



Pêches et Océans  
Canada

Garde côtière  
canadienne

Fisheries and Oceans  
Canada

Canadian  
Coast Guard



## ANNEXE A – ÉNONCÉ DES TRAVAUX

# Remplacement des vireurs d'arbre du NGCC DesGroseilliers

**Direction des Services techniques intégrés - Garde côtière canadienne**  
**Infrastructures maritimes et civiles**

septembre 2021

## **1.0 Remplacement des vireurs du *Des Groseilliers***

### **1.1 Désignation**

- 1.1.1 La GCC souhaite faire remplacer les roues d'engrenage en fonte et leur engrenage à vis sans fin, qui sont les principales composantes des vireurs des arbres porte-hélice bâbord et tribord du NGCC *Des Groseilliers*.
- 1.1.2 Les dents actuelles de l'engrenage des vireurs en fonte se sont grandement dégradées avec le temps. Cependant, les engrenages à vis sans fin n'ont subi aucune dégradation ou usure notable.
- 1.1.3 La roue de chaque vireur est composée de deux moitiés qui sont boulonnées à la bride de l'arbre d'hélice aux extrémités de raccordement des demi-sections. Voir le détail « K » sur les dessins 68-2600-01 et AW302862.
- 1.1.4 Les vireurs servent principalement à faire tourner les arbres porte-hélice du navire lorsqu'il est nécessaire d'entretenir ou de réparer les joints étanches des tubes d'étambot. Les vireurs sont donc essentiels pour la sécurité d'utilisation du navire.

### **2.0 Objectif :**

- 2.1 Le principal objectif de ce projet consiste à fabriquer et installer de nouvelles roues d'engrenage et de nouveaux engrenages à vis sans fin pour les vireurs bâbord et tribord du NGCC *Des Groseilliers*, conformément aux exigences du présent énoncé de travail.

### **3.0 Définitions :**

- 3.1.1 Le mot « installer » signifie que l'entrepreneur doit faire des raccordements mécaniques et électriques et fournir la main-d'œuvre et le matériel nécessaires à l'installation.
- 3.1.2 Le terme « remise en place » fait référence à une pièce d'équipement sur laquelle l'entrepreneur a effectué des réparations et qui doit être réinstallée à son emplacement d'origine et raccordée mécaniquement et électriquement. L'entrepreneur doit fournir la main-d'œuvre et le matériel nécessaire à la réalisation de la remise en place;
- 3.1.3 Le mot « démonter » signifie que l'entrepreneur doit fournir toute la main-d'œuvre, l'équipement et les outils nécessaires pour démonter, pièce par pièce, l'équipement, la machinerie ou le système à examiner, réparer ou modifier.

- 3.1.4 Le mot « étalonner » signifie l'ajustement de l'équipement, des outils, des lectures et des mesures à l'aide d'un étalon connu.
- 3.1.5 Le mot « inspecter » signifie examiner officiellement et évaluer de façon critique la conformité avec la fonction applicable, les plans, les exigences réglementaires et les recommandations.
- 3.1.6 Le mot « vérifier » signifie que l'entrepreneur doit inspecter les dimensions réelles de l'équipement et l'ajustement des composantes pour s'assurer que les livrables du présent contrat respectent la configuration existante des vireurs.
- 3.1.7 Le mot « test » signifie que l'entrepreneur doit fournir la main-d'œuvre pour faire fonctionner un appareil par rapport à une norme ou une procédure déterminée.
- 3.1.8 Le mot « essai » désigne une ou plusieurs actions permettant à l'entrepreneur de prouver par une présentation visuelle ou instrumentale que l'équipement ou le système satisfait aux exigences du programme d'essais spécifié.
- 3.1.9 Le terme « essai de fonctionnement » désigne le fonctionnement d'un équipement dans tous ses modes de fonctionnement normaux et sur toute sa plage de fonctionnement afin de confirmer qu'il est en mesure de remplir la fonction pour laquelle il a été conçu, dans le cadre des paramètres de fonctionnement normaux indiqués dans la documentation du fabricant.

## 4.0 Références

### 4.1 Données sur l'équipement

- 4.1.1 Les données suivantes sur les arbres sont fournies à titre de référence :

Description :	Valeur :
Diamètre de l'hélice	4 m
Poids de l'hélice	14 000 kg
Diamètre de l'arbre	630 mm
Poids de l'arbre	37 000 kg
Vitesse de rotation approximative de l'arbre porte-hélice lorsque le vireur est engagé	5-6 tr/min

### 4.2 Dessins

- 4.2.1.1 Tous les dessins techniques de référence sont transmis à l'entrepreneur par la GCC à titre de référence seulement. Il incombe à l'entrepreneur d'élaborer des dessins d'exécution et de veiller à ce qu'ils reçoivent tous l'approbation

réglementaire applicable. L'entrepreneur doit tenir compte du fait que les dessins techniques de référence ne sont pas tous des plans conformes. Il incombe à l'entrepreneur de vérifier physiquement tous les articles concernés.

4.2.1.2 Les dessins suivants sont donc considérés comme à titre indicatif uniquement :

Numéro de dessin	TITRE DU DESSIN	Document fourni
AW302862	Gear wheel	Oui
AW201812B	Turning gear details	Oui
AW201812B-2	Turning gear details – Part 73 – Worm gear	Oui
AW201810B	Turning gear arrangement	Oui
AW201813A	Turning gear details	Oui
68-2600-1	Arrangement of shafting and details	Oui
68-H-101	General Arrangement	Oui

### 4.3 Normes et règlements

4.3.1.1 Les normes et règlements qui suivent s'appliquent aux travaux effectués dans le cadre de cet énoncé. L'entrepreneur doit s'assurer que tous les travaux de cette section sont conformes à ces normes et règlements ainsi qu'à l'ensemble des normes et règlements fédéraux ou territoriaux applicables.

