1)..... to astern.

(5)..... water is produced from salt water by a(n) (6)..... . A liquid containing a reasonable amount of heat is admitted to a chamber at a (7)..... pressure. The liquid immediately changes into steam without boiling taking place. This steam is then condensed. The concentrated sea water, called (8)....., remaining at the end of the process is drawn off by a pump.

In a (9)..... pump liquid enters the centre of the pump. The (10)..... rotating inside the stationary (11)..... creates a (9)..... force that will discharge the liquid at high (12)..... through the discharge line.

*Tournez la page SVP*

### 3<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 4)

**On the separate answer sheet, finish each of the incomplete sentences in such a way that it means the same as the sentence printed before it.**

1. I don't have enough money to buy a car.  
If I had .....
2. First I will pass my exams, and then I will go to sea.  
After I .....
3. The book is better than the film.  
The film is not as .....
4. Let's go to the restaurant tonight !  
Shall .....
5. Swimming is the sport I like the most.  
Swimming is my .....
6. He never cooks.  
He is not used .....
7. The lifeguard saved me from drowning.  
I .....
8. This exercise is full of mistakes.  
There .....

### 4<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 6)

**Write about 150 words in English on the following subject:**

Marine diesel engine lubrication.

Nota :

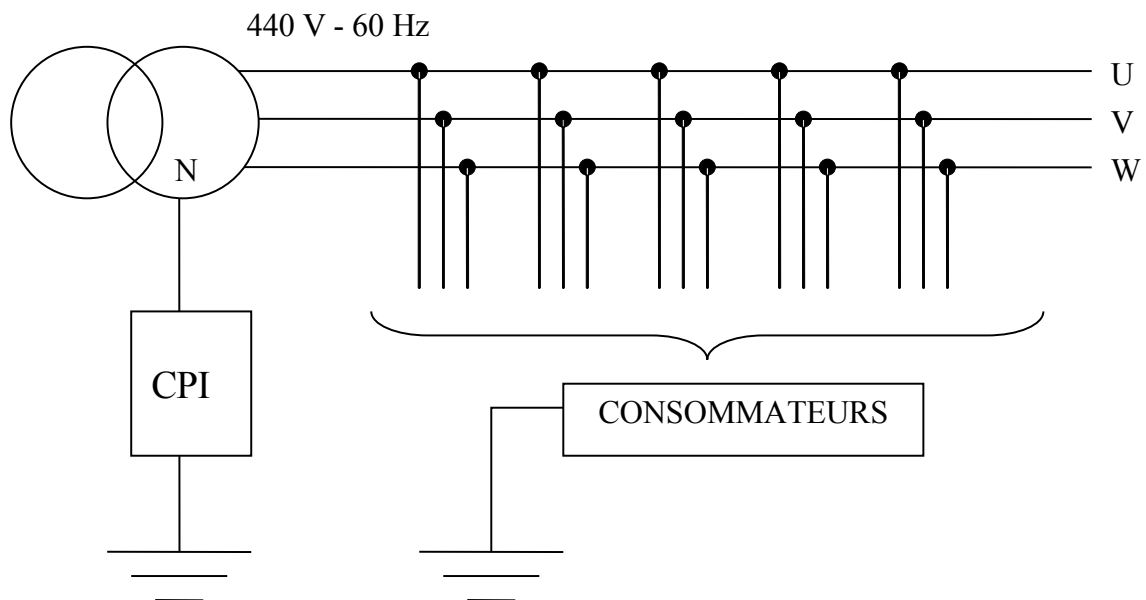
1. *L'usage d'un dictionnaire entièrement rédigé en anglais est seul autorisé.*
2. *Délits de fraude : "Tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle d'examen et risque l'exclusion temporaire ou définitive de toute école et d'une ou plusieurs sessions d'examens sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours publics".*

**ELECTROTECHNIQUE ET ELECTRONIQUE**  
**(Durée : 3 heures)**

**1<sup>re</sup> QUESTION (valeur = 6)**

**Distribution électrique.**

Le schéma ci-dessous représente le principe d'une distribution électrique en 440 V à bord d'un navire. Ce réseau est équipé d'un contrôleur permanent d'isolement (CPI) à injection de courant continu, branché comme indiqué sur le schéma.

