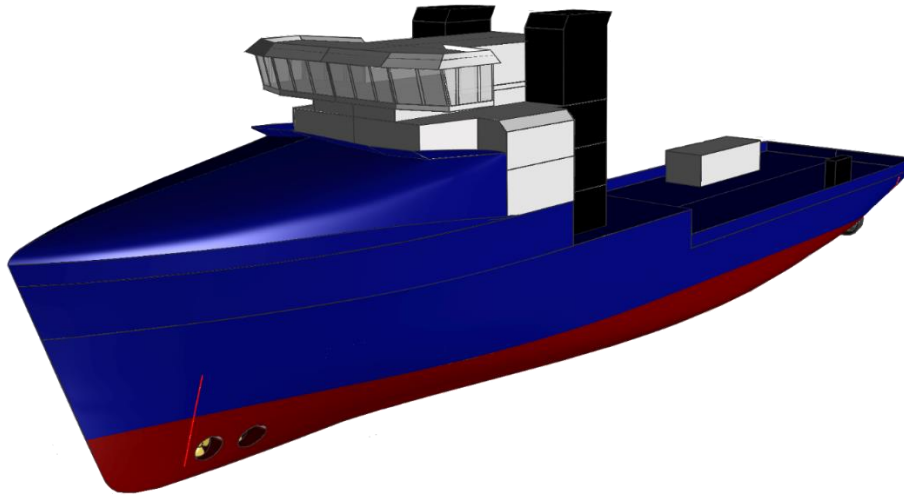


Épreuve Synthèse de programme, 248-609-QM



Devis de conception du
STARWAY



Travail présenté au
Département de technologie de l'architecture navale



Technologie de
l'architecture navale

Travail effectué par
Gabriel Fontaine



**INSTITUT MARITIME
DU QUÉBEC**
École nationale

Rimouski, Mai 2022

Avis aux lecteurs :

1. Le présent document a été produit pour répondre à des exigences pédagogiques dans le cadre du cours *Épreuve synthèse de programme* (248-609-QM), qui a comme principal objectif de permettre à l'élève de lier l'ensemble des compétences développées à l'intérieur des cours du programme Technologie de l'architecture navale.
2. Les logiciels utilisés pour la réalisation de ce devis de conception sont : AutoCad 2021, Delfship et la Suite Office.
3. La signification des acronymes utilisés dans le texte est la suivante :
 - ✓ TC – Transport Canada
 - ✓ ABS – American Bureau of Shipping
4. La conception du Starway respecte les normes d'ABS, plus précisément *Rules for building and classing vessels* et *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters in length*.
5. Les prises d'eau de mer présentées sur le plan d'*Arrangement Salle des Machines* (MA-2022-001) n'ont pas été représentées dans les documents suivants :
 - ✓ *Plan de Capacité* (AM-2022-007) – L'ajout des prises d'eau de mer dans ce plan viendrait modifier la capacité de port en lourd et l'échelle de déplacement du navire.
 - ✓ *Calculs des jauges* (Page 6) – L'ajout des prises d'eau de mer dans ce calcul aurait diminué le volume utilisé dans le calcul de la jauge brute, tel que stipulé par le TP 13430 page 10-2.7.3.
 - ✓ *Livret de Stabilité* – L'ajout des prises d'eau de mer dans le livret viendrait modifier les hydrostatiques du navire et le compartimentage des réservoirs de ballast TK-BA-06 et TK-BA-05 serait modifié.

Avant-propos du projet :

Dans le cadre du cours de *Technologie en architecture navale*, nous avons eu comme objectif de produire, comme projet de synthèse, l'ensemble des plans nécessaires à la création d'un navire, le mien étant le *Starway*.

Ce présent document est donc le devis de conception de ce projet, dont la présentation de la totalité du contenu respecte les normes du Protocole de présentation des travaux du département.

La rédaction de ce devis fut réalisée au travers des 4 années du programme. Il rassemble l'intégralité des plans, des calculs et des documents reliés au projet synthèse. On y présente aussi les divers documents de référence ayant été utilisés pour la réalisation de ce projet.

Ce document présente donc la conclusion de ma formation en *Technologie de l'architecture navale*, que j'ai débutée le 16 août 2018.

Table des matières :

Mission

Caractéristiques générales

Section I – Plans généraux

Section II – Plans de structure

Section III – Plans de mécanique

Section IV – Stabilité du navire

Section V – Calculs réglementaires

Section VI – Navires de référence

Conclusion

Médiagraphie

Mission :

Le *Starway* est un navire d'assistance utilisé principalement comme baliseur, mais aussi comme navire de récupération de pollution pétrolière. Le *Starway* est donc un navire d'une longueur de 82,50 mètres, d'une largeur de 16,50 mètres et d'un tirant d'eau de conception de 4.00 mètres.

Ce bâtiment naval a une autonomie de 5,55 jours lui permettant de voyager au long cours, et ce, en zone côtière et en haute mer. Son port d'attache sera celui de Québec et donc, conséquemment, son pavillon sera canadien.

Les accommodations présentes sur ce navire peuvent accueillir 62 personnes, soit 42 membres d'équipage et 20 membres clients. La méthode de propulsion principale favorisée pour ce navire sera une propulsion azimuthale alimentée par une motorisation diesel-électrique, et sa propulsion secondaire sera sous forme de 2 propulseurs d'étraves. La capacité de port en lourd du *Starway* est de 969,94 tonnes au tirant d'eau de conception et de 1031,91 tonnes au maximum. Le *Starway* sera aussi conçu selon la classification du American Bureau of Shipping.

Depuis ma découverte des navires de styles "X-Bow" développés par les pays scandinaves, j'ai toujours été attiré vers eux. Le *Starway* prend donc de nombreuses particularités esthétiques de ces navires. Le *Starway* porte son nom en partie pour commémorer comment les premiers navigateurs se dirigeaient à l'aide des étoiles, mais aussi puisque sa fonction primaire est de baliser les voies maritimes navigables.

Caractéristiques générales :

Jauge brute :	2468,96
Jauge nette :	740,69
Port en lourd (design) :	969,94 t
Port en lourd (maximal) :	1031,91 t
Longueur hors tout (LHT) :	82,50 m
Longueur entre perpendiculaires (LEP) :	79,44 m
Largeur :	16,50 m
Creux sur quille :	6,80 m
Tirant d'eau :	4,00 m
Port d'attache :	Québec
Pavillon :	Canadien
Type :	Navire d'assistance
Zone de navigation :	Voyage au long cours
Société de classification:	American Bureau of Shipping
Moteurs :	3x Wartsila 8L20 @ 1710 KVA 2x Wartsila 4L20 @ 860 KVA
Vitesse :	13,7 nœuds
Consommation de carburant à la vitesse de service :	4520 litres/hr.
Autonomie :	5,55 jours

Section I : - Plans généraux

Table des matières :

Généralités :

Table des plans :

Arrangement général	AM-2022-001
Plan des formes	AM-2022-002
Protection structurale contre les incendies	AM-2022-006
Plan de capacité	AM-2022-007
Plan d'attinage	AM-2022-008
Tronçonnage	AM-2022-009
Conclusions :	1-2

Généralités :

1. La conception de l'arrangement général de mon navire respecte les normes *Crew habitability on workboat* d'ABS.
2. Les dimensions des sabords de décharge ont été calculées en appliquant les normes du *Règlements sur les lignes de charge* de TC.
3. La conception du plan de *Protection structurale contre les incendies* (AM-2022-006) a été réalisée en accord avec les normes *TP 11469 (Guide sur la protection contre l'incendie à la construction)* et *SOLAS Chapitre II-2 "Construction – Fire protection, fire detection and fire extinction"*.
4. La conception du *Plan de capacité* (AM-2022-007) a été réalisée en accord avec la Convention internationale de 1966 sur les lignes de charge.
5. La position de la marque de franc-bord a été appliquée à un tirant d'eau de 4.00 m par souci de concordance avec les calculs d'échantillonnage de la structure (voir la conclusion #2 de cette section pour plus d'explication).
6. La conception du *Plan d'attinage* (AM-2022-008) a été réalisée avec la structure du double fond de la première boucle de conception.

Le placement de la structure du double fond ne concorde donc pas avec la deuxième boucle de conception des plans d'aménagement de la salle des machines et ne s'accorde pas non plus à la continuité du transfert des efforts structuraux entre le double fond et le deuxième concept du pont principal.

