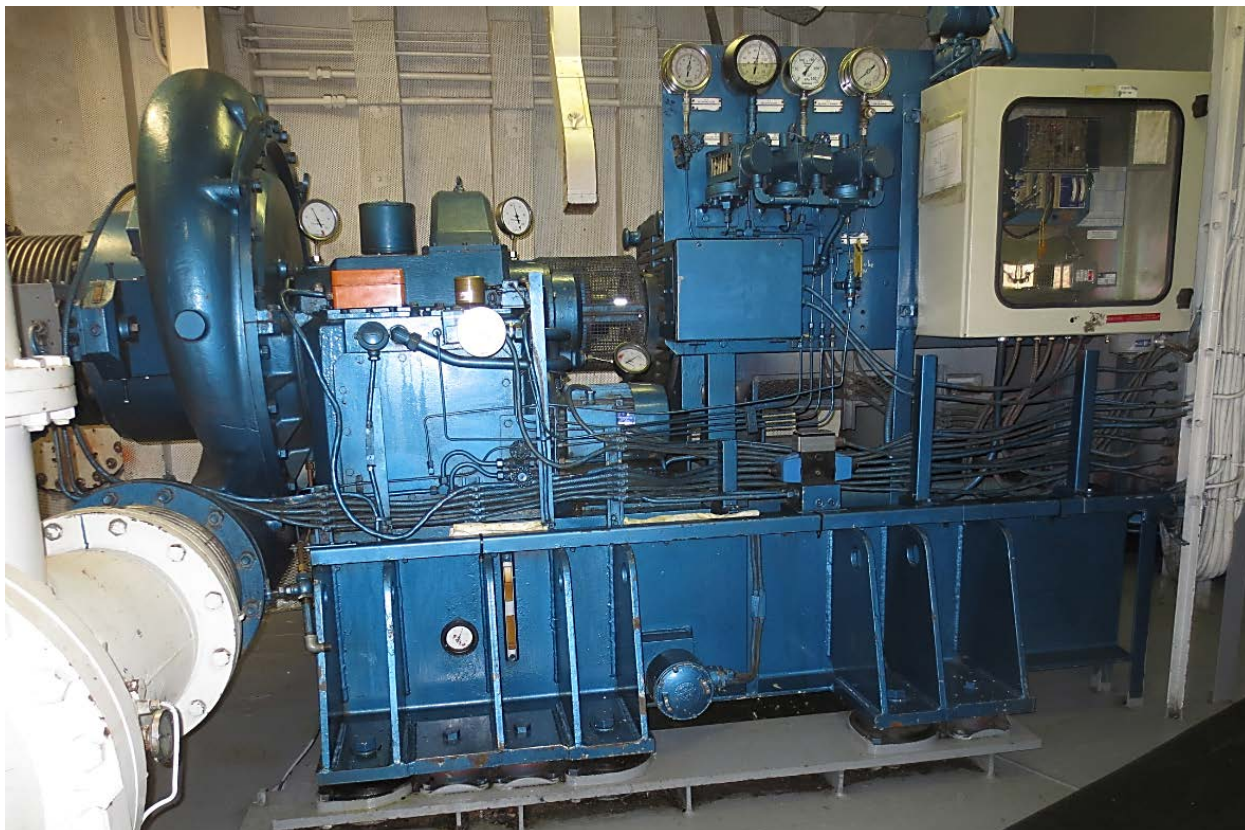


Énoncé des besoins :
Achat de nouveaux compresseurs de système à bulles
d'air pour le NGCC *Henry Larsen*
Le 9 Janvier 2018



**GARDE CÔTIÈRE CANADIENNE
RÉGION DE L'ATLANTIQUE**

Table des matières

1	GÉNÉRALITÉS	3
2	RÉFÉRENCES	3
3	PORTÉE D'APPROVISIONNEMENT	5
4	NORMES.....	8
5	SOUDAGE	8
6	EXIGENCES TECHNIQUES	9
7	ASSURANCE DE LA QUALITÉ	21
8	PRODUITS LIVRABLES	22

1 GÉNÉRALITÉS

- 1.1 Le navire de la Garde côtière canadienne *Henry Larsen* est un brise-glace moyen de catégorie 1200, qui déplace 6 166 tonnes de jauge brute. Le navire est exploité dans le golfe du Saint-Laurent au cours de l'hiver et dans le Haut-Arctique du Canada à l'été et à l'automne. Pour aider aux opérations de déglacage, le navire utilise un système à bulles d'air qui souffle de l'air à basse pression par des buses montées dans la coque, sous la ligne de flottaison, afin de réduire le frottement de la glace ou de l'écarter de la coque par soufflage. Le système à bulles d'air comprend différentes zones que l'on peut isoler, ce qui permet de l'utiliser également comme propulseur d'étrave pendant les manœuvres de précision.
- 1.2 Le système à bulles d'air existant est constitué de deux (2) unités distinctes, l'une à bâbord et l'autre à tribord. Ces deux unités comprennent les éléments suivants : un compresseur Compair Reavell Type 9006 CH, d'une capacité nominale de 6,84 m³/sec, pression de 1,61 bar ABS, régime de soufflante de 11 470 tr/min, accouplé au moyen d'un réducteur à un moteur électrique de 450 kw, 4 160 V c.a. et 60 hertz. Les compresseurs sont commandés sur place dans le compartiment du système à bulles d'air et à distance à partir des consoles sur la passerelle bâbord et tribord.
- 1.3 Les compresseurs actuels sont âgés de plus de 30 ans et leur fiabilité et les possibilités d'entretien soulèvent des problèmes. La Garde côtière canadienne est à la recherche d'un système adéquat qui sera utilisé pour remplacer le compresseur actuel du système à bulles d'air, le démarreur et les panneaux de commande en entier. Les systèmes devront répondre aux exigences minimales énoncées dans le document ci-dessous, et seront évalués en conséquence.
- 1.4 Le but de la présente DP est de fournir de nouveaux compresseurs, moteurs, démarreurs et panneaux de commande et d'interconnexion de 4 160 volts. Ceci ne comprend pas le panneau de commande des vannes du système à bulles d'air existant. L'entrepreneur doit uniquement reproduire les interconnexions existantes entre les panneaux de commande des compresseurs et le panneau de commande des vannes.

