



RETURN BIDS TO:

RETOURNER LES SOUMISSIONS À:

Travaux publics et Services gouvernementaux
Canada

Place Bonaventure,
800 rue de la Gauchetière Ouest

Voir aux présentes - See herein

Montréal

Québec

H5A 1L6

FAX pour soumissions: (514) 496-3822

**REQUEST FOR PROPOSAL
DEMANDE DE PROPOSITION**

**Proposal To: Public Works and Government
Services Canada**

We hereby offer to sell to Her Majesty the Queen in right of Canada, in accordance with the terms and conditions set out herein, referred to herein or attached hereto, the goods, services, and construction listed herein and on any attached sheets at the price(s) set out therefor.

**Proposition aux: Travaux Publics et Services
Gouvernementaux Canada**

Nous offrons par la présente de vendre à Sa Majesté la Reine du chef du Canada, aux conditions énoncées ou incluses par référence dans la présente et aux annexes ci-jointes, les biens, services et construction énumérés ici sur toute feuille ci-annexée, au(x) prix indiqué(s).

Comments - Commentaires

| | |
|--|--|
| Title - Sujet Dév. tech. spatiales habitantes | |
| Solicitation No. - N° de l'invitation 9F063-190285/A | Date 2019-08-11 |
| Client Reference No. - N° de référence du client 9F063-190285 | |
| GETS Reference No. - N° de référence de SEAG PW-\$MTB-575-15435 | |
| File No. - N° de dossier MTB-9-42126 (575) | CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME |
| Solicitation Closes - L'invitation prend fin at - à 02:00 PM on - le 2019-10-04 | Time Zone Fuseau horaire Heure Avancée de l'Est HAE |
| F.O.B. - F.A.B. Plant-Usine: <input type="checkbox"/> Destination: <input checked="" type="checkbox"/> Other-Autre: <input type="checkbox"/> | |
| Address Enquiries to: - Adresser toutes questions à: Jurca, Anca | Buyer Id - Id de l'acheteur mtb575 |
| Telephone No. - N° de téléphone (514) 415-4231 () | FAX No. - N° de FAX (514) 496-3822 |
| Destination - of Goods, Services, and Construction: Destination - des biens, services et construction: AGENCE SPATIALE CANADIENNE 6767 ROUTE DE L'AEROPORT - Dev Tech Sciences, technologies spatiales ST HUBERT Québec J3Y 8Y9 Canada | |

Instructions: See Herein

Instructions: Voir aux présentes

Vendor/Firm Name and Address

Raison sociale et adresse du

fournisseur/de l'entrepreneur

Issuing Office - Bureau de distribution

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Place Bonaventure, portail Sud-Oue

800, rue de La Gauchetière Ouest

7e étage, suite 7300

Montréal

Québec

H5A 1L6

| | |
|--|--|
| Delivery Required - Livraison exigée Voir Doc. | Delivery Offered - Livraison proposée |
| Vendor/Firm Name and Address Raison sociale et adresse du fournisseur/de l'entrepreneur | |
| Telephone No. - N° de téléphone Facsimile No. - N° de télécopieur | |
| Name and title of person authorized to sign on behalf of Vendor/Firm (type or print) Nom et titre de la personne autorisée à signer au nom du fournisseur/ de l'entrepreneur (taper ou écrire en caractères d'imprimerie) | |
| Signature | Date |