7. Les plans énumérés ci-dessous n'ont pas été ajoutés puisqu'ils n'étaient pas inclus à la liste des livrables insérée au plan de cours de l'épreuve synthèse de programme :
 - ✓ *Feux de navigation* (AM-2022-003)
 - ✓ *Équipements de sauvetage* (AM-2022-004)
 - ✓ *Équipement de lutte des incendies* (AM-2022-005)

Conclusions :

1. Je ne considère pas l'arrangement général de mon navire comme optimal. En fait, je constate un problème avec l'aménagement des divisions principales et des murs porteurs des accommodations. L'alignement structural de ces derniers ne concorde pas avec les éléments structuraux primaires du plan de *Pont et Profil* (CQ-2022-002). La transmission des efforts structuraux n'est donc pas assurée par la structure primaire du pont principal. Selon moi, deux solutions sont envisageables.

La première serait de modifier le positionnement des divisions et des murs porteurs des accommodations pour que ces derniers soient alignés avec la structure du pont principal, et ce en conservant la disposition générale des accommodations.

Une telle modification serait applicable sur l'arrangement du pont principal, du pont équipage et du pont des officiers. Il serait cependant difficile de modifier les divisions de la salle des opérations du pont client pour assurer l'alignement structural avec les ponts inférieurs et supérieurs.

Il est aussi à souligner que cette solution pourrait modifier certains volumes des locaux du navire, ce qui pourrait engendrer un non-respect de la norme *Crew habitability on workboat* d'ABS pour certains compartiments.

La deuxième solution consisterait à reconcevoir l'intégralité des accommodations en s'assurant d'aligner les divisions et les murs porteurs des accommodations en fonction de la structure primaire du pont principal.

Ces deux solutions apporteront plusieurs modifications aux plans et aux calculs.

- ✓ Tout d'abord, le plan de *Protection structurale contre les incendies* (AM-2022-006) devra être mis à jour pour que son arrangement concorde avec le nouvel arrangement général du navire.
- ✓ Ensuite, il faudrait recalculer la jauge nette et brute du navire ainsi que les calculs de la marque de franc-bord en modifiant les volumes des accommodations pour qu'il soit à jour. Ceci entraînera donc le besoin de mettre à jour le plan de capacité et de la marque de franc-bord.
- ✓ Dans l'éventualité où les limites extérieures des accommodations seront modifiées, l'aire du profil latéral du navire devra être mise à jour. Une telle modification nécessitera de mettre à jour le *Livret de Stabilité* ainsi que les calculs du *Plan d'attinage* (AM-2022-008) pour s'assurer que la modification du bras de force éolien soit prise en compte dans les calculs.

1/2

Par souci de concordance, une telle modification nécessitera une mise à jour du visuel des plans suivants : *Plan de capacité* (AM-2022-007) et *Tronçonnage* (AM-2022-009).

2. La marque de franc-bord utilisée dans le *Plan de Capacité* (AM-2022-007) ne permettra pas au navire de remplir ses obligations et d'être fonctionnel. Ceci est causé par le faible port en lourd du navire, soit 969,94 tonnes à un tirant d'eau de conception de 4,00 m.

Le carburant, l'eau douce, le système de réduction du roulis actif, l'équipage et leurs bagages s'additionnent à environ 792,53 tonnes, ce qui laisse peu de réserve de port en lourd pour les bouées et autre équipement spécifique aux travaux effectués par le navire, soit 177,41 tonnes.

Il est aussi à noter que l'estimation du navire léger (1790 tonnes) a été réalisée de façon grossière et empirique. On pourra donc s'attendre à une variation de $\pm 15\%$, soit $\pm 268,50$ tonnes. L'ajout de cargaison sous forme de bouée et/ou de conteneur serait donc possiblement difficile à concevoir.

Cependant, selon mes calculs de la marque de franc-bord, il serait possible de situer la marque de franc-bord à un tirant d'eau de 5,61 m en restant conforme au règlement. Une telle modification nous permettrait d'avoir un port en lourd de 2750,02 tonnes, ce qui permettrait l'ajout de 1957,49 tonnes d'équipements et de matériels, pour ainsi permettre à mon navire de répondre à sa mission première : la gestion de bouées.

Cette modification engendrera plusieurs mises à jour du concept présenté dans ce document.

- ✓ Tout d'abord, une telle modification du tirant d'eau de conception viendra modifier les paramètres utilisés dans les calculs d'échantillonnage de la structure. Il faudrait donc révéifier l'intégralité des calculs d'échantillonnage et mettre à jour les plans de structure du *Maître Couple* (CQ-2022-001) et du *Pont et Profil* (CQ-2022-002).
- ✓ Par la suite, l'augmentation du tirant d'eau aurait comme conséquence d'augmenter la surface immergée de la coque. Cette dernière aura pour effet d'augmenter à son tour la résistance frictionnelle à l'avancement de la coque. Pour s'assurer de la faisabilité du projet, il faudrait donc procéder à une autre estimation de la poussée nécessaire à l'avancement, et ce, pour vérifier que la propulsion utilisée dans le premier concept nous permettrait toujours d'atteindre la vitesse déterminée dans le premier concept.

Section II : - Plans de structure

Table des matières :

Généralités :

Table des plans :

Maître couple CQ-2022-001

Profil et pont CQ-2022-002

Plan de superstructure CQ-2022-008

Conclusions : 1-3

Généralités :

1. La conception de la structure de mon navire respecte la partie 3 du règlement d'ABS : *Rules for building and classing vessels* et *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters in length*.
2. Le *plan du gouvernail* (CQ-2022-007) n'est pas présent puisque notre navire s'oriente à l'aide de deux propulseurs azimutaux capables d'une rotation de 360°.
3. Le plan du *Maître Couple* (CQ-2022-001) et le plan de *Pont et Profil* (CQ-2022-002) ont fait partie de la deuxième boucle de conception.
4. Le processus de création des plans *Maître Couple* (CQ-2022-001) et *Pont et Profil* (CQ-2022-002) fait en sorte qu'un problème de concordance est présent au niveau de la position de la structure primaire et secondaire.
5. L'intégralité des calculs d'échantillonnages effectués pour la réalisation des plans de cette section se trouve à la *Section V – Calculs réglementaires*.
6. Les plans énumérés ci-dessous n'ont pas été ajoutés puisqu'ils n'étaient pas inclus à la liste des livrables insérée au plan de cours de l'épreuve synthèse de programme :
 - ✓ *Cloison* (CQ-2022-003)
 - ✓ *Double-fond* (CQ-2022-004)
 - ✓ *Charpente avant* (CQ-2022-005)
 - ✓ *Charpente arrière* (CQ-2022-006)
 - ✓ *Plan du gouvernail* (CQ-2022-007)

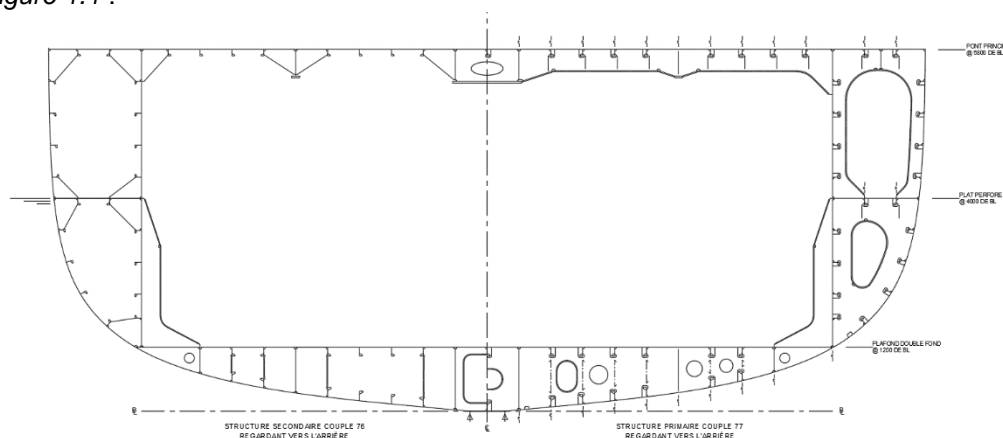
Conclusions :

1. Lors de la conception du plan de *Maître couple* (CQ-2022-001), j'ai décidé d'utiliser une méthode de construction mixte, soit longitudinale au pont principal et au double fond, et transversale au bordé de muraille.

Même si ce type de construction est concevable, il n'en est pas moins complexe. En effet, l'utilisation d'une construction transversale au bordé de muraille complexifie grandement la construction et la préparation des raidisseurs constituant le bordé de muraille. Cette complexité est engendrée par le fait que la forme de la coque n'est pas parallépipédique et donc qu'aucun couple n'a la même forme.

Pour simplifier la construction de la coque, l'utilisation d'une méthode de construction longitudinale pour le bordé de muraille nous permettrait de faciliter la construction de cette dernière, tel que présentée ci-dessous (Figure 1.1) Cette méthode de construction a cependant un inconvénient. La présence des lisses dans les réservoirs de ballasts latéraux n'est pas idéale pour l'écoulement de l'eau. Il faudrait donc pratiquer des trous d'évidement dans les lisses.

