

PRÉAVIS D'ADJUDICATION DE CONTRAT (PAC)

1. Définition

Un préavis d'adjudication de contrat (PAC) permet aux ministères et aux organismes d'afficher un avis, pour un délai minimal de 15 jours civils, qui indique à la collectivité des fournisseurs qu'ils ont l'intention d'attribuer un marché pour un bien, un service ou des travaux de construction à un entrepreneur sélectionné d'avance. Si aucun autre fournisseur ne soumet pendant la période d'affichage de 15 jours civils un énoncé de capacités répondant aux exigences précisées dans le PAC, les exigences de la politique en matière de concurrence sont satisfaites. Lorsque les fournisseurs qui n'ont pas été retenus ont été informés par écrit que leur énoncé de capacités ne répondait pas aux exigences précisées dans le PAC, le marché peut être octroyé en tenant compte de la délégation du Conseil du Trésor en matière d'appels d'offres électroniques.

Si d'autres fournisseurs soumettent des énoncés de capacités pendant la période d'affichage de 15 jours civils et qu'ils satisfont aux exigences précisées dans le PAC, le ministère ou l'organisme doit enclencher le processus d'appel d'offres complet en ayant recours soit au service des appels d'offres électroniques du gouvernement soit aux méthodes traditionnelles, afin d'adjuger le marché.

2. Définition des exigences

Contexte et description du projet :

La superficie des Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.) est d'environ 128 millions d'hectares, desquels 33 millions ou 25 % sont considérés des régions forestières (Ressources naturelles Canada 2006). L'établissement d'un inventaire forestier dans un territoire aussi vaste qui soit applicable à l'échelle locale, régionale et territoriale représente un grand défi, en raison du manque relatif d'accès et du peu de données d'inventaire détaillées disponibles à l'heure actuelle (Smith 2002). Pour relever ce défi, des organismes fédéraux (Ressources naturelles Canada, Agence spatiale canadienne) et territoriaux (gouvernement des T.N.-O.) ont récemment achevé une carte de la couverture forestière par satellite des T.N.-O. Cette carte représente un élément du projet d'Observation de la Terre pour le développement des forêts (OTDD) qui a été créé pour les régions forestières du Canada, et pour l'ensemble des T.N.-O. avec les données de cartographie thématique (TM) transmises par le satellite Landsat (Wulder et coll. 2003). Pour améliorer la valeur informative de ces cartes de couverture forestière qui serviront à présenter des rapports sur l'état des forêts dans les T.N.-O., il est nécessaire d'enrichir nos connaissances au sujet de la structure, du volume et de la biomasse aérienne des forêts.

La télédétection par satellite pour effectuer la cartographie d'un inventaire forestier à partir d'imagerie spatiale de moyenne résolution a déjà été largement utilisée, avec des résultats variables (Jakubauskas et Price 1997; Hall et coll. 2006; Sivanpillai et coll. 2006; Lutz et coll. 2008). Les régions éloignées comme les T.N.-O. présentent des défis additionnels, notamment : 1) la collecte de données sur le terrain est onéreuse, 2) l'accès physique est problématique, 3) le paysage forestier est varié et fait l'objet de préoccupations grandissantes en raison de leurs multiples utilisations, et 4) peu d'études basées sur la télédétection ont été menées sur l'inventaire (Gerylo et coll. 2002; Franklin et coll. 2003). Par conséquent, il est particulièrement difficile de mettre des mesures de terrain à l'échelle à partir des images spatiales de moyenne résolution transmises notamment par le satellite Landsat, pour les régions nordiques éloignées.