2 RÉFÉRENCES

2.1 Références pour l'équipement existant qui doit être retiré (2)

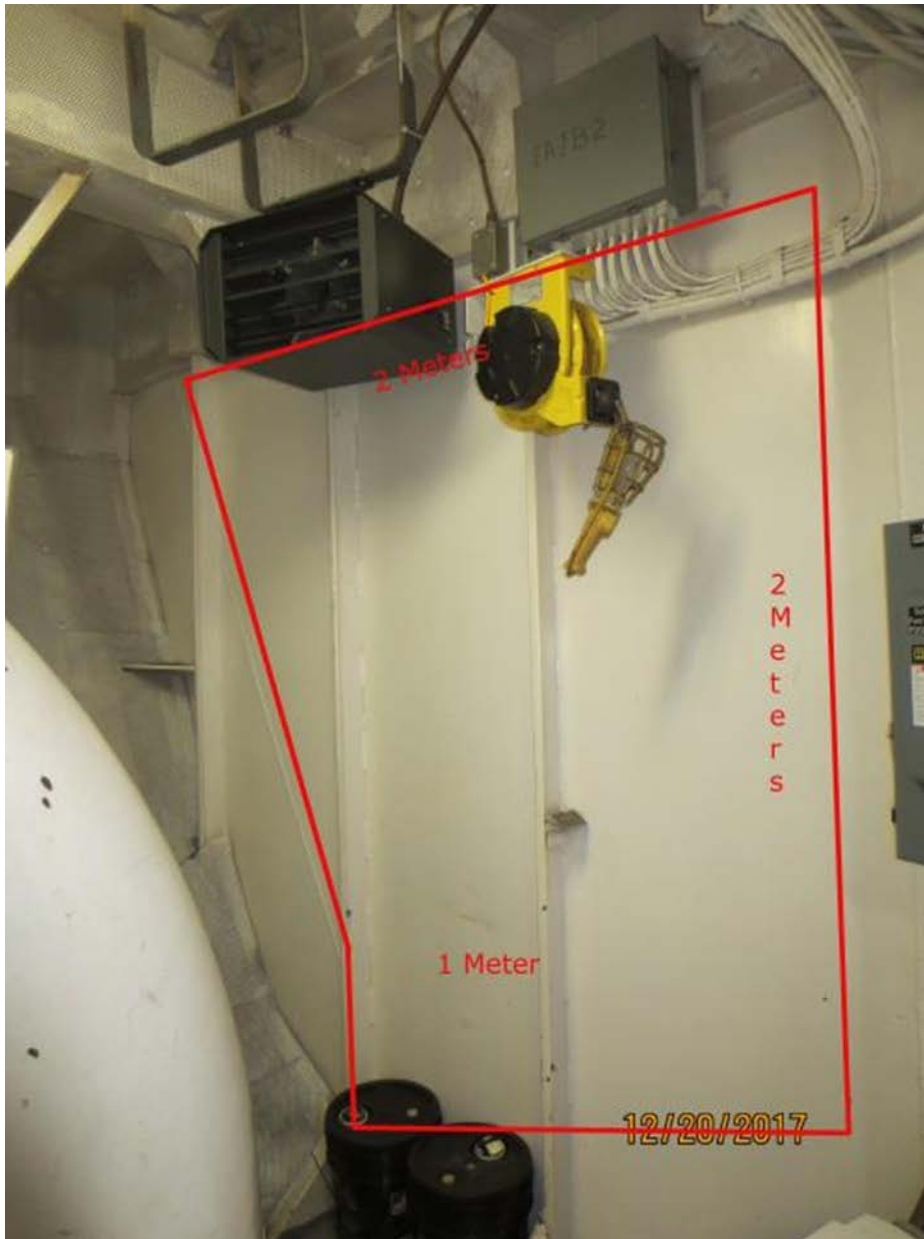
- a. Compresseur Reavell de type 9006 CH, numéros de série 9006CH101 et 9006CH102
Capacité de 6,84 m³/s à 161 kPa absolu
- b. Contacteur haute tension Commander Electric 400HA-5R
- c. Moteur de compresseur Westinghouse, type HSB, 600 HP, 1 871 tr/min, 4 160 volts, 60 Hz
- d. Panneau de protection Protech PK22
- e. Panneau de commande de compresseur Ampower Canada

2.2 Dessins

Numéro de dessin	Description
13-0077-01	Disposition générale, pont principal
22-0716-01	Schéma du système à bulles d'air
RCS-0010-220	Dessin de disposition de la soufflante et du moteur du système à bulles d'air
23-0716-02	Disposition du système à bulles d'air (admission et sortie d'air)
32-0800-02	Plan du pont principal, pont principal avant
34-0821-01	Schéma 1 des connexions du système à bulles d'air
34-0821-02	Schéma 2 des connexions du système à bulles d'air
1110-16-0016-01	Socle pour appareil 503, zone 016, socle du compresseur du système à bulles d'air
1110-16-0016-03	Socle pour appareil 505, zone 016, espace machines du système à bulles d'air Démarreurs du système à bulles d'air 821-01
1110-16-0016-03	Socles pour appareil 503, zone 016, espace machines du système à bulles d'air, panneau de commande du système à bulles d'air
E 39313 feuilles 1 à 4	Panneau de commande du compresseur
V15215-4-A2	Panneau schématique de commande de la timonerie
V15337-6-A1	Commande de l'aileron de passerelle, démarrage du système à bulles d'air et du propulseur d'étrave
V15338-8-A1	Commande du compresseur et sélection et vanne
V15340-6-A1	Indication de vanne et interverrouillage
V15394-3-A0	Panneau schématique de commande du système à bulles d'air
V15494-3-A2	Panneau de relais de commande principale du bloc d'alimentation
V15504-1-A2	Disposition générale du panneau de commande du système
V153395-5-A1	Commande de vanne et interverrouillage
C7-194	Position des aubes directrices d'entrée par rapport à la température d'admission d'air
C7-195	Pression de refoulement par rapport à la température d'admission d'air
TC7-196	Pression de refoulement par rapport au débit d'air à la température ambiante

3 PORTÉE D'APPROVISIONNEMENT

- 3.1.1 Le but du présent devis est de fournir de nouveaux compresseurs, moteurs, démarreurs et panneaux de commande et d'interconnexion de 4 160 volts. Ceci NE comprend PAS le panneau de commande des vannes actuel du système à bulles d'air. L'entrepreneur doit uniquement reproduire les interconnexions existantes entre les panneaux de commande des compresseurs et le panneau de commande des vannes.
- 3.1.2 L'entrepreneur doit fournir et mettre à l'essai deux (2) compresseurs centrifuges monoétagés entraînés par moteur électrique, à aube unique et pignons intégrés avec panneaux de commande locaux et les démarreurs de moteur du compresseur et en assurer le bon fonctionnement.
- 3.1.3 La période d'installation prévue doit débuter en avril 2019 et tous les travaux doivent se terminer dans les 10 semaines au cours de la période de radoub prévue à la base de la Garde côtière canadienne située au 280, chemin Southside, St John's (Terre-Neuve-et-Labrador).
- 3.1.4 Dans le présent devis, tous les renvois à une approbation sont définis comme l'approbation d'une société de classification par une organisation reconnue approuvée par Transports Canada dans le cadre du Programme de délégation des inspections obligatoires (PDIO) et du Règlement sur les machines de navires (LMMC 2001).
- 3.1.5 Les dimensions du compresseur actuel sont incluses dans l'ensemble de dessins (dessin de disposition de la soufflante et du moteur du système à bulles d'air RCS-0010-220). L'entrepreneur doit fournir des plans dimensionnels qui indiquent que les nouveaux compresseurs et l'équipement auxiliaire correspondent à l'encombrement existant.
- 3.1.6 Les compresseurs, les instruments, les commandes et tout autre équipement doivent être conformes aux schémas fournis par l'entrepreneur, comme l'indique le présent document pour un système de compresseur complet. L'ensemble de l'équipement spécifié dans la présente section doit être conçu et livré par l'entrepreneur, qui est responsable de la conformité et de la compatibilité de tous les composants fournis.
- 3.1.7 Le système de remplacement doit offrir toutes les fonctions d'origine, respecter ou dépasser les critères de rendement d'origine, énoncés dans le devis technique joint au présent document. Le système doit être compatible avec le système actuel d'alarme et de surveillance de la machinerie du navire, et devra se raccorder aux conduites d'aspiration et de refoulement existantes.
- 3.1.8 Les nouveaux systèmes doivent être montés sur supports élastiques et doivent utiliser le système de commande de vannes de zone existant.
- 3.1.9 Le compresseur doit pouvoir s'insérer dans un espace d'environ 1 000 mm par 2 000 mm. La photo ci-dessous montre le chemin d'accès proposé au nouvel équipement. Si nécessaire pour que le compresseur puisse entrer dans son compartiment, l'entrepreneur doit présenter des détails sur la façon de le démonter en composants de taille adaptée et de l'assembler une fois que les composants se trouvent dans le compartiment connexe.