Figure 1.1 :



On peut voir dans la figure ci-dessus une conceptualisation d'une construction longitudinale pure. Cependant, pour s'assurer de la conformité réglementaire de la structure de ce type de construction, il faudrait faire une nouvelle boucle de conception et revoir notamment :

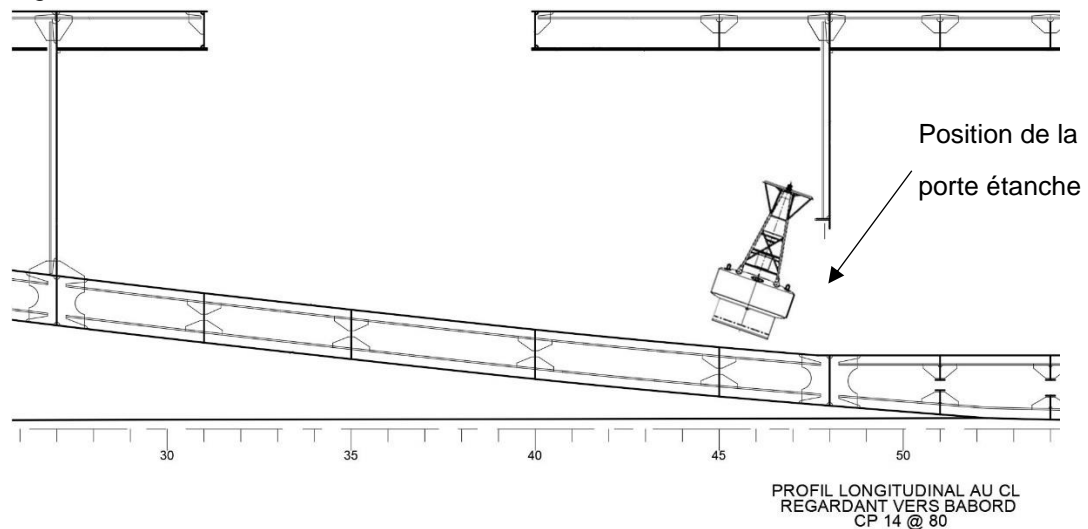
- ✓ Les calculs d'échantillonnage de la structure du bordé de muraille et de la cloison des réservoirs de ballasts. Les éléments présents dans ces derniers nécessiteront, entre autres, des mises à jour des hauteurs et des portées utilisées dans leurs calculs d'échantillonnage.
- ✓ L'augmentation de la hauteur d'âme de certains montants porques et de certaines membrures porques pour compenser le passage des lisses dans la structure primaire.
- ✓ Réviser l'ensemble des goussets puisque ces derniers passeront de majoritairement transversaux à majoritairement horizontaux.

1/3

2. Lors de la conception du plan de *Pont et Profil* (CQ-2022-002), une erreur majeure a été faite. En effet, la forme de la cale à bouée est illogique.

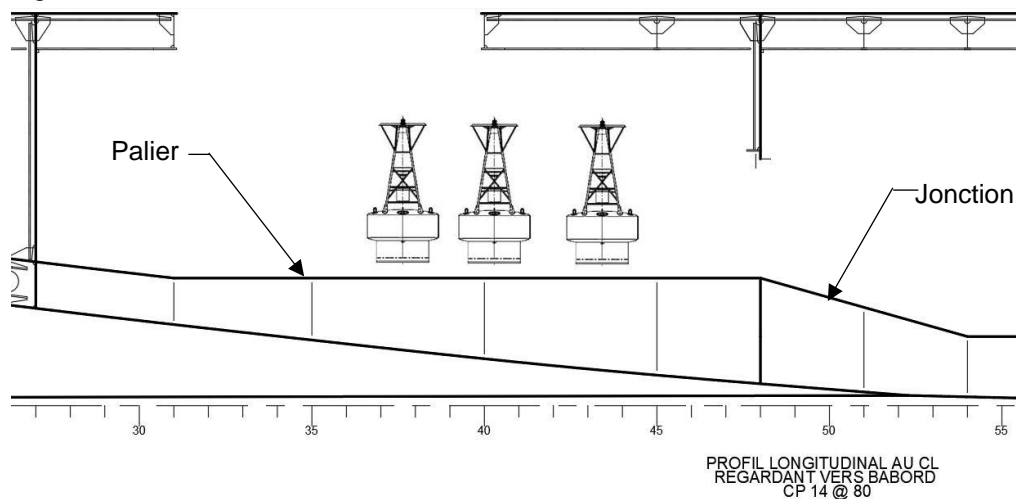
On peut voir dans la figure 2.1 ci-dessous que la forme du double fond de la cale engendre un problème d'accessibilité à la porte étanche du tunnel reliant la salle des machines à la cale. Cela est causé par le fait que de par sa forme actuelle, le double fond de la cale laissera glisser les bouées quelle contient contre la cloison du couple 48.

Figure 2.1 :



Pour remédier à ce problème, une modification du double fond serait nécessaire. Ci-dessous se trouve un exemple de la configuration permettant de régler la problématique (Figure 2.2).

Figure 2.2 :



On peut voir plusieurs modifications dans la figure 2.2, dont l'ajout d'un palier entre les couples 31 à 48, à 2215 millimètres de la ligne de base. On voit aussi l'ajout d'une jonction entre le palier de la cale et le double fond des réservoirs entre le couple 48 à 54. Cette dernière suit un rapport de réduction de 1 : 3. Il faudrait donc procéder à une mise à jour et une vérification des calculs d'échantillonnage pour cette section du double fond.

Cette modification n'a pas été ajoutée à la deuxième boucle de conception du plan de *Pont et Profil* puisque l'ajout de cette modification structurelle aurait notamment modifié les réservoirs de carburant, ce qui aurait nécessité la modification de plusieurs livrables.

- ✓ Tout d'abord, le *Livret de Stabilité* aurait dû être mis à jour avec la nouvelle disposition des réservoirs de carburants, et ce, autant pour s'assurer que les critères de stabilité des diverses conditions seront toujours respectés, que pour s'assurer que le volume des réservoirs délimité par la coque n'excède pas les limites permises par la réglementation.
- ✓ Ensuite, les calculs des jauges du navire auraient dû être mis à jour avec le nouveau volume disponible dans la cale à bouée.
- ✓ Par la suite, le *Plan de Capacité* (AM-2022-007) aurait dû être mis à jour pour s'assurer de la concordance avec la capacité des réservoirs de carburant.
- ✓ Pour finir, un nouveau calcul de l'autonomie du navire aurait dû être réalisé, puisque le volume des réservoirs de carburant aura été modifié.

Par souci de concordance, une telle modification nécessitera une mise à jour du visuel des plans suivants : *Arrangement général* (AM-2022-001), *Plan de capacité* (AM-2022-007), *Plan d'attinage* (AM-2022-008) et *Tronçonnage* (AM-2022-009).

Section III : - Plans de mécanique

Table des matières :

Généralités :

Table des plans :

Arrangement salle des machines

MA-2022-001

Schémas mécaniques

MA-2022-003

Conclusion :

Généralités :

1. La conception du plan *d'Arrangement Salle des Machines* (MA-2022-001) de mon navire respecte le guide de produit fourni par Wärtsilä pour les moteurs 8L20.
2. Cette conception respecte la Partie 4 du règlement d'ABS : *Rules for building and classing vessels* et *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters in length*.
3. Les réservoirs de décantation n'ont pas été inclus dans les deux boucles de conception du projet synthèse.
4. À cause de conditions exceptionnelles, la liste des équipements présents dans la salle des machines a été allégée lors de la réalisation du cours *d'Aménagement de la salle des machines et la ligne d'arbre* (248-413-QM) (voir la conclusion #1 pour plus d'explication).
5. Le plan énuméré ci-dessous n'a pas été ajouté puisqu'il n'était pas inclus à la liste des livrables insérée au plan de cours de l'épreuve synthèse de programme :

✓ *Plan de la ligne d'arbre* (MA-2022-002)

Conclusion :

1. Lors de la conception du Plan *d'Arrangement Salle des Machines* (MA-2022-001) une conception sommaire de cette dernière a été réalisée, tel que présenté dans la généralité # 4. Sous cette forme, l'arrangement de la salle des machines n'est pas très efficace dans son utilisation de l'espace disponible.

Pour remédier à ce problème, l'agrandissement de la mezzanine sur la totalité de la longueur de la salle des machines me permettrait d'augmenter l'espace disponible d'environ 90,00 m², et ce pour permettre l'installation d'équipements complémentaires au fonctionnement du navire.