Référence	Titre	Document fourni
IACS Unified Requirements W10	<i>Spheroidal or nodular graphite iron castings</i>	Non
IACS Unified Requirements W2	<i>Test specimens and mechanical testing procedures for materials</i>	Non
ANSI/AGMA 2111-A98	<i>Cylindrical wormgearing tolerance and inspection methods (Metric)</i>	Non
ISO 2768-1:1989	Tolérances générales – Partie 1 : Tolérances pour dimensions linéaires et angulaires non affectées de tolérances individuelles	Non
ANSI B4.2 – 1978 (R2020)	<i>Preferred Metric Limits and Fits</i>	Non
ISO 945-1: 2019	Microstructure des fontes – Partie 1 : Classification du graphite par analyse visuelle	Non
ISO 6892-1: 2019	Matériaux métalliques – Essai de traction – Partie 1 : Méthode d'essai à température ambiante	Non
ISO 6506-1: 2014	Matériaux métalliques – Essai de dureté Brinell – Partie 1 : Méthode d'essai	Non
ISO 6508-1: 2016	Matériaux métalliques – Essai de dureté Rockwell – Partie 1 : Méthode d'essai	Non
ASTM A29: 2016	<i>Standard specification for requirements for steel bars, carbon alloy, hot wrought.</i>	Non



ASTM E8: 2021	<i>Standard test methods for tension testing of metallic materials</i>	Non
ASTM E10: 2018	<i>Standard test method for brinell hardness of metallic materials</i>	Non
ASTM E18: 2020	<i>Standard test method for Rockwell hardness of metallic materials</i>	Non
EN 10204: 2004	<i>Metallic products: Types of inspection documents</i>	Non
CAN/CGSB 48-9712/ISO 9712: 2012	Essais non destructifs – Qualification et certification du personnel des END	Non
Circulaire de la Garde côtière canadienne, 09-2021 COVID-19	Questionnaire de dépistage de santé pour le personnel de la Garde côtière canadienne et visiteurs accédant aux installations régionales exclusivement occupées par la GCC et aux navires de la GCC	Oui
GCC/6102 Procédure opérationnelle normalisée à l'échelle nationale (PONEN), 515 COVID-19	Émission des lettres de désignation des entrepreneurs pendant la pandémie COVID-19	Oui
GCC/6102 Procédure opérationnelle normalisée à l'échelle nationale (PONEN), 527 COVID-19	Entrepreneurs internationaux entrant au Canada pour effectuer des travaux pour la Garde côtière canadienne	Oui
Manuel de sécurité et de sûreté de la Flotte	Verrouillage et identification – 7.B.5	Oui

## 5.0 Énoncé des travaux

### 5.1 Dimensions requises pour les roues d'engrenage et les engrenages à vis sans fin

- 5.1.1 Les roues d'engrenage et les engrenages à vis sans fin doivent être usinés de façon à obtenir des ensembles assortis ayant des tolérances conformes à la norme ANSI/AGMA 2111-A98 (grade 5) pour le module et les diamètres moyens appropriés.
- 5.1.2 Lorsque des dimensions linéaires, angulaires ou radiales sont indiquées sans mention de tolérance sur les dessins ou si la tolérance n'est pas spécifiée dans la norme ANSI/AGMA 2111-A98, la tolérance requise après usinage est celle de la norme ISO 2768-fH.
- 5.1.3 Le diamètre d'alésage des engrenages à vis sans fin doit permettre une tolérance H7/h6 conformément à la section *Preferred Hole Basis Metric Clearance Fits* de la norme ANSI B4.2.

### 5.2 Exigences matérielles pour les roues d'engrenage en fonte :

- 5.2.1 L'entrepreneur doit fabriquer deux roues d'engrenage dont les finis de surface et les dimensions doivent correspondre au dessin AW302862 et il doit en donner la confirmation à partir des mesures des roues d'engrenage existantes à bord du *Des Groseilliers*.
- 5.2.2 Chaque moitié des roues d'engrenage en fonte doit respecter les propriétés mécaniques minimales au niveau de la section transversale la plus épaisse des pièces moulées (voir le tableau 1 : Propriétés mécaniques).

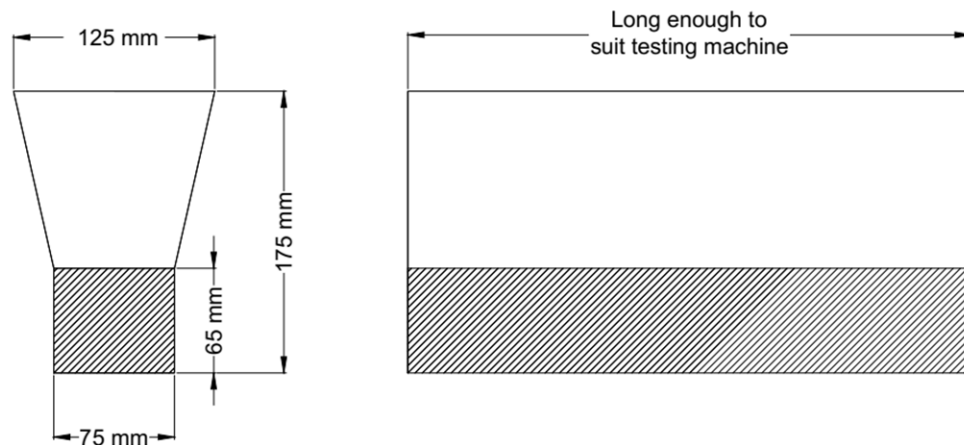
**Tableau 1 : Propriétés mécaniques**

Description :	Valeur :
Résistance à la traction (Rm)	510 Mpa
Limite d'élasticité entraînant une déformation de 0,2 % (Rp 0,2)	340 Mpa
Allongement après rupture (A)	7 %
Dureté Brinell (HB)	170-230
Nodularité du graphite (ISO 945-1)	90 % de type VI; type V et type IV pour les 10 % restants