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| PARTIE 1 – RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX | 3 |
| 1.1 INTRODUCTION | 3 |
| 1.2 SOMMAIRE..... | 4 |
| 1.3 COMPTE RENDU | 4 |
| PARTIE 2 – INSTRUCTIONS À L'INTENTION DES SOUMISSIONNAIRES | 5 |
| 2.1 INSTRUCTIONS, CLAUSES ET CONDITIONS UNIFORMISÉES | 5 |
| 2.2 PRÉSENTATION DES SOUMISSIONS..... | 5 |
| 2.3 DEMANDES DE RENSEIGNEMENTS – EN PÉRIODE DE SOUMISSION | 6 |
| 2.4 LOIS APPLICABLES | 6 |
| 2.5 AMÉLIORATIONS APPORTÉES AU BESOIN PENDANT LA DEMANDE DE SOUMISSIONS | 6 |
| 2.6 MAXIMUM FUNDING | 7 |
| PARTIE 3 – INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS..... | 8 |
| 3.1 INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS | 8 |
| SECTION I : SOUMISSION TECHNIQUE ET DE GESTION..... | 9 |
| SECTION II : SOUMISSION FINANCIÈRE..... | 10 |
| SECTION III : ATTESTATIONS..... | 11 |
| PARTIE 4 – PROCÉDURES D'ÉVALUATION ET MÉTHODE DE SÉLECTION..... | 12 |
| 4.1 PROCÉDURES D'ÉVALUATION..... | 12 |
| 4.2 MÉTHODE DE SÉLECTION..... | 12 |
| PARTIE 5 – ATTESTATIONS ET RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES..... | 15 |
| 5.1 ATTESTATIONS EXIGÉES AVEC LA SOUMISSION | 15 |
| 5.2 ATTESTATIONS PRÉALABLES À L'ATTRIBUTION DU CONTRAT..... | 15 |
| PARTIE 6 – EXIGENCES FINANCIÈRES ET AUTRES EXIGENCES | 18 |
| 6.1 CAPACITÉ FINANCIÈRE..... | 18 |
| 6.2 EXIGENCES RELATIVES AUX MARCHANDISES CONTRÔLÉES | 18 |
| PARTIE 7 – CLAUSES DU CONTRAT SUBSÉQUENT | 19 |
| 7.1 ÉNONCÉ DES TRAVAUX | 19 |
| 7.2 AUTORISATION DE TRAVAUX..... | 19 |
| 7.3 CLAUSES ET CONDITIONS UNIFORMISÉES | 19 |
| 7.4 DURÉE DU CONTRAT..... | 20 |
| 7.5 RESPONSABLES..... | 20 |
| 7.6 DIVULGATION PROACTIVE DE MARCHÉS CONCLUS AVEC D'ANCIENS FONCTIONNAIRES..... | 21 |
| 7.7 PAIEMENT..... | 21 |
| 7.8 CLAUSES DU GUIDE DES CUA | 22 |
| 7.9 PAIEMENT ÉLECTRONIQUE DE FACTURES – CONTRAT | 22 |
| 7.10 INSTRUCTIONS RELATIVES À LA FACTURATION..... | 22 |
| 7.11 ATTESTATIONS ET RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES | 23 |
| 7.12 LOIS APPLICABLES | 23 |
| 7.13 ORDRE DE PRIORITÉ DES DOCUMENTS..... | 23 |
| 7.14 RESSORTISSANTS ÉTRANGERS (ENTREPRENEUR CANADIEN) | 24 |
| 7.15 ASSURANCES | 24 |
| 7.16 PROGRAMME DES MARCHANDISES CONTRÔLÉES | 24 |
| 7.17 DIRECTIVE SUR LES COMMUNICATIONS AVEC LES MÉDIAS | 24 |

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

| | |
|---|-----------|
| ANNEXE « A » | 26 |
| ÉNONCÉ DES TRAVAUX | 26 |
| ANNEXE « B » | 27 |
| BASE DE PAIEMENT | 27 |
| | |
| PIÈCE JOINTE 1 DE LA PARTIE 3 | 28 |
| INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DE LA SOUMISSION TECHNIQUE ET DE GESTION | 28 |
| PIÈCE JOINTE 2 DE LA PARTIE 3 | 40 |
| INSTRUMENTS DE PAIEMENT ÉLECTRONIQUE | 40 |
| PIÈCE JOINTE 1 DE LA PARTIE 4 | 41 |
| CRITÈRES D'ÉVALUATION COTÉS | 41 |