Cependant, la mezzanine devra respecter plusieurs contraintes. Elle devra, entre autres, être munie d'ouvertures au-dessus des génératrices pour permettre leur maintenance. Elle devra accueillir le local de transfert, purification et préparation du carburant, qui sera placé contre la cloison du couple 64 et contre la cloison latérale du réservoir de ballast bâbord. Cette position a été choisie pour sa proximité avec les réservoirs de carburant, ce qui permet de limiter la longueur de la tuyauterie nécessaire au fonctionnement du système de transfert, de purification et de préparation du carburant.

On pourra également y déplacer la salle de contrôle, présentement au premier plancher de la salle des machines.

Finalement, au niveau de l'aménagement du premier plancher, il faudra abaisser le niveau du plancher rapporté entre les génératrices principales pour faciliter les déplacements dans la salle des machines. Cette modification est nécessaire puisque l'espace entre la mezzanine et le plancher rapporté est quelque peu restreint.

De plus, ces modifications viennent modifier quelques aspects de la conception du navire, tel que présenté ci-dessous :

- ✓ Une mise à jour des calculs d'échantillonnage de la section de la salle des machines sera nécessaire puisque l'ajout d'une mezzanine vient impacter les hauteurs utilisées dans les calculs d'échantillonnage. Cette modification pourrait donc nécessiter une mise à jour visuelle des éléments de structure du plan de *Pont et Profil* (CQ-2022-002).
- ✓ Le plan de *Protection structurale contre les incendies* (AM-2022-006) devra être mis à jour avec la nouvelle disposition présentée dans la salle des machines, soit le déplacement de la salle de contrôle sur la mezzanine et l'ajout du local de traitement du carburant sur cette dernière.

Par souci de concordance, une telle modification nécessitera une mise à jour du visuel des plans suivants : *Arrangement général* (AM-2022-001), *Plan de capacité* (AM-2022-007) et *Tronçonnage* (AM-2022-009).

1/1

Section IV : - Stabilité du navire

Table des matières:

Généralités :

Livret de stabilité :

i.	Renseignements généraux du navire	3
ii.	Liste des abréviations	4
iii.	Position des marques de tirants d'eau	5
a)	DONNÉES HYDROSTATIQUES ET DE STABILITÉ :	6
i.	Hydrostatiques	6
ii.	Assiette : 0,000 (m)	6
iii.	Courbes Hydrostatiques	7
b)	RAPPORT HYDROSTATIQUE DE CONCEPTION DU STARWAY	8
c)	CONDITIONS DE STABILITÉ	10
i.	Résumé des conditions	10
d)	CONDITION #1 : NAVIRE LÈGE	11
e)	CONDITION #5 : PIRE CONDITION	16
i.	Critères à respecter	24
f)	EXEMPLES DE CALCULS	25
i.	Calculs de tirant d'eau et de l'assiette du navire (feuille vierge) :	26

Conclusion : 1-2

Généralités :

1. Le livret de stabilité dans cette section n'est qu'un résumé du livret de stabilité réalisé dans le cadre du cours de *Conception et utilisation du livret de stabilité (248-514-QM)* de la session d'automne 2020.
2. À cause de la situation exceptionnelle, le livret de stabilité du cours de *Conception et utilisation du livret de stabilité la charge (248-514-QM)* a été abrégé par manque de temps.
3. Il est à noter que l'évaluation du navire léger a été produite à partir de formules empiriques basées sur le dimensionnement général du navire et sur sa catégorie. Les valeurs utilisées pour le navire léger ne sont donc pas considérées comme étant précises à 100%.

Conclusion :

1. Lors de la création de mon livret de stabilité, j'ai effectué des calculs de validation de la limite d'inclinaison avant envahissement. Pour ce faire, je me suis concentré sur les points d'envahissement que je considérais les plus à risques, soit ceux présents à même le pont principal.

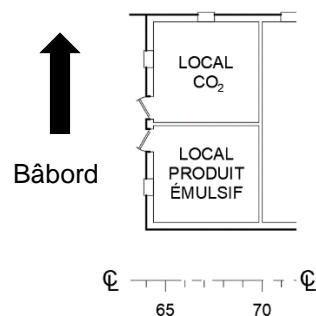
Avec ces variables, le Starway pouvait atteindre un angle de gîte de 67,50 degrés avant que l'eau n'atteigne un point d'envahissement. Ce concept maximisait donc l'aire sous la courbe de 30 à 40 degrés à une valeur de 0,4414 mrad, ce qui était supérieur à la limite de 0,0300 mrad imposé par l'IMO MSC.267(85).

Dans ma volonté de vérifier les limites du navire, j'ai par la suite décidé d'ajouter les points d'envahissement présents dans les accommodations débutant au couple 64. Lorsque j'ai procédé à une nouvelle vérification de la stabilité avec les points d'envahissement du local de CO² et du local à produit émulsif, mon angle de gîte maximal fut de 38,50 degrés vers bâbord pour le local de CO² et de 48,50 degrés vers bâbord pour la porte du local à produit émulsif, tel que présenté ci-dessous :

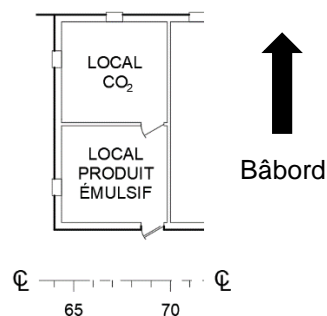
Critical points						
Description	Type	X coordinate	Y coordinate	Z coordinate	Dist. to wl	Submersion angle
		m	m	m	m	degr
Hatch évacuation SM arrière	Unprotected	10,952	3,315 (PS)	7,300	3,557	67,5 (PS)
Porte magasin arrière	Unprotected	15,935	-3,133 (SB)	7,400	3,650	-70,7 (SB)
Panneau cale	Unprotected	18,386	2,435 (PS)	6,800	3,035	79,9 (PS)
porte co2	Unprotected	38,933	5,710 (PS)	7,400	3,567	38,5 (PS)
porte émulsif	Unprotected	38,933	4,700 (PS)	7,400	3,568	48,2 (PS)

Même avec cette mise à jour, l'aire sous la courbe de 30 à 40 degrés a conservé une valeur supérieure au minimum prescrit (0,3751 mrad) cette dernière n'était cependant pas maximisée puisque le calcul d'aire sous la courbe se terminait à 38,50 degrés au lieu de 40 degrés. Ayant pour but de rendre le navire davantage sécuritaire, j'ai décidé de modifier la position des accès au local de CO² et au local de produit émulsif, tel que présenté ci-dessous :

Configuration avant la modification :



Configuration après la modification :



Avec cette modification, l'angle de gîte atteignant le premier point d'invasissement retourne à 67,50 degrés et donc l'aire sous la courbe de 30 à 40 degrés retourne à sa valeur maximale soit 0,4414 mrad.

Par souci de concordance, une telle modification nécessitera une mise à jour du visuel des plans suivants : *Arrangement général* (AM-2022-001), *Protection structurale contre les incendies* (AM-2022-006), *Plan de capacité* (AM-2022-007), *Tronçonnage* (AM-2022-009).

Section V – Calculs réglementaires

Table des matières :

Généralités :	
Échantillonnage de la structure :	
Maître couple (CQ-2022-001) :	1
Épaisseur des tôles du bordé et pont principal :	1
Tôle quille :	1
Tôle bordé de fond :	1
Tôle bordé de muraille :	1
Tôle bordé de pont principal :	2
Tôle bordé de pont principal sur la cloison :	2
Tôle de plafond double fond :	2
Structure des fonds :	2
Carlingue centrale :	2
Carlingue latérale :	3
Varangue :	3
Lisse de fond :	3
Lisse de plafond double fond :	3
Structure de la muraille :	4
Membrure inférieure :	4
Membrure supérieure :	4
Membrure porque inférieure :	4
Membrure porque supérieure :	5

Épaisseur de la cloison latérale :	5
Tôle de cloison inférieure :	5
Tôle de cloison supérieure :	5
Tôle de plat perforée :	5
Structure cloison latérale :	6
Montant de cloison inférieure :	6
Montant de cloison supérieure :	6
Montant porque inférieure :	6
Montant porque supérieure :	7
Lisse de plat perforée :	7
Structure pont principal :	7
Lisse de pont :	7
Lisse de pont dans les réservoirs de ballaste latéraux :	8
Hiloire centrale (caisson) :	8
Hiloire latérale :	8
Barrot porque :	9
Structure latérale de la salle des machines :	9
Montant porque extérieur (gousset de la cloison de ballaste) :	9
Gousset de la structure secondaire :	10
Goussets inférieurs secondaire :	10