3.1.10

3.1.11 Le circuit électrique, notamment les câbles, doit correspondre à ceux des compresseurs actuels. Le circuit électrique existant est composé d'un seul câble à tresse marine E/S à trois conducteurs qui pénètre par le bas de chaque armoire de démarreur (2), et est ensuite acheminé dans le tableau de distribution principal qui se trouve dans la salle de commande principale. L'entrepreneur doit présenter des détails sur le démarreur de moteur proposé pour veiller à ce qu'il puisse entrer dans l'espace nécessaire où se trouvait le démarreur d'origine. L'entrepreneur doit présenter les détails sur les points d'entrée et de connexion des câbles. Les démarreurs de moteur d'origine ont une hauteur de 1 240 mm, une largeur de 960 mm et une profondeur de 1 000 mm.

3.1.12 Les nouveaux compresseurs, les démarreurs et les systèmes de commande doivent correspondre à ce qui est actuellement en service maritime et un représentant du fabricant de l'équipement d'origine doit se trouver au Canada. L'entreprise de services d'entretien nommée par le fabricant doit détenir un stock d'éléments de rechange essentiels et être en mesure d'offrir les services de représentants détachés qualifiés; elle doit aussi fournir des manuels

d'entretien complets sur les composants, ainsi que des services de soutien technique, aussi bien pour la révision courante que pour les réparations normales. L'entreprise de services d'entretien doit pouvoir fournir ces services et ces pièces à St. John's (T.-N.-L.) dans les 24 heures suivant un avis par la GCC.

3.1.13 L'entrepreneur doit offrir deux (2) séries de séances de formation qui auront lieu à bord du navire après la mise en service du système de compresseur. Chaque séance doit pouvoir accueillir jusqu'à douze (12) étudiants pendant quatre (4) heures. La formation doit être donnée par le représentant technique de l'entrepreneur et traiter des points suivants, au minimum :

- a) Vue d'ensemble des systèmes de compresseur.
- b) Vue d'ensemble des fonctions et des capacités des systèmes de compresseur.
- c) Procédures de démarrage et de fonctionnement en toute sécurité des compresseurs.
- d) Entretien de routine.
- e) Méthodes de dépannage.

4 NORMES

4.1 Les exigences des normes suivantes doivent être respectées pour la fourniture du compresseur et des systèmes de commande. Il faut utiliser la version des documents en vigueur au moment de la demande.

- a) Rules and Regulations for the Classification of Ships (Lloyds Register ou l'équivalent)
- b) *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada* (LMMC 2001)
- c) *Règlement sur les machines de navires*
- d) Publications de Transports Canada
- e) TP127 – Normes d'électricité régissant les navires
- f) IEEE 45 : Recommended Practice for Electrical Installations on Shipboard

5 SOUDAGE

5.1 Sans objet

6 EXIGENCES TECHNIQUES

6.1 Les compresseurs doivent fournir un volume variable d'air aux sections désignées de la coque du navire selon l'opération requise. Tous les éléments indiqués dans la présente section doivent être fournis par l'entrepreneur afin d'obtenir un bon fonctionnement du système de compresseur. Tous les composants doivent être neufs et adaptés pour les milieux marins, en plus d'être conformes aux Conditions environnementales générales indiquées à la section 6.4. Il est entendu que les composants mentionnés définissent uniquement les exigences minimales et n'exonèrent pas l'entrepreneur de la responsabilité de fournir un système en bon état de fonctionnement.

6.2 Les compresseurs doivent être de type centrifuge, monoétagés, entraînés par un moteur électrique, à boîtier fractionné à la verticale, munis d'une boîte d'engrenages, d'une réserve d'huile de graissage autonome, de panneaux de commande locaux dédiés et des accessoires décrits dans le présent document.

6.3 CONDITIONS DE SERVICE

- | | |
|---|------------------------|
| 1. Capacité nominale : | 6,84 m ³ /s |
| 2. Pression de service à l'aspiration de la soufflante (P0) : | 161 kpa ABS |
| 3. Température minimale de service à l'aspiration : | -40 °C |
| 4. Débit moyen du compresseur, en % de sa capacité : | 100 % à 45 % |
| 5. Le bruit maximal des compresseurs en db | 100 dB |

B. Les compresseurs doivent être capables de fournir un débit d'au moins 6,84 m³/s à une température ambiante allant de -40 °C à 35 °C.

C. Les compresseurs ne doivent pas fonctionner en surpression, ni dépasser la plage de régime nominal du moteur indiquée sur la plaque signalétique, sur l'ensemble de la plage de fonctionnement. Le compresseur ne doit pas dépasser 450 kW de puissance totale par unité

6.4 CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES : GÉNÉRALITÉS

L'équipement doit être conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- a) Plage de température de l'air variant de -40 °C à 35 °C; l'équipement doit fonctionner et ne subir aucune détérioration lorsque la température de l'air s'élève jusqu'à 55 °C.
- b) Température de l'eau : -2 °C à 30 °C.
- c) Inclinaison dans toutes les directions à 22,5 par rapport à la position de montage, roulis à 22,5°, période complète de 10 secondes et accélération linéaire verticale de $\pm 1,0$ g.
- d) Une inclinaison permanente de 15°, bâbord ou tribord, sans compter le roulis.
- e) Tangage du navire, $\pm 12^\circ$, fréquence du cycle : 6 secondes.

- f) Assiette permanente de 5° au-dessus ou en dessous de la ligne d'horizon, sans compter le tangage.
- g) Selon les conditions suivantes d'humidité relative : humidité relative de 95 % à des températures allant jusqu'à 35 °C; humidité relative de 70 % à toutes les autres températures pertinentes.
- h) Charge de choc : 2,5 g à l'horizontale, 1,5 g à la verticale.
- i) Selon les conditions de vibration suivantes : – 2,0-13,2 Hz, amplitude de déplacement de $\pm 1,0$ mm; – 13,2 à 80 Hz, amplitude d'accélération de $\pm 0,7$ g, accélération maximale de 0,7 g. Les fréquences naturelles des supports d'équipement ou des parties de l'équipement ne doivent pas se situer dans la plage de 0 à 80 Hz, sauf s'il est impossible de les maintenir à l'extérieur de cette plage malgré les méthodes de conception de la construction; les vibrations doivent être amorties afin d'éviter une amplification excessive.
- j) Pour ce qui est des conditions non mentionnées, l'entrepreneur doit suivre la version la plus récente des normes TP 127F ou IEEE45-2002.
- k) Tous les câbles d'alimentation, dispositifs de protection; disjoncteurs/fusibles, câbles d'alarme et de surveillance et câbles de commande doivent être approuvés par la SMTC pour une utilisation maritime, avec une gaine en PVC et une armure en bronze, adaptés à l'usage prévu.

6.5 ESSAI EN USINE

Chaque compresseur doit être mis à l'essai conformément aux procédures d'essai publiées par le fabricant.

- a) Le débit net et la pression de refoulement fournis par le compresseur doivent être mesurés, enregistrés et garantis sans tolérance négative.
- b) Les niveaux de vibration induite par la vitesse par rapport aux niveaux de fréquence doivent être enregistrés dans la gamme de fréquences de 10 à 1 000 Hz et de 10 à 10 000 Hz, pour le compresseur et le moteur des deux ensembles.
- c) Les températures des enroulements et des paliers des moteurs de compresseur en fonctionnement, ainsi que les courants de service seront consignés du démarrage à pleine charge. Les lectures au mégohmmètre des enroulements du moteur seront également fournies.
- d) Une fois assemblé, chaque compresseur, moteur et système de lubrification à l'huile doit faire l'objet d'un essai de fonctionnement avec le panneau de commande local. L'essai de fonctionnement doit être effectué une fois branché à tous les instruments montés sur châssis, aux actionneurs électriques de vannes et à l'équipement auxiliaire. Toutes les séquences de démarrage et d'arrêt et tous les systèmes de sécurité et d'alarme doivent être testés, afin de simuler le démarrage du moteur d'entraînement de chaque compresseur.
- e) L'alignement des moteurs et des compresseurs doit être consigné.

