

N° DE PROJET : CA0014255.4690

GLENCORE PORT DE QUÉBEC – COUVERCLE RIGIDE DE CALE DE CHARGEMENT DE LA MATTE DE NICKEL ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ

AVRIL 2025





GLENCORE PORT DE QUÉBEC – COUVERCLE RIGIDE DE CALE DE CHARGEMENT DE LA MATTE DE NICKEL

ÉTUDE DE PRÉFAISABILITÉ

SUDBURY INO, UNE SOCIÉTÉ DE GLENCORE

N° DE PROJET : CA0014255.4690
DATE : LE 17 AVRIL 2025

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR

Stéphane Nadeau, ing. (OIQ # 119390)
Mécanique

17-04-2025

Date



Digitally signed by Allsopp, Brad (AllsoppB)
DN: cn=Allsopp, Brad (AllsoppB),
ou=Active, email=Brad.Allsopp@wsp.com
Date: 2025.04.17 09:22:05 +10'00'

Brad Allsopp, FIEAust, CPEng
Responsable de la manutention et du traitement des
matériaux

17-04-2025

Date

Ce rapport est une traduction de la version originale anglaise datée du 21-03-2025. En cas de divergence, la version originale anglaise prévaut.



TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	1
Contexte	1
Portée de l'étude.....	1
Aperçu des critères de conception.....	1
Résultats de l'étude.....	2
Conclusions et recommandations.....	3
1 INTRODUCTION	5
1.1 Description du projet.....	5
1.2 Portée de l'étude.....	5
1.3 Consultation avec les parties prenantes.....	6
2 CRITÈRES DE CONCEPTION.....	7
2.1 Codes et normes.....	7
2.2 Critères de conception du couvercle rigide de cale	7
2.2.1 Généraux.....	7
2.2.2 Mécaniques	7
2.2.3 Civils/Structures	8
2.2.4 Automatisation et contrôles.....	8
2.2.5 Spécifications techniques.....	8
2.2.6 Spécifications fonctionnelles.....	9
2.2.7 Processus.....	9
2.2.8 Géométrie de la flèche du chargeur de navire	10
3 CONCEPTION DU COUVERCLE RIGIDE DE CALE	12
3.1 Dimensions du couvercle de la cale.....	12
3.2 Pénétration du bec de chargement à travers les couvercles	13
3.3 Matériaux de construction.....	14
3.4 Calcul de la masse	14
3.5 Installation de bandes d'étanchéité à la poussière	15

TABLE DES MATIÈRES

3.6	Manutention des modules du couvercle entre le lieu d'entreposage et le quai.....	17
3.7	Opération.....	20
3.8	Considérations relatives à l'entretien.....	20
3.9	Évaluation des risques.....	20
4	ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT	21
4.1	Base d'estimation.....	21
4.2	Estimation des coûts de construction.....	22
5	CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS.....	23

LISTE DES FIGURES

FIGURE 2.1	RÈGLES DE L'OMI POUR LE TRANSPORT DE LA MATTE DE NICKEL PAR BATEAU.....	10
FIGURE 2.2	PLAGE D'ANGLE DE LA FLÈCHE DU CHARGEUR DE NAVIRE.....	10
FIGURE 2.3	DÉGAGEMENTS DES FLÈCHES DE CHARGEUR DE NAVIRE.....	11
FIGURE 3.1	TROIS MODULES DU COUVERCLE DE CALE DISPOSÉS SUR LA CALE DU NAVIRE FEDERAL KIBUNE DE FEDNAV.....	12
FIGURE 3.2	MODULES DU COUVERCLE DE CALE COUVRANT LA CALE DE 24 MÈTRES DU FEDERAL KIBUNE DE FEDNAV.....	12
FIGURE 3.3	FENTE POUR BEC DE CHARGEMENT.....	13
FIGURE 3.4	JOINT EN CAOUTCHOUC AUTOUR DU BEC.....	14
FIGURE 3.5	INSTALLER LES PIEDS SOUS LE COUVERCLE	15
FIGURE 3.6	PLATEFORME DE TRAVAIL POUR L'INSTALLATION DE BANDES.....	16
FIGURE 3.7	ACCÈS AU-DESSUS DES MODULES DE COUVERCLE.....	16
FIGURE 3.8	MODULE DU COUVERCLE SUR REMORQUE PERSONNALISÉE.....	17
FIGURE 3.9	VUE D'EXTRÉMITÉ D'UN MODULE DU COUVERCLE SUR LA REMORQUE AVEC LE CADRE ADAPTATEUR.....	17
FIGURE 3.10	ITINÉRAIRE DE TRANSPORT ENTRE LE QUAI ET LE SITE D'ENTREPOSAGE POTENTIEL.....	18
FIGURE 3.11	GRUE DE NAVIRE SOULEVANT LES MODULES DU COUVERCLE DE CALE.....	19
FIGURE 3.12	GRUE PORTIQUE POUR L'ENTREPOSAGE DU COUVERCLE.....	19
FIGURE 3.13	EMPLIAGE DES MODULES DU COUVERCLE.....	20



TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 2.1	CONCEPTION DES NAVIRES ET COUVERCLES DE CALE	8
TABLEAU 3.1	MASSE CALCULÉE DES MODULES DU COUVERCLE RIGIDE	14

ANNEXE

A DESSINS TECHNIQUES

SOMMAIRE

CONTEXTE

Le présent projet vise à étudier, au niveau de la préfaisabilité, la conception d'un couvercle rigide de cale amovible à installer sur les navires pour contenir la poussière provenant des activités de chargement de la matte de nickel au port de Québec, au Canada.

Le chargement de la matte de nickel se fait actuellement par un chargeur de navires dans la cale ouverte/non couverte du navire, le bras de chargement se déplaçant pour répartir la matière uniformément dans les cales.

PORTÉE DE L'ÉTUDE

Glencore a mandaté WSP pour réaliser une étude de préfaisabilité afin d'examiner les options disponibles pour le couvercle de cale de navire, de définir des concepts et d'élaborer les coûts d'exécution pour une option de couvercle de cale. Les concepts de couvercle de cale devront répondre à des exigences de conception clés telles que la résistance à la charge, un temps de chargement minimal et une exploitation pratique et sûre.

WSP a rencontré l'équipe des opérations portuaires de Glencore et la compagnie maritime Fednav afin de comprendre la gamme de navires utilisés pour le transport de la matte de nickel et d'apprendre comment les couvercles de cale seraient installés à l'aide des grues du navire. Ces informations de conception des navires ont ensuite été intégrées aux critères de conception des couvercles de cale, ainsi que les exigences de Glencore.

APERÇU DES CRITÈRES DE CONCEPTION

Les principales exigences de conception pour les concepts de couvercle de cale comprennent:

- Respecter tous les codes et normes applicables (normes spécifiques au site, réglementations gouvernementales, etc.).
- Le couvercle doit permettre à au moins deux travailleurs de circuler sur la surface.
- Conçu pour les exigences de charge de neige de la région.
- Temps de chargement et temps d'arrêt réduits au minimum.
- Assurer le chargement en toute sécurité de la matte dans les cales, conformément aux règles de l'Organisation maritime internationale (OMI).
- Étanchéité à la cale, aux autres couvercles et aux ouvertures, en utilisant des méthodes éprouvées.
- S'adapter au bec de chargement du navire existant sans interférences et ce, même en condition de marée haute.
- Doit pouvoir être transporté sur le site par chariot élévateur.
- Doit pouvoir être soulevé sur place par des grues de navire.
- Doit pouvoir être stocké sur le site et minimiser l'empreinte au sol autant que possible (empilage, etc.).
- Doit être universel pour tous les navires de conception de la flotte de Fednav.
- Le système de brouillard existant ne serait pas utilisé, bien qu'il doive rester en place comme solution de secours. Peut être utilisé avec le couvercle si cela est recommandé et faisable.

- Le confinement des matériaux et les impacts environnementaux sont une priorité absolue. Il est donc essentiel de garder le matériau dans la cale et le système de convoyage et hors de l'environnement (air, terre et eau).
- Nécessitera des moyens de surveillance supplémentaires, tels que des instruments permettant à l'opérateur de surveiller le niveau de remplissage, de voir le matériau sous le couvercle, etc.

RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

WSP a déterminé que les couvercles de cale devraient comprendre au moins trois modules de 7,6 m de largeur et d'une longueur de 25 m chacun pour couvrir les cales du plus grand navire utilisé pour le transport de la matte de nickel, le Federal Kibune, comme illustré sur la Figure ES.1 et Figure ES.2.