Pont et profil (CQ-2022-002) :	11
Structure des fonds :	11
Lisse du plafond double fond entre CP 35 et 45 :	11
Lisse de fond entre CP 35 et 45 :	11
Structure pont principal :	11
Lisse de pont entre CP 20 et 25 / 40 et 45 :	11
Hiloire latérale de cale entre CP 31 et 40 :	12
Hiloire latérale du tambour machine entre CP 78 et 84 :	12
Barrot porque de cale CP 31 et 40 :	12
Barrot porque du tambour machine CP 78 et 84 :	13
Barrot porque entre CP 20 et 25 / 40 et 45 :	13
Charge permissible épontille :	13
Charge calculée épontille :	14
Structure cloisons :	14
Tôle de cloison étanche CP 16-27-64 :	14
Tôle de cloison étanche de réservoir CP 48-62-93-102-114 :	14
Tôle de cloison étanche CP 124 :	15
Montant de cloison CP 16 :	15
Montant de cloison CP 27 :	15
Montant de cloison CP 48-62-64 :	16
Montant de cloison CP 124 :	16
Montant de cloison CP 93-102 :	16
Montant de cloison CP 114 :	17
Porque verticale de cloison CP 16 :	17
Porque verticale de cloison CP 27 :	17
Porque verticale de cloison CP 64 :	18

(Structure cloisons (suite))

Porque verticale de cloison CP 124 :	18
Porque verticale de cloison CP 93-102 :	18
Porque verticale de cloison CP 114 :	19
Serre de cloison CP 48-62 :	19
Serre de cloison CP 64 :	19
Serre de cloison CP 114 :	20
Serre de cloison CP 124 :	20
Réservoir avant entre CP 93-114 :	20
Tôle du plafond du réservoir :	20
Tôle de cloison étanche de réservoir CP 93-102-114 :	21
Montant porque du réservoir entre CP 93 à 102 au CL :	21
Montant porque du réservoir entre CP 102 à 114 au CL :	21
Montant de cloison du réservoir :	22
Hiloire latérale dans le réservoir :	22
Porque du dessus des réservoirs @ 4000 du BL :	22
Lisse du dessus des réservoirs @ 4000 du BL :	23
Structure du tunnel interne du réservoir de carburant :	23
Tôle de cloison étanche du réservoir de carburant entre CP 48 et 62 :	23
Montant de cloison du réservoir de carburant entre CP 47 et 61 :	23
Porque verticale de cloison du réservoir de carburant CP 51-54-57-60 :	24
Serre de cloison du réservoir de carburant entre CP 48 et 62 :	24
Structure des hauts fonds dans le compartiment des propulseurs d'étrave :	24
Carlingue centrale des hauts fonds (utilisé pour un suréchantillonnage : des carlingues latérales)	24
Haute varangue :	25

Calculs du mât non haubané :

Calculs de sélection de tuyauterie :

Pompage des fonds :	1
Capacité des pompes de pompage des fonds :	1
Diamètre de la tuyauterie :	1
Diamètre requis pour le pompage des fonds (ligne principale) :	1
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Coqueron arrière CP 0 à 16)	1
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Salle des machine arrière CP 16 à 27)	2
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Calle CP 27 à 48)	2
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Réservoir et tunnel CP 48 à 64)	2
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Salle des machines CP 64 à 93)	2
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Réservoir CP 93 à 102)	3
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Réservoir CP 102 à 114)	3
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Compartiment propulseur d'étrave CP 114 à 124)	3
Diamètre requis pour le pompage des fonds : (ligne secondaire - Coqueron avant CP 124 à 134)	3

Calculs des jauges :

Caractéristique générale :	1
Mesurage longueur (L) :	1
Jauge brute (voir page 18 pour calculs) :	1
Jauge net (voir pages 19-20 pour calculs) :	1
Calculs de volume selon Simpson 1 entre section 1 @ 10 :	1-3
Calculs de volume selon Simpson 1 entre section 10 @ 15 (exclus car = 0) :	3-4
Valeur appliquée Section Simpson 1 :	4
Calculs de volume selon Simpson 1 pour la quille :	5
Valeur appliquée V_{QUILLE} :	5
Calcul volume total cale :	6
Calcul du volume des propulseurs d'étrave :	6
Calculs de volume de la zone # 5 (profil) au-dessus du pont supérieur :	7-8
Valeur appliquée $V_{\text{ZONE\#5}}$:	8
Calcul volume accommodation :	8
Calcul du volume total des espaces enfermés :	9
Pont principal :	9-10
Pont équipage :	10
Pont client :	11-12
Pont officiers :	13-14
Pont batterie :	15
Timonerie :	15-18
Calculs des Jauges :	18
Calculs de la jauge brute (JB) :	18
Facteurs dans la formule de la jauge brute :	18
Calculs de la jauge net (JN) :	19
Facteurs dans la formule de la jauge nette :	19
Correction tirant d'eau :	19
Tolérance 0.25JB :	20
Tolérance 0.30JB :	20

Rapport : Calculs du Franc-Bord :

Paramètres de base Convention internationale de 1966 sur les lignes de charges :	1
Tableau caractéristiques générales :	1
Longueur de Franc-Bord, L _{fbd} :	1
Coefficient de remplissage, C _b :	1
Coefficient d'aire du demi-plan d'eau, C _{wp} :	2
Creux de Franc-Bord, D _{fbd} :	2
Franc-Board Tabulaire, F _t :	2
<i>Règle 28.2 :</i>	2
Corrections au Franc-Bord :	3
Correction pour les Navires < 100 m :	3
Correction pour le Coefficient de remplissage :	3
Correction pour le Creux :	3
Déduction pour Superstructures et Trunks :	4
Déduction pour Tonture :	5
Calcul du Franc-Bord Minimal :	6
Considération de Design :	6
Hauteur d'étrave minimale :	6
Dimension de la marque de franc-bord :	6

Calculs plan d'attinage (AM-2022-008):

Caractéristiques générales :	1
Estimation du navire selon le coefficient de bloc :	1
Estimation du poids selon Delftship :	1
Valeur appliquée sélectionnée:	1
Surface Bloc Central (pouce) :	1
Charge admissible par bloc :	2
Blocs centraux :	2
Blocs latéraux :	2
Nombre de blocs centraux :	2
Calcul de surface d'aire latérale :	2
Bras de levier (Ft) :	3
Pression du vent par pied carré sur le bateau :	3
La force totale sur le navire est la pression du vent : multipliée par la surface projetée	3
Force sur les blocs latéraux (due au vent) :	3
7.5% du poids total :	3
Charge sur blocs latéraux :	4
Nombre de blocs latéraux :	4
Informations Importantes:	4
Conclusion :	

Généralités :

1. Les calculs d'échantillonnages présentés dans cette section ont été utilisés pour la réalisation des divers plans de la Section II – Plans de structures.
2. La réglementation utilisée pour la réalisation de ces calculs est celle d'ABS. Plus précisément:
Rules for Building and Classings Steels Vessels under 90 meters (295 feet) in length - 2019 (part 4)
Rules for Building and Classings Steels Vessels - 2018 (part 4)
3. La réglementation de 2018 a été utilisée pour le calcul d'épaisseur de la tôle quille. Ce dernier ne se trouvait pas dans la réglementation de 2019.
4. Les calculs utilisés pour l'échantillonnage des plans de *Maître couple* (CQ-2022-001) et de *Pont et Profil* (CQ-2022-002) ont été réalisés sans prendre en considération la présence de la mezzanine dans la salle des machines.
5. Le tirant d'eau utilisé pour les calculs d'échantillonnage est de 4,00 m. Cependant, pour que le projet soit viable, un tirant d'eau de 5,61 m serait nécessaire (voir la conclusion #2 de la *Section I – Plans généraux*).
6. Pour valider les épaisseurs des éléments utilisés, veuillez utiliser le tableau des équivalences présent sur les plans de structure.

Conclusion :

1. Le type de matériel sélectionné varie beaucoup d'un élément à l'autre sur les différents calculs d'échantillonnage réalisés sur les plans de structure de la *Section II-Plans de structure*

En effet, on peut y voir 13 différents types de profilés et 9 épaisseurs de tôle différentes servant à la construction des éléments primaires de la structure.

Cette variation entre les types de profilés et les épaisseurs de tôle des éléments primaires est survenue puisque j'ai priorisé, dans certains cas, de me rapprocher le plus possible de la section module (SM) calculée selon le règlement d'ABS, et ce, en dépit d'une régularisation des types de matériaux utilisés.

Ainsi, pour réduire le nombre de types de matériaux utilisés, il faudrait refaire une grande majorité des sélections de profilés tout en respectant les minimums prescrits, et ce, dans le but de simplifier leur achat et leur stockage en vue de la construction du navire. On pourrait aussi modifier l'agencement structurel pour diminuer les portées des éléments et ainsi réduire le SM requis.