Les données recueillies grâce aux télédétecteurs LiDAR peuvent être ajoutées aux données recueillies sur le terrain. Le détecteur spatial de la NASA nommé ICESat/GLAS est particulièrement intéressant. Il s'agit d'une plateforme satellitaire qui transporte le Geoscience Laser Altimeter System (GLAS), qui est en soi un télédétecteur LiDAR de grande empreinte (Schutz et coll. 2005). L'un des produits de la mission ICESat est un réseau de données de hauteur, plus précisément sur la topographie de la Terre, de même que les profils de hauteur de la voûte forestière. Nous sommes intéressés par la possibilité d'utiliser les données GLAS du ICESat, en particulier pour les Territoires du Nord-Ouest (T.N.-O.), pour en tirer de l'information sur les profils de hauteur de la voûte forestière en analysant la forme des ondes produites par les impulsions au laser infrarouge qui en rebondissent. La couverture géographique des données GLAS du ICESat permet de créer une vaste grille de surveillance à travers les T.N.-O., qui pourrait remplacer les parcelles qui sont normalement mesurées sur le terrain. Le potentiel du système GLAS du ICESat lorsqu'il s'agit d'établir les caractéristiques d'une structure forestière a récemment été démontré par Harding et coll. (2005) et Lefsky et coll. (2005), mais son utilité dans le cas des forêts nordiques est peu connue, hormis à de très grandes échelles (Simard et coll. 2011). Pour évaluer l'utilité des données provenant de la plateforme spatiale ICESat et du système GLAS pour l'extrapolation de la structure, du volume et de la biomasse des peuplements forestiers, il serait approprié de les comparer avec les données captées par LiDAR aéroporté et les mesures enregistrées sur le terrain, afin de déterminer la certitude des caractéristiques extrapolées sur les peuplements. Nous espérons que cette technologie pourra être employée avec succès dans les T.N.-O. afin d'établir les caractéristiques de ces peuplements (hauteur et densité de la couverture végétale). Les données provenant du système GLAS du ICESat représenteraient une source d'information additionnelle sur la structure des peuplements et permettraient de mieux calibrer ces modèles sur une plus grande surface géographique regroupant plusieurs écozones. Il serait ensuite possible de réaliser la cartographie du volume et de la biomasse de l'ensemble des T.N.-O. à l'aide de modèles reposant sur ces deux attributs structuraux.

Dans le cadre d'un projet collaboratif antérieur avec l'Alberta Terrestrial Imaging Centre, il a été possible de traiter des données provenant du ICESat en vue d'analyser une zone définie

comme la phase 1 (figure 1). Notons en particulier l'étude de l'incidence des indicateurs de qualité des données provenant du ICESat sur l'estimation des caractéristiques des peuplements, l'élaboration de modèles à partir de données du ICESat pour l'estimation de la hauteur et de la fermeture du couvert des peuplements, et la comparaison de deux algorithmes d'imputation spatiale, k-Nearest Neighbour (kNN) et Random Forest (RF). Dans le cadre de ce travail, il serait indiqué de trouver des façons optimales de déterminer les paramètres et les algorithmes de saisie afin d'obtenir ces algorithmes d'imputation spatiale et aussi de faire l'ébauche d'un document à publier dans un journal.

Ce travail est suivi de l'élaboration d'un plan de travail pour le traitement des données du ICESat liées à une zone définie comme la phase 2 dans les T.N.-O. et pour laquelle il y a un manque flagrant de données recueillies sur le terrain, afin de calibrer et de valider les caractéristiques des structures des peuplements estimées à partir des données du ICESat (phase 2). Pour accomplir cette tâche, il faut quantifier les données captées par LiDAR aéroporté et les données parcellaires sur l'inventaire des ressources forestières dans l'ensemble de la zone définie pour la phase 2. De plus, à mesure que le travail de la phase 2 progresse vers le nord (au-delà du 60^e parallèle nord), où la qualité des données du ICESat diminue (Nelson 2010), il devient nécessaire d'évaluer leur fiabilité à ces extrêmes latitudes.

Étendue des travaux

Le projet comprend les études, objectifs et livrables suivants :

Année 1 : Attribution du marché à mars 2016 :

1. Évaluation de l'inventaire des données pour la phase 2 et concordance des données ALS/GLAS aux latitudes nord

Afin de calibrer ou de valider les modèles basés sur les données GLAS du ICESat qui doivent être conçus (à condition qu'il y ait suffisamment de données ALS existantes) ou appliqués (avec les données de la zone de la phase 1 plutôt que les données ALS), il faut quantifier les données parcellaires de terrain ALS et d'inventaire des ressources forestières dans l'ensemble de la zone définie pour la phase 2. De plus, étant donné que les données GLAS du ICESat servent à modéliser les caractéristiques des forêts et que la qualité des données tend à diminuer dans ces latitudes extrêmes, il est nécessaire d'évaluer la qualité des données dans cette partie éloignée du Grand Nord.