- 5.2.3 Il incombe à l'entrepreneur de s'assurer que tous les tests décrits à la section 5 du présent énoncé des travaux sont réalisés. Les tests doivent démontrer les propriétés mécaniques ci-dessus pour les pièces moulées principales. L'entrepreneur doit produire des documents d'AQ/CQ qui garantissent que les propriétés évaluées dans les échantillons d'essai sont représentatives de celles des pièces moulées principales. L'entrepreneur doit fournir au responsable technique de la GCC et à l'inspecteur de l'ABS les détails du moule utilisé et les courbes de refroidissement qui illustrent les taux de refroidissement des pièces moulées avant le décochage.
- 5.2.4 Le responsable technique de la GCC et l'inspecteur de l'ABS doivent être autorisés à inspecter les pièces moulées principales après leur décochage à la fonderie.
- 5.2.5 L'entrepreneur doit identifier les pièces moulées principales au moyen de chiffres ou de lettres en relief afin qu'ils puissent être retracés jusqu'aux louches ayant été utilisées lors du moulage. Le système de marquage et d'identification est à la discrétion de l'entrepreneur.
- 5.2.6 L'entrepreneur doit s'assurer que la quantité de matériel est suffisante pour les essais de traction requis, la reprise éventuelle des essais et les inspections métallographiques.

- 5.2.7 Le matériel d'essai doit être moulé côte à côte dans le même moule que les pièces moulées principales. Les éprouvettes doivent être coulées selon la forme et les dimensions indiquées à la figure 1.

**Figure 1 – Éprouvettes**



- 5.2.8 Le nombre d'échantillons d'essai est à la discrétion de l'entrepreneur. Cependant, au moins un échantillon doit être coulé par louche.
- 5.2.9 Les éprouvettes doivent être identifiées et marquées afin d'assurer la traçabilité des pièces moulées tout au long des essais.
- 5.2.10 Avant la tenue des essais, l'entrepreneur doit faire approuver par le responsable technique de la GCC et l'inspecteur de l'ABS le plan de sectionnement des barres d'essai à partir des éprouvettes.
- 5.2.11 L'entrepreneur doit s'assurer que la composition chimique de la fonte permettra d'obtenir les propriétés mécaniques et les structures métallographiques requises. La composition chimique est donc laissée à la discrétion de la fonderie dans la mesure où les exigences du tableau 1 sont respectées.
- 5.2.12 Un traitement thermique est acceptable s'il est nécessaire pour respecter les exigences mécaniques et métallographiques indiquées dans le tableau 1 pour les pièces moulées principales. Si un tel traitement est utilisé, l'entrepreneur doit s'assurer de ce qui suit :

- A) La procédure est soumise à l’approbation du responsable technique de la GCC et de l’inspecteur de l’ABS avant le moulage.
- B) Le responsable technique de la GCC et l’inspecteur de l’ABS sont autorisés à assister au traitement thermique pour s’assurer du respect des procédures.
- C) Les éprouvettes sont soumises à un traitement thermique avec leur moulage respectif avant la séparation et l’usinage en barres d’essai.

- 5.2.13 Des analyses chimiques et des éprouvettes doivent être fournies à partir de chaque louche de métal versée.
- 5.2.14 Les réparations par soudage ne sont pas autorisées. Les légers défauts de surface peuvent être éliminés par meulage local à condition d’avoir obtenu l’approbation du responsable technique de la GCC et de l’inspecteur de l’ABS.
- 5.2.15 Si des défauts profonds entraînant une défectuosité sont détectés pendant l’usinage, la pièce doit être rejetée et moulée de nouveau.
- 5.2.16 Si les essais mécaniques montrent qu’une pièce ne respecte pas les exigences de la section 6.2, la pièce doit être rejetée et moulée de nouveau.
- 5.2.17 Les coûts du remoulage dans l’une ou l’autre de ces situations sont à la charge de l’entrepreneur.

### **5.3 Exigences matérielles pour les engrenages à vis sans fin en acier**

- 5.3.1 L’entrepreneur doit fabriquer deux engrenages à vis sans fin dont les dimensions respectent le dessin AW201812B-2. Les roues d’engrenage et les engrenages à vis sans fin doivent être usinés de façon à obtenir des ensembles assortis.
- 5.3.2 Les engrenages à vis sans fin doivent être en acier de grade 1060 selon la norme ASTM A29, et d’une dureté de 55-60 HRC.
- 5.3.3 Les méthodes de traitement thermique sont à la discrétion du fabricant. Toutefois, la distorsion doit être maîtrisée de manière à ce que les engrenages à vis sans fin respectent les tolérances dimensionnelles requises, conformément à la section 5.1.1.

### **5.4 Emballage et transport**

- 5.4.1 L’entrepreneur doit transporter les pièces jusqu’au 101, boulevard Champlain, Québec (QC) G1K 7Y7 (DDP, INCOTERMS 2020).