6.6 ROULEMENTS ET PALIERS

Les paliers doivent être munis de détecteurs de température à résistance (DTR) pour la surveillance de la température. Les capteurs des DTR doivent être connectés à chaque panneau de commande et avoir la capacité d'afficher la température en temps réel.

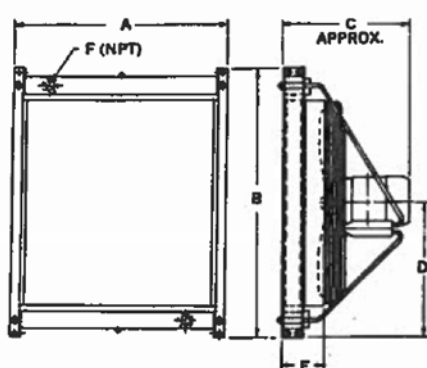
6.7 Aubes directrices d'admission

- a) Le but du système d'aubes directrices d'admission doit être d'assurer le débit moyen de chaque compresseur de 100 % à 50 % de sa capacité, tout en maximisant l'efficacité sur toute la plage de débit.
- b) Un ensemble d'aubes directrices d'admission à incidence variable doit être prévu pour faire tourner l'air d'admission, ce qui en maximise l'efficacité. Les aubes directrices d'admission doivent être fabriquées selon un modèle de ligne de flux aérodynamique en coupe transversale et elles doivent être placées selon un axe radial autour de l'entrée annulaire afin de réduire au minimum les sillages en aval. Les aubes d'admission ne doivent pas servir pour le contrôle de la capacité.
- c) La position des aubes directrices d'admission doit être commandée à partir du panneau de commande local et doit indiquer la position de l'aube sur chaque panneau.
- d) L'ensemble des aubes directrices d'admission doit être monté intégralement dans chaque compresseur, il doit être mobile et doit pivoter. Toutes les aubes doivent être montées dans des manchons à graissage permanent. La tringlerie de commande des aubes directrices d'admission doit être logée dans le compresseur. Les compresseurs munis d'aubes à incidence variable à l'extérieur du carter, ou d'une tringlerie à rotule sphérique, ou de toute autre pièce mobile nécessitant une lubrification périodique ne seront pas acceptés.
- e) Chaque aube à incidence variable doit comprendre un actionneur électrique intégré dans le carter de chaque compresseur, des interrupteurs de fin de course et un témoin d'indication ouvert/fermé sur le panneau de commande local. .
- f) La position des aubes, de complètement ouverte à complètement fermée, doit être transmise au panneau de commande local. La position des aubes doit être indiquée par un levier manuel réglable et par un cadran calibré sur le carter de chaque compresseur. La position des aubes directrices d'admission doit être indiquée sur le panneau de commande local.

6.8 Système de lubrification à l'huile

- a) Un système d'huile de lubrification complet doit être fourni avec chaque compresseur; il doit être installé sur le socle de chaque compresseur et disposé de manière à permettre un accès facile pour le fonctionnement, l'entretien, l'inspection et le nettoyage. Le système doit être assemblé en usine, et il doit comprendre les pompes à huile principale et auxiliaire, le filtre à huile, le refroidisseur d'huile, la vanne de surpression et les conduites requises pour l'ensemble du système. Toutes les extrémités de flexibles, les tuyaux et les raccords doivent être en acier inoxydable.

- b) Le système d'alimentation électrique pour les appareils de chauffage et les pompes doit provenir de l'alimentation existante des compresseurs d'origine. (Centre de commande des moteurs no 6 situé dans le compartiment du système à bulles d'air, 575 volts, triphasé 60 Hz)
- c) Au cours des périodes d'inactivité de l'équipement, lorsque le navire fonctionne sans le système à bulles (c.-à-d. que le compresseur ne fonctionne pas), chaque pompe à huile électrique doit fonctionner afin que les éléments porteurs de charge soient suffisamment lubrifiés pour éviter l'usure due aux vibrations et aux mouvements du navire.
- d) Il faut un filtre à huile duplex à plein débit, muni de cartouches remplaçables, avec soupape de transfert intégrale; il doit être capable d'éliminer les particules de plus de dix (10) microns avec chute de pression due à l'élément du filtre propre réduite au minimum. Une jauge visuelle et un interrupteur électrique connecté au panneau de commande local doivent indiquer si le filtre est sale et s'il faut le remplacer. Les filtres doivent être conçus pour qu'il soit possible de passer d'un filtre à huile à l'autre pendant le fonctionnement.
- e) Il faut prévoir un refroidisseur d'air et d'huile monté sur le châssis de chaque compresseur pour maintenir une température d'huile constante. Le refroidisseur doit être adapté au milieu marin corrosif. Les nouveaux refroidisseurs d'huile sont conçus pour s'adapter aux dimensions suivantes.



Model	Dimensions, inches (mm)						Motor*			Fluid Cap. Gal. (l)	Shpg. Wt. lb. (kg)
	A	B	C	D	E	F (npt)	Fan Dia.	HP (kW)	RPM		
SB-1	12.5 (317.5)	17.5 (444.5)	18.5 (469.9)	8.8 (223.5)	5.4 (137.2)	0.75 (91.1)	9.0 (228.6)	0.5 (0.4)	3450	0.42 (1.6)	90 (40.8)
SB-2	17.0 (431.8)	23.5 (596.9)	17.0 (431.8)	11.8 (299.7)	5.8 (147.3)	1.0 (25.4)	14.0 (355.6)	0.75 (0.6)	3450	0.83 (31.4)	150 (68.0)
SB-4	26 (660.4)	33.3 (844.6)	18.8 (477.5)	16.6 (421.6)	6.3 (160.0)	1.25 (31.8)	22.0 (558.8)	1.5 (1.1)	1725	1.73 (6.6)	275 (124.7)
SB-6	31.5 (800.1)	38.5 (977.9)	18.8 (477.5)	19.3 (490.2)	6.2 (157.5)	1.5 (38.1)	27.0 (685.8)	2.0 (1.5)	1725	2.47 (9.36)	370 (167.8)

- f) Installation d'un réchauffeur d'huile pour le chauffage de l'huile si la température ambiante autour du compresseur chute en dessous de 10 °C (50 °F). Le réchauffeur d'huile doit être conçu pour chauffer de l'huile légère, conformément aux directives du fabricant d'origine. Le fonctionnement du réchauffeur doit être commandé au panneau de commande local en fonction de la lecture indiquée par l'émetteur de température du réservoir d'huile. Les compresseurs ne doivent pas démarrer à moins que la température de l'huile soit supérieure à la limite admissible minimale. Un avertisseur de basse température de l'huile doit être installé sur chaque panneau de commande local.

6.9 SOCLE ET SUPPORTS DE L'ÉQUIPEMENT

- a) Un socle de dimensions suffisantes pour soutenir le compresseur, la boîte d'engrenages, le moteur, le système de lubrification et les accessoires doit être fourni.
- b) Le socle doit être autoporté et monté sur des supports antivibratoires fournis par l'entrepreneur, capables d'absorber le poids et les vibrations de l'ensemble du compresseur sans exercer trop de pression ou de distorsion.

- c) Chaque ensemble socle et compresseur doit être conçu pour résister aux forces exercées par les mouvements du navire, selon les indications de la section 6.4.
- d) Les appareils doivent être alignés à l'usine avec précision sur le socle avant l'expédition. Après l'installation de l'ensemble de l'équipement, l'appareil complet doit être vérifié afin qu'il soit toujours dans les limites prescrites des spécifications d'alignement avant l'envoi.