Objectif : Évaluer la quantité, la distribution spatiale et les restrictions d'accès des données parcellaires ALS et d'inventaire des ressources forestières pour toute la zone de

la phase 2, et déterminer les données ALS et GLAS concordantes en vue de la tâche 3.

Méthodes :

1. Regrouper toutes les données parcellaires ALS et d'inventaire des ressources forestières obtenues entre les 55° et 70° parallèles nord.
2. Quantifier la zone de la phase 2 pour laquelle il existe des données ALS et évaluer sa répartition en fonction de la couverture terrestre.
3. Quantifier le nombre de parcelles d'inventaire des ressources forestières dans la zone de la phase 2 et évaluer leur répartition en fonction de la couverture terrestre.
4. Déterminer les données ALS et GLAS du ICESat concordantes parmi toutes les données ALS obtenues, qui pourraient être utilisées pour évaluer la qualité des données de hauteur en fonction de la latitude (tâche 3).

Livrables :

1. Rapport présentant les conditions actuelles, les exigences ou les restrictions liées à la permission d'accès aux données et les recommandations tirées des données parcellaires concernant l'ALS et l'inventaire des ressources forestières dans la zone de la phase 2. Des cartes seront réalisées pour illustrer la répartition spatiale des données actuelles.
2. Rapport indiquant les lieux de coïncidence entre les données ALS et les données GLAS du ICESat recueillies entre les 55° et 70° parallèles Nord.

2. PRÉVISION ET CARTOGRAPHIE DE LA HAUTEUR ET DE LA FERMETURE DU COUVERT DES PEUPELEMENTS DANS LA ZONE DE LA PHASE 1 (FIGURE 1)

L'obtention d'empreintes obtenues au moyen du GLAS sur le satellite ICESat est la seule façon de mesurer systématiquement la structure forestière dans les régions boréales nordiques où l'accès au terrain est limité. En fonction d'échantillons de données recueillies sur le terrain ou captées par LiDAR aéroporté pour calibrer les mesures recueillies à partir du système GLAS du ICESat, réaliser des estimations ponctuelles de la hauteur et de la fermeture du couvert des peuplements qui seront par la suite spatialisées au moyen d'un algorithme KNN ou Random Forest.

Objectif : Prévision et cartographie de la hauteur et de la fermeture du couvert des peuplements dans la zone de la phase 1 (figure 1).

Méthodes :

1. Extraire les données captées par LiDAR aéroporté des cellules matricielles traitées par Fusion à l'aide des coefficients des modèles fournis par le SCF.
2. Pour les données provenant du ICESat, évaluer les indicateurs de qualité et sélectionner ceux qui serviront à déterminer les empreintes obtenues par ICESat pouvant être analysées.
3. Élaborer des modèles pour les données du ICESat afin d'évaluer la hauteur et la fermeture du couvert en fonction de la forme des ondes mesurées.
4. Appliquer les modèles pour les données du ICESat aux algorithmes kNN et Random Forest en y intégrant les variables spatiales fournies par le SCF, notamment les données de l'OTDD sur la couverture terrestre obtenues vers 2007, les bandes spectrales 3, 4 et 5 des données de cartographie thématique transmises par le satellite Landsat, les données numériques d'élévation, l'indice d'humidité du climat, l'indice d'humidité du sol et l'indice de topographie du terrain. Élaborer des procédures pour optimiser les paramètres de saisie et appliquer ces algorithmes d'imputation spatiale et valider les résultats obtenus des modèles.

Livrables :

1. Modèles pour la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements.
2. Matrices des résultats provenant des algorithmes kNN et Random Forest pour estimer et cartographier la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements, et les incertitudes associées, pour la zone de la phase 1.
3. Document à publier qui décrit les effets des indicateurs de qualité et des différences entre les algorithmes d'imputation spatiale kNN et Random Forest pour la numérisation des attributs de hauteur et de fermeture du couvert des peuplements.