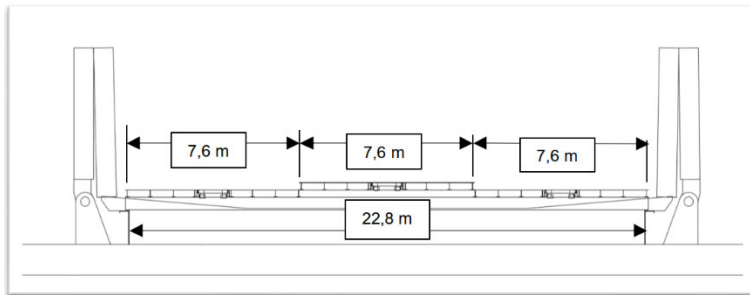


Figure ES.1 Trois modules de couvercle de cale disposés dans la cale du Federal Kibune de Fednav

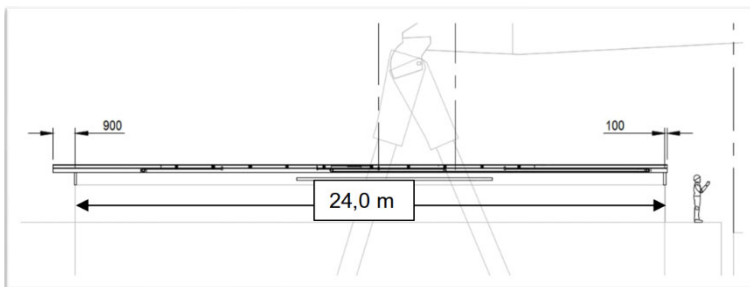


Figure ES.2 Modules de couvercle de cale couvrant la cale de 24 mètres de la cale fédérale de Fednav

Chaque module de couvercle de cale nécessiterait une fente de 7,985 mètres de long sur 1,365 mètres de large avec un système d'obturateur coulissant pneumatique-mécanique pour guider le bec du chargeur de navire à travers les couvercles sans surcharger le bec et décharger de la matte de nickel sur toute la largeur de la cale en trois lignes afin de permettre aux cales d'être correctement chargées et ajustées.

Chaque module de couvercle de cale serait construit à partir d'une charpente en acier avec un revêtement en aluminium et pèserait environ 19 tonnes, ce qui est dans la capacité des grues du navire. Les modules seraient capables de supporter le poids des opérateurs supervisant l'opération de chargement ainsi que la charge de neige pendant l'opération de chargement.

Pour les petits navires de Fednav et les cales plus courtes, on utiliserait deux ou trois modules, les modules faisant saillie au-delà des hiloires de l'écouille.

Avant le début du chargement du navire, les modules devraient être munis de bandes d'étanchéité à la poussière sur la face inférieure pour s'aligner avec les hiloires de l'écouille du navire en question, puis amenés au quai et soulevés en place sur l'écouille pour être chargés à l'aide de la grue du navire. Après le

chargement du navire, les panneaux d'écouille seraient soigneusement retirés par la grue du navire et descendus jusqu'au quai.

WSP est d'avis que les modules du couvercle de la cale seraient trop grands et trop lourds pour être manipulés en toute sécurité par un chariot élévateur, nécessitant une remorque sur mesure avec un camion tracteur pour la manipulation des modules de couvercle entre le stockage et le quai, et une grue séparée pour le déchargement et la manipulation des modules du couvercle à l'installation d'entreposage. Par conséquent, les couvercles de cale ne répondraient pas aux critères de conception clés « Doit pouvoir être transporté sur le site par chariot élévateur ».

WSP a déterminé qu'un moyen d'accès sécuritaire tel qu'un support, est nécessaire pour accéder à la face inférieure des modules de recouvrement afin d'installer et de retirer les bandes d'étanchéité à la poussière. WSP recommande que les modules de couvercle soient entreposés à l'intérieur afin de protéger les systèmes de volets du couvercle contre les intempéries.

En raison de la grande taille des modules et de la recommandation de WSP d'entreposer les couvercles à l'intérieur, il n'a pas été possible de trouver un endroit d'entreposage approprié sur le site, même si les modules étaient empilés. Ainsi, les couvercles de cale ne respecteraient pas les critères clés de conception « doit pouvoir être entreposé sur le site ».

Néanmoins, WSP a étudié un lieu d'entreposage hors site ailleurs dans le port pour comprendre la logistique de la manutention des modules via les routes publiques et a cerné des problèmes liés aux autorisations et à la gestion du trafic qui devraient être résolus.

Le coût en capital d'un ensemble de trois modules de couvercle de cale et de l'équipement connexe (remorque et dôme d'entreposage) a été estimé à 3,45 millions de dollars.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Selon WSP, les modules du couvercle de cale seront probablement difficiles à manipuler et à entreposer sur le site en raison de leur grande taille et de leur poids. De plus, il semble y avoir de nombreux risques pour la santé et la sécurité associés à la conception du couvercle de cale qui devront être atténués de manière satisfaisante avant la mise en œuvre.

De plus, l'utilisation d'un couvercle de cale est susceptible de prolonger les opérations de chargement des navires en raison du temps supplémentaire nécessaire pour déployer et récupérer les modules de couvercle. De plus, ceux-ci masqueront le chargement et nécessiteront potentiellement l'arrêt et le redémarrage des opérations de chargement pendant que le schéma de chargement des cales est vérifié, ou bien des instruments supplémentaires devront être installés pour aider l'opérateur à charger les cales en toute sécurité. Si plus d'une cale doit être chargée sur un navire, il sera peut-être nécessaire de reconfigurer les bandes d'étanchéité à la poussière entre des cales de dimensions différentes, ce qui ralentira davantage les opérations de chargement du navire.

Si Glencore choisit d'aller de l'avant avec l'option de couvercle de cale même si cette option ne répond pas aux critères de conception clés, présente des problèmes de santé et de sécurité et ne semble pas pratique, alors d'autres tâches clés seront nécessaires pour tenter de développer une conception pratique et sûre :

- Étudier plus en détail la manipulation, le levage, le déplacement, l'entreposage, l'installation de bandes d'étanchéité à la poussière et l'entretien des couvercles de cale, et ce en toute sécurité.
- Entreprendre une évaluation des risques afin d'évaluer et d'élaborer des mesures d'atténuation des risques pour la santé et la sécurité liés à la conception du couvercle de cale aux différentes étapes de l'élaboration et de l'utilisation du couvercle (construction, manutention, entretien, opérations de chargement, etc.).

- Localiser un lieu d'entreposage approprié et effectuer une analyse de la logistique du transport des couvercles entre le lieu d'entreposage et le quai.
- Confirmez le dimensionnement du système de collecte de poussière et la méthode de raccordement aux couvercles.
- Effectuer une modélisation de la capture de poussière.

1 INTRODUCTION

1.1 DESCRIPTION DU PROJET

L'objectif de ce projet est d'étudier, au niveau de la préfaisabilité, la conception d'un couvercle de cale amovible à installer sur les navires pour contenir la poussière lors des activités de chargement de matte de nickel au port de Québec, au Canada. WSP comprend que Glencore explore les couvercles de cale et d'autres options pour réduire ses émissions de poussière.

Le chargement de la matte de nickel se fait actuellement par un chargeur de navire dans la cale ouverte/non couverte du navire, le bras de chargement se déplaçant pour répartir la matière uniformément dans les cales. Le système actuel d'atténuation de la poussière comprend un dépoussiéreur et un système de brouillard externe.

1.2 PORTÉE DE L'ÉTUDE

Glencore a retenu les services de WSP pour réaliser une étude de préfaisabilité pour un couvercle rigide de chargement de cale de navire à l'installation portuaire de Glencore à Québec. L'objectif de Glencore avec cette option potentielle est de conceptualiser, de concevoir et de mettre en œuvre un couvercle de cale qui réduirait les rejets de matte de nickel dans l'environnement liés aux activités de chargement des navires au Port de Québec. L'intention de Glencore est que ce couvercle soit entreposé sur place, transporté sur le quai à côté du navire, soulevé en place sur les cales ouvertes à l'aide des grues du navire, puis que le matériau soit chargé dans les cales du navire par des ouvertures du couvercle. Au fur et à mesure que le matériau est chargé, l'opérateur du chargeur surveillerait les niveaux de remplissage depuis l'intérieur de la cabine (via des instruments non inclus dans cette étude) et changerait les ouvertures le long du couvercle au besoin pour remplir la cale uniformément et pour assurer une charge bien répartie. Une fois le chargement terminé, le couvercle doit être retiré, replacé sur le quai et transporté vers une zone de dépôt désignée sur le site.