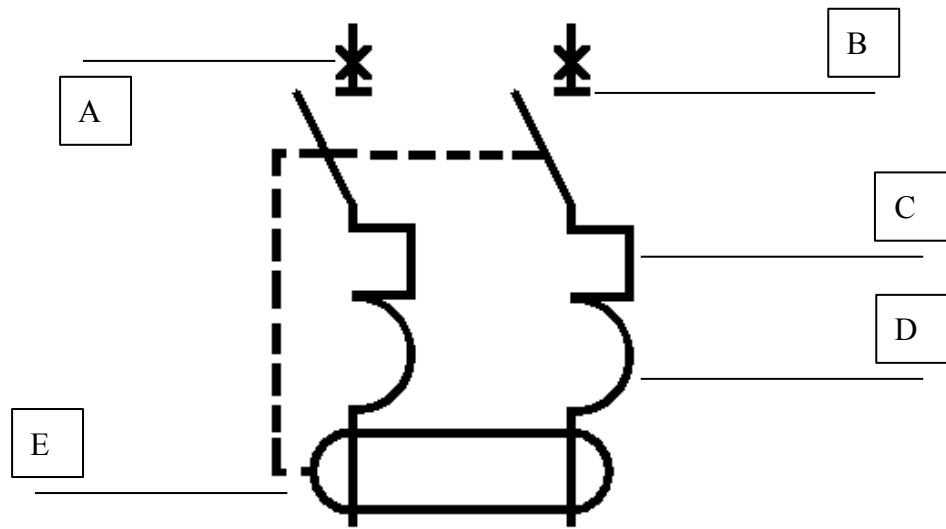


1. Indiquer le type de schéma de liaison à la terre (SLT) utilisé en justifiant votre réponse.
2. Présenter le rôle et le fonctionnement du CPI.
3. Présenter le fonctionnement du SLT lorsqu'un premier défaut d'isolement affecte un consommateur. Préciser la méthode de localisation du défaut.
4. Présenter le fonctionnement du SLT lorsqu'un deuxième défaut d'isolement intervient.

**2° QUESTION (valeur = 6)**

**Appareillage électrique.**

Sur un appareil électrique du bord, vous apercevez le symbole suivant :

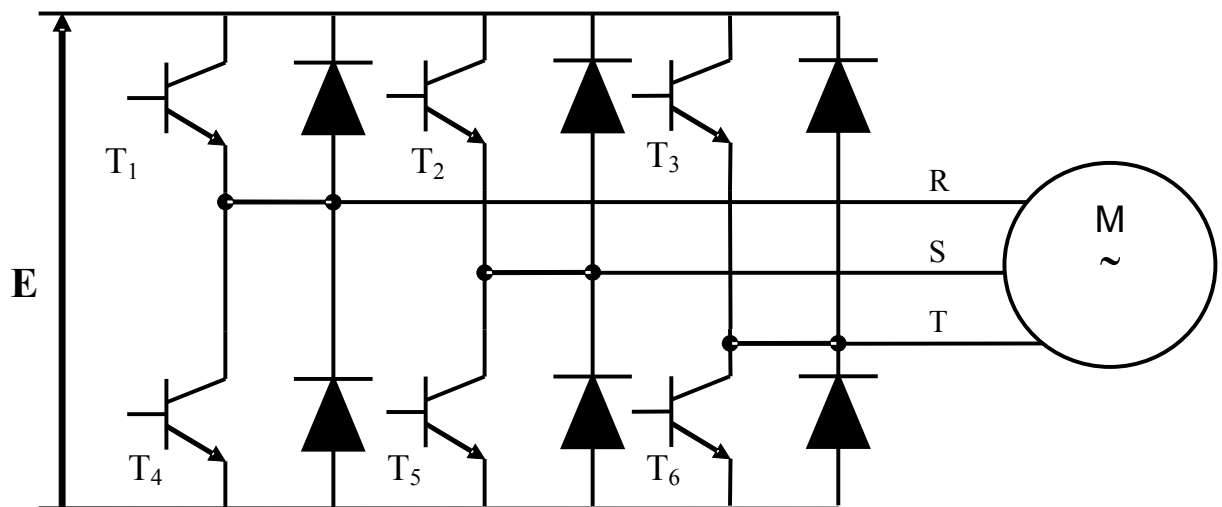


1. Donner le nom et la fonction de cet appareil.
2. Expliquer le rôle et le fonctionnement des éléments repérés par les lettres A, B, C, D et E

**3° QUESTION (valeur = 8)**

**Variateur de vitesse pour moteur asynchrone triphasé.**

1. On donne sur la figure ci-dessous le schéma de principe d'un onduleur de tension triphasée alimentant un moteur asynchrone.