Cette régularisation des matériaux faciliterait le maintien d'un inventaire sur un chantier et elle faciliterait aussi l'identification des composantes lors de l'assemblage.

Section VI : - Navires de référence

Navire de référence 1 :

Nom du navire : RELUME

Pavillon : Bahamas

Jauge brute : 3526

Type : Navire d'assistance (Baliseur)

Jauge nette : 1057

Zone de navigation : Côtier / Haute-mer

Port en lourd : 1500 tonnes

Société de classification / certification:

Longueur hors tout (LHT) : 82.60 m.

Lloyd's Register of Shipping # 100A1, UMS,
DP (AA), # LMC, NAV, IBS.

Longueur entre perpendiculaires (LEP) :
73.62 m

Largeur : 16.50 m

Moteurs : 2 x Propulseur azimuthal Rolls
Royce (Aquamaster) de 1500 KW chaque.

Creux sur quille : 6.80 m

2 x Propulseur d'étrave Rolls Royce
(Kamewa) de 700 KW chaque.

Tirant d'eau : 4.00 m

Vitesse : 13.70 nœuds

Vitesse moyenne : 8.60 nœuds

Port d'attache : Nassau



*Plan arrangement général voir annexe navire de référence 1

Navire de référence 2 :

Nom du navire : PHAROS

Pavillon : Royaume-Uni

Jauge brute : 3672

Type : Navire d'assistance (Baliseur)

Jauge nette : 1101

Zone de navigation : Côtier / Haute-mer

Port en lourd : 1197 tonnes

Société de classification / certification:

Longueur hors tout (LHT) : 84.25 m

Lloyd's Register (LR) +100A1, +LMC,
+UMS, CAC, DP(AA), MCM, NAV, IBS, LA,
EP

Longueur entre perpendiculaires (LEP) :
75.06 m

Largeur : 16.50 m

Moteurs : 2 x Propulseur azimuthal Rolls-
Royce de 1,500kW chacun.

Creux sur quille : 7.20 m

2 x Propulseur d'étrave Rolls-Royce de
750kW chacun.

Tirant d'eau : 4.25 m

Vitesse : 13.50 nœuds

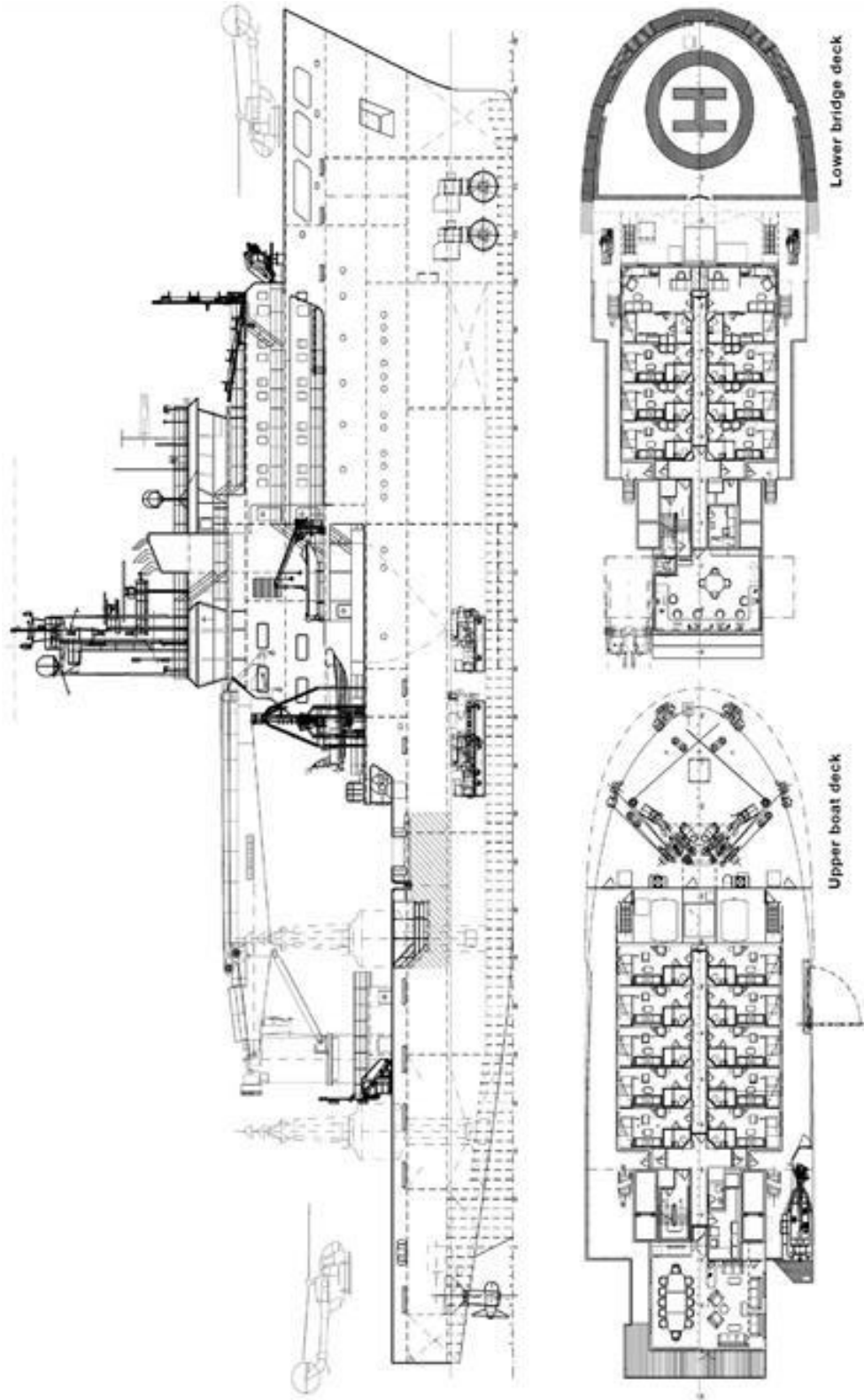
Port d'attache : Edinburgh

Vitesse moyenne : 12.5 nœuds

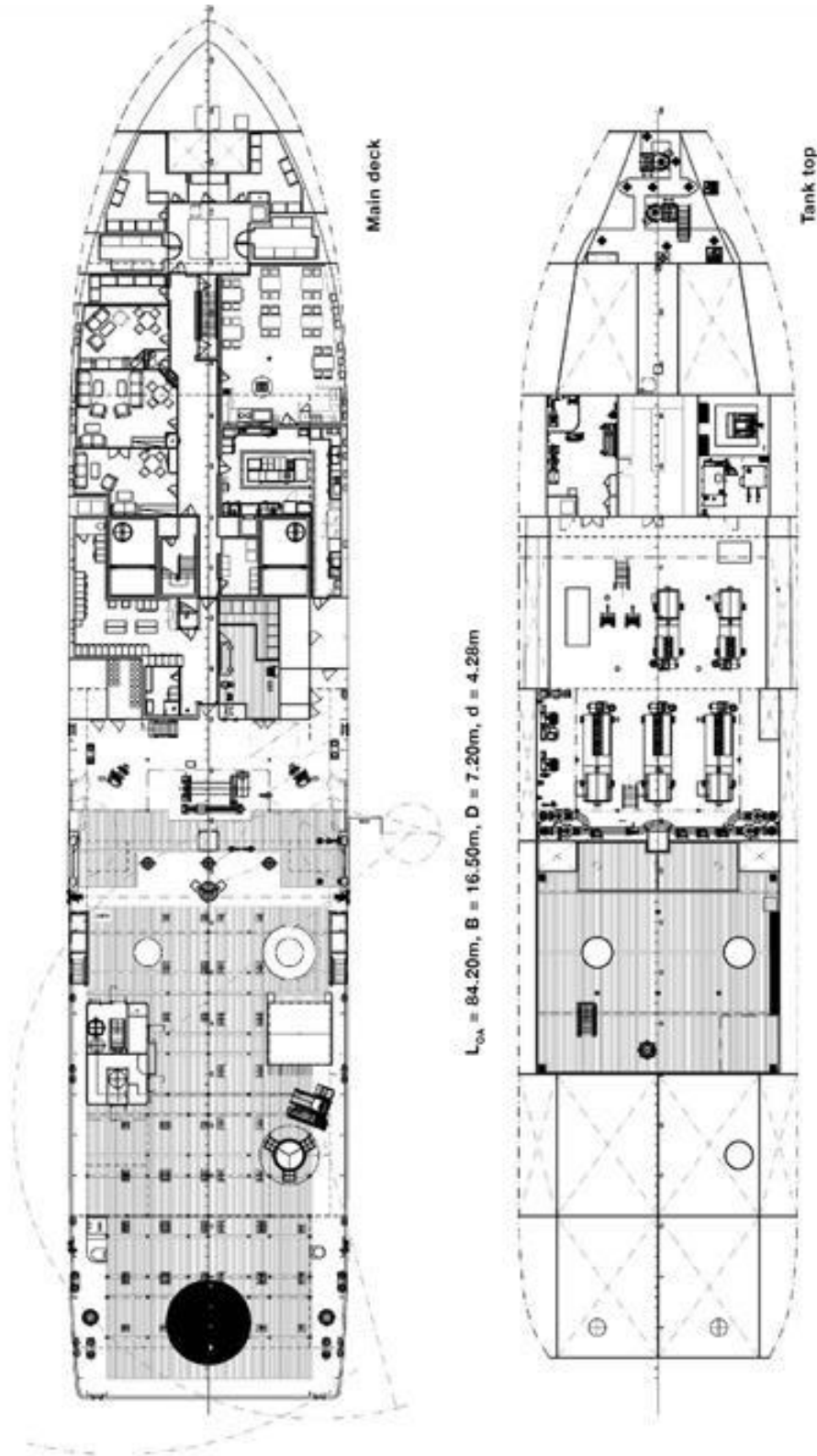


*Plan arrangement général voir annexe navire de référence 2

Annexe navire de référence 2:



Suite (Annexe navire de référence 2) :



Navire de référence 3 :

Nom du navire : BOURBON ARTIC

Jauge brute : 8143

Jauge nette : n/a

Port en lourd : 4129 tonnes

Longueur hors tout (LHT) : 93.60 m

Longueur entre perpendiculaires (LEP) :
84.90 m

Largeur : 24.00 m

Creux sur quille : 9.80 m

Tirant d'eau : 7.80 m

Port d'attache : Fosnavaag

Pavillon : Norvège

Type : Remorqueur et navire d'assistance

Zone de navigation : Côtier / Haute-mer

Société de classification / certification: CLS,
+1A1, AHTS, SF, E0, DYNPOS-AUTR,
COMF-V(3) C(3), CLEAN DESIGN, NAUT
OSV (A), DK(+), HL(2.8), TMON, ICE-1B,
ICE-1A (HULL), WINTERIZED BASIC, SPS,
OILREC, FIRE FIGHTER II NMD
Rescue/Standby for 300

Moteurs :

Principal :2 x EACG125/1130/SA600 CPP,
9400kW, 4600mm

Azimutal : 2 x FU-93-LTC-2500 (propulseur
d'étrave), 1200kW

1 x AR-80-LNC-2100 (propulseur d'étrave
rétractable), 1200kW

2 x FU-74-LTC-2000 (propulseur de poupe),
1200kW

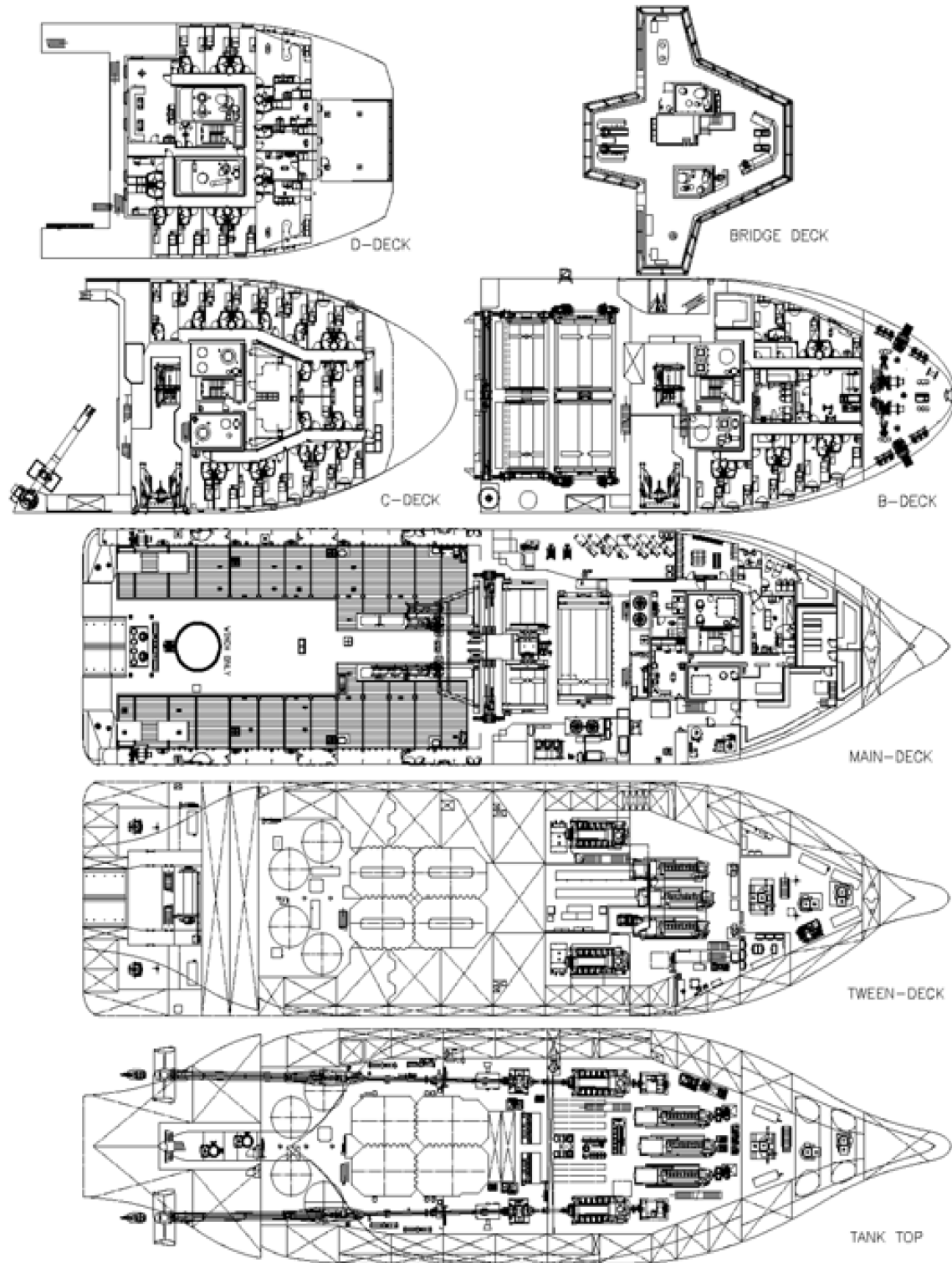
Vitesse : 16.0 nœuds

Vitesse moyenne : 6.0-8.0 nœuds



*Plan arrangement général voir annexe navire de référence 3

Annexe navire de référence 3:



Navire de référence 4 :

Nom du navire : NJORD VIKING

Jauge brute : 6357

Jauge nette : n/a

Port en lourd : 4352 tonnes

Longueur hors tout (LHT) : 85.20 m

Longueur entre perpendiculaires (LEP) :
76.20 m

Largeur : 22.00 m

Creux sur quille : 9.00 m

Tirant d'eau : 6.00 m

Port d'attache : Mandal

Pavillon : Norvège

Type : Navire d'assistance côtier

Zone de navigation : Côtier / Haute-mer

Société de classification / certification : DnV,
+ 1A1, ICE-1A, TUG, SUPPLY VESSEL,
OILREC, SF, E0, Fi Fi I+II, DYNPOS-AUTR,
NAUT- OSV(A), CLEAN DESIGN, COMF-
V(3), DEICE, T-MON, BIS, DK(+), HL(2.8),
LFL* STAND-BY

Moteurs :

2 x MAK 4000 kW (puissance primaire)

2 x MAK 3000 kW (puissance primaire)

1x propulseur d'étrave azimuthal de 830 kW

2 x propulseur d'étrave de 830 kW chacun.

2 x propulseur de poupe de 830kW chacun.

Vitesse : 17.0 nœuds

Vitesse moyenne : 12.3 nœuds



Conclusion :

Le 16 août 2018 fut pour moi, sans en être totalement conscient, le début de la plus belle aventure que j'ai connue à ce jour. Déjà quatre ans se sont écoulés depuis mon arrivée à Rimouski. J'utiliserai donc ces quelques lignes pour poser un regard rétrospectif sur les quatre dernières années de ma vie.

Me voilà donc finalement rendu à la conclusion de mon programme de *Technologie de l'Architecture Navale*. Au cours de ces années, j'ai acquis une multitude de connaissances sur différents sujets. Ces dernières étant toutes autant importantes les unes que les autres.

