

# ANNEXE D

## Énoncé des travaux

### **Pour l'achat et l'installation de matériau absorbant dans la chambre sphérique de champ proche ET pour la remise en état de la chambre compacte blindée à antennes**

#### **1. Contexte**

Le Centre de recherches sur les communications (CRC) s'emploie à concevoir des antennes et des systèmes, sous-systèmes et autres dispositifs d'antennes haute fréquence avec les composants de sous-ensembles aux fins de ses activités opérationnelles et de ses travaux de recherche. Pour faciliter et valider ses nouvelles conceptions, l'organisme a aménagé un système de champ proche (CP) dans une chambre anéchoïque de l'immeuble 2F, ainsi qu'une grande chambre compacte à antennes pour des mesures de champ lointain au 3701, avenue Carling à Ottawa. La chambre anéchoïque de champ proche est une grande construction autonome en aluminium sans toit et à trois portes fonctionnelles (deux en façade et une en mur de fond) où se trouve un analyseur sphérique de système de champ proche (NSI). La chambre en question est de 144 x 168 x 146 po et est actuellement revêtue à l'intérieur d'un absorbant pyramidal hyperfréquence. L'absorbant fixé par velcro doit être remplacé en raison de son âge et de son rendement électromagnétique à des fréquences liées aux activités de géolocalisation et de communications tactiques militaires et aux bandes satellitaires et radar. Le rendement en mesure doit être d'une qualité extrême et doit suffire à démontrer qu'un appareil respecte les normes et les exigences de conception des clients. Quant à la chambre compacte à antennes, c'est une enceinte autonome bien plus grande et intégralement blindée de 30 x 20 x 20 pi. Revêtue à l'intérieur d'un absorbant pyramidal hyperfréquence de 12 po à haut rendement, elle abrite un réflecteur d'ondes compact, une tour d'alimentation et des positionneurs d'essai multi-axes. On a à y réparer les panneaux de blindage endommagés par l'eau et les panneaux d'absorbant de plafond. Tous les panneaux d'absorbant sont fixés aux panneaux de blindage à l'aide d'un adhésif de contact haute résistance à l'eau, lequel est homologué pour la mousse de polyuréthane. On a installé un filet de sécurité en nylon pour empêcher les panneaux d'absorbant de tomber du plafond. De plus, beaucoup d'éléments stratégiques des panneaux de blindage sont fixés à une superstructure d'acier entourant l'enceinte.

#### **2. Objectif**

Ce marché est en deux parties : la première vise au remplacement de l'absorbant en place sur les murs et le plancher de la chambre de champ proche et sur les tours et les positionneurs NSI NF par un nouvel absorbant performant qui facilitera des mesures de grande précision dans la plage 0,5 à 40 GHz.

Le soumissionnaire retenu aura à enlever l'absorbant en place et à concevoir, fabriquer, livrer, installer, essayer et garantir le nouvel absorbant dans son installation et son rendement comme il est décrit dans les spécifications. L'absorbant en place sera éliminé par les méthodes normales prévues par la réglementation locale, provinciale et nationale. On optimisera la conception de l'installation du nouvel absorbant de sorte que l'amplitude de crête en crête fluctue le moins possible à l'intérieur du volume d'essai des antennes. Il faut donc que le champ de réflexion électromagnétique soit au moins de !60 dB inférieur au signal désiré d'émission à 1 GHz. Avec une atténuation en espace libre et des niveaux de rendement en réflectivité de l'absorbant, on peut atteindre les !60 dB si on y met un soin suffisant. Le matériau absorbant doit être capable de recevoir 100 mW/cm<sup>2</sup> sans interruption et sans dommages pendant un cycle d'essai de huit heures. Un tableau de conversion radiofréquence peut être consulté à l'hyperlien [http://www.compeng.com.au/emc\\_conversion\\_tables\\_field\\_strength\\_calculator.aspx](http://www.compeng.com.au/emc_conversion_tables_field_strength_calculator.aspx). Ajoutons que tous les matériaux d'absorbant doivent comporter des additifs ignifuges qui réduisent l'inflammabilité et qui ont été essayés et certifiés par les UL.