Les principales exigences de conception de Glencore pour les concepts de couvercle de cale sont les suivantes :

- 1 Respecter tous les codes et normes applicables (normes spécifiques au site, réglementations gouvernementales, etc.).
- 2 Le couvercle doit permettre à au moins deux travailleurs de circuler sur la surface.
- 3 Conçu pour les exigences de charge de neige de la région.
- 4 Temps de chargement et temps d'arrêt réduits au minimum.
- 5 Étanchéité à la cale, aux autres couvercles et aux ouvertures.
- 6 S'adapter au bec de chargement de navire existant.
- 7 Doit pouvoir être transporté sur le site par chariot élévateur.
- 8 Doit pouvoir être soulevé sur place par des grues de navire.
- 9 Doit pouvoir être stocké sur le site et minimiser l'empreinte au sol autant que possible (empilage, etc.).
- 10 Doit être universel pour tous les navires.
- 11 Le système de brouillard existant ne serait pas utilisé, bien qu'il doive rester en place comme solution de secours. Peut être utilisé avec le couvercle si cela est recommandé et faisable.

- 12 Le confinement des matériaux et les impacts environnementaux sont une priorité absolue. Il est donc essentiel de garder le matériau dans la cale et le système de convoyage et hors de l'environnement (air, terre et eau).
- 13 Nécessitera des moyens de surveillance supplémentaires tels que des instruments pour permettre à l'opérateur de surveiller le niveau de remplissage, de voir le matériau sous le couvercle, etc. Un système similaire est en place pour le déchargeur de navire, ce système n'est pas inclus dans cette étude.
- 14 Autres caractéristiques de conception selon les besoins et les recommandations.

Le mandat de WSP est d'élaborer des critères de conception, d'explorer les options disponibles, de déterminer une option privilégiée et d'estimer les coûts de construction de cette option retenue.

1.3 CONSULTATION AVEC LES PARTIES PRENANTES

WSP a rencontré l'équipe des opérations portuaires de Glencore et la compagnie maritime Fednav afin de comprendre la gamme de navires utilisés pour le transport de la matte de nickel et d'apprendre comment les couvercles de cale seraient installés à l'aide des grues du navire. Ces informations de conception sur les navires ont ensuite été intégrées aux critères de conception du couvercle de cale, en plus des exigences de Glencore.

2 CRITÈRES DE CONCEPTION

2.1 CODES ET NORMES

Les codes et les normes suivants s'appliquent à la conception des couvercles de cale :

- CAN/CSA-G40.20/G40.21-98 Exigences générales relatives à l'acier de construction laminé ou soudé/Acier de construction ;
- Code national du bâtiment – Canada (CNB) ;
- CSA S-16 :19 Règles de calcul des charpentes en acier ;%
- ICCA, Assemblages boulonnés pour applications sismiques ;
- CSA W47.1 :19 Soudage par fusion de l'acier ;
- Calcul des ponts et passerelle en aluminium selon CAN/CSA-S6-06 ;
- Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST) art. 51, art. 251, 254, 256 et 262 ;
- Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) qui encadre les appareils de levage de façon plus précise à la section XXIII : Manutention et transport du matériel :
 - Art. 245 usage et entretien ;
 - Art. 246 accessoire de levage ;
 - Art. 248 mesures de sécurité ;
 - Art. 249 charge nominale ;
 - Art. 253 nécessité d'un signaleur en cas de visibilité réduite ;
 - Art. 255 manutention sécuritaire des charges ;
 - Art. 256.1 dispositif de retenue ;
 - Art. 251, 254, 256 et 262 conformités des appareils de levage.
- CSA Z432:23 Protection des machines.

2.2 CRITÈRES DE CONCEPTION DU COUVERCLE RIGIDE DE CALE

Les critères de conception suivants ont été élaborés par WSP en consultation avec Glencore et Fednav.

2.2.1 GÉNÉRAUX

- Conforme aux principales exigences de conception mentionnées précédemment.
- Certification par un ingénieur.

2.2.2 MÉCANIQUES

- Utiliser la méthode d'étanchéité actuelle et éprouvée (caoutchouc de courroie) sur les navires de Fednav.
- Utilisez un système d'entraînement pneumatique pour activer le mécanisme du portail coulissant.
- Utiliser une conception et une fabrication éprouvées pour les systèmes d'entraînement de portails coulissants basés sur le montage utilisé dans les garages de maintenance des bus de transport public qui sont soumis à des conditions similaires de saumure, d'eau et d'abrasion causées par le sable et le gravier qui s'accumulent en fondant pendant l'hiver.

- Fournir un système de fixation et une méthode d'accès en toute sécurité sous le couvercle pour l'entretien des composants mécaniques et l'installation de barres d'étanchéité.
- Utilisation d'appareils de levage tels que des chariots élévateurs et des grues pour soulever en toute sécurité les couvercles de cale.
- Utilisation d'un support ou d'un équipement similaire pour empiler en toute sécurité les modules de couvercle afin de minimiser l'encombrement et le coût d'un abri dédié.

2.2.3 CIVILS/STRUCTURES

- Acier galvanisé à chaud.
- Déflexion = $L/300$ avec surcharge.
- Fournir des œillets de levage pour les élingues.
- Considérer les surcharges suivantes :
 - Poids de deux personnes.
 - Charges de neige et de glace qui peuvent s'accumuler sur une période de 3 jours.
 - Vent.
 - Aspirateur d'extraction de poussière.
- Ne considérez pas le poids du bec de chargement (y compris l'état de goulotte bloquée).

2.2.4 AUTOMATISATION ET CONTRÔLES

Éviter l'utilisation de systèmes électriques et électroniques afin de prioriser les contrôles manuels, éliminant ainsi toute instrumentation et supervision et automatisation.

2.2.5 SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Conception des navires et dimension de l'ouverture des cales :

Tableau 2.1 Conception des navires et couvercles de cale

CONCEPTION DES NAVIRES	N° DE CALE	DIMENSION (LONGEUR X LARGEUR)
Federal Kibune	2,4,5	22,40 m x 24,00 m
Handy non-laker	2,4,5	22,40 m x 18,00 m
Handy non-laker	3	19,20 m x 18,00 m
Oshima 3rd generation laker	2, 3, 5	20,24 m x 16,76 m
Oshima 3rd generation laker	4	14,08 m x 16,76 m
Oshima 1st & 2nd generation laker	2, 3, 5	19,80 m x 13,22 m
Oshima 1st & 2nd generation laker	4	13,50 m x 13,22 m
Skin Kuroshima laker	2, 3	18,40 m x 13,00 m
Skin Kuroshima laker	4	16,00 m x 13,00 m

CONCEPTION DES NAVIRES	N° DE CALE	DIMENSION (LONGEUR X LARGEUR)
Skin Kuroshima laker	5	20,00 m x 13,00 m
Type T non-laker	2	22,80 m x 18,60 m
Type T non-laker	3	18,05 m x 18,60 m
Type T non-laker	4, 5	21,85 m x 18,60 m

2.2.6 SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES

- Le chargement de la matte serait chargé uniformément à trois endroits (trois passes).
- Lors du réglage de l'élévation et de l'angle de la flèche de chargement, l'opérateur ajusterait manuellement la position des portes coulissantes à l'aide de commandes avec des vannes directionnelles pneumatiques reliées directement aux moteurs pneumatiques.
- Les détails du couvercle devraient permettre l'installation sur la cale du navire (c'est-à-dire, tenir compte des interférences existantes avec les tôles, déterminer si le couvercle a besoin d'un mécanisme de verrouillage lors de l'installation sur la cale pour permettre le positionnement, empêcher le déplacement, etc.), et prévoir l'ajout de lignes de vie pour sécuriser au moins deux travailleurs qui devraient se rendre sur la cale de navire, par exemple pour diagnostiquer ou effectuer une opération de débouchage.
- Si un nouveau bec est nécessaire, il faudra pouvoir réinstaller l'ancien bec par connexion boulonnée.
- Essayez d'éviter de modifier les navires (le soudage est difficile et un défi à planifier).
- Dans le pire des cas, le navire pourrait se déplacer de quelques centimètres et non de quelques pieds. Ainsi, l'ouverture du couvercle du bec doit tenir compte du mouvement potentiel. Les lignes de navire permettent un stationnement très précis du navire, de sorte que le bec du chargeur de navire serait très bien aligné.
- Habituellement, d'autres cargaisons sont déjà chargées sur le navire, ce qui l'alourdit et donc les navires sont rarement présents avec un tirant d'eau maximal élevé. Fednav devrait effectuer une simulation pour confirmer les exigences pratiques du projet à des fins de conception.