Année 2 : Avril 2016 à mars 2017

3. APPLICABILITÉ DES DONNÉES PROVENANT DU ICESAT DANS LES LATITUDES NORDIQUES ET PRÉVISION DES DONNÉES SUR LA HAUTEUR ET LA FERMETURE DU COUVERT DES PEUPELEMENTS DANS LA ZONE DE LA PHASE 2

Établir des prévisions sur la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements dans la zone de la phase 2 fait suite au travail effectué dans la zone de la phase 1. Pour effectuer des prévisions plus au nord, nous devons employer les modèles créés pour la zone de la phase 1 entre les 59° et 63° parallèles, si aucune autre donnée n'est obtenue par numérisation au laser aéroporté (ALS) pour la création de nouveaux modèles. Si des

données ALS sont accessibles, nous pouvons évaluer la capacité du système ICESat à mesurer la hauteur à des latitudes encore plus élevées. Cette tâche ferait suite au travail de Nelson (2010), qui a brièvement noté une diminution de la qualité des mesures ICESat entre les 46° et 60° parallèles. De plus, de tels résultats justifieraient l'utilisation des modèles pour les données du ICESat de la phase 1 comprenant les hauteurs mesurées directement au moyen du ICESat.

Objectif : Prévion et cartographie de la hauteur et de la fermeture du couvert des peuplements dans la zone de la phase 2 (figure 1).

Méthodes :

1. Recueillir toutes les données ALS depuis le nord de l'Alberta jusqu'à la partie la plus au nord possible des T.N.-O.
2. Vérifier la qualité des estimations tirées des données du ICESat sur la hauteur comparativement aux données ALS.
3. Présenter une mesure de la qualité prévue des données du ICESat sur la hauteur relevées à des latitudes élevées, selon les incertitudes des modèles lorsque ceux-ci sont appliqués à l'ensemble de la zone de la phase 2.
4. Créer de nouveaux modèles pour la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements à partir de données ALS si le niveau de concordance est élevé, sinon appliquer les modèles employés pour la zone de la phase 1.
5. Appliquer et évaluer l'application des modèles pour les données du ICESat sur la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements dans la zone de la phase 2 afin de produire des résultats numérisés sur la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements.
6. Documenter les résultats, les problèmes d'application et les résultats provisoires aux fins de publication.

Livrables :

1. Modèles et analyse des incertitudes pour l'estimation et la validation des données sur la hauteur et la fermeture du couvert des peuplements obtenues par les empreintes produites au moyen du ICESat pour la zone de la phase 2.
2. Résultats numérisés de la hauteur et de la fermeture du couvert des peuplements et incertitudes associées provenant des algorithmes kNN et Random Forest pour la zone de la phase 2.
3. Rapport et évaluation des résultats comprenant une évaluation aux fins de publication au sujet de l'augmentation de la zone d'application géographique dans les régions boréales nordiques.

4. ÉLABORATION D'UN MODÈLE DE MESURE DES TROUÉES PAR CAPTEUR ACTIF COMME VARIABLE EXPLICATIVE DE LA FERMETURE DU COUVERT

L'estimation et la cartographie de la fermeture du couvert des arbres représentent un défi de taille dans le cas des forêts boréales nordiques. D'autres approches basées sur l'évaluation des trouées à partir des données LiDAR par rapport aux données ICESat nécessitent qu'un facteur d'échelle soit appliqué à la portion du sol de la forme des ondes. L'accès aux données ALS permet d'appliquer un modèle physique pour en extrapoler des facteurs d'échelle en fonction de plusieurs paramètres additionnels. À l'aide de ces paramètres, nous pouvons modéliser les facteurs d'échelle, les appliquer aux empreintes individuelles du GLAS et à l'ensemble de la zone de la phase 2 au moyen des algorithmes kNN ou Random Forest. On peut explorer la capacité de ce produit à mieux estimer les trouées du couvert forestier. Étant donné que les trouées représentent un paramètre essentiel pour l'estimation de l'indice foliaire (LAI), on pourrait envisager cette option dans le cadre de projets futurs.

Objectif : Développer une nouvelle méthode d'estimation de la fermeture du couvert en inversant les estimations des trouées en fonction des données GLAS.