La conception du *Starway*, qui représente mon épreuve synthèse de programme, restera à jamais gravée dans mon histoire et ma mémoire, autant par sa complexité que par l'expérience qu'elle m'aura permis d'acquérir. Cependant, le *Starway* n'est malheureusement pas parfait, je pourrais passer encore plusieurs heures à réaliser de nouvelles boucles de conception pour qu'il se rapproche d'un concept viable, mais comme dit le vieux dicton : C'est en forgeant que l'on devient forgeron!

Je n'en suis cependant pas moins fier de l'avoir conçu, puisqu'au cours de ces années de conception, j'ai eu la chance de développer mon esprit critique et d'acquérir une grande quantité de connaissance, des connaissances que je m'efforcerai d'élargir pour le reste de ma vie puisque notre domaine est propulsé d'une constante soif d'innovation.

Pour conclure ces quelques mots, je profite de l'occasion pour remercier du fond du cœur mes professeurs du Département de Technologie de l'Architecture Navale :

Paule Simoneau, Christian côté, André Cyr, Laurent Legault et Nicholas Gamache.

Des professeurs qui m'ont non seulement appris une grande majorité des connaissances du domaine de l'architecture navale dont je dispose, mais aussi des personnes passionnées qui ont su me transmettre leurs passions du domaine maritime et, pour cela, je leur en serai toujours reconnaissant.

C'est donc ce qui conclut mon projet synthèse, le *Starway*, mon premier grand projet dont découlera, je l'espère, une longue lignée de projets palpitants.

Médiagraphie :

Volumes :

ABS. *Crew habitability on workboats*, Spring TX (USA), ABS, 2016, 95 pages.

ABS. *Rules for Building and Classings Steels Vessels*, Spring TX (USA), ABS, 2018, partie 4.

ABS. *Rules for building and classing vessels* et *Rules for building and classing steel vessels under 90 meters in length*, Spring TX (USA), ABS, 2019, partie 3-4.

ABS, *GUIDE FOR ENHANCED FIRE PROTECTION ARRANGEMENTS*, Spring TX (USA), ABS, 2019, 104 pages.

DÉPARTEMENT Technologie de l'architecture navale, *Protocole de présentation des travaux*, Institut maritime du Québec, Mai 2018, page multiple.

DÉPARTEMENT Technologie de l'architecture navale, *Cahier des charges 2018-2021*, Institut maritime du Québec, Mai 2017, page multiple.

GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE, *TP 7301F Normes de stabilité, de compartimentage et de lignes de charge*, Canada, 1987, 143 pages.

IMO, *Convention internationale de 1966 sur les lignes de charge*, Londres, 1966, 78 pages.

IMO, *ADOPTION OF THE INTERNATIONAL CODE ON INTACT STABILITY, 2008 (MSC.267(85))*, Londres, 2008, 91 pages.

SMOLLA, Gérald W. *Principes de construction en architecture navale*, Sainte-Luce-sur-Mer, SMOLLA, 1998, 636 pages.

SOLAS. *Chapter II : Construction – Fire protection, Fire detection and Fire extinction*, OMI.

TC., *TP 11469 GUIDE SUR LA PROTECTION CONTRE L'INCENDIE À LA CONSTRUCTION*, Canada, 14 août 2017, 129 pages.

TC., *Règlement sur les lignes de charge DORS/2007-99*, Canada, 2007.

TC., *TP 13430 NORME DE JAUGEAGE DES BÂTIMENTS*, Ottawa, TC. 52 pages.

WÄRTSILÄ. *Wärtsilä 26 product guide*, Finlande, WÄRTSILÄ FINLANDE, 2016, 196 pages.

Navire de référence 1 :

Image :

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 7 novembre 2018). *Relume (Nils Junge)*, [En ligne].
<https://www.marinetraffic.com/en/photos/of/ships/shipid:375509/#forward>

Sites internet (information):

DAMEN. (Page consultée le 5 novembre 2018). *Downloads (Product sheet)*, [En ligne].
<https://products.damen.com/en/ranges/buoy-laying-vessel/blv-8317>

IFAN. (Page consultée le 5 novembre 2018). *Downloads (OVS Relume all deck plans – AutoCad files)*,
[En ligne]. <https://www.ifan-maritime.org/downloads>

IFAN. (Page consultée le 5 novembre 2018). *Downloads (OVS Relume full technical specifications)*,
[En ligne]. <https://www.ifan-maritime.org/downloads>

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 5 novembre 2018). *Relume* , [En ligne].
<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:375509/vessel:RELUME>

Navire de référence 2 :

Image :

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 7 novembre 2018). *Pharos (W I Taylor)*, [En ligne].
<https://www.marinetraffic.com/en/photos/of/ships/shipid:184869/#forward>

Site internet (information) :

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 5 novembre 2018). *Pharos* , [En ligne].
<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:184869/mmsi:233185000/vessel:PHAROS>

NORTHERN LIGHTHOUSE BOARD. (Page consultée le 5 novembre 2018). *NLV Pharos(NLV Pharos
General Particulars)*, [En ligne]. [_https://www.nlb.org.uk/CommercialServices/VesselsServices/NLV-Pharos/](https://www.nlb.org.uk/CommercialServices/VesselsServices/NLV-Pharos/)

OJEU. (Page consultée le 5 novembre 2018). *General particulars (page 44)*, [En ligne].
http://nlb.g2b.info/docs/OJEU_Schedule_of_Requirements_NLV_Pharos_Dry_Dock_Services_1_of_9_Documents.docx

WÄRTSILÄ. (Page consultée le 5 novembre 2018). *Aids to navigation service vessel*, [En ligne].
<https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/aids-to-navigation-service-vessel> (arrangement general)

Navire de référence 3 :

Image :

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 7 novembre 2018). *Bourbon Artic (Knut Erik Håheim)*, [En ligne].
<https://www.marinetraffic.com/en/photos/of/ships/shipid:3804615/#forward>

Site internet (information) :

BOURBON OFFSHORE. (Page consultée le 6 novembre 2018). *BOURBON ARTIC*, [En ligne].
http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=2ahUK Ewi5ptPh0cLeAhUuxVkkHWi8CIYQFjACegQIBxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.bourbonoffshore.com%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Ffahts_bourbon_arctic_0.pdf&usg=AOvVaw0MCvPMJMsF-F6Ru2bXNkMb

BOURBON OFFSHORE. (Page consultée le 9 novembre 2018). *Bourbon Arctic : première opération du nouveau navire AHTS d'une capacité de traction de 300 t*, [En ligne].
<http://www.bourbonoffshore.com/fr/bourbon-arctic-premiere-operation-du-nouveau-navire-ahts-dune-capacite-de-traction-de-300>

BOURBON OFFSHORE. (Page consultée le 6 novembre 2018). *VARD 2 12 Artic*, [En ligne].
http://www.bourbon-offshore.no/prod_images/doc_142_3.pdf

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 6 novembre 2018). *Bourbon Artic*, [En ligne].
<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:3804615/mmsi:257645000/vessel:BOURBON%20ARCTIC>

SHIPSPOTTING. (Page consultée le 6 novembre 2018). *Bourbon Artic IMO 9732838*, [En ligne].
<http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=2601517>

SDIR. (Page consultée le 9 novembre 2018). *LRIT Conformance Test Report*, [En ligne].
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=2ahUKEwiEr8DHxcfeAhXDq1MKHskJB40QFjAMegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.sdir.no%2Fglobalassets%2Fsjofartsdirektoratet%2Fartoy-og-sjofolk---dokumenter%2Flrit%2Fconformance-test-reports---asp%2Fcls%2Fbourbon-artic_9732838.pdf%3Ft%3D1534723200025&usg=AOvVaw1FFK5o5r3xSpQoOK2304oL

Navire de référence 4 :

Image :

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 7 novembre 2018). *Njord Viking (Torbjörn Schullström)*, [En ligne]. <https://www.marinetraffic.com/en/photos/of/ships/shipid:156978/#forward>

Site internet (information) :

MARINETRAFFIC. (Page consultée le 6 novembre 2018). *NJORD VIKING*, [En ligne]. <https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:156978/mmsi:257060000/vessel:NJORD%20VIKING>

ZAMAKONAYARDS. (Page consultée le 6 novembre 2018). *NJORD VIKING*, [En ligne]. <http://www.zamakonayards.com/en/portfolio/njord-viking-2/>

<https://www.marinetraffic.com/en/ais/details/ships/shipid:156978/mmsi:257060000/vessel:NJORD%20VIKING>

VIKING SUPPLY SHIP. (Page consultée le 6 novembre 2018). *Njord Viking (vss_njord spec 160808.pdf)*, [En ligne]. <https://vikingsupply.com/vessel/njord-viking/9>

FLICKR, Pål Leiren. (Page consultée le 6 novembre 2018). *Njord Viking – Stavanger Harbour 2012. 07.18*, [En ligne]. <https://www.flickr.com/photos/sirpjalle/8324981613/>