2.2.7 PROCESSUS

- La majorité du chargement est effectuée dans la cale #4.
- Densité nominale de la matte de nickel granulée en vrac : 3 840 kilogrammes par mètre cube (kg/m³) ou 240 livres par pied carré (240 lb/pi³).
- Charge typique entre 7 000 000 kg et 9 500 000 kilogrammes par cale.
- Angle de repos de conception : 32 degrés par rapport à l'horizontale.
- Temps actuel de chargement du navire : environ 12-16 heures.
- Un extrait des règles actuelles de l'OMI pour la matte de nickel est présenté à la Figure 2.1.

GRANULATED NICKEL MATTE (less than 2% moisture content)

Description

Crude dark grey nickel product composed of about 55% nickel, 20% copper and 25% other mineral impurities. *

Characteristics

Physical properties			
Size	Angle of repose	Bulk density (kg/m ³)	Stowage factor (m ³ /t)
Up to 3 mm	Not applicable	2,800 to 4,000	0.25 to 0.36
Hazard classification			
Class	Subsidiary hazard(s)	MHB	Group
Not applicable	Not applicable	TX and/or CR	B

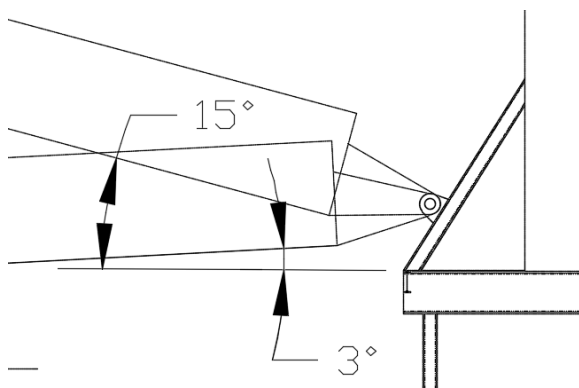
Source: OMI

Figure 2.1 Règles de l'OMI pour le transport de la matte de nickel par bateau

Confirmation qu'environ neuf heures du temps de chargement sont consacrées au déchargement de la matte de nickel dans la cale et qu'environ cinq heures sont du temps « inactif », c'est-à-dire le déplacement du navire, la mise en place de la brumisation, l'inspection des cales, peut-être aussi l'amarrage et le désamarrage du navire.

2.2.8 GÉOMÉTRIE DE LA FLÈCHE DU CHARGEUR DE NAVIRE

Angle de la flèche du chargeur de navire, 15° vers le haut et -3° vers le bas, comme indiqué à la Figure 2.2.

**Figure 2.2 Plage d'angle de la flèche du chargeur de navire**

— Il faut évaluer les marées et s'assurer qu'il n'y a pas de situation où la flèche du chargeur du navire se coince à l'intérieur du couvercle de la cale (c'est-à-dire à marée haute), comme indiqué à la Figure 2.3.

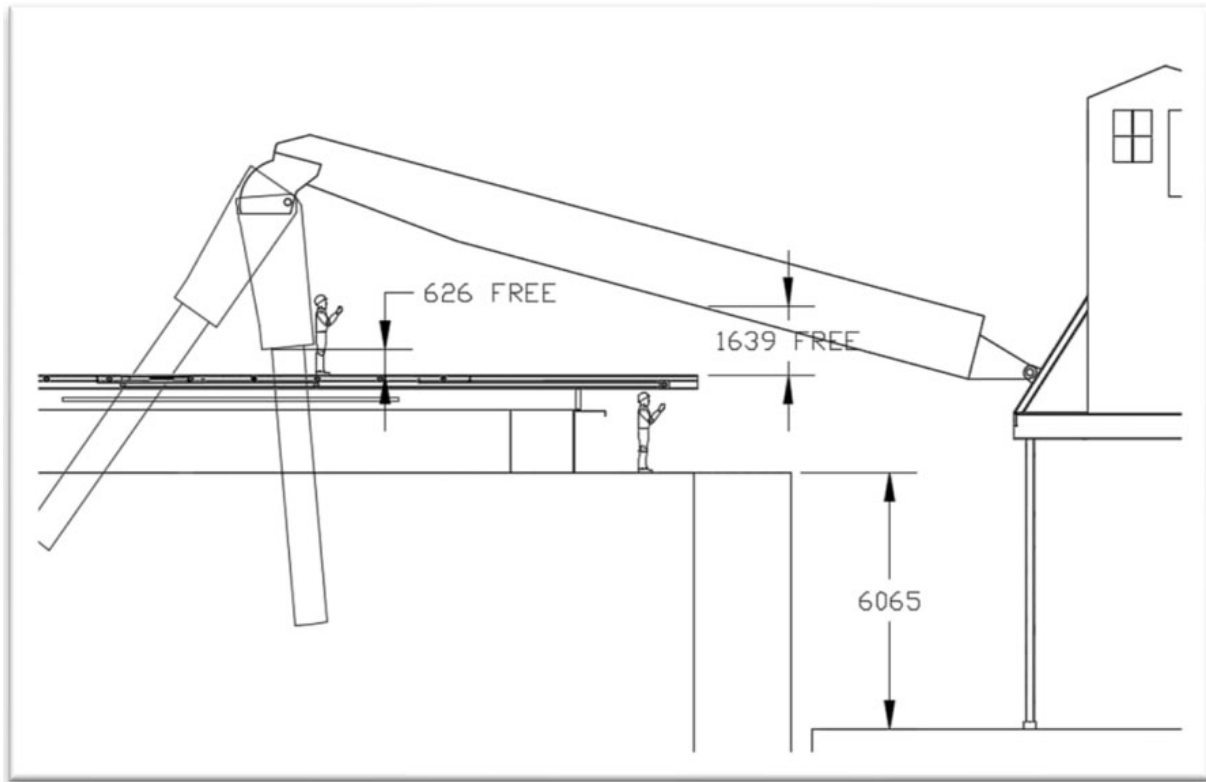


Figure 2.3 Dégagements des flèches de chargeur de navire

3 CONCEPTION DU COUVERCLE RIGIDE DE CALE

3.1 DIMENSIONS DU COUVERCLE DE LA CALE

Pour satisfaire aux critères de conception, WSP a déterminé que le couvercle rigide de cale devrait comprendre au moins trois modules de 7,6 mètres de largeur et de 25 mètres de longueur chacun pour couvrir les cales du plus grand navire utilisé pour le transport de la matte de nickel, le navire Federal Kibune de Fednav, comme le montre la Figure 3.1 et la Figure 3.2.

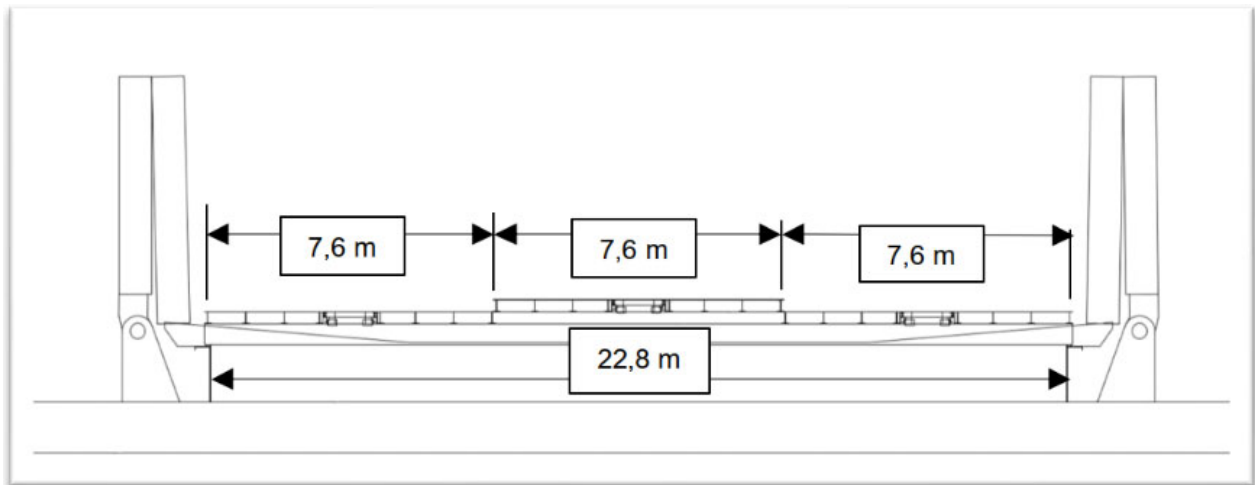


Figure 3.1 Trois modules du couvercle de cale disposés sur la cale du navire Federal Kibune de Fednav