PARTIE 1 – RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

1.1 Introduction

La demande de soumissions contient sept parties, ainsi que des annexes et des pièces jointes, et elle est divisée comme suit:

- | | |
|----------|---|
| Partie 1 | Renseignements généraux : renferme une description générale du besoin; |
| Partie 2 | Instructions à l'intention des soumissionnaires : renferme les instructions, clauses et conditions relatives à la demande de soumissions; |
| Partie 3 | Instructions pour la préparation des soumissions : donne aux soumissionnaires les instructions pour préparer leur soumission; |
| Partie 4 | Procédures d'évaluation et méthode de sélection : décrit la façon selon laquelle se déroulera l'évaluation et présente les critères d'évaluation auxquels on doit répondre dans la soumission, ainsi que la méthode de sélection; |
| Partie 5 | Attestations et renseignements supplémentaires: comprend les attestations et les renseignements supplémentaires à fournir; |
| Partie 6 | Exigences financières et autres exigences: comprend des exigences particulières auxquelles les soumissionnaires doivent répondre; et |
| Partie 7 | Clauses du contrat subséquent: contient les clauses et les conditions qui s'appliqueront à tout contrat subséquent. |

Les annexes suivantes :

- | | |
|----------|--------------------|
| Annexe A | Énoncé des travaux |
| Annexe B | Base de paiement |

Les pièces jointes suivantes :

- | | |
|------------------------------|---|
| Pièce jointe 1 à la Partie 3 | Instructions pour la préparation de la soumission technique et de gestion |
| Pièce jointe 2 à la Partie 3 | Instruments de paiement électronique |
| Pièce jointe 1 à la Partie 4 | Critères d'évaluation cotés |

1.2 Sommaire

Titre du projet

Développement des technologies spatiales habilitantes

Description

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC), au nom de l'Agence spatiale canadienne (ASC) située à Saint-Hubert (Québec), demande des soumissions en vue de développer et faire avancer quatre (4) technologies prioritaires en lien avec les priorités de l'ASC et les feuilles de route de mission. Les technologies prioritaires sont les technologies que l'ASC a sélectionnées comme étant des technologies critiques qu'il faut mettre au point pour répondre aux objectifs mis de l'avant dans la Stratégie spatiale canadienne.

Pour chaque technologie prioritaire (TP), les travaux qui font l'objet de la demande concernent la mise au point et l'amélioration de ces technologies jusqu'à un niveau potentiel de maturité technologique 5 (NMT 5), en vue de réduire les incertitudes techniques et de contribuer à l'approbation et la mise en oeuvre de futures missions potentielles dans l'espace qui présentent un intérêt pour le Canada.

Duré de contrat

En fonction du niveau de maturité technologique (NMT) visé par le développement de chaque technologie les périodes des contrats varient entre 15 et 24 mois.

Propriété intellectuelle

La propriété intellectuelle sera dévolue à l'entrepreneur.

Exigences en matière de sécurité

Ce besoin ne comporte aucune exigence relative à la sécurité.

Accords commerciaux

Ce besoin n'est pas assujéti aux accords commerciaux.

Contenu Canadien

Ce besoin est limité aux produits et aux services canadiens.

Marchandises contrôlées

Ce besoin pourrait être assujéti au Programme des marchandises contrôlées. La Loi sur la production de défense définit les marchandises contrôlées comme certains biens matériels figurant sur la Liste des marchandises d'exportation contrôlée, un règlement pris en vertu de la Loi sur les licences d'exportation et d'importation (LLEI).

Service Connexion postal

Cette demande de soumissions permet aux soumissionnaires d'utiliser le service Connexion postal offert par la Société canadienne des postes pour la transmission électronique de leur soumission. Les soumissionnaires doivent consulter la Partie 2, Instructions à l'intention des soumissionnaires, et la partie 3, Instructions pour la préparation des soumissions, de la demande de soumissions, pour obtenir de plus amples renseignements.