La seconde partie du marché vise à remettre en état la grande chambre compacte blindée de l'immeuble 2F. Le soumissionnaire retenu devra retirer les panneaux d'absorbant en place, les panneaux de blindage, les conduits d'évacuation et les appareils d'éclairage au plafond et installer, essayer et garantir les nouveaux panneaux d'absorbant hyperfréquence et de blindage et le rendement de l'installation comme il est décrit dans les spécifications. Il devra éliminer les panneaux en place et toutes les pièces de montage par les méthodes normales prévues par la réglementation locale, provinciale et nationale. Il optimisera les nouveaux panneaux d'absorbant pour que l'amplitude de crête en crête fluctue le moins possible dans le volume d'essai des antennes. Les panneaux d'absorbant devront présenter le rendement en réflectivité qu'indique le tableau 4. Le matériau devra être capable de recevoir 100 mW/cm<sup>2</sup> sans interruption et sans dommages pendant un cycle d'essai de huit heures. On peut trouver un tableau de conversion radiofréquence à l'hyperlien [http://www.compeng.com.au/emc\\_conversion\\_tables\\_field\\_strength\\_calculator.aspx](http://www.compeng.com.au/emc_conversion_tables_field_strength_calculator.aspx). De plus, tous les matériaux d'absorbant devront comporter des additifs ignifuges qui réduisent l'inflammabilité et qui ont été essayés et certifiés par les UL.

### **3. Spécifications**

#### **Chambre de champ proche**

Le tableau 1 présente les caractéristiques physiques actuelles de la chambre de champ proche (figure 1). On produira un dossier électronique en CAO de la chambre actuelle dans le format eDrawing avec toute la gamme des mesures. Ce fichier pourra être converti en format STEP-File au besoin.

Les exigences minimales applicables à l'absorbant sont énumérées au tableau 2. On doit choisir la longueur, la configuration et la disposition de l'absorbant pour assurer un niveau de réflectivité de !60 dB ou mieux encore dans la zone sans interférence de la chambre. Cette zone devra être un volume sphérique d'un diamètre de 60 cm au minimum.

On établira un accès sur blocs aux positionneurs d'essai et à la tour de sonde. La hauteur des blocs devra correspondre aux longueurs proposées pour l'absorbant.

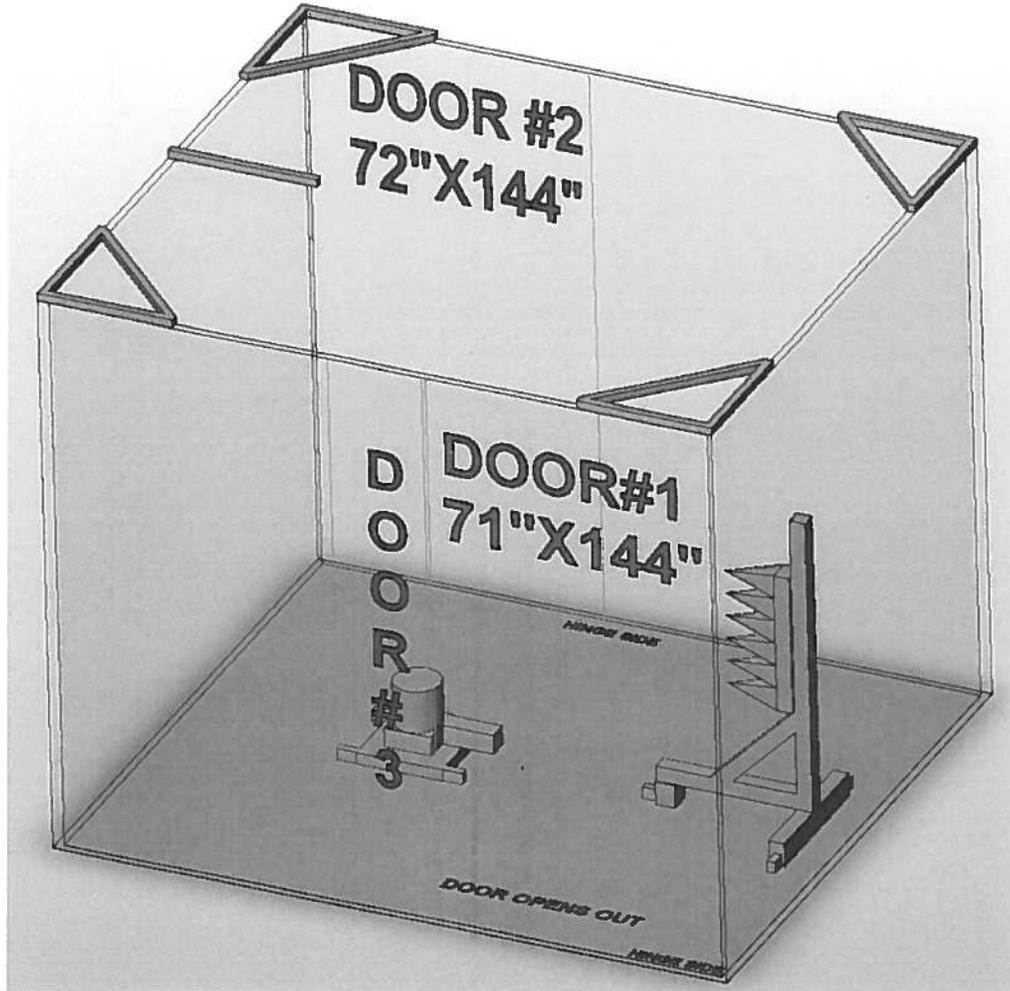
Tous les panneaux d'absorbant au plancher de la chambre devront être durables et sans entretien. Tous les panneaux autour des positionneurs devront être intégralement peints en usine. Tous les