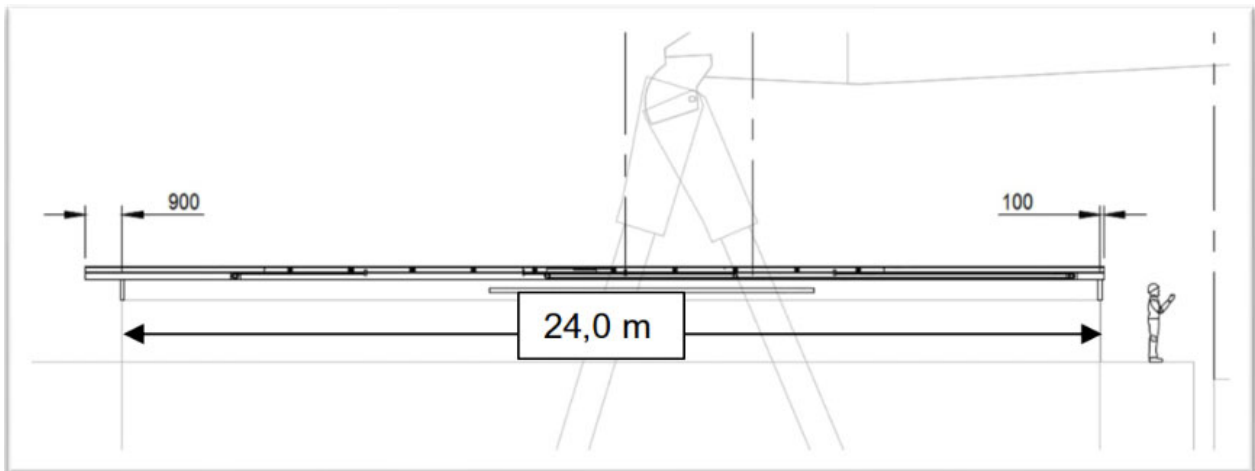


Figure 3.2 Modules du couvercle de cale couvrant la cale de 24 mètres du Federal Kibune de Fednav

Pour les plus petits navires de Fednav et les cales plus courtes, deux ou trois modules seraient utilisés, les modules faisant saillie au-delà des hiloires de l'écouille.

3.2 PÉNÉTRATION DU BEC DE CHARGEMENT À TRAVERS LES COUVERCLES

Une fente de 7,985 mètres sur chaque couvercle de cale est nécessaire pour permettre au chargeur de navire de charger à différents angles de flèche et de bec, comme indiqué à la Figure 3.3.

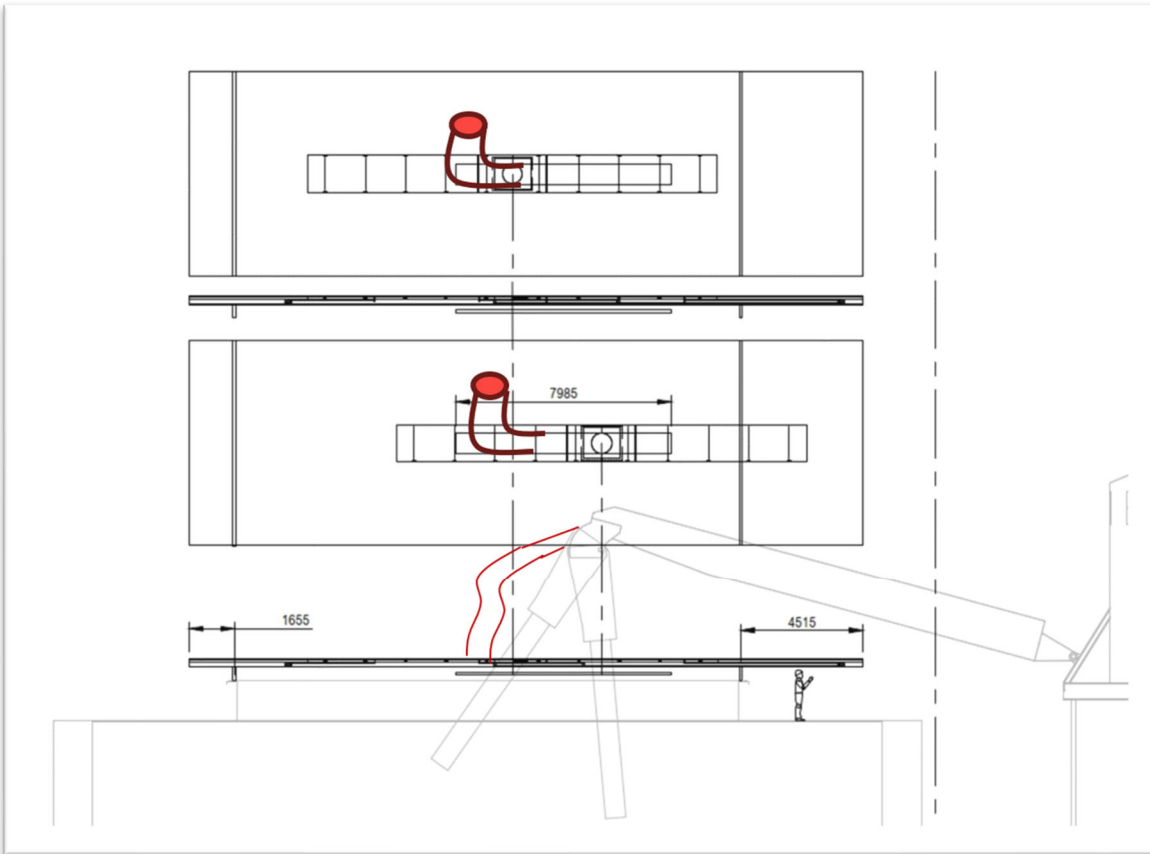


Figure 3.3 Fente pour bec de chargement

Autres exigences pour l'interface du couvercle et du bec verseur:

- Exiger la modification (rendre amovible) de la section évasée (capot) à l'extrémité de refoulement du bec.
- Nécessite le retrait du conduit externe et le remplacer par une section flexible pour se connecter au couvercle de la cale et pour assurer le dépoussiérage de la cale (indiqué à titre indicatif en rouge à la Figure 3.3). Les opérateurs doivent se rendre sur le couvercle pour connecter et déconnecter le système de dépoussiérage au robinet du couvercle.
- Diamètre extérieur du bec : 762 millimètres (30 pouces).
- Connexion des lignes pneumatique aux volets.
- Exiger un mouvement longitudinal du navire d'au plus 100 millimètres, ou en fournissant un joint en caoutchouc d'au moins 200 millimètres autour du bec pour éviter tout contact métal sur métal avec l'ouverture du couvercle, comme indiqué à la Figure 3.4.

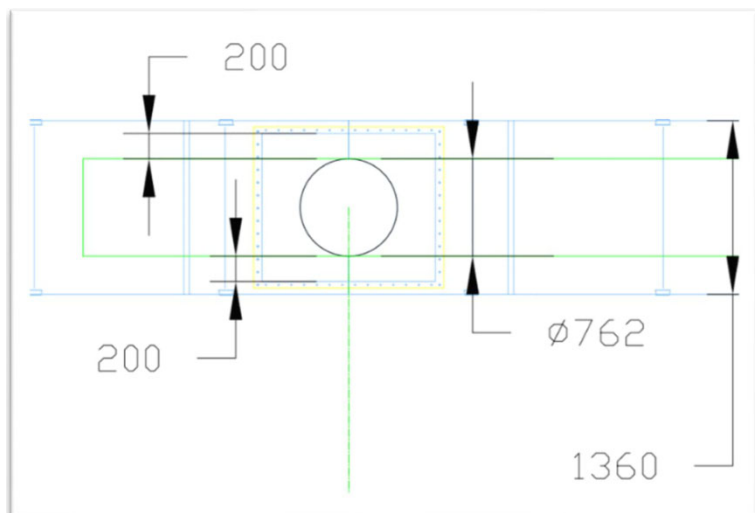


Figure 3.4 Joint en caoutchouc autour du bec

- Largeur de l'ouverture libre (et du couvercle roulant) : 1 360 millimètres.
- Objectif principal de cette étude devrait être de définir un couvercle universel qui peut être utilisé sur la flotte de navires de Fednav.
- Exiger que la flèche du chargeur de navire puisse atteindre les ouvertures à différentes marées.
- S'assurer que les fentes et les couvercles coulissants protègent le personnel contre les chutes.