$E$  représente une tension continue réglable,  $f$  est la fréquence réglable de l'onduleur et  $\omega$  la pulsation correspondante.

On commande de façon périodique, à la pulsation  $\omega$  :

- le transistor  $T_1$  lorsque  $\omega t = 0^\circ$  puis  $360^\circ$ , etc. ;
- le transistor  $T_4$  lorsque  $\omega t = 180^\circ$  puis  $540^\circ$ , etc. ;
- le transistor  $T_2$  avec un retard de  $120^\circ$  par rapport à la commande de  $T_1$  ;
- le transistor  $T_5$  avec un retard de  $120^\circ$  par rapport à la commande de  $T_4$  ;
- le transistor  $T_3$  avec un retard de  $240^\circ$  par rapport à la commande de  $T_1$  ;
- le transistor  $T_6$  avec un retard de  $240^\circ$  par rapport à la commande de  $T_4$ .

Les commandes de  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  entraînent respectivement l'arrêt de la commande de  $T_4$ ,  $T_5$  et  $T_6$  et réciproquement, à l'aide de dispositifs non représentés sur le schéma.

- 2.1. Tracer le graphe de conduction des six transistors pour  $\omega t$  compris entre  $0^\circ$  et  $540^\circ$ .
  - 2.2. A l'aide de celui-ci, construire les chronogrammes des tensions  $U_{RS}$ ,  $U_{ST}$  et  $U_{TR}$ .
  - 2.3. En supposant que la tension continue  $E$  appliquée à l'onduleur est de  $600\text{ V}$  et en négligeant toutes les pertes, calculer la valeur efficace de la tension appliquée entre les bornes du moteur.
  - 2.4. Expliquer succinctement le rôle des diodes.
  - 2.5. Présenter succinctement des composants de l'électronique de puissance qui peuvent remplacer les transistors.
2. La tension continue  $E$  est fournie par un redresseur en pont à six thyristors alimenté par un réseau triphasé délivrant une tension efficace de  $440\text{ V}$  entre phase.
    - 2.1. Représenter le schéma de principe de ce redresseur.
    - 2.2. Sur la feuille jointe en annexe (à rendre avec la copie) :
      - représenter les périodes de conduction des thyristors sachant qu'on les commande avec un angle de retard à l'amorçage  $\alpha = 0^\circ$  (on rappelle que  $\alpha$  se compte à partir du point où le thyristor peut conduire);
      - tracer la valeur instantanée de la tension en sortie de ce redresseur pour  $\alpha = 0^\circ$ .
3.  $V$  étant la tension efficace d'alimentation du moteur et  $f$  sa fréquence, préciser l'intérêt de conserver le rapport  $\frac{V}{f}$  constant, puis justifier l'emploi du redresseur en pont à six thyristors et de l'onduleur dans le variateur de vitesse présenté.
  4. Donner les autres montages (de l'électronique de puissance) pouvant remplacer l'association du redresseur commandé et de l'onduleur décrits par les questions 1 et 2.

Nota :

1. *Aucun document n'est autorisé.*
2. *Délits de fraude : "Tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle d'examen et risque l'exclusion temporaire ou définitive de toute école et d'une ou plusieurs sessions d'examens sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours publics".*

NOM DU CENTRE :