panneaux bordant une porte seront taillés à un angle facilitant l'ouverture de la porte sans dommages pour les pointes de l'absorbant. Le contreventement en aluminium doit être revêtu de panneaux d'absorbant propres à réduire son incidence sur le niveau de réflectivité dans la zone sans interférence. Des caméras en circuit fermé seront installées en permanence dans la chambre sauf si elles influent sur les niveaux de réflectivité.

Les travaux de remise en état de l'absorbant de la chambre de champ proche devront être garantis pendant une période d'au moins deux ans à compter de la date d'achèvement. La garantie devra porter sur tous les aspects de la conception, la fabrication de l'absorbant et des matières d'installation, les frais d'expédition à destination et en provenance du CRC à Ottawa, la main-d'œuvre de correction des défauts et les essais de recertification.

Vu la valeur de l'enceinte et de l'analyseur de champ proche et de la tour de sonde, l'entrepreneur fera le nécessaire pour protéger tout le matériel contre tout dommage. Il devra prendre une assurance en responsabilité civile. Le responsable scientifique sera chargé d'arbitrer tout différend. Le plancher de la chambre sera protégé par du contreplaqué d'au moins 0,5 po là où on utilise des appareils de levage ou des échafaudages. Tout le matériel sous forme d'appareils de levage et d'échafaudages devra être certifié par l'ACNOR et approuvé par le responsable scientifique pour utilisation dans la chambre de champ proche. Enfin, l'entrepreneur devra veiller à ce que tous les travailleurs se conforment à l'ensemble des lois et des règlements applicables en matière de santé et sécurité.

Figure 1 : Chambre de champ proche



Porte n° 2 72 x 144 po  
Hinge side = Côté des gonds

Porte n° 1 71 x 144 po

Door opens out = Porte s'ouvrant à l'extérieur

Tableau 1 : Dimensions de la chambre de champ proche

| Paramètre                                | Valeur                         |
|--|--------------------------------|
| <b>Dimensions globales de la chambre</b> | 144 po P x 168 po L x 146 po H |
| <b>Porte principale 1, façade</b>        | 24 po L x 146 po H             |
| <b>Porte secondaire 2, façade</b>        | 71 po L x 146 po H             |
| <b>Porte 3, mur de fond</b>              | 72 po L x 146 po H             |
| <b>Mur gauche</b>                        | 144 po L x 146 po H            |
| <b>Mur droit</b>                         | 144 po L x 146 po H            |
| <b>Mur de fond, fixe</b>                 | 96 po L x 146 po H             |
| <b>Façade, fixe</b>                      | 72 po L x 146 po H             |

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>Plancher</b>                             | 144 po P x 168 po L    |
| <b>Plafond</b>                              | Aucun absorbant requis |
| <b>Surfaces</b>                             | Aluminium              |
| <b>Contreventement de mur, chaque angle</b> | 48 po P x 2 po L       |