- 5.4.2 Les roues d'engrenage en fonte et les engrenages à vis sans fin en acier doivent être livrés à la GCC au plus tard le 16 mai 2022.
- 5.4.3 Avant le transport, l'entrepreneur doit emballer chaque moitié de roue d'engrenage en fonte dans une caisse en bois d'une dimension maximale de 8 pi x 4 pi x 2 pi (2,4 m x 1,2 m x 0,6 m).
- 5.4.4 L'entrepreneur doit appliquer un revêtement de protection temporaire aux pièces. Le revêtement doit être adapté au transport dans un environnement marin et d'une durabilité de 2 ans.
- 5.4.5 L'entrepreneur doit photographier les pièces en détail avant l'application d'un revêtement de protection temporaire et avant de les placer dans leur caisse de transport, y compris des plans rapprochés de chacune des faces des pièces en fonte. Ces photographies doivent être transmises au responsable technique de la GCC dans les 24 heures qui suivent.

#### **5.5 Travaux devant être réalisés sur place par l'entrepreneur :**

- 5.5.1 Le NGCC *Des Groseilliers* sera accosté à Québec pour la vérification préliminaire des mesures et l'installation ultérieure des pièces des vireurs.
- 5.5.2 Dans les 2 semaines suivant l'octroi du contrat, l'entrepreneur devra monter à bord le navire pour vérifier les mesures des roues d'engrenage et des engrenages à vis sans fin bâbord et tribord avant de fabriquer les pièces. La GCC aidera l'entrepreneur en retirant les protections entourant chaque roue d'engrenage. Voir les photos de l'annexe A. Toutes les mesures doivent être vérifiées sans retirer les pièces en service.
- 5.5.3 Dans le cas où des travaux imprévus sont requis en cours de contrat, ceux-ci seront traités par l'entremise du formulaire TPSGC 1379, sous l'approbation de l'autorité technique-
- 5.5.4 L'entrepreneur doit effectuer les travaux d'installation suivants au cours de la période d'entretien du NGCC *Des Groseilliers* actuellement planifiée pour le 16 mai 2022.
- 5.5.5 Les travaux d'installation et les essais finaux doivent être terminés au plus tard le 15 juin 2022.
- 5.5.6 L'entrepreneur doit charger les pièces sur le pont d'envol du navire et les déplacer vers la salle des moteurs de propulsion par les écoutilles du pont d'envol et les magasins généraux. Voir le dessin 68-H-101.

- 5.5.7 L'entrepreneur doit fournir la grue pour charger les caisses sur le navire et les descendre dans les magasins généraux.
- 5.5.8 Avant de commencer les travaux, les ouvriers de l'entrepreneur et le superviseur sur place doivent :
- 5.5.8.1 Effectuer une visite de familiarisation avec le chef mécanicien et le responsable technique de la GCC.
  - 5.5.8.2 Déterminer les dangers et évaluer les risques sur place avec le chef mécanicien et le responsable technique de la GCC; ces étapes seront consignées dans le registre des risques du navire.
  - 5.5.8.3 Effectuer un examen sur place des dessins AW201812B, AW201810B et AW201813A avec le chef mécanicien et le responsable technique de la GCC afin d'établir un plan de démontage et de remontage. Ce plan doit être inclus dans le Plan d'inspection et d'essai de l'entrepreneur et signé par l'entrepreneur et le responsable technique de la GCC ou le chef mécanicien du navire.
  - 5.5.8.4 S'assurer que les deux vireurs ont été correctement isolés et cadenassés conformément à la procédure 7.B.5 du Manuel de sécurité et de sûreté de la Flotte. Cette étape doit être confirmée avec le chef mécanicien du navire et le responsable technique de la GCC, puis consignée dans le registre de verrouillage et d'étiquetage du navire.
- 5.5.9 L'entrepreneur doit retirer la protection recouvrant les roues d'engrenage sur les vireurs bâbord et tribord.
- 5.5.10 L'entrepreneur doit démonter et retirer du raccord de l'arbre d'hélice les roues d'engrenage en fonte. Les sections retirées doivent être manipulées avec précaution pour éviter tout dommage. La GCC conservera ces sections en fonte.
- 5.5.11 L'entrepreneur doit installer les nouvelles roues d'engrenage en fonte et engrenages à vis sans fin.
- 5.5.12 L'entrepreneur doit vérifier et noter le réglage des engrenages à vis sans fin (éléments 77 et 78 du dessin AW201810B) avant de démonter l'arbre d'entraînement. Cette étape doit être réalisée en présence du chef mécanicien du navire.
- 5.5.13 L'entrepreneur doit vérifier et noter la hauteur verticale des engrenages à vis sans fin sur l'arbre d'entraînement (réglée par les éléments 76 du dessin AW201801B) avant de démonter l'arbre d'entraînement. Ces mesures doivent être prises en présence du chef mécanicien du navire.