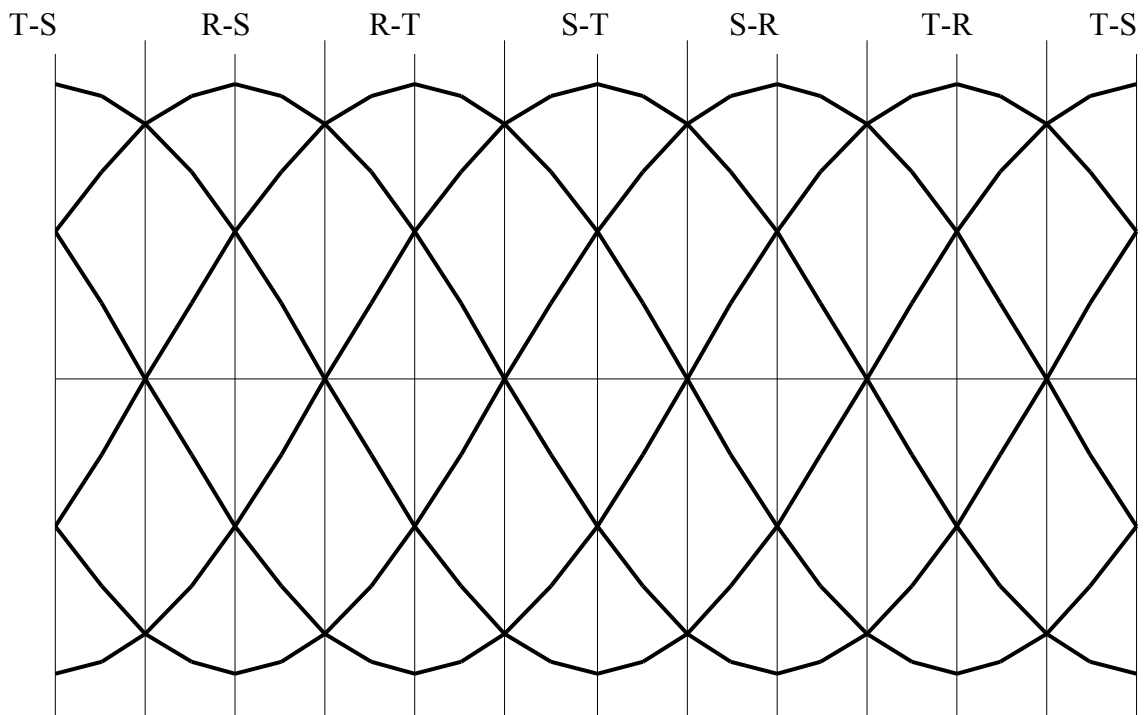
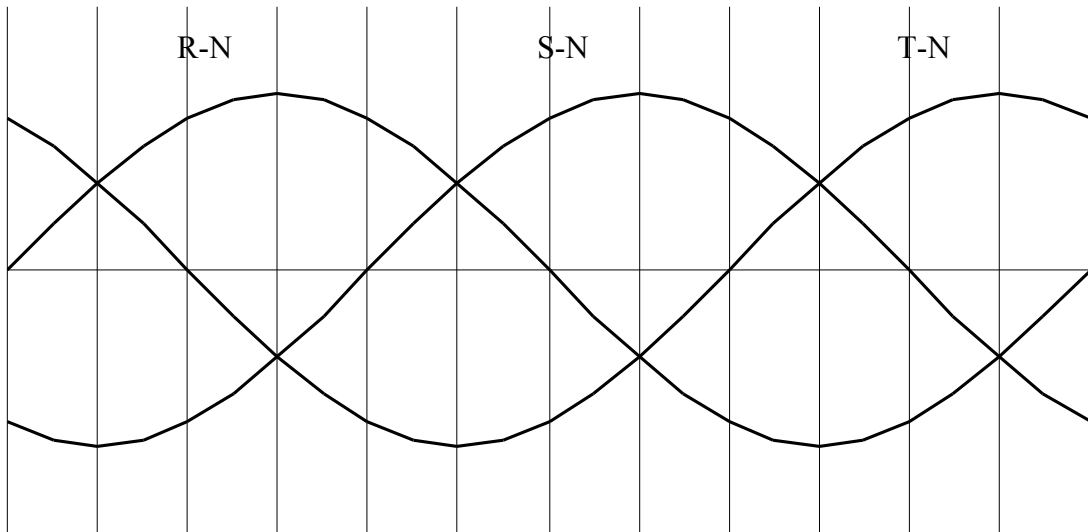
(à rendre avec la copie)

NUMERO  
DUCANDIDAT :

NE RIEN INSCRIRE AU-DESSUS DE CETTE LIGNE.