3.3 MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les composants mécaniques et structurels du revêtement en acier, tels que le cadre, le couvercle à rouleaux et les rails, se dégradent plus rapidement en raison de l'environnement corrosif et de la présence de particules de fer et de sel en suspension qui sont stockées à proximité.

Un revêtement de type galvanisé à chaud ou métallisé à froid, appliqué sur toutes les parois d'acier, améliorerait la résistance à la corrosion et la durée de vie des composants en acier.

L'utilisation d'un matériau tel que l'aluminium permettrait de réduire le poids et les phénomènes de corrosion des plaques de fermeture.

L'utilisation d'un abri pour couvrir les modules du couvercle de cale permettrait également de réduire le phénomène de corrosion en limitant l'exposition aux intempéries (pluie, neige et verglas).

3.4 CALCUL DE LA MASSE

Une construction en acier sera recouverte de chaque côté d'une plaque d'aluminium. La surface de la structure sera en mesure de supporter une charge de neige et de glace et le poids de deux hommes. Le fond sera également recouvert d'une plaque d'aluminium lisse pour faciliter l'opération de nettoyage.

Tableau 3.1 Masse calculée des modules du couvercle rigide

ARTICLE	MASSE ESTIMÉE (TONNES)
Poutre en acier par couvercle :	13
Barre d'acier pour l'étanchéité :	2

ARTICLE	MASSE ESTIMÉE (TONNES)
Couvercle en aluminium (au-dessus) :	3
Portail coulissant :	1
Total:	19

Notes La masse estimée de chaque module du couvercle (au nombre de 3) est de 19 tonnes, ce qui est dans la capacité de la grue du navire.

3.5 INSTALLATION DE BANDES D'ÉTANCHÉITÉ À LA POUSSIÈRE

En fonction de chaque navire, il est nécessaire d'installer une configuration de bandes d'étanchéité sous les modules du couvercle. Six configurations sont ainsi possibles, et elles sont spécifiques à chaque navire.

Un accès sécurisé est requis sous les modules du couvercle de cale pendant les activités d'installation de la bande d'étanchéité. Il est proposé d'utiliser la stratégie suivante pour l'installation de bandes d'étanchéité à la poussière.

- 1 Installer des pieds pour sécuriser l'accès et le passage sous chaque module du couvercle rigide, comme indiqué à la Figure 3.5.

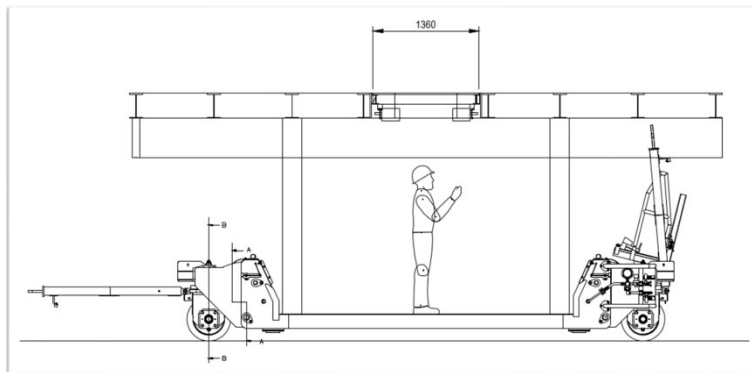


Figure 3.5 Installer les pieds sous le couvercle

- 2 Utiliser une plateforme de travail permettant d'accéder à la hauteur de travail debout afin d'installer les bandes d'étanchéité à la poussière, à l'aide d'un chariot élévateur, tel qu'indiqué à la Figure 3.6.

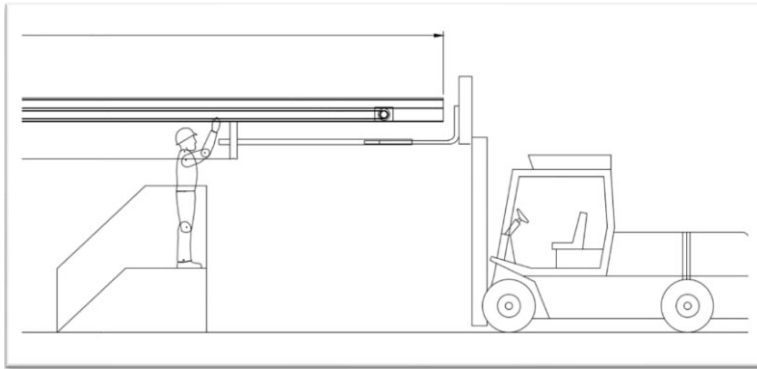


Figure 3.6 Plateforme de travail pour l'installation de bandes

- 3 Utiliser cette même plateforme afin d'accéder à l'aide d'une échelle extensible pour attacher et détacher les élingues de levage des pattes de levage sur le dessus du couvercle, tel qu'indiqué à la Figure 3.7.

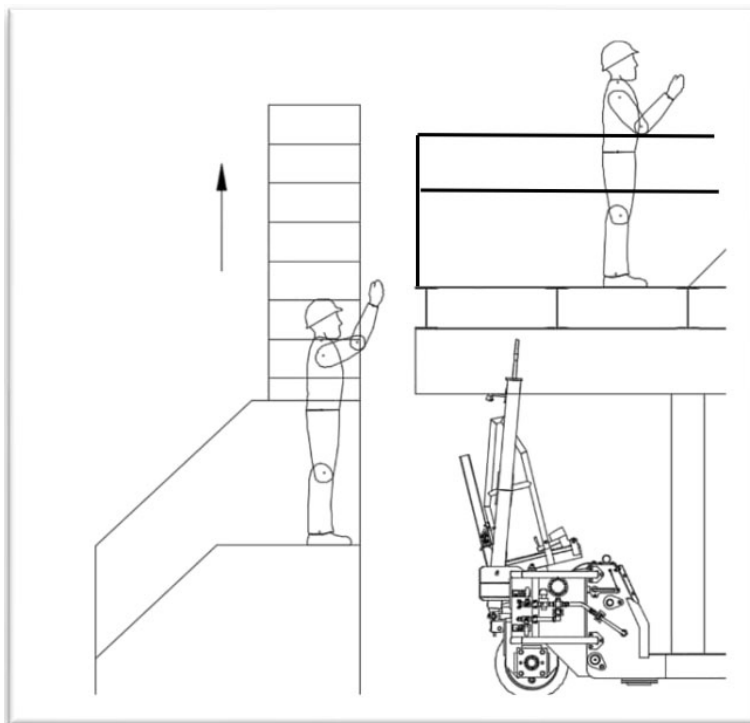


Figure 3.7 Accès au-dessus des modules de couvercle

3.6 MANUTENTION DES MODULES DU COUVERCLE ENTRE LE LIEU D'ENTREPOSAGE ET LE QUAI

WSP est d'avis que les modules du couvercle de cale seraient trop grands et trop lourds pour être manipulés en toute sécurité par un chariot élévateur. Par conséquent, cela nécessite une remorque sur mesure tirée par un moteur d'appel (un tracteur ou un camion routier qui devrait être acquis) pour manutentionner les modules du couvercle entre le lieu d'entreposage et le quai (voir la Figure 3.8).

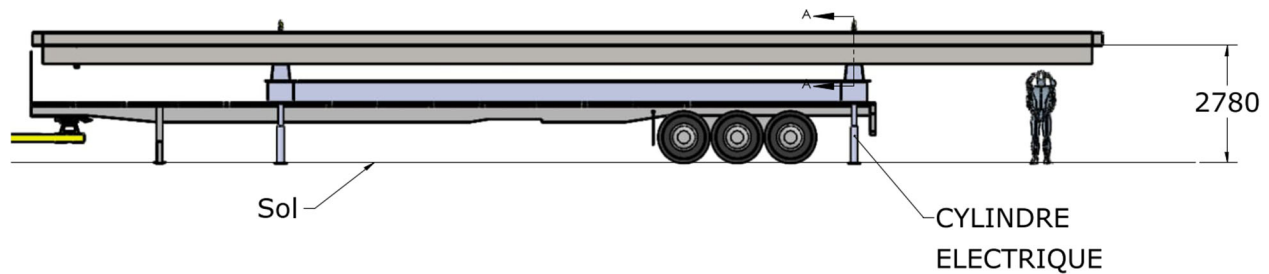


Figure 3.8 Module du couvercle sur remorque personnalisée

La remorque devra être conçue sur mesure pour s'adapter à la masse et à la taille des modules du couvercle individuels, avec un cadre adaptateur équipé de pieds actionnés par des vérins électriques nécessaires pour fixer en toute sécurité les modules du couvercle sur la remorque pour le déplacement, comme illustré à la Figure 3.8. Ce cadre devra également permettre d'abaisser le couvercle sur la remorque pour le transport, tel qu'illustré à la Figure 3.9.