- 5.5.14 L'entrepreneur doit démonter l'arbre d'entraînement des engrenages à vis sans fin des vireurs et les accessoires connexes dans la mesure nécessaire pour installer les nouveaux engrenages à vis sans fin des vireurs bâbord et tribord, conformément aux dessins AW201812B, AW201810B et AW201813A.
- 5.5.15 Pendant les travaux, l'entrepreneur doit protéger la roue à vis sans fin en bronze au sommet de l'arbre. Avant de retirer l'arbre de la roue à vis sans fin, l'entrepreneur doit vidanger et éliminer l'huile de la boîte d'engrenage (environ 5 litres). Cette huile peut être éliminée à bord. Après le remontage, l'entrepreneur doit remplir la boîte d'engrenage avec de l'huile jusqu'à mi-hauteur du tube d'observation. L'huile sera fournie par la GCC.
- 5.5.16 L'entrepreneur doit réinstaller l'arbre de l'entraînement à vis sans fin avec des roulements neufs (élément 69 du dessin AW201801B). Les roulements doivent être fournis par l'entrepreneur.
- 5.5.17 L'entrepreneur doit remplacer ou réparer toute composante endommagée pendant l'installation des nouveaux engrenages à vis sans fin aux frais de l'entrepreneur.
- 5.5.18 L'entrepreneur doit s'assurer que l'arbre de l'entraînement de la vis sans fin est réglé de façon à obtenir un jeu de 0,762 mm. Cette étape doit être réalisée en présence du chef mécanicien du navire.
- 5.5.19 L'entrepreneur doit s'assurer que l'engrenage à vis sans fin est positionné verticalement de sorte que son point médian axial soit à 90 degrés par rapport à l'axe central de la roue d'engrenage.
- 5.5.20 Pendant l'assemblage et avant tout test de fonctionnement, l'entrepreneur doit s'assurer que toutes les composantes mécaniques sont bien graissées et que les godets graisseurs sont pleins. L'entrepreneur doit fournir la graisse.
- 5.5.21 Après le remontage et l'installation, et avant tout test de fonctionnement, le responsable technique de la GCC et le chef mécanicien du navire doivent inspecter les travaux effectués avec l'entrepreneur.
- 5.5.22 L'entrepreneur doit effectuer un test de fonctionnement des vireurs bâbord et tribord à la fin du remontage et de l'installation des roues d'engrenage. Le chef mécanicien du navire, le responsable technique de la GCC et l'inspecteur d'ABS doivent assister à ce test.
- 5.5.23 L'entrepreneur doit réinstaller la protection recouvrant les roues d'engrenage sur les vireurs bâbord et tribord suite de l'achèvement des travaux.

## **5.6 Pandémie COVID 19**

- 5.6.1 En raison de la pandémie de COVID-19, l'entrepreneur doit se conformer au document CCGC 09-2021 COVID-19 - Questionnaire de dépistage de santé pour le personnel de la Garde côtière canadienne et visiteurs accédant aux installations régionales exclusivement occupées par la GCC et aux navires de la GCC.
- 5.6.2 L'entrepreneur doit s'assurer que tous ses employés et sous-traitants portent des masques médicaux lorsqu'ils se trouvent à bord du navire. L'entrepreneur doit fournir ces masques à ses employés et sous-traitants. L'entrepreneur doit également fournir du désinfectant pour les mains à la disposition de ses employés et sous-traitants.
- 5.6.3 Les lettres de service essentiel de l'entrepreneur seront délivrées conformément à la GCC PONEN 515 Émission des lettres de désignation des entrepreneurs pendant la pandémie COVID-19, si elles sont requises pour le contractant principal et tout sous-traitant nommé afin de faciliter les déplacements et le travail.
- 5.6.4 Tout ressortissant étranger employé par l'entrepreneur qui doit se rendre au Canada pour effectuer ce travail doit répondre à tous les critères d'entrée du gouvernement du Canada COVID 19 pour les voyages discrétionnaires et suivre toutes les instructions préalables à l'entrée en place à ce moment-là. L'entrepreneur doit suivre les procédures dans GCC PONEN 527 - Entrepreneurs internationaux entrant au Canada pour effectuer des travaux pour la Garde côtière canadienne.

## **6.0 Preuve d'exécution :**

### **6.1 Responsabilités de l'entrepreneur – Production, inspection, tests et essais**

- 6.1.1 L'entrepreneur doit coordonner toutes les inspections réglementaires ou autres effectuées par l'inspecteur d'ABS, lesquelles sont indiquées dans les différentes sections de cet énoncé de travail, et s'y préparer adéquatement.
- 6.1.2 L'entrepreneur prend acte que le NGCC *Des Groseilliers* est actuellement visé par le Programme de délégation des inspections obligatoires et que la Garde côtière canadienne a retenu les services de l'American Bureau of Shipping (ABS) à titre d'organisme reconnu.
- 6.1.3 Le responsable technique de la GCC se chargera du paiement de tous les frais associés aux inspections réglementaires.