6.10 MOTEURS ÉLECTRIQUES

- a) La puissance de chaque moteur de compresseur doit être égale ou supérieure à la charge maximale qui sera imposée sur l'ensemble de la plage de fonctionnement dans les conditions nominales stipulées. Chaque moteur doit présenter un facteur de service de 1,15 avec une élévation de température de classe « B » à la charge nominale, avec isolation de classe « F ». Les moteurs doivent être équipés d'oreilles de levage. Le moteur ne doit jamais dépasser la valeur nominale de 450 KW pour chaque système en fonctionnement normal.
- b) Chaque moteur doit être doté d'un appareil de chauffage fixe. L'appareil de chauffage doit être câblé au démarreur du moteur qui doit le commander, ou au panneau de commande du compresseur.
- c) Tous les moteurs doivent être adaptés à une alimentation triphasée de 4160 volts/60 Hertz, à une température ambiante maximale de 40 °C. Les moteurs doivent être adaptés à une tension de démarrage réduite. Le moteur doit être conçu pour démarrer sur tension équivalente à 90 % de la tension nominale.
- d) Les moteurs doivent être munis en usine d'une protection de l'enroulement à sécurité intégrée à chaque phase comprenant deux capteurs de température encastrés à DTR à 3 fils (PT100) par phase (un capteur opérationnel et un capteur d'appoint). Les DTR de l'enroulement doivent être connectés au panneau de commande local aux fins de surveillance et d'alarme. La température de chaque DTR pourra être surveillée au panneau de commande local.

6.11 ADMISSION ET SORTIE D'AIR, ET SILENCIEUX DE SURPRESSION

- a) Les nouveaux compresseurs doivent inclure un soufflet personnalisé et une tuyauterie d'adaptateur de nomenclature 80 minimum pour se raccorder à la tuyauterie d'admission, de sortie et de surpression. Il faut ainsi installer un soufflet en acier inoxydable à partir de la tuyauterie d'admission, de sortie et de surpression correspondante.
- b) Le soufflet d'admission actuel est de marque Vokes, type EA10 et de taille : 450 mm N/BNP6 BS.4504
- c) Les soufflets de refoulement actuels sont de marque Vokes EA08, taille : 350 mm N/BNP6 BS.4504
- d) Le silencieux actuel est de 12 po en col de cygne dont l'extrémité se situe sur le pont de gaillard. L'entrepreneur doit fournir des dessins sur les dimensions et la disposition d'un silencieux présentant la distance minimale à la sortie du compresseur. L'entrepreneur doit présenter les prix pour un silencieux en option à inclure dans le total de l'évaluation.

6.12 INSTRUMENTS

- a) Des instruments doivent être fournis et installés sur le châssis du compresseur, sauf indication contraire, accompagnés de toutes les connexions électriques extérieures au châssis, qui doivent être branchées au panneau de commande local par l'entrepreneur. Les paramètres de conception suivants s'appliquent :
1. Pour les connexions, on ne doit pas utiliser de connecteurs bout à bout. Seules les plaques à bornes sont acceptées. Tous les câbles doivent être marqués aux deux extrémités.
 2. Le panneau de commande local doit être conçu de manière à résister aux fortes vibrations des opérations de déglacage et doit être doté d'isolateurs de plaques à bornes à ressorts de compression. On ne doit pas utiliser des isolateurs à vis.
 3. Les instruments doivent être conçus pour le milieu marin et doivent pouvoir supporter de fortes vibrations.
- b) Les instruments et les fonctions d'avertissement/de statut/d'alarme de chaque compresseur doivent comprendre, au minimum, les éléments suivants : Les signaux numériques et analogiques doivent être indiqués sur l'interface opérateur. L'interface opérateur doit comprendre une fonction permettant de régler les points de consigne pour la mise à l'essai et la confirmation du fonctionnement et de l'exactitude.
1. Jauge de température de l'air d'aspiration
 2. Détecteur/transmetteur de température de l'air d'aspiration, avec indicateur de température élevée d'aspiration et indicateur de surpression de l'air de recirculation
 3. Interrupteur de surpression
 4. Indicateur de pression de refoulement
 5. Transmetteur de pression différentielle (air d'admission/de refoulement)
 6. Détecteur/sonde de température d'huile, installé dans le réservoir d'huile
 7. Indicateur de température d'huile
 8. Interrupteur de basse pression d'huile
 9. Interrupteur de très basse pression d'huile
 10. Manomètre d'huile
 11. Indicateur/interrupteur de pression différentielle du filtre à huile – alarme « changement de filtre »

12. Interrupteur de bas niveau d'huile
13. Transmetteur de position et interrupteurs de d'ouverture-fermeture de course des aubes directrices d'admission
14. Interrupteurs de fin de course des clapets de surpression intégrés à chaque clapet et pouvant être branchés au panneau de commande local
- c) Le système de surveillance de la température doit être muni de détecteurs de DTR à 3 fils intégrés aux enroulements du moteur (deux détecteurs par phase; un opérationnel et un d'appoint) et un à chaque palier du moteur, du compresseur et de la boîte d'engrenages. Le système doit surveiller la température réelle des paliers et des enroulements et l'afficher sur le panneau de commande local. L'interface opérateur du panneau de commande local doit afficher un signal d'alerte lorsque les températures en hausse atteignent le point de consigne de l'alarme. Si les températures continuent d'augmenter et atteignent le point de consigne de déclenchement, le compresseur s'arrête. Le point de consigne de déclenchement doit demeurer affiché jusqu'à ce que la situation soit corrigée, après quoi on accuse réception du point dans l'interface opérateur.
- d) Les transmetteurs de pression doivent produire 4 à 20 mA. Les transmetteurs de pression manométrique doivent être fournis avec un bloc en acier inoxydable 316 et un robinet de purge, pour l'isolement et l'étalonnage.
- e) Les détecteurs de température (air d'aspiration/de refoulement, huile lubrifiante) doivent être des DTR à 3 ou 4 fils montés sur une tête qui renferme le transmetteur de température. Les détecteurs de température installés dans le flux d'air comprimé ou le système d'huile de lubrification doivent être dotés d'un puits thermométrique en acier inoxydable 316.
- f) Un système de surveillance de vibration des arbres doit être fourni pour chaque compresseur et chaque moteur. Le système doit comprendre :
1. Un transmetteur de vibration qui doit être installé sur le carter de la boîte d'engrenages du compresseur, afin d'émettre une alarme et d'arrêter le système en cas de vibration excessive.
 2. Transmetteurs de vibration de type « vitesse du moteur » (2 chacun) : L'appareil doit être un dispositif combinant un capteur de vibrations et un transmetteur, et être monté sur le palier à chaque extrémité du moteur.
- g) Le panneau de commande local doit recevoir les signaux de vibration, et l'interface opérateur doit les afficher sous forme numérique. L'interface opérateur doit comprendre une fonction d'alarme réglable qui sert de première alarme lorsque les niveaux de vibration augmentent, après quoi l'unité s'arrête. Le signal d'alarme/d'arrêt doit demeurer affiché jusqu'à la réinitialisation. Fournir le matériel nécessaire à la communication directe entre les sondes de vibration, le système d'automate programmable et l'interface opérateur. Tous les composants doivent être conçus de manière à résister aux fortes vibrations.
- h) On doit pouvoir choisir deux modes de fonctionnement : le mode « déglçage » et le mode « propulseur ». Pour le mode « déglçage », l'entrepreneur doit consulter la GCC afin de

convenir des points de consigne de déclenchement utilisés pour les vibrations et l'alarme, et ainsi éviter les fausses alarmes tout en protégeant les machines.

- i) Le panneau de commande local doit pouvoir établir des tendances et consigner tous les paramètres de cette section dans une carte mémoire externe. Un logiciel entièrement autorisé pour visionner les paramètres enregistrés doit être fourni.