Tableau 2 : Caractéristiques de l'absorbant

| Paramètre   | Valeur  |
|---|---|
| <b>Configuration de l'absorbant</b>   | Pyramidal, conique, tors, hybride   |
| <b>Composition</b>  | À base de carbone, mousse de polyuréthane   |
| <b>Niveau minimal de réflectivité, 1 GHz, angle normal d'incidence</b>            | !40 dB  |
| <b>Plage de fréquences opérationnelles</b>  | 0,5 à 40 GHz  |
| <b>Signal réfléchi maximal dans la zone sans interférence, tous angles, 1 GHz</b> | !60 dB  |
| <b>Réception minimale continue de puissance</b>                                   | 100 mW/cm <sup>2</sup>  |
| <b>Longueur maximale de l'absorbant</b>   | Selon les dimensions de la zone sans interférence et du contreventement   |
| <b>Inflammabilité</b>   | Tout le matériau absorbant doit être conforme aux approbations suivantes : NRL Report 8093 (essais 1, 2 et 3), UL 94-5VA, UL 94-5VB, UL 94 HBF. |
| <b>Poids maximal par panneau de 24 x 24 po</b>                                    | 6,2 kg  |
| <b>Moyen de fixation de l'absorbant</b>   | Velcro  |
| <b>Couleur</b>  | Bleu  |
| <b>Température de fonctionnement</b>  | !10 à 30 °C   |
| <b>Accès sur blocs</b>  | 24 po P x 24 po L, hauteur correspondant à la longueur de l'absorbant   |
| <b>Caractéristique spéciale n° 2</b>  | De l'absorbant doit être fixé autour des plaques tournantes de plancher. Toutes les surfaces exposées doivent être peintes.                     |
| <b>Caractéristique spéciale n° 3</b>  | De l'absorbant doit être fixé autour de la tour de sonde. Toutes les surfaces exposées d'absorbant doivent être peintes.                        |
| <b>Caractéristique spéciale n° 4</b>  | De l'absorbant doit être fixé sur la tour de sonde au besoin.   |
| <b>Caractéristique spéciale n° 5</b>  | On doit se servir de feuilles d'absorbant pour revêtir toutes les surfaces métalliques exposées dans le volume de la chambre.                   |
| <b>Caractéristique spéciale n° 6</b>  | On doit utiliser des blocs d'absorbant dans les angles de la chambre.   |
| <b>Caractéristique spéciale n° 8</b>  | Toutes les pièces d'absorbant doivent porter un numéro de série bien lisible au dos.  |

## Chambre compacte

Le tableau 3 présente les caractéristiques physiques actuelles de la chambre compacte (figure 2).

On trouvera les exigences minimales applicables à l'absorbant au tableau 4. Dans sa longueur, sa couleur, sa configuration et sa disposition, l'absorbant doit être conforme à ce qui existe comme aménagement sans dégradation du rendement électrique de la chambre.

On doit fixer tout l'absorbant de plafond aux nouveaux panneaux de blindage à l'aide d'un adhésif de contact approuvé et installer un filet de sécurité en nylon. On doit choisir et installer l'ensemble des panneaux de blindage, des plaques à fiches, des attaches, des conduits d'évacuation, des appareils d'éclairage et des fils nouveaux afin d'assurer le rendement nécessaire en blindage pour les essais Mil-STD 461E/F. Le tout devra subir des essais selon les indications du tableau 5. Étant donné la valeur du réflecteur d'ondes compact, de la tour d'alimentation et des positionneurs d'essai, l'entrepreneur fera le nécessaire pour protéger tout le matériel de la chambre contre les dommages. Il devra prendre une assurance en responsabilité civile. Le responsable scientifique sera chargé d'arbitrer tout différend. Le plancher de la chambre devra être protégé par du contreplaqué d'au moins 0,5 po là où on utilise des appareils de levage ou des échafaudages. Tous les appareils de levage et les échafaudages devront être certifiés par l'ACNOR et approuvés par le responsable scientifique en vue de leur utilisation dans la chambre. L'entrepreneur devra veiller à ce que tous les travailleurs se conforment aux lois et aux règlements applicables en matière de santé et sécurité.

Les travaux de réparation de l'absorbant de la chambre compacte devront être garantis pendant une période d'au moins deux ans à compter de la date d'achèvement. La garantie portera sur tous les aspects de l'installation, la fabrication de l'absorbant et des pièces d'installation, les panneaux de blindage, les conduits d'évacuation, les appareils d'éclairage, les fils, les plaques à fiches, les attaches, les adhésifs, les frais d'expédition à destination et en provenance du CRC à Ottawa, la main-d'œuvre de correction des défauts et les essais de recertification.