- 6.1.4 L'entrepreneur doit produire et tenir à jour un plan de production indiquant toutes les étapes de production, de livraison, d'assemblage et d'inspection. Le plan doit indiquer les risques inhérents au projet, et ces risques doivent être classés en fonction de leur incidence sur le calendrier et le coût du projet. Le plan doit comporter des stratégies d'atténuation de tous les risques jugés élevés.
- 6.1.5 L'entrepreneur doit mettre à jour le plan de production en cas de modification du calendrier. L'entrepreneur doit soumettre ce plan et toute mise à jour ultérieure au responsable technique de la GCC.
- 6.1.6 L'entrepreneur doit surveiller et contrôler la qualité des travaux contractuels au cours de ce projet. Pour ce faire, il doit créer et tenir à jour une liste de tous les points devant faire l'objet d'inspections et d'essais. Cette liste peut être appelée Plan d'inspection et d'essai (PIE) de l'entrepreneur. Le plan doit comprendre tout ce que l'entrepreneur juge nécessaire pour assurer la qualité du travail, mais également les éléments définis à la section 7 de cet énoncé de travail. Le PIE doit aussi comprendre une procédure pour réaliser les tests de fonctionnement à bord une fois les nouvelles pièces installées.
- 6.1.7 L'entrepreneur doit faire approuver le plan de production et le PIE par le responsable technique de la GCC avant de commencer les travaux. Le PIE doit être mis à jour pour refléter les résultats des plus récents tests et soumis électroniquement à l'examen du responsable technique de la GCC dans les 48 heures suivant la réalisation des points d'arrêt.
- 6.1.8 La GCC se réserve le droit de vérifier le plan de production et le PIE de l'entrepreneur tout au long de la durée du contrat pour s'assurer qu'ils sont respectés.
- 6.1.9 L'entrepreneur doit s'assurer que le responsable technique de la GCC et, s'il y a lieu, l'inspecteur d'ABS, sont présents lors des points d'arrêt préétablis pour un élément de travail selon les exigences d'inspection de cette section de l'énoncé de travail et le PIE de l'entrepreneur.
- 6.1.10 Le responsable technique de la GCC et l'inspecteur d'ABS doivent être présents lors de tous les points d'arrêt. Si les installations de l'entrepreneur se trouvent au Québec, l'entrepreneur doit aviser le responsable technique de la GCC et l'inspecteur d'ABS 48 heures avant tout point d'arrêt. Si ces installations se trouvent à l'extérieur du Québec, l'entrepreneur doit donner un préavis de 5 jours ouvrables. Si le responsable technique de la GCC n'est pas en mesure de se rendre aux installations de l'entrepreneur ou que cela n'est pas possible en raison de leur emplacement géographique, des rapports écrits comprenant des photos et détaillant les activités effectuées au cours de ces points d'arrêt, les résultats et

les mesures prises doivent être soumis à l'approbation du responsable technique de la GCC avant la poursuite des travaux.

- 6.1.11 Tous les inspecteurs réalisant des END (examens magnétoscopiques ou essais volumétriques) doivent avoir une qualification de niveau 2 ou 3 selon la norme CAN/CGSB 48-9712, ISO 9712 ou ASNT SNT-TC-1A.
- 6.1.12 L'entrepreneur doit être présent à bord du navire pendant tous les tests de fonctionnement.

## **6.2 Exigences de la GCC relativement aux tests et essais**

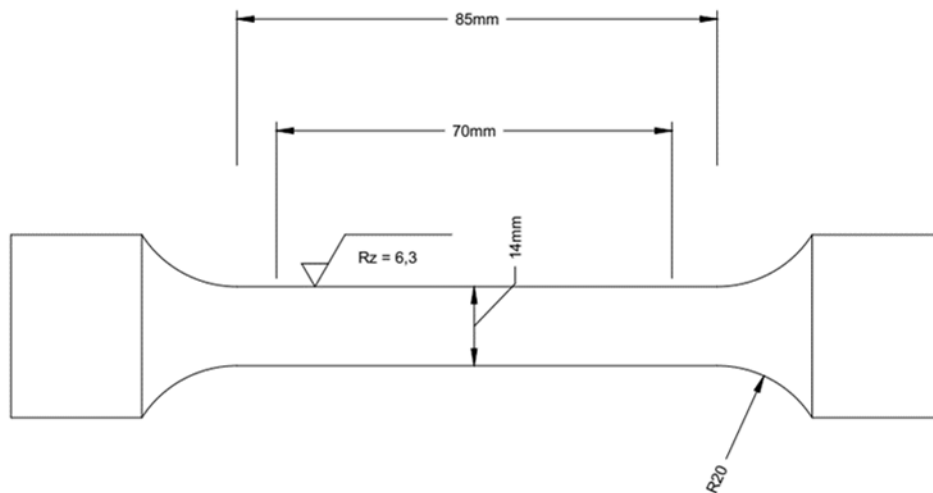
### **6.2.1 Analyse chimique :**

- 6.2.1.1 L'entrepreneur doit effectuer une analyse chimique du métal de chaque louche pendant le moulage des roues d'engrenage. Le rapport doit être soumis au responsable technique de la GCC et à l'inspecteur d'ABS.
- 6.2.1.2 L'entrepreneur doit fournir au responsable technique de la GCC et à l'inspecteur d'ABS des copies des rapports d'essai de type 3.1 (norme EN 10204) pour l'acier utilisé lors de l'usinage des engrenages à vis sans fin.

### **6.2.2 Test mécanique des roues d'engrenage en fonte :**

- 6.2.2.1 Des essais de traction doivent être effectués conformément à la norme ISO 6892-1 ou ASTM E8. Les barres d'essai usinées à partir des éprouvettes doivent avoir les dimensions indiquées sur la figure 2. Si les essais de traction ne répondent pas aux exigences de traction, de limite d'élasticité et d'allongement du tableau 1, deux essais supplémentaires peuvent être réalisés à partir de la même éprouvette. Les pièces moulées seront jugées acceptables si les deux essais supplémentaires répondent tous deux à ces exigences. Toutefois, en cas d'échec pour l'un des deux essais, les pièces moulées seront rejetées et devront être remoulées aux frais de l'entrepreneur.

**Figure 2 – Barres pour les essais de traction**



Description	Valeur
Lo – Longueur initiale entre repères	70 mm
Lc – Longueur parallèle minimale	85 mm
D – Diamètre de la pièce d'essai à la longueur entre repères	14 mm
R – Rayon de transition	20 mm
Rz – Rugosité sur la longueur entre repères	6.3 $\mu\text{m}$

6.2.2.2 Les tests de dureté doivent être effectués conformément à la norme ISO 6506-1 ou ASTM E10 et utiliser les indices de force et de diamètre recommandés par l'ISO pour la fonte. Quatre empreintes de dureté doivent être effectuées à mi-épaisseur sur la face latérale du rebord de la dent d'engrenage, deux de chaque côté à 180 degrés d'écart et à 90 degrés d'écart d'un côté à l'autre.