6.13 PANNEAU DE COMMANDE LOCAL

- a) Chaque compresseur doit être doté d'un panneau de séquençage monté sur châssis. Le panneau de commande doit être monté sur des supports antivibratoires pour résister aux vibrations dans les plans vertical et horizontal. Tous les instruments et toutes les commandes de châssis doivent être câblés à l'usine au panneau de commande local monté sur châssis. Toutes les commandes et tous les instruments doivent comprendre un mode de sécurité intégrée. Les commandes doivent être conçues afin que chaque compresseur ne puisse pas fonctionner si les commandes ne sont pas sous tension, ou si elles sont défectueuses. Les supports antivibratoires doivent être conçus pour résister aux vibrations et aux forces indiquées à la section 6.4 du présent devis.
- b) Le panneau de commande doit être doté d'une enceinte certifiée IP55 au minimum, munie d'une porte à charnières pour un accès par l'avant.
- c) Le panneau de commande local de chaque compresseur doit intégrer des commandes pour le démarrage des moteurs de compresseurs, la détection de surpression et de surcharge, la commande et le séquençage d'arrêt, des systèmes d'alarme et d'arrêt d'urgence, les aubes directrices d'admission, le clapet de surpression et le fonctionnement du système de lubrification à huile. Le panneau de commande local du compresseur doit pouvoir communiquer sans problème avec les panneaux de commande actuels principal et de la passerelle du système à bulle d'air
- d) Chaque panneau de commande local doit comporter un disjoncteur principal, qui sera alimenté par la source d'alimentation existante P101-12-2(120 V c.a.) à bâbord et P101-12-3(120 V c.a.) à tribord. Les démarreurs des commandes d'aubes à incidence variable, des refroidisseurs d'air et d'huile et des pompes à huile doivent être montés à l'intérieur du panneau. Il faut prévoir l'alimentation électrique aux contrôleurs des moteurs de commande des vannes et clapets. Remarque : pour le contrôle de la tension d'origine seulement. L'entrepreneur peut utiliser une alimentation de 575 volts triphasée à 60 Hz au besoin dans le même espace. Actuellement, les réchauffeurs d'huile de lubrification, les pompes et l'équipement auxiliaire sont alimentés d'une tension de 575 volts et d'une commande distincte de 120 volts. L'entrepreneur doit présenter les détails sur la tension nécessaire pour le panneau de commande prévu.
- e) Des supprimeurs de surpression doivent être dotés d'un dispositif de protection contre le « bruit » et pour éliminer les pics transitoires pour l'ensemble des charges inductives. Aucune vanne motorisée ne sera autorisée pour la suppression des surpressions.
- f) Des amplificateurs d'isolement, des émetteurs de R/I, des émetteurs de DTR et de vibrations et d'autres commandes doivent être fournis, au besoin, pour compléter les commandes du système.

- g) L'entrepreneur doit identifier chaque extrémité de chaque fil par un numéro de fil unique imprimé sur un manchon thermorétractable.
- h) Le panneau de commande local doit être fourni avec des témoins lumineux, des sélecteurs et des boutons-poussoirs qui permettent d'assurer le fonctionnement et la surveillance du système. Chaque compresseur doit pouvoir être surveillé et commandé à l'aide des commutateurs de sélection, des témoins lumineux et des boutons-poussoirs.
- i) Le panneau de commande local doit comporter un écran d'affichage, l'interface opérateur doit permettre un accès facile à toutes les fonctions utiles au personnel d'exploitation pour assurer le fonctionnement et l'entretien des compresseurs. Les commandes et les affichages doivent être regroupés par fonctions, soit les opérations, la maintenance, les alarmes et déclenchements, et la configuration. L'accès à ces fonctions distinctes doit toujours être affiché sous la forme d'un bouton de sélection ou d'un onglet sur chaque écran de l'interface opérateur tactile, en plus d'être accessible par une sélection directe. Le protocole de conception suivant doit être respecté :
 1. Il faut prévoir une page des opérations principales qui regroupe les fonctions de commande de base sur un seul écran, y compris : démarrage et arrêt du système, sélection du mode d'exploitation local et distant, affichage des importants messages d'état de fonctionnement, commande d'augmentation et de diminution de la capacité de fonctionnement, affichage de la capacité en % et affichage de l'intensité du moteur. Tous les paramètres de fonctionnement et toutes les valeurs de l'émetteur doivent être accessibles à partir de la page des opérations principales. Si plusieurs pages sont nécessaires pour afficher les données d'exploitation, la navigation entre les pages doit être simple et intuitive, sous forme d'onglets ou de simples boutons de sélection. Les données de fonctionnement doivent être organisées et clairement identifiées pour en faciliter la consultation par l'opérateur.
 2. Une page d'entretien doit être prévue pour permettre l'entretien et le dépannage des commandes des compresseurs et des appareils auxiliaires. Dans la page d'entretien, des boutons de sélection simple doivent être prévus pour sélectionner le mode de fonctionnement normal ou le mode d'entretien.
 3. En cas de détection d'alarme ou de déclenchement, un message doit s'afficher ou une indication visuelle doit indiquer la présence d'une alarme sur la page des opérations principales. La page d'état des alarmes et déclenchements doit être accessible à partir de n'importe quelle page, quel que soit le mode de fonctionnement, par la sélection d'un simple bouton poussoir. La page d'état des alarmes et déclenchements doit présenter la liste de toutes les alarmes actives et de tous les déclenchements, avec la description détaillée et l'heure des événements. Toutes les alarmes, une fois corrigées, peuvent être effacées automatiquement sans autre intervention de la part de l'opérateur. Cependant, toutes les conditions de déclenchement doivent être reconnues par l'opérateur après correction, en appuyant sur un simple bouton de sélection sur la page d'état des alarmes et déclenchements. Le démarrage des compresseurs doit être désactivé en cas de présence d'alarmes actives. Le système de commande doit également empêcher le redémarrage des compresseurs tant que tous les déclenchements n'ont pas été corrigés et reconnus. Un avertisseur sonore doit se déclencher (et un témoin lumineux doit

s'illuminer) en cas d'alarme ou de déclenchement afin d'alerter le personnel d'exploitation. Un simple bouton de sélection doit être prévu sur la page d'état des alarmes et déclenchements pour couper l'avertisseur sonore.

4. Une page de configuration doit être prévue avec les paramètres de démarrage par défaut. Ces paramètres doivent déterminer le mode de commande des compresseurs au moment du démarrage du panneau de commande local. La page de configuration doit également intégrer un mode de test qui détourne le signal de lancement du démarreur du moteur principal dans le but de tester la logique qui simule le démarrage du moteur; ce mode permet de vérifier le système de commande sans avoir à démarrer le moteur d'entraînement.
- j) Les sélecteurs, les boutons-poussoirs et les indicateurs supplémentaires doivent comprendre ce qui suit :
1. un bouton coup de poing d'urgence sur la porte du panneau
 2. un horomètre distinct, sur la porte du panneau, qui ne peut pas être réinitialisé
 3. en plus des témoins lumineux de l'interface opérateur tactile, il faut fournir des boutons-poussoirs qui permettent de faire fonctionner et de surveiller les compresseurs si l'interface opérateur tactile ne fonctionne pas ou si l'opérateur préfère ne pas utiliser cette dernière.
- k) L'interface opérateur doit afficher et surveiller tous les signaux analogiques, y compris, sans toutefois s'y limiter, ce qui suit :
1. l'intensité des moteurs
 2. la position des aubes directrices d'admission
 3. les signaux de température
 4. les signaux de pression
 5. les signaux de vibration
- l) Les compresseurs doivent démarrer en suivant une séquence automatique lancée par le signal de démarrage local ou par le signal de démarrage à distance (c.-à-d. le panneau principal de la passerelle ou celui du système à bulles d'air) quand ils sont en mode commande à distance ou automatique. À la réception du signal de démarrage, le panneau de commande local doit confirmer que les aubes directrices d'admission sont à la position minimale, que le clapet de surpression (contournement) est ouvert, que le clapet de refoulement (le cas échéant) est bien positionné et que les volets d'évent du système à bulles d'air sont ouverts. Toutes les aubes et toutes les vannes doivent être dotées d'interrupteurs de fin de course aux positions ouverte et fermée pour en indiquer la position. Les volets d'évent du système à bulles d'air doivent être dotés de commutateurs de proximité pour indiquer s'ils sont ouverts ou fermés. Si les composants ne sont pas bien positionnés, ils doivent être déplacés automatiquement à leur position de départ respective par le panneau de commande, à l'exception des volets d'évent du système à bulles d'air. Ceux-ci doivent être ouverts manuellement par le personnel du navire. Le panneau de commande local doit indiquer l'état de toutes les limites admissibles en temps réel, de manière à ce que des mesures correctives puissent être prises si une limite admissible n'est pas respectée.