Chaque module du couvercle devrait être manipulé individuellement entre le lieu d'entreposage et le quai, car la masse combinée des trois modules nécessiterait une remorque surbaissée lourde avec des charges de roue élevées qui pourraient surcharger le revêtement de quai et les routes publiques. De plus, la hauteur assemblée des trois modules, séparés par des entretoises, pourrait entraîner un centre de gravité élevé qui pourrait rendre la remorque surbaissée chargée instable sur un terrain accidenté.

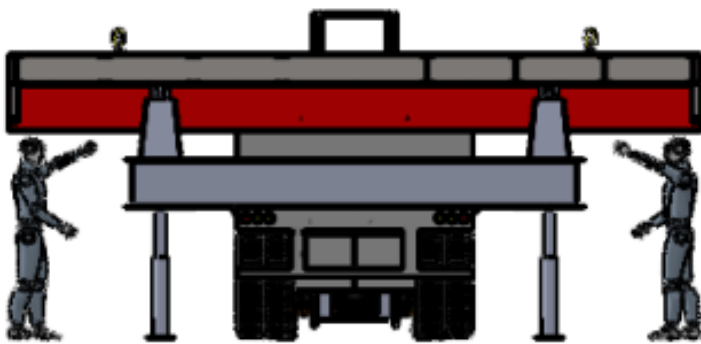


Figure 3.9 Vue d'extrémité d'un module du couvercle sur la remorque avec le cadre adaptateur

WSP a tenté en vain de trouver un emplacement approprié pour l'entreposage des couvercles de cale sur le site de Glencore au port de Québec, car les modules du couvercle de cale sont très volumineux et entraveraient les opérations sur le site. Un emplacement indicatif d'entreposage hors site a été identifié sur un terrain vacant situé à proximité, sur la rue du Ressac, à environ un kilomètre du quai. Une brève étude a été menée afin de trouver un itinéraire pour le transport de remorques avec modules du couvercle entre le quai et ce site potentiel, tel qu'illustré à la Figure 3.10 et sur les dessins de l'Annexe A. Cette étude a mis en évidence plusieurs points critiques pour manœuvrer la remorque et la charge surdimensionnée (modules du couvercle de cale) à travers le site portuaire et via les routes publiques, et qui devraient être résolus si Glencore est prête à envisager un lieu d'entreposage hors site.



Figure 3.10 Itinéraire de transport entre le quai et le site d'entreposage potentiel

Tandis que la grue du navire semble apte à soulever les modules du couvercle de la remorque au quai et sur les cales, comme indiqué à la Figure 3.11 et sur les dessins de l'Annexe A, une grue distincte serait nécessaire pour décharger les modules du couvercle au lieu d'entreposage.

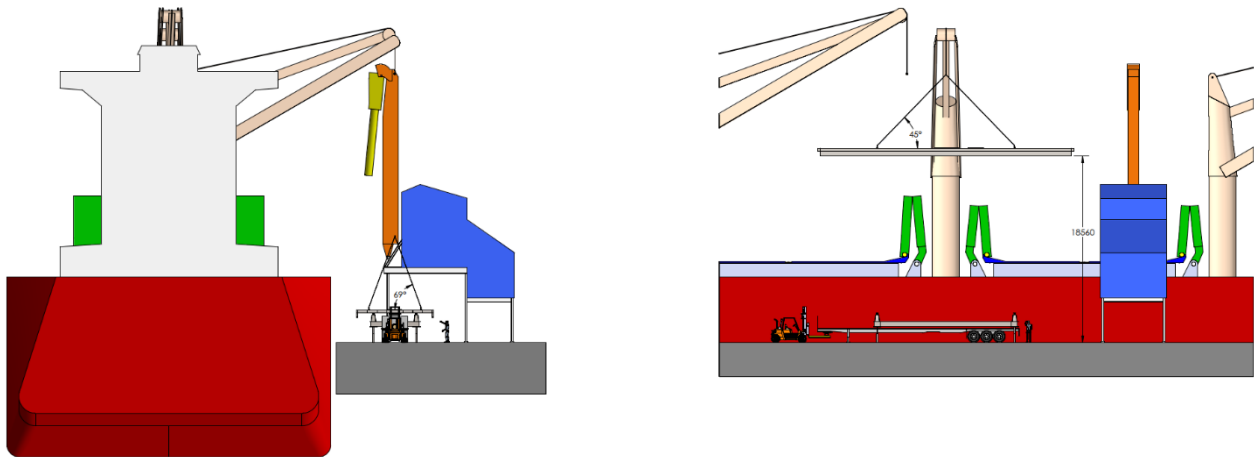


Figure 3.11 Grue de navire soulevant les modules du couvercle de cale

WSP recommande que les modules du couvercle soient entreposés à l'intérieur afin de protéger les modules et leurs systèmes de volets pneumatiques contre les intempéries.

En supposant que l'installation d'entreposage du couvercle soit un « méga dôme » léger ou une structure similaire, la grue de l'installation de stockage pourrait être une grue portique de 20 tonnes de limite de charge sur des rails encastrés, tel qu'illustré à titre indicatif à la Figure 3.12.

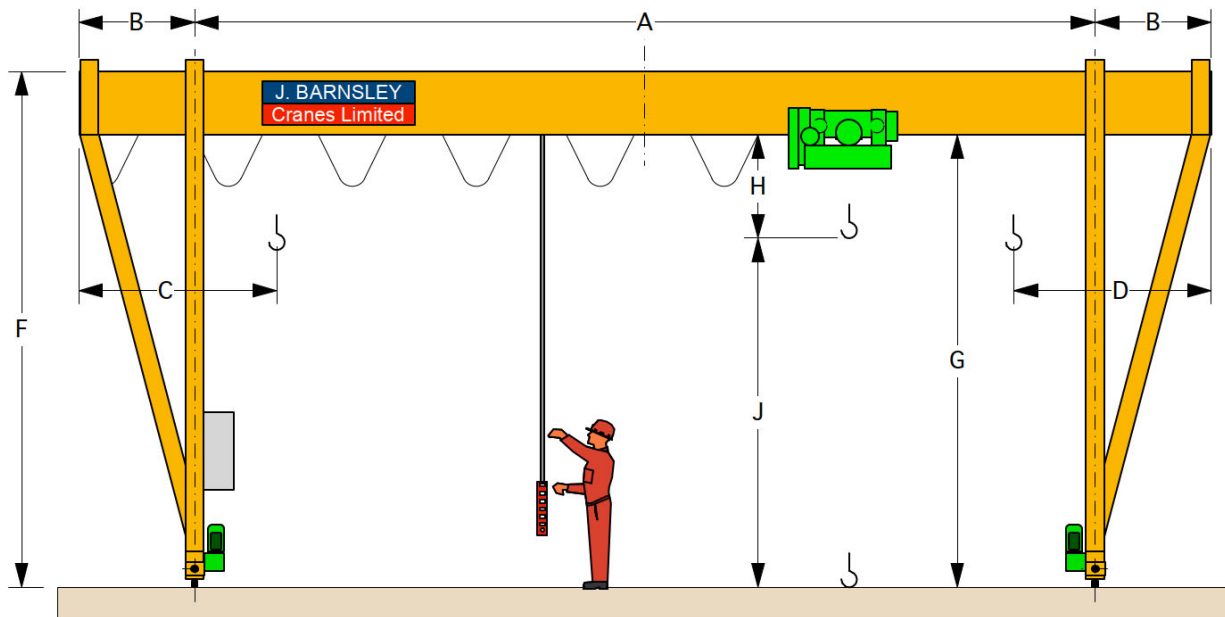


Figure 3.12 Grue portique pour l'entreposage du couvercle

Alternativement, l'installation d'entreposage pourrait comprendre un entrepôt avec un cadre en acier autoportant et équipé d'une grue portique de 20 tonnes.