6.2.2.3 L'examen métallographique des barres sectionnées à partir des éprouvettes doit être effectué conformément à la norme ISO 945-1 afin de déterminer la nodularité du graphite. Tout le graphite doit être nodulaire et être à au moins 90 % de type VI, le restant pouvant être composé de n'importe quelle combinaison de graphite type V et IV.

6.2.2.4 Si un traitement thermique est nécessaire pour obtenir la nodularité et les propriétés mécaniques indiquées pour le graphite :

- A) la procédure doit être approuvée par l'inspecteur d'ABS;
- B) le responsable technique de la GCC et l'inspecteur de l'ABS doivent être autorisés à assister au traitement thermique pour s'assurer du respect de la procédure.

### **6.2.3 Test mécanique des engrenages à vis sans fin**

6.2.3.1 La dureté du matériau de l'engrenage à vis sans fin doit être mesurée après un traitement thermique final sur la pièce finie ou sur le rebord de l'ébauche d'engrenage selon les méthodes d'essai de dureté Rockwell de la norme ISO 6058-1 ou ASTM E18.

### **6.2.4 Inspections visuelle et dimensionnelle des roues d'engrenage et des engrenages à vis sans fin :**

6.2.4.1 Les pièces moulées principales doivent être nettoyées et préparées pour une inspection visuelle par le responsable technique de la GCC et l'inspecteur d'ABS. Il n'est pas permis de recourir à de l'écrouissage, du martelage ou à un autre traitement pour cacher les défauts.

6.2.4.2 Des moyens mécaniques appropriés doivent être utilisés pour découper le matériel en excès. Aucune méthode thermique n'est autorisée.

6.2.4.3 Les deux côtés et toutes les surfaces des pièces moulées principales doivent être inspectés visuellement. Il ne peut y avoir aucune fissure ni aucun défaut qui pourraient affaiblir les pièces moulées. Les pièces moulées doivent donc avoir des surfaces lisses exemptes de projections métalliques, de cavités, de discontinuités, de défauts de surface ou de tout autre défaut pouvant accroître la tension et provoquer des fissures.

6.2.4.4 Les tolérances pour les roues d'engrenage et les engrenages à vis sans fin doivent être conformes à la norme ANSI/AGMA 2111-A98 (grade 5). L'entrepreneur doit calculer les dimensions de contrôle applicables à l'aide des formules de la section 5 de cette norme, selon le module et les diamètres moyens de la roue d'engrenage et de l'engrenage à vis sans fin.

6.2.4.5 L'entrepreneur doit mesurer ces dimensions de contrôle. Les mesures des déformations, du pas, des pas totaux, du profil, de la forme et de toutes les variations doivent être prises pour toutes les dents et sur les flancs droit et gauche.

6.2.4.6 L'entrepreneur doit préparer un rapport d'inspection dimensionnelle qui montre graphiquement les dimensions de contrôle calculées et qui les compare aux valeurs mesurées pour chaque ensemble composé d'une roue d'engrenage et d'un engrenage à vis sans fin.

6.2.4.7 Les méthodes de mesure et l'équipement sont à la discrétion de l'entrepreneur. Tout l'équipement doit être étalonné conformément à une norme internationale reconnue. L'entrepreneur doit fournir des certificats d'étalonnage récents au responsable technique de la GCC.

## **6.2.5 Examen non destructif des roues d'engrenage :**

**6.2.5.1** Un examen magnétoscopique doit être réalisé pour ce qui suit :

- A) Toutes les surfaces usinées, meulées, polies, percées ou alésées.
- B) Tous les filets et changements brusques de section.
- C) Lorsque du métal excédentaire a été retiré.
- D) Lorsque des masselottes, des jets de coulée, des amorces ou des bavures ont été retirés.
- E) Lorsqu'un excès de sable a été éliminé par des moyens mécaniques.
- F) L'emplacement de tous les trous de boulon.
- G) Tous les plans de contact et les fonds de filet des dents d'engrenage.
- H) Tout défaut de surface constaté lors de l'inspection visuelle avant et après les réparations.
- I) Tout endroit où un support de noyau, une pièce rapportée ou un refroidisseur a été utilisé dans la pièce moulée.

6.2.5.2 Des END volumétriques ne sont pas requis, sauf si l'inspection visuelle ou l'examen magnétoscopique laisse penser que la pièce moulée pourrait présenter une défectuosité. Dans ce cas, l'entrepreneur doit rejeter la pièce et la mouler de nouveau ou effectuer un END radiographique et le soumettre à l'examen technique de l'inspecteur d'ABS. Toutefois, si l'inspecteur détermine au terme de l'examen radiographique que la pièce moulée est défectueuse, elle sera rejetée et remoulée aux frais de l'entrepreneur, sans tenir compte d'une quelconque certification précédente et remoule aux frais de l'entrepreneur.

## **6.2.6 Examen non destructif des engrenages à vis sans fin**

6.2.6.1 L'entrepreneur doit effectuer l'examen magnétoscopique sur les engrenages à vis sans fin qui sont finis.

6.2.6.2 Les fissures, les éclats, les lignes et les repliures ne sont pas autorisés et entraîneront le rejet de la pièce.