- m) Le système de prélubrification à l'huile doit s'activer et fonctionner pendant la durée minimale prescrite par le fabricant du compresseur. Une fois confirmées toutes les limites admissibles de prédémarrage, les moteurs des compresseurs doivent être démarrés. Un signal de rétroaction provenant des démarreurs des moteurs doit confirmer que les démarreurs des moteurs d'entraînement ont été mis sous tension. Quand les compresseurs atteignent leur régime de fonctionnement, lequel est déterminé par la séquence de démarrage des moteurs, les commandes doivent ouvrir les aubes directrices d'admission et activer à l'électricité le clapet de refoulement (le cas échéant), fermer le clapet de surpression (contournement), arrêter la pompe à huile électrique et transférer la commande des aubes directrices d'admission à la commande locale ou à distance. Si les composants ne sont pas bien positionnés, des mécanismes de verrouillage doivent empêcher le fonctionnement des compresseurs après un délai préétabli. Fournir une alarme et un dispositif d'arrêt en cas d'échec de la séquence si une partie quelconque de la séquence de démarrage, de fonctionnement ou d'arrêt n'est pas exécutée correctement. L'interface opérateur doit indiquer la fonction qui a causé l'arrêt.
- n) Le système de détection des surpressions doit repérer les états de déséquilibre ou de surpression au moyen de dispositifs de détection de la pression. La détection d'un état de surpression doit arrêter les compresseurs.
- o) Il faut fournir une protection contre la surcharge des moteurs qui commande le réglage maximal des vannes des compresseurs afin que le courant des moteurs ne dépasse pas un seuil préétabli.
- p) Le refoulement des compresseurs doit s'afficher sous forme de graphique et sous forme numérique sur l'interface opérateur, exprimé en pourcentage de la capacité maximale, de 0 à 100 %.
- q) Il doit y avoir trois façons d'arrêter les compresseurs :
1. arrêt normal – effectué au moyen du bouton d'arrêt sur l'interface opérateur ou de l'arrêt à distance. Les appareils s'arrêtent et il ne se produit pas de pompage.
 2. arrêt programmé – activé par :
 - i. une température d'huile élevée
 - ii. une température élevée de l'air d'aspiration (recirculation/surpression)
 - iii. une température élevée des enroulements du moteur
 - iv. une température élevée des paliers (compresseur ou moteur)
 - v. le clapet de refoulement ne s'est pas complètement ouvert dans un délai de deux (2) minutes après la réception du signal de rétroaction du démarreur du moteur principal
 - vi. le clapet de surpression ne s'est pas complètement ouvert dans un délai de cinq (5) minutes après la réception du signal de rétroaction du démarreur du moteur principal
 - vii. température ou pression de refoulement élevée
 - viii. intensité du moteur élevée
 - ix. surpression

L'arrêt programmé doit mettre hors tension les moteurs d'entraînement huit (8) secondes après le déclenchement de l'alarme pour laisser le clapet de surpression s'ouvrir partiellement. La lubrification normale après fonctionnement et les autres fonctions d'arrêt normal sont présentées ci-dessous.

3. arrêt d'urgence – activé par :

- i. une pression sur le bouton d'arrêt d'urgence
- ii. une très basse pression d'huile
- iii. des vibrations élevées
- iv. aucun signal de rétroaction des démarreurs des moteurs pendant la séquence de démarrage
- v. la perte du signal de rétroaction des démarreurs des moteurs pendant le fonctionnement normal
- vi. l'échec de la séquence pendant le démarrage
- vii. l'échec de la séquence d'arrêt (les vannes ne sont pas en position minimale, le clapet de refoulement n'est pas fermé, le clapet de surpression ne s'ouvre pas dans un délai de 120 secondes après la commande d'arrêt).

L'arrêt d'urgence doit immédiatement mettre hors tension les moteurs d'entraînement. La lubrification normale après fonctionnement et les autres fonctions d'arrêt normal sont présentées ci-dessous.

- r) L'alarme de température élevée de l'air d'aspiration (recirculation) et le détecteur de vitesse nulle doivent être actifs quand il n'y a pas de signal de rétroaction des moteurs au panneau de commande local provenant des démarreurs des moteurs. Ces capteurs ont pour but de détecter une circulation inversée de l'air dans les compresseurs et la rotation inversée du rotor.

6.14 PANNEAU DE COMMANDE PRINCIPAL DU SYSTÈME À BULLES D'AIR

Les branchements suivants doivent être faits entre le panneau de commande du compresseur et le panneau de commande principal. Cette liste concerne un seul compresseur, un deuxième ensemble de contacts sera nécessaire pour le compresseur opposé.

- a) Signal de démarrage à distance constitué d'un ensemble de contacts normalement ouverts/normalement fermés (NO/NF).
- b) NO/NF pour le compresseur en marche
- c) Contact NO/NF pour l'arrêt du compresseur
- d) Contact NO/NF en cas de basse pression d'huile OK
- e) Contact NO/NF en cas de panne du compresseur
- f) Témoin lumineux du clapet de surpression dans le panneau
- g) Indication de fermeture du clapet de surpression dans le panneau

6.15 Câbles à retirer

Sans objet

6.16 Câbles à renouveler

Sans objet

7 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

7.1 MISE EN MARCHÉ

- A. L'entrepreneur doit offrir les services d'un technicien qui a suivi une formation complète et possède au moins cinq années d'expérience pour inspecter l'installation finale et superviser les tests de mise en marche de l'équipement effectués sur place. Les services doivent être fournis pendant au moins quatre (4) jours, à raison de huit (8) heures par jour, pour chaque unité.
- B. Compresseurs et commandes – Mise en marche initiale
1. Effectuer, au minimum, les travaux de mise en service sur place suivants :
 - a) Inspecter visuellement le système, pour vérifier si les tuyaux sont bien raccordés et si les accessoires sont installés correctement
 - b) Faire tourner le moteur désaccouplé afin d'en vérifier le sens de rotation et l'état opérationnel.
 - c) Sur place, aligner avec précision le moteur d'entraînement et le compresseur.
 - d) Vérifier la mise à niveau du socle du compresseur
 - e) Vérifier les branchements au panneau de commande local, au panneau de commande principal et au panneau de commande de passerelle de tous les instruments et appareils sur place.
 2. Un essai sur place d'une durée d'au moins quatre (4) heures (à réaliser une fois que toutes les températures se sont stabilisées à leur niveau maximal) doit démontrer que, dans toutes les conditions de fonctionnement, chaque unité :
 - a) n'a pas été endommagée pendant le transport ou l'installation;
 - b) a été correctement installée;
 - c) ne comporte aucun défaut mécanique;
 - d) a des instruments et des commandes entièrement fonctionnels;
 - e) démarre, fonctionne et s'arrête comme il se doit;
 - f) fonctionne dans toutes les conditions de pression et de débit précisées;
 - g) suit la séquence d'arrêt appropriée (arrêt standard, arrêt programmé et arrêt d'urgence);
 - h) n'entraîne pas de surchauffe des pièces;
 - i) ne produit pas de vibrations inconfortables ou de bruits inhabituels;
 - j) n'entraîne pas de surcharge des pièces;
 - k) Les aubes directrices d'admission sont automatiquement positionnées par le système de commande, en fonction de l'algorithme d'optimisation de l'efficacité.
- C. L'entrepreneur doit offrir les services d'un représentant détaché (RD) certifié, lequel doit être présent pendant deux (2) essais en mer de cinq (5) jours. Le représentant détaché doit être disponible pour régler les compresseurs et donner une formation pendant les essais en mer, au besoin. Il y aura une formation pour les deux quarts de travail. Au moins un essai