Figure 2 : Chambre compacte



Tableau 3 : Dimensions de la chambre compacte

| Paramètre                               | Valeur                      |
|---|-----------------------------|
| <b>Dimensions globale de la chambre</b> | 30 pi P x 20 pi L x 20 pi H |
| <b>Porte principale 1, façade</b>       | 60 po L x 72 po H           |

Tableau 4 : Caractéristiques de l'absorbant

| Paramètre  | Valeur   |
|--|--|
| <b>Configuration de l'absorbant</b>                                    | Pyramidal, conique, tors, hybride  |
| <b>Composition</b>   | À base de carbone, mousse de polyuréthane  |
| <b>Niveau minimal de réflectivité, 1 GHz, angle normal d'incidence</b> | !35 dB   |
| <b>Plage de fréquences opérationnelles</b>                             | 1 à 40 GHz   |
| <b>Réception continue minimale de puissance</b>                        | 100 mW/cm <sup>2</sup>   |
| <b>Longueur minimale de l'absorbant</b>                                | 12 pouces  |
| <b>Inflammabilité</b>  | Tout le matériau absorbant doit être conforme aux approbations suivantes : NRL Report 8093 (essais 1, 2 et 3), UL 94-5VA, UL 94-5VB, UL 94 HBF |
| <b>Poids maximal par panneau de 24 x 24 po</b>                         | 5 kg   |
| <b>Moyen de fixation de l'absorbant</b>                                | Adhésif de contact   |
| <b>Couleur</b>   | Bleu   |
| <b>Température de fonctionnement</b>                                   | !10 à 30 °C  |

Tableau 5 : Exigences relatives aux essais de la chambre compacte

| Paramètre             | Valeur  |
|-----------------------|---|
| <b>MIL-STD 461E/F</b> | Les essais doivent permettre de vérifier que la chambre a un rendement entièrement conforme aux exigences des essais MIL-STD 461E/F |

#### 4. Flux des travaux pour la chambre de champ proche

On devra accomplir les tâches suivantes selon les spécifications de la section 3 :

- on doit retirer et éliminer l'absorbant en place;
- on doit concevoir l'installation de l'absorbant de la chambre de champ proche dont les caractéristiques sont précisées à la section 3; on doit optimiser la conception de l'installation du nouvel absorbant de sorte que l'amplitude de crête en crête fluctue le moins possible dans le volume d'essai des antennes; il faut donc que le champ de réflexion électromagnétique soit d'au moins !60 dB inférieur au signal d'émission désiré à 1 GHz;
- on doit livrer et installer l'absorbant comme il est décrit au tableau 2;
- on doit vérifier le rendement de la chambre avec le nouvel absorbant.

#### 5. Produits livrables pour la chambre de champ proche

Les travaux de remise en état de la chambre de champ proche devront se terminer avant le 27 février 2015. Les produits suivants devront être livrés aux dates jalons fixées :

- a. la livraison de l'absorbant doit être terminée le 19 décembre 2014;
- b. le plan d'essais de validation de rendement doit être soumis à l'approbation du CRC au plus tard le 19 décembre 2014;
- c. l'installation de l'absorbant doit être terminée le 23 janvier 2015;
- d. la validation du rendement doit être terminée le 6 février 2015;
- e. le rapport final détaillé doit être complet le 20 février 2015 avec le dispositif et les dates d'étalonnage du matériel des essais, les résultats des mesures et l'analyse des erreurs. Le rapport doit être rédigé, revu et entériné par un ingénieur enregistré et dûment autorisé et formé à ce genre d'activité.

En résumé, les documents énumérés au tableau 6 devront être fournis.