1.3 Compte rendu

Les soumissionnaires peuvent demander un compte rendu des résultats du processus de demande de soumissions. Les soumissionnaires devraient en faire la demande à l'autorité contractante dans les quinze (15) jours ouvrables suivant la réception des résultats du processus de demande de soumissions. Le compte rendu peut être fourni par écrit, par téléphone ou en personne.

PARTIE 2 – INSTRUCTIONS À L'INTENTION DES SOUMISSIONNAIRES

2.1 Instructions, clauses et conditions uniformisées

Toutes les instructions, clauses et conditions identifiées dans la demande de soumissions par un numéro, une date et un titre sont reproduites dans le Guide des clauses et conditions uniformisées d'achat (<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditionsuniformisees-d-achat>) publié par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

Les soumissionnaires qui présentent une soumission s'engagent à respecter les instructions, les clauses et les conditions de la demande de soumissions, et acceptent les clauses et les conditions du contrat subséquent.

Le document 2003, (2019-03-04) Instructions uniformisées – biens ou services - besoins concurrentiels, est incorporé par renvoi dans la demande de soumissions et en fait partie intégrante.

Le paragraphe 5.4 du document 2003, Instructions uniformisées - biens ou services - besoins concurrentiels, est modifié comme suit :

Supprimer : 60 jours

Insérer : 240 jours

2.2 Présentation des soumissions

Les soumissions doivent être présentées uniquement au Module de réception des soumissions de Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) au plus tard à la date, à l'heure et à l'endroit indiqués à la page 1 de la demande de soumissions, soit :

Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
Région du Québec
Place Bonaventure, 7ème étage
800 rue de la Gauchetière Ouest
Portail Sud-Ouest, Bureau 7300
Montréal (QC), H5A 1L6

Les soumissions peuvent également être transmises en utilisant le service Connexion postal tel que détaillé dans les Instructions uniformisées 2003.

L'adresse de courriel suivante du Module de réception des soumissions de TPSGC doit être utilisée pour le service Connexion postal :

TPSGC.RQReceptionSoumissions-QRSupplyTendersReception.PWGSC@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

Note : Les soumissions ne seront pas acceptées si elles sont envoyées directement à cette adresse de courriel. Cette adresse de courriel doit être utilisée pour ouvrir une conversation Connexion postal, tel qu'indiqué dans les Instructions uniformisées 2003 ou pour envoyer des soumissions au moyen d'un message Connexion postal si le soumissionnaire utilise sa propre licence d'utilisateur du service Connexion postal.

En raison de la nature de la demande de soumissions, les soumissions transmises à TPSGC par télécopieur ne seront pas acceptées.

2.3 Demandes de renseignements – en période de soumission

Toutes les demandes de renseignements doivent être présentées par écrit à l'autorité contractante au moins dix (10) jours civils avant la date de clôture des soumissions. Pour ce qui est des demandes de renseignements reçues après ce délai, il est possible qu'on ne puisse pas y répondre.

Les soumissionnaires devraient citer le plus fidèlement possible le numéro de l'article de la demande de soumissions auquel se rapporte la question et prendre soin d'énoncer chaque question de manière suffisamment détaillée pour que le Canada puisse y répondre avec exactitude. Les demandes de renseignements techniques qui ont un caractère exclusif doivent porter clairement la mention « exclusif » vis-à-vis de chaque article pertinent. Les éléments portant la mention « exclusif » feront l'objet d'une discrétion absolue, sauf dans les cas où le Canada considère que la demande de renseignements n'a pas un caractère exclusif. Dans ce cas, le Canada peut réviser les questions ou peut demander au soumissionnaire de le faire, afin d'en éliminer le caractère exclusif, et permettre la transmission des réponses à tous les soumissionnaires. Le Canada peut ne pas répondre aux demandes de renseignements dont la formulation ne permet pas de les diffuser à tous les soumissionnaires.