---

### ANNEXE





**DIPLOME D'ÉLÈVE OFFICIER DE 1<sup>re</sup> CLASSE DE LA MARINE MARCHANDE****STATIQUE DU NAVIRE****(Durée : 2 heures)**

Les trois questions peuvent être traitées indépendamment, mais la 2<sup>e</sup> question est la suite chronologique de la 1<sup>re</sup> question.

Le sujet comprend l'énoncé, un rappel des notations et une annexe.

Les éléments nécessaires aux calculs figurent en annexe.

**1<sup>re</sup> QUESTION (valeur = 5)****Calculs de tirants d'eau et d'assiette**

Le navire, dont les documents figurent en annexe, est en opérations commerciales en eau de mer de densité 1,025.

La situation prévue en fin de chargement est la suivante.

- Déplacement :  $P = 20902,0$  t.

- Position du centre de gravité :

$LCG = 85,00$  m ;  $KG = 8,90$  m ;  $TCG = 0,00$  m.

- Moment total des pertes de stabilité par carènes liquides :  $FSM = 2000$  t.m ;

1. Calculer pour la fin de chargement :

1.1. la gîte ;

1.2. les tirants d'eau sur les perpendiculaires avant et arrière ;

1.3. le moment pour changer la différence de 1 cm.

2. Calculer la distance sur laquelle il faudrait déplacer un poids de 40,0 tonnes pour avoir une assiette de  $+ 0,35^\circ$ . Préciser le sens dans lequel il faudrait effectuer ce transfert.

**2<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 8)****Pesée du navire - Correction de gîte par transfert solide**

A la fin du chargement, on veut comparer la situation réelle du navire (déplacement et stabilité transversale) avec celle qui avait été prévue initialement à la 1<sup>re</sup> question.

En fin de chargement (en eau de mer de densité 1,025), la gîte mesurée est de  $1,9^\circ$  à tribord, et les tirants d'eau sur perpendiculaires sont :

$TAV = 6,80$  m ;

$TM = 7,25$  m ;

$TAR = 7,70$  m.

1. Calculer le déplacement réel du navire.

2. En prenant les valeurs  $KG = 8,90$  m et  $FSM = 2000$  t.m de la 1<sup>re</sup> question, et à partir des tirants d'eau indiqués ci-dessus, calculer la valeur correspondante du module de stabilité initiale transversale corrigé des carènes liquides.
3. On envisage ensuite de redresser le navire par déplacement de poids solides.  
Calculer le moment du transfert qui serait nécessaire pour annuler la gîte. Préciser vers quel bord doit se faire ce transfert.
4. Par la suite, on parvient en réalité à annuler la gîte grâce à un transfert de poids solides équivalent à un moment transversal de 240 t.m.
  - 4.1. Calculer le véritable module de stabilité initiale transversale corrigé des carènes liquides.
  - 4.2. Comparer le module de stabilité initiale transversale réel calculé en 4 au module de stabilité théorique calculé en 3. Citer les deux paramètres pouvant être à l'origine de cet écart.

### 3<sup>e</sup> QUESTION (valeur = 7)

#### Escale en eau douce

Le navire est en escale dans un port en eau douce ( $d = 1,000$ ). Il est en assiette nulle, avec  $3,0^\circ$  de gîte à bâbord, et un tirant d'eau arrière de 8,00 m.

Les pertes de stabilité par carènes liquides sont évaluées à 1000 t.m.

La hauteur métacentrique initiale corrigée des carènes liquides est de 0,50 m.

1. Calculer :
  - 1.1. le déplacement du navire.
  - 1.2. les coordonnées du centre de gravité du navire (non corrigées des carènes liquides).
2. Deux ballasts parallélépipédiques initialement vides, disposés symétriquement l'un à bâbord, l'autre à tribord, ont les caractéristiques suivantes :
 

Largeur = 6,00 m ;	longueur = 8,00 m ;	hauteur = 2,00 m ;
Centre de volume de chaque ballast :		
LCg = 50,00 m ;		
Kg = 3,50 m ;		
TCg = + 8,50 m pour l'un et TCg = - 8,50 m pour l'autre.		

On veut redresser le navire par ballastage et on décide pour cela de remplir seulement un des deux ballasts. Pour l'ensemble du problème, on prendra le centre de volume du ballast comme centre de gravité du volume d'eau embarqué.