Méthodes :

1. Obtenir des données sur les trouées à partir des données captées par LiDAR aéroporté et par GLAS (non mises à l'échelle).
2. Calculer le facteur d'échelle entre les empreintes concordantes captées par LiDAR aéroporté et par GLAS en indiquant les différences de chaque calcul sur les trouées selon les sources des données, puis modéliser ce lien.
3. Appliquer ce modèle aux données GLAS en fonction des variables explicatives optimales.
4. Utiliser les algorithmes kNN ou RF pour spatialiser le modèle et l'appliquer à l'ensemble de la zone de la phase 2.
5. Aux fins de publication dans le cadre de ce projet, évaluer les méthodes d'inversion des estimations provenant des données GLAS relatives aux trouées comme une variable explicative de la fermeture du couvert ($100 \times [1-GF]$) dans l'algorithme kNN ou RF pour spatialiser la fermeture du couvert et l'appliquer à l'ensemble de la zone de la phase 2. Si les résultats suggèrent une amélioration de la fermeture du couvert, les modèles employés pour calculer la fermeture du couvert dans la zone de la phase 1 seront révisés et les trouées seront utilisées comme variable explicative de la fermeture du couvert. La même méthode sera appliquée pour la zone traitée dans la phase 2.

6. Mener des analyses statistiques du rendement des modèles et des incertitudes liées à l'estimation de la fermeture du couvert à partir des données GLAS avec et sans l'utilisation des trouées comme variable explicative.

Livrables :

1. Résultats statistiques décrivant les modèles établis sur les trouées en fonction des données ALS et GLAS actuelles.
2. Résultats numérisés mis à jour sur la fermeture du couvert pour les zones établies dans les phases 1 et 2 (si les données sur la fermeture du couvert présentent une amélioration lorsque l'élément des trouées est ajouté comme variable explicative) et les matrices sur les incertitudes associées obtenues à partir des algorithmes RF et kNN.
3. Version préliminaire d'un document/rapport décrivant l'estimation et la validation des données sur les trouées et leur potentiel pour l'estimation ou la cartographie de la fermeture du couvert dans la zone de la phase 1.