2.4 Lois applicables

Tout contrat subséquent sera interprété et régi selon les lois en vigueur au Québec, et les relations entre les parties seront déterminées par ces lois.

À leur discrétion, les soumissionnaires peuvent indiquer les lois applicables d'une province ou d'un territoire canadien de leur choix, sans que la validité de leur soumission ne soit mise en question, en supprimant le nom de la province ou du territoire canadien précisé et en insérant le nom de la province ou du territoire canadien de leur choix. Si aucun changement n'est indiqué, cela signifie que les soumissionnaires acceptent les lois applicables indiquées.

2.5 Améliorations apportées au besoin pendant la demande de soumissions

Les soumissionnaires qui estiment qu'ils peuvent améliorer, techniquement ou technologiquement, le devis descriptif ou l'énoncé des travaux contenus dans la demande de soumissions, sont invités à fournir des suggestions par écrit à l'autorité contractante identifiée dans la demande de soumissions. Les soumissionnaires doivent indiquer clairement les améliorations suggérées et les motifs qui les justifient. Les suggestions, qui ne restreignent pas la concurrence ou qui ne favorisent pas un soumissionnaire en particulier, seront examinées à la condition qu'elles parviennent à l'autorité contractante au plus tard dix (10) jours avant la date de clôture de la demande de soumissions. Le Canada aura le droit d'accepter ou de rejeter n'importe quelle ou la totalité des suggestions proposées.

2.6 Financement maximal

Le financement maximal disponible pour chaque contrat, un contrat par catégorie, attribué dans le cadre de cette demande de soumissions figure au *Tableau 1 : Liste des technologies prioritaires* (taxes applicables extra). Toute soumission dont la valeur est supérieure à cette somme sera jugée non recevable. Le fait de divulguer le financement maximal disponible n'engage aucunement le Canada à payer cette somme.

| No TP | Titre de la Technologie Prioritaire | Financement maximal |
|-------|--|---------------------|
| TP-1 | Technologies destinées à la Mission sur la masse de neige au sol | 750 000\$ |
| TP-2 | Technologie de miroir de pointage pour la mission d'imagerie atmosphérique des régions du Nord (MIA-Nord) | 750 000\$ |
| TP-3 | Développement de technologies et prototypage pour le traitement de signaux haute performance et haute densité dans l'espace | 750 000\$ |
| TP-4 | Développement d'une technologie miniaturisée à corps noir pour l'étalonnage embarqué d'un capteur servant à la détection des incendies | 750 000\$ |

Tableau 1: Liste des technologies prioritaires

On prévoit octroyer un maximum de quatre (4) contrats*.

**Note : Le nombre de contrats pourrait être différent. Pour des informations additionnelles svp, vous référer à la Partie 4 - Procédures d'évaluation et méthode de sélection.*

PARTIE 3 – INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DES SOUMISSIONS

3.1 Instructions pour la préparation des soumissions

Un soumissionnaire peut soumissionner pour plus d'une des technologies prioritaires énumérées au Tableau 1 : *Liste des technologies prioritaires* de la Partie 2 – *Instructions à l'intention des soumissionnaires*, mais il doit présenter une soumission distincte pour chaque technologie. Le Canada demande que le soumissionnaire indique clairement sur la première page de la soumission la technologie prioritaire visée. Le soumissionnaire doit respecter les instructions décrites dans la présente demande de soumissions pour chaque soumission qu'il présente.

Si le soumissionnaire choisit d'envoyer sa soumission par voie électronique, le Canada exige de sa part qu'il respecte l'article 08 des Instructions uniformisées 2003. Le système Connexion postel a une limite de 1 Go par message individuel affiché et une limite de 20 Go par conversation.