6.2.6.3 La taille maximale des indications est de 3,2 mm.

## **7.0 Points d'inspection minimaux requis par la GCC**

7.1 Pour chacun des points d'arrêt indiqués à la section suivante, l'entrepreneur doit faire inspecter les pièces par le responsable technique de la GCC et l'inspecteur d'ABS :

7.1.1 Inspection visuelle des pièces moulées principales après leur décochage (conformément à la section 5.2.4)

7.1.2 Traitement thermique à l'installation de traitement thermique de l'entrepreneur (conformément à la section 5.2.13 (C))

7.1.3 Inspection visuelle et dimensionnelle à la suite des procédés d'usinage (conformément à la section 6.2.4.1)

7.1.4 END magnétoscopique des roues d'engrenage et des engrenages à vis sans fin ((conformément aux sections 6.2.5 et 6.2.6))

7.1.5 Familiarisation de l'entrepreneur avec le navire sur place (conformément à la section 5.5.8.1)

7.1.6 Détermination des dangers et une évaluation des risques opérationnels (conformément à la section 5.5.8.2)

7.1.7 Examen sur place des dessins AW201812B, AW201810B et AW201813A (conformément à la section 5.5.8.3)

7.1.8 Inspection après installation sur le navire (conformément à la section 5.5.8.17)

7.1.9 Tests de fonctionnement et essais à bord du navire (conformément à la section 5.5.8.18)

## **8.0 Échéancier de la GCC**

- 8.1 Les vérifications des mesures sur place et la visite préliminaire du chantier doivent avoir lieu dans les deux semaines suivant l'octroi du contrat et avant le 24 novembre 2021.
- 8.2 La livraison des pièces aux installations de la GCC à Québec doit se faire avant le 16 mai 2022.
- 8.3 L'installation et les essais de fonctionnement doivent être réalisés avec succès au plus tard le 15 juin 2022.

## **9.0 Documentation**

- 9.1 L'entrepreneur doit présenter les documents suivants au responsable technique de la GCC et à l'inspecteur d'ABS :
  - 9.1.1 Calendrier de production (conformément aux sections 6.1.4 et 6.1.5).
  - 9.1.2 Plan d'inspection et d'essai (conformément aux sections 6.1.6 et 6.1.7).
  - 9.1.3 Procédures de traitement thermique (conformément à la section 6.2.2.4).
  - 9.1.4 Résultats de l'analyse chimique de chaque louche de métal utilisée pour fabriquer les pièces moulées principales (conformément à la section 6.2.1.1).
  - 9.1.5 Copies des rapports d'essai de type 3.1 (norme EN 10204) pour l'acier utilisé lors de l'usinage des engrenages à vis sans fin (conformément à la section 6.2.1.2).
  - 9.1.6 Plan de section pour les échantillons d'essai mécaniques et métallographiques obtenus à partir des éprouvettes (conformément à la section 5.2.10).
  - 9.1.7 Rapports d'essais de traction détaillant les résultats de résistance ultime à la traction, de limite d'élasticité et d'allongement des échantillons d'essais de fonte (conformément à la section 6.2.2.1 et indiquant les informations décrites au chapitre 22 de la norme ISO 6892-1).
  - 9.1.8 Analyse métallographique indiquant la nodularité du graphite dans les échantillons d'essai de fonte (conformément à la section 6.2.2.3 et indiquant les informations décrites au chapitre 9 de la norme ISO 945-1).
  - 9.1.9 Rapports d'essai de dureté des moitiés de roue d'engrenage en fonte (conformément à la section 6.2.2.2 et indiquant les informations décrites au chapitre 9 de la norme ISO 6506-1).

- 9.1.10 Rapports d'essai de dureté des engrenages à vis sans fin en acier (conformément à la section 6.2.3.1 et indiquant les informations décrites au chapitre 9 de la norme ISO 6508-1).
- 9.1.11 Rapport d'inspection dimensionnelle de chaque ensemble composé d'une roue d'engrenage et d'un engrenage à vis sans fin (conformément à la section 6.2.4.4).
- 9.1.12 Certificats d'étalonnage de l'équipement (conformément à la section 6.2.4.7)
- 9.1.13 Résultats de l'examen magnétoscopique ou de tout autre END réalisé sur les roues d'engrenage ou les engrenages à vis sans fin (conformément aux sections 6.2.5 et 6.2.6).
- 9.1.14 Procédure de test de fonctionnement à suivre une fois les nouvelles pièces installées.



## Annexe A : Photos

Photo 1 – Usure de la roue d'engrenage bâbord en fonte



Photo 2 – Usure de la roue d'engrenage tribord en fonte





Photo 3 – Vue de l'engrenage à vis sans fin bâbord depuis la voie d'accès (le côté tribord est identique)



Photo 4 – Vireur de l'arbre porte-hélice bâbord (en regardant vers l'avant et le côté tribord/extérieur)



Photo 5 – Vireur bâbord (en regardant vers l'arrière et le côté tribord/extérieur)



Photo 6 – Vireur bâbord (en regardant vers l'arrière et le côté tribord/extérieur)





Photo 7 – Vireur tribord (en regardant vers l'arrière et le côté bâbord/intérieur)



Photo 8 – Vireur bâbord (en regardant vers le milieu du navire et le côté tribord/extérieur)





Photo 9 – Vireur tribord (en regardant vers l'avant et le côté bâbord/intérieur)



Photo 10 – Vireur tribord (en regardant vers l'arrière et le côté tribord/extérieur)



Photo 11 – Vireur tribord (en regardant vers l'arrière et le côté tribord/extérieur)



Photo 12 – Vireur tribord (en regardant vers l'arrière et le côté bâbord/intérieur)