en mer doit se dérouler dans des conditions de glace, avec le représentant détaché. Au cours de cet essai, le système de vibration doit démontrer qu'il n'y a pas de déclenchement par vibration inapproprié (fausses alarmes) en mode « déglacage ».

8 PRODUITS LIVRABLES

8.1 Documentation

REMARQUE : Toute la documentation du fabricant doit être fournie en format PDF électronique, avec signets et fonction de recherche.

- 8.1.1 L'entrepreneur doit fournir à l'autorité technique de la GCC trois (3) copies papier et une (1) copie électronique de tous les documents suivants
- a) L'ensemble des lectures, des vidéos (électroniques seulement), des photos, des essais et des défauts.
 - b) Tous les manuels concernant l'équipement conforme à l'exécution en anglais, et un exemplaire électronique en français doivent être fournis, s'ils sont disponibles du fabricant.
 - c) Tous les dessins techniques doivent être en format CAD ou PDF.
 - d) Tous les dessins modifiés du format d'origine doivent être en format CAD ou PDF.
 - e) Une liste complète des représentants détachés et de l'emplacement de l'équipement installé
 - f) Des copies de tous les logiciels (y compris les programmes des automates programmables) sur disques fournis par les fabricants de l'équipement d'origine accompagnées des procédures d'installation pour tous les logiciels des automates programmables et de l'équipement particulier
 - g) Toutes les procédures d'étalonnage et d'entretien nécessaires pour effectuer le remplacement de tous les composants du nouveau système.
 - h) Une liste complète comprenant les prix et les numéros de toutes les pièces utilisées, ainsi que les coordonnées nécessaires pour les commander.

8.1.2 Soumission définitive de la conception détaillée – une version définitive révisée et détaillée de la proposition de conception initiale indiquant tout changement ou toute modification qui y ont été apportés.

8.1.3 **Portée des travaux d'enlèvement et d'installation**. – doit comprendre les versions définitives des dessins techniques et des spécifications techniques pour l'installation des nouveaux systèmes à bulles d'air et des systèmes de contrôle.

8.1.4 **Rapport d'analyse de vitesse critique torsionnelle** – produit pour s'assurer que le compresseur, le moteur et l'accouplement sont correctement installés. Toutes les vitesses critiques torsionnelles doivent se trouver hors de la plage de régimes d'arbre des compresseurs, +10/-15 %.

8.1.5 **Soumission définitive de la conception détaillée** – une version définitive révisée et détaillée de la proposition de conception initiale indiquant tout changement ou toute modification qui y ont été apportés.

8.1.6 **Rapports sur les essais en usine** – Les rapports sur les essais du compresseur, du moteur d'entraînement principal et du panneau de commande doivent être présentés et approuvés avant l'expédition de l'équipement au chantier.

8.1.7 **Manuel d'installation, d'utilisation et d'entretien** - La version définitive du Manuel d'installation, d'utilisation et d'entretien doit être accompagnée des rapports d'essai définitifs et des dessins de récolement. Le manuel d'installation, d'utilisation et d'entretien doit inclure les renseignements spécifiques suivants :

1. Renseignements sur la réception et la manutention, avec un schéma illustrant la méthode de levage recommandée.
2. Exigences d'entreposage lorsque l'équipement n'est pas en service pendant des périodes prolongées
3. Instructions d'installation mécanique pour les composants expédiés démontés :
 - a) Châssis du compresseur
 - b) Composants d'aspiration des compresseurs et instruments
 - c) Composants de refoulement des compresseurs et instruments
4. Instructions d'installation électrique
5. Instructions de remplissage de l'huile lubrifiante
6. Instructions d'utilisation et d'entretien
 - a) Guide de dépannage des compresseurs
 - b) Pièces de rechange recommandées
 - c) Suggestion de programme d'entretien préventif
 - d) Manuels d'utilisation pour tous les principaux composants des compresseurs et du système de commande
7. Schémas complets et nomenclature des pièces de rechange pour

- a) Les compresseurs et les boîtes d'engrenages, y compris les pompes, capteurs, accouplements et instruments associés
- b) Les moteurs d'entraînement électriques (compresseur principal)
- c) Tous les composants auxiliaires (ensembles de pompes, moteurs, jeux de filtres, refroidisseurs)
- d) Tout l'équipement de commande électrique intégré au panneau de commande local et aux panneaux d'interface

8.2 Outils et pièces de rechange

- A. L'entrepreneur doit fournir tous les outils spéciaux et tous les appareils nécessaires pour désassembler, entretenir, réparer et régler l'équipement et les accessoires.
- B. Les pièces de rechange suivantes doivent être fournies :
 - 1. Deux ensembles d'éléments de filtre à huile pour chaque unité
 - 2. Un ensemble de paliers et de joints d'étanchéité de compresseur pour chaque unité
 - 3. Un ensemble de paliers et de joints d'étanchéité pour la boîte d'engrenages
 - 4. Un ensemble de paliers de moteur pour chaque unité
 - 5. Un actionneur d'aubes directrices d'admission
 - 6. Une pompe à huile mécanique
 - 7. Une pompe à huile auxiliaire complète
 - 8. Un automate programmable (doit comprendre deux circuits de chaque type); cela comprend, sans toutefois s'y limiter :
 - a) Alimentation
 - b) UCT
 - c) Module de mémoire
 - d) Entrée-sortie numérique et analogique
 - e) Communication
 - 9. Un (1) ordinateur portable équipé du programme et des licences logicielles pour l'automate programmable.
 - 10. Un de chaque type de composant électrique non mentionné précédemment :
 - a) Relais
 - b) Contacteurs;
 - c) Bloc d'alimentation
 - d) Commutateurs
 - e) Borniers
 - f) Voyants lumineux
 - g) Disjoncteurs

11. Deux interfaces opérateur d'appoint
 12. 10 de chaque type et de chaque dénomination de fusible utilisé dans les nouveaux panneaux et démarreurs de moteur.
 13. Un accouplement de moteur/compresseur
 14. Un moteur de ventilateur pour le refroidisseur d'huile, le cas échéant
 15. Deux transmetteurs de pression de rechange pour chaque plage de pression.
 16. Deux sondes de température de rechange pour les DTR pour chaque plage de température.
- C. Toutes les pièces de rechange doivent être convenablement emballées pour les milieux marins et pour un entreposage à long terme. L'emballage doit être clairement identifié par un marquage indélébile sur les contenants. Les outils et pièces de rechange (à l'exception des filtres à air et à huile) doivent être fournis dans un coffre à outils en bois pour l'entreposage à long terme, portant le nom de l'équipement, ainsi qu'une description du contenu et des pièces, ou leur numéro d'identification. Chaque boîte doit comprendre une liste d'emballage qui indique le numéro, la description et la quantité des articles. Une liste principale de toutes les pièces doit également être incluse avec les pièces de rechange fournies.