La soumission doit être présentée en sections distinctes comme suit :

- Section I :** Soumission technique et de gestion
- Section II :** Soumission financière
- Section III :** Attestations

Si le soumissionnaire choisit de transmettre sa soumission sur papier, le Canada demande que la soumission soit présentée en sections distinctes, comme suit :

- Section I :** Soumission technique et de gestion (1 copie papier et 1 copie électronique sur CD/DVD/USB);
- Section II :** Soumission financière (1 copie papier et 1 copie électronique sur CD/DVD/USB);
- Section III :** Attestations (1 copie papier et 1 copie électronique sur CD/DVD/USB)

En cas d'incompatibilité entre le libellé de la copie électronique sur le média et de l'exemplaire papier, le libellé de l'exemplaire papier l'emportera sur celui de la copie électronique.

Si le soumissionnaire fournit simultanément plusieurs copies de sa soumission à l'aide de méthodes de livraison acceptable (par voie électronique et sur papier), et en cas d'incompatibilité entre le libellé de la copie électronique transmise par le service Connexion postel et celui de la copie papier, le libellé de la copie électronique transmise par le service Connexion postel aura préséance sur le libellé des autres copies.

Les prix doivent figurer dans la soumission financière seulement. Aucun prix ne doit être indiqué dans une autre section de la soumission.

Le Canada demande que les soumissionnaires suivent les instructions de présentation décrites cidessous pour préparer leur soumission en format papier.

- a) utiliser du papier de 8,5 po x 11 po (216 mm x 279 mm);
- b) utiliser un système de numérotation correspondant à celui de la demande de soumissions.

En avril 2006, le Canada a approuvé une politique exigeant que les ministères et organismes fédéraux prennent les mesures nécessaires pour incorporer les facteurs environnementaux dans le processus d'approvisionnement Politique d'achats écologiques (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ecologisation/greening/achats-procurement/politique-policy-fra.html>).

Pour aider le Canada à atteindre ses objectifs, les soumissionnaires devraient :

- 1) utiliser du papier de 8,5 x 11 pouces (216 mm x 279 mm) contenant des fibres certifiées provenant d'un aménagement forestier durable et contenant au moins 30 % de matières recyclées; et
- 2) utiliser un format qui respecte l'environnement: impression noir et blanc, recto-verso/à double face, broché ou agrafé, sans reliure Cerlox, reliure à attaches ni reliure à anneaux.

Section I : Soumission technique et de gestion

Dans leur soumission technique et de gestion, les soumissionnaires devraient démontrer leur compréhension des exigences contenues dans la demande de soumissions et expliquer comment ils répondront à ces exigences. Les soumissionnaires devraient démontrer leur capacité et décrire l'approche envisagée pour effectuer les travaux de façon complète, concise et claire.

La soumission technique et de gestion devrait traiter clairement et de manière suffisamment approfondie des points faisant l'objet des critères d'évaluation en fonction desquels la soumission sera évaluée. Il ne suffit pas de reprendre simplement les énoncés contenus dans la demande de soumissions. Afin de faciliter l'évaluation de la soumission, le Canada demande que les soumissionnaires abordent les sujets dans l'ordre des critères d'évaluation, sous les mêmes rubriques. Pour éviter les dédoublements, les soumissionnaires peuvent faire référence à différentes sections de leur soumission en indiquant le numéro de l'alinéa et de la page où le sujet visé est déjà traité.

Pour préserver l'intégrité de l'évaluation, les évaluateurs ne tiendront compte que des informations présentées dans la soumission. Aucun renseignement ne sera supposé, et les connaissances ou croyances personnelles n'interviendront pas dans l'évaluation.

Remarque: les références au site Web, les documents techniques pertinents, les échantillons de produits, les bandes vidéo, les diapositives et autres éléments auxiliaires ne seront pas pris en compte lors du processus d'évaluation.

La *Partie 4 : Procédures d'évaluation et méthode de sélection* contient des instructions supplémentaires dont les soumissionnaires devraient tenir compte dans la préparation de leur soumission technique et de gestion

La *Pièce jointe 1 à la Partie 3 : Instructions pour la préparation de la soumission technique et de gestion* traite en détail de la structure et du contenu de la soumission technique et de gestion (section I).