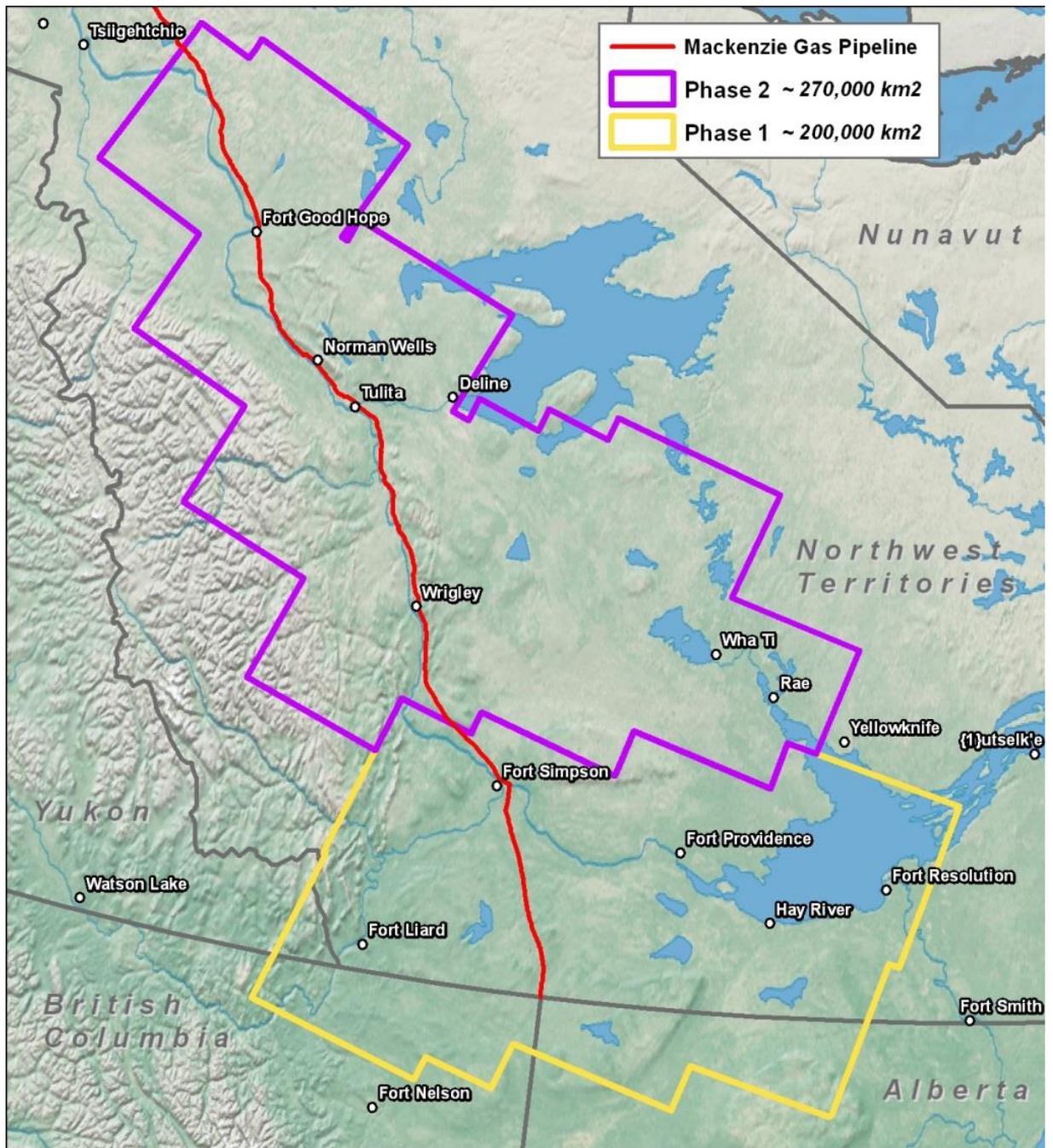


Figure 1. Emplacement des zones d'étude des phases 1 et 2

3. Accords commerciaux

Le présent contrat n'a d'incidence sur aucun accord commercial.

4. Droit de propriété intellectuelle

Ressources naturelles Canada a déterminé que tout droit de propriété intellectuelle découlant de la réalisation de travaux en vertu du contrat subséquent appartient au Canada, pour les raisons suivantes :

Afin d'acquérir des connaissances et de l'information pour diffusion au public

RNCan se réserve le droit d'octroyer, à la réception d'une demande écrite, une licence permettant à l'entrepreneur retenu d'exercer les droits de propriété intellectuelle relatifs à l'information appartenant au Canada. Vous pouvez consulter le site du Conseil de Trésor à : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/068.nsf/fra/00005.html>.

5. Durée du contrat

La durée du contrat s'échelonne à partir de la date d'octroi du contrat jusqu'au 31 mars 2017.

6. Coût prévu

La valeur maximale prévue de ce contrat est de 50 000 \$.

7. Dérogation au Règlement sur les marchés de l'État et accords commerciaux applicables

(d) Le présent contrat ne peut être exécuté que par une seule personne ou entreprise.

Le consultant a entrepris plusieurs campagnes employant un laser aéroporté (ALS) dans la zone de la phase 1 du projet du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest et, à ce titre, a eu un accès unique à l'appareil et au logiciel du ALS, un élément essentiel du projet. L'expertise en matière de recherche du consultant et de son personnel hautement qualifié (p. ex., des étudiants diplômés et des boursiers de recherches postdoctorales) correspond aux objectifs de recherche de ce projet. L'accès aux appareils, les employés de laboratoire et les contributions en nature du consultant représentent un élément de prix de revient significatif qui ne peut être reproduit par d'autres entrepreneurs du secteur privé.

8. Nom et adresse de l'entrepreneur proposé

Faculté de géographie
Université de Lethbridge,
4401 University Drive Est,

Lethbridge (AB)
T1K 3M4

9. Demandes de renseignements sur la présentation d'énoncé de capacités

« Les fournisseurs qui estiment être pleinement qualifiés et prêts à fournir les biens ou les services décrits dans ce document peuvent présenter par écrit, de préférence dans un courriel, un énoncé des capacités à la personne-ressource dont le nom figure dans le présent avis d'ici au plus tard à la date et l'heure de clôture, précisées dans cet avis. L'énoncé de capacités doit clairement démontrer que le fournisseur satisfait aux exigences publiées. »

10. Date de clôture

La date de clôture pour la présentation d'un énoncé de capacités est le 4 décembre 2015 à 14 h, HNR.

11. Autorité contractante

Autorité contractante
Kingsley Okosun
5 320 122nd Street, Edmonton (AB). T6H 3S5
Téléphone : 780-435-7208
kingsley.okosun@canada.ca