Pour finir, la méthode d'entreposage des trois modules du couvercle de cale, l'un sur l'autre, n'a pas été définie à ce jour. On s'attend toutefois à ce que les modules du couvercle de cale doivent être séparés par des cadres d'espacement afin de ne pas endommager les mécanismes de volets pneumatiques ou les joints anti-poussière s'ils sont encore installés, tel qu'indiqué à la Figure 3.13.

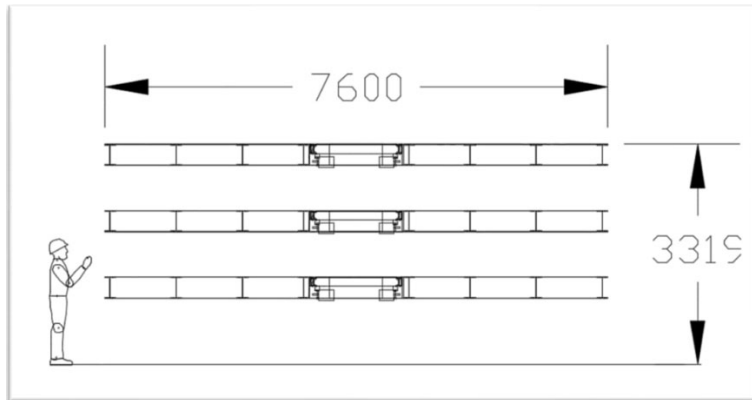


Figure 3.13 Empilage des modules du couvercle

3.7 OPÉRATION

Les considérations opérationnelles suivantes n'ont pas été étudiées en détail au cours de cette phase d'étude :

- Déterminer les calculs de temps de cycle de chargement.
- Déterminer les schémas de chargement pour chaque cale (modélisation 3D de la matre de nickel).
- Élaborer la méthode pour déplacer les modules du couvercle de l'entrepôt aux navires, installer les bandes d'étanchéité, les déployer sur le navire, ajuster et déplacer l'ouverture, déplacer le couvercle sur le navire, nettoyer après l'utilisation (ou entre les cales), retirer le couvercle et ramener le couvercle à l'installation de stockage.
- Concevoir les dispositifs antichute à utiliser.

3.8 CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENTRETIEN

Les considérations relatives à l'entretien n'ont pas été examinées en détail au cours de cette phase de l'étude. Les besoins en matière d'entretien devront ainsi être déterminés (inspections régulières minimales, fonctionnement des ouvertures du navire pour assurer le bon fonctionnement, lubrification, etc.).

3.9 ÉVALUATION DES RISQUES

Une évaluation complète des risques n'a pas été entreprise au cours de cette phase de l'étude. La conception proposée du couvercle de cale devrait faire l'objet d'une évaluation des risques au cours de chacune des activités d'exploitation et d'entretien afin de prouver qu'il serait sécuritaire de l'utiliser conformément à la *Loi sur la santé et la sécurité du travail du Québec* et à ses règlements d'application.

Les principaux risques à examiner plus en détail sont ceux qui nécessitent que le personnel se trouve sur le dessus du couvercle pendant le fonctionnement et l'entretien ou encore sous le couvercle, par exemple pour installer des bandes d'étanchéité à la poussière.

4 ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT

4.1 BASE D'ESTIMATION

L'estimation du coût du couvercle a été basée sur un calcul préliminaire du poids des éléments en acier pour résister à une déflexion de $L/350$.

Les coûts des composantes mécaniques et de la remorque sont basés sur des projets similaires achevés au cours de la dernière année, y compris le pont roulant illustré à la Figure 3.12.

En ce qui concerne l'installation d'entreposage du couvercle, un fournisseur de mégadômes de la province a fourni un prix récemment soumis pour un projet similaire.

4.2 ESTIMATION DES COÛTS DE CONSTRUCTION



Estimation des coûts, Class D - COUVERCLE DE CALE DE CHARGEMENT

Items	Description	coûts par unité (CAD)	Nb d'unités	Coûts total (CAD)
1 Travaux sur site				Total: 60 000 \$
1.1	Mobilisation/Démobilisation	20 000 \$	1	20 000 \$
1.2	Installation, tuyauterie pneumatique, électricité pour pont roulant et essais en charge	40 000 \$	1	40 000 \$
2 Couvercle rigide				Total: 1 239 999 \$
2.1 Structure				Total: 1 024 999 \$
2.1.1	Acier et fabrication en usine, assemblage, peinture, essais, transport et livraison	130 000 \$	3	390 000 \$
2.1.2	Joint de scellement (acier, joint d'étanchéité et fabrication)	285 000 \$	1	285 000 \$
2.1.3	Panneau en nid d'abeilles en aluminium (dessus) et feuille d'aluminium (dessous)	319 999 \$	1	319 999 \$
2.1.4	Structure de storage pour les couvercles et pour les joints de scellement	25 000 \$	2	50 000 \$
2.2 Portail coulissant				Total: 45 000 \$
2.2.1	Structure d'acier, fabrication et assemblage	15 000 \$	3	45 000 \$
2.3 Éléments mécanique pour l'actionnement du portail coulissant				Total: 135 000 \$
2.3.1	Moteur, roue à came, chaîne/pignon et éléments pneumatique - approvisionnement et installation	135 000 \$	1	135 000 \$
2.4 Modification au bec verseur				Total: 35 000 \$
2.3.1	Nouveau bec verseur	35 000 \$	1	35 000 \$
3 Remorque et supports				Total: 240 000 \$
3.1	Roues Hamilton	60 000 \$	2	120 000 \$
3.2	Structure en acier	60 000 \$	2	120 000 \$
4 Grue portique et Mega dome pour manutention et storage				Total: 857 000 \$
4.1	Grue portique sous le mega dome pour la manutention des couvercle sur la remorque.	625 000 \$	1	625 000 \$
4.2	Approvisionnement du mega dome 60'x90' (30\$/ ft ²) et installation (55 k\$) et fondation (50\$/ lin. ft)	232 000 \$	1	232 000 \$
5 Ingénierie				Total: 479 400 \$
5.1	Ingénierie (20% of total cost)	479 400 \$	1	479 400 \$

TOTAL EXCLUANT LES CONTINGENCES & TAXES (CAD):	2 876 399 \$
CONTINGENCES - 20% (CAD):	575 280 \$
TOTAL AVEC CONTINGENCES EXCLUANT LES TAXES (CAD):	3 451 679 \$

5 CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS

Selon WSP, les modules du couvercle de cale seront probablement complexes à manipuler et à entreposer sur le site en raison de leur grande taille et de leur poids. De plus, il semble y avoir de nombreux risques pour la santé et la sécurité associés à la conception du couvercle de cale qui devront être atténués de manière satisfaisante avant la mise en œuvre.

De plus, l'utilisation d'un couvercle de cale est susceptible de prolonger les opérations de chargement des navires en raison du temps supplémentaire nécessaire pour déployer et récupérer les modules du couvercle. De plus, ceux-ci masqueront le chargement et nécessiteront potentiellement l'arrêt et le redémarrage des opérations de chargement pendant que le schéma de chargement des cales est vérifié, ou bien des instruments supplémentaires devront être installés pour aider l'opérateur à charger les cales en toute sécurité. Si plus d'une cale doit être chargée sur un navire, il sera peut-être nécessaire de reconfigurer les bandes d'étanchéité à la poussière entre des cales de dimensions différentes, ce qui ralentira davantage les opérations de chargement du navire.

Si Glencore choisit d'aller de l'avant avec l'option du couvercle de cale même si cette option ne rencontre pas tous les critères de conception clés, présente des problèmes de santé et de sécurité et n'est pas pratique, des travaux supplémentaires seront nécessaires pour déterminer si une conception pratique et sécuritaire du couvercle est possible :

- Étudier plus en détail la manipulation, le levage, le déplacement, l'entreposage, l'installation de bandes d'étanchéité à la poussière et l'entretien des modules du couvercle de cale, et ce en toute sécurité.
- Entreprendre une évaluation des risques afin d'évaluer et d'élaborer des mesures d'atténuation des risques pour la santé et la sécurité liés à la conception du couvercle de cale aux différentes étapes de l'élaboration et de l'utilisation du couvercle (construction, manutention, entretien, opérations de chargement, etc.).
- Localiser un lieu d'entreposage approprié et effectuer une analyse de la logistique du transport des modules de couvercle entre le lieu d'entreposage et le quai.
- Confirmez le dimensionnement du système de dépoussiérage et la méthode de raccordement au couvercle.
- Effectuer une modélisation de la capture de la poussière.

ANNEXE

A **DESSINS**
TECHNIQUES