- 2.1. Calculer le volume d'eau douce à embarquer pour annuler la gîte. Préciser quel ballast il faut remplir.
- 2.2. Déterminer les nouvelles coordonnées du centre de gravité du navire après ballastage : LCG', TCG' et KG'corr (valeur corrigée des carènes liquides).

#### Nota :

1. *Aucun document n'est autorisé.*
2. *Délits de fraude : "Tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle d'examen et risque l'exclusion temporaire ou définitive de toute école et d'une ou plusieurs sessions d'examens sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours publics".*

AIDE-MÉMOIRE « NOTATIONS ».

P	Déplacement du navire en tonnes.
TE	Tirant d'eau, en mètres. Tirant d'eau au centre de gravité de la surface de flottaison.
TAV	Tirant d'eau sur la perpendiculaire avant.
TM	Tirant d'eau sur la perpendiculaire milieu.
TAR	Tirant d'eau sur la perpendiculaire arrière.
LCB	Position longitudinale du centre de carène par rapport à la perpendiculaire arrière.
LCG	Position longitudinale du centre de gravité du navire par rapport à la perpendiculaire arrière.
LCF	Position longitudinale du centre de gravité de la surface de flottaison par rapport à la perpendiculaire arrière.
LCg	Position longitudinale du centre de gravité d'une masse par rapport à la perpendiculaire arrière.
VCG, KG	Position verticale du centre de gravité du navire par rapport à la ligne d'eau 0H.
VCB, KB	Position verticale du centre de carène par rapport à la ligne d'eau 0H.
VCg	Position verticale du centre de gravité d'une masse par rapport à la ligne d'eau 0H.
TCG	Position transversale du centre de gravité du navire par rapport au plan longitudinal milieu. Positif à tribord.
TCg	Position transversale du centre de gravité d'une masse par rapport au plan longitudinal milieu. Positif à tribord.
KMT, KMt	Distance verticale du métacentre initial transversal par rapport à la ligne d'eau 0H.
KML	Distance verticale du métacentre initial longitudinal par rapport à la ligne d'eau 0H.
I	Moment quadratique de la surface libre, exprimé en m <sup>4</sup> .
FSM	Moment des pertes de stabilité par carène liquide, exprimé en t.m.
MTC	Moment pour changer la différence de 1 cm.

ANNEXE – EXTRAIT DES DOCUMENTS DU NAVIRE

CARACTÉRISTIQUES DU NAVIRE

Longueur entre perpendiculaires	165,0 m
Largeur hors tout	25,80 m

TABLES HYDROSTATIQUES (navire sans différence)

eau de mer de densité 1,025.

TE (m)	P (t)	LCB (m)	KB (m)	KML (m)	KMt (m)	LCF (m)
6,5	18729,0	86,386	3,361	260,791	9,555	84,455
6,6	19038,2	86,355	3,412	257,441	9,521	84,392
6,7	19347,7	86,323	3,464	254,214	9,489	84,329
6,8	19657,7	86,291	3,516	251,088	9,460	84,265
6,9	19968,0	86,259	3,567	248,081	9,434	84,200
7,0	20278,9	86,226	3,619	245,181	9,409	84,133
7,1	20590,2	86,194	3,670	242,602	9,388	84,057
7,2	20902,0	86,161	3,722	240,211	9,369	83,975
7,3	21214,4	86,129	3,774	237,939	9,352	83,888
7,4	21527,5	86,096	3,826	235,786	9,337	83,797
7,5	21841,1	86,062	3,878	233,749	9,324	83,701
7,6	22155,4	86,028	3,929	231,826	9,313	83,603
7,7	22470,3	85,993	3,981	230,013	9,304	83,497
7,8	22785,9	85,957	4,033	228,310	9,298	83,388
7,9	23102,3	85,921	4,085	226,717	9,293	83,272
8,0	23422,1	85,864	4,138	226,036	9,291	83,070
8,1	23740,3	85,825	4,191	224,911	9,290	82,922
8,2	24059,4	85,785	4,242	223,795	9,290	82,778
8,3	24379,4	85,745	4,295	222,684	9,293	82,637
8,4	24700,3	85,703	4,347	221,585	9,297	82,498
8,5	25022,5	85,662	4,399	220,498	9,301	82,361