Tableau 6 : Documents à livrer pour l'absorbant de la chambre de champ proche

| N <sup>o</sup> | Documents  |
|----------------|--|
| 1              | Spécifications applicables à l'absorbant   |
| 2              | Disposition de l'absorbant dans la chambre avec le lieu précis et le numéro de série de chaque pièce d'absorbant |
| 3              | Valeurs de tolérance à l'installation de l'absorbant (absence de parties exposées)                               |
| 4              | Calendrier d'installation avec les jalons  |
| 5              | Calculs techniques indiquant les niveaux prévus de réflectivité dans la zone sans interférence                   |
| 6              | Plan d'essais de validation de rendement   |
| 7              | Rapport définitif des essais   |

## **6. Flux des travaux pour la chambre compacte**

On devra accomplir les tâches suivantes selon les spécifications de la section 3 :

- on doit retirer et éliminer en toute sécurité l'absorbant en place avec les panneaux de blindage, les appareils d'éclairage, les fils et les attaches;
- on doit fabriquer les panneaux d'absorbant et les panneaux de blindage;
- on doit livrer et installer les panneaux d'absorbant, les panneaux de blindage, les appareils d'éclairage, les conduits, les fils, les brides et les nouvelles attaches selon les exigences des tableaux 4 et 5;
- on doit vérifier le rendement de la chambre une fois installés les nouveaux panneaux d'absorbant et les nouveaux panneaux de blindage.

## 7. Produits livrables pour la chambre compacte

Les travaux de réparation de la chambre compacte doivent se terminer avant le 27 février 2015. Les produits suivants devront être livrés aux dates jalons fixées :

- f. la livraison de l'absorbant doit être terminée le 19 décembre 2014;
- g. le plan d'essais de validation de rendement doit être soumis à l'approbation du CRC au plus tard le 19 décembre 2014;
- h. l'installation de l'absorbant doit être terminée le 27 janvier 2015;
- i. la validation du rendement doit être terminée le 6 février 2015;
- j. le rapport final détaillé doit être complet le 20 février 2015 avec le dispositif et les dates d'étalonnage du matériel des essais, les résultats des mesures et l'analyse des erreurs; le rapport doit être rédigé, revu et entériné par un ingénieur enregistré et dûment autorisé et formé à ce genre d'activité.

En résumé, les documents énumérés au tableau 7 devront être fournis.

Tableau 7 : Documents à livrer pour la remise en état de la chambre compacte

| N <sup>o</sup> | Documents  |
|----------------|--|
| 1              | Spécifications applicables à l'absorbant   |
| 2              | Disposition de l'absorbant dans la chambre avec le lieu précis d'installation des panneaux d'absorbant et des panneaux de blindage |
| 3              | Valeurs de tolérance à l'installation de l'absorbant (absence de parties exposées)   |
| 4              | Calendrier d'installation avec les jalons  |
| 5              | Plan d'essais de validation de rendement   |
| 6              | Rapport définitif des essais   |

## 8. Langue

- L'entrepreneur devra communiquer dans l'une des deux langues officielles du Canada.
- Le rapport définitif devra être rédigé en anglais.

## 9. Sécurité

Comme la chambre de champ proche et la chambre compacte se trouvent dans un lieu sécurisé, tous les visiteurs doivent être filtrés par les préposés à la sécurité sur place. Tous les entrepreneurs qui sont des citoyens canadiens en règle doivent établir leur identité 7 jours ouvrables avant leur entrée sur le campus. Tous les ressortissants de l'étranger doivent présenter une demande d'autorisation de visite (DAV) à leur ambassade de 36 à 45 jours ouvrables avant leur entrée sur le campus (tenir compte des jours fériés au Canada). Tous les entrepreneurs doivent se conformer aux protocoles, règlements et règles de sécurité sur place.

Les entrepreneurs ont accès à l'emplacement pendant les heures normales d'activité au Canada. Aucun accès ne sera accordé en dehors de ces heures normales ou après 18 h.

Les entrepreneurs devront stationner leur véhicule dans la partie du terrain de stationnement qui est réservée aux visiteurs.

#### **10. Responsable scientifique**

Le responsable scientifique (RS) pour ce marché est David Lee, du Centre de recherches sur les communications, Ottawa (Ontario) K2H 8S2.

#### **11. Calendrier du projet**

Les travaux débiteront à l'attribution du contrat et devront être terminés au plus tard le 31 mars 2015. Les dates jalons figurent aux sections 5 et 7.

#### **12. Lieu de travail**

Les entrepreneurs devront nettoyer quotidiennement leur lieu de travail et en retirer tous les déchets et les débris avant de partir à la fin de chaque journée.

Ils utiliseront le matériel de sécurité qu'impose la réglementation locale, provinciale et nationale.