Section II: Soumission financière

3.1.1 Les soumissionnaires doivent présenter leur soumission financière comme suit :

- (a) Un prix de lot ferme tout compris pour les travaux, ne dépassant pas le financement maximal disponible pour chaque contrat découlant de la demande de soumissions, tel que spécifié à la Partie 2- section 2.6 *Financement maximal, Tableau 1- Liste des technologies prioritaires*. Le montant total des taxes applicables doivent être indiquées séparément, s'il y a lieu;
- (b) Les prix doivent être en dollars canadiens, les taxes applicables en sus, franco destination, taxes d'accise et droits de douane canadiens compris.

3.1.2 Paiement électronique de factures – soumission

Si vous êtes disposés à accepter le paiement de factures au moyen d'instruments de paiement électronique, compléter la *Pièce jointe 2 à la Partie 3 - Instruments de paiement électronique*, afin d'identifier lesquels sont acceptés.

Si la pièce jointe 2 à la partie 3 - Instruments de paiement électronique, n'a pas été complétée, il sera alors convenu que le paiement de factures au moyen d'instruments de paiement électronique ne sera pas accepté.

L'acceptation des instruments de paiement électronique ne sera pas considérée comme un critère d'évaluation.

3.1.3 Ventilation du prix

On demande aux soumissionnaires de préciser les éléments suivants pour les coûts liés à l'exécution de chaque tâche, étape ou phase des travaux, selon le cas :

- (a) Main-d'oeuvre: Pour chaque personne et (ou) catégorie de main-d'oeuvre assignées aux travaux, indiquer : i) le tarif horaire incluant les frais généraux et le profit, s'il y a lieu; et ii) le nombre d'heures estimatif.
- (b) Équipement: Préciser tous les articles requis pour exécuter les travaux et fournir la base d'établissement des prix pour chacun d'entre eux, droits de douanes canadiens et taxes d'accise compris, s'il y a lieu.
- (c) Matériaux et fournitures: Indiquer toutes les catégories de matériaux et de fournitures requis pour exécuter les travaux et fournir la base d'établissement des prix.
- (d) Frais de subsistance et de déplacement: Indiquer le nombre de voyages et le nombre de jours par voyage, le coût, le bût et la destination de chaque voyage, conjointement avec la base d'établissement de ces coûts. Ces frais ne doivent pas être supérieurs à ceux que prévoit la Directive sur les voyages du Conseil national mixte (CNM). En ce qui a trait à la Directive du CNM, seules les indemnités relatives aux repas et à l'utilisation d'un véhicule privé précisées aux appendices B, C et D de la Directive <http://www.njccnm.gc.ca/directive/index.php?did=10&dlabel=travel-voyage&lang=fra&merge=2&slabel=index> ainsi que les autres dispositions de la Directive qui font référence aux « voyageurs » plutôt qu'aux « employés » s'appliquent. Les Autorisations spéciales de voyager du Secrétariat du Conseil du Trésor, http://www.tbs-sct.gc.ca/pubs_pol/hrpubs/tbm_113/statb-fra.asp, s'appliquent aussi.

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

- (e) Sous-traitants: Donner les noms des sous-traitants proposés et fournir les mêmes renseignements de ventilation de prix que ceux demandés aux présentes.
- (f) Autres frais directs: Indiquer tous les autres frais directs prévus, comme les communications interurbaines et les locations, et fournir la base d'établissement des prix.
- (g) Taxes applicables: Indiquer les taxes qui s'appliquent séparément.

Section III : Attestations

Les soumissionnaires doivent présenter les attestations et les renseignements supplémentaires exigés à la Partie 5.

PARTIE 4 – PROCÉDURES D'ÉVALUATION ET MÉTHODE DE SÉLECTION

4.1 Procédures d'évaluation

- a) Les soumissions seront évaluées par rapport à l'ensemble des exigences de la demande de soumissions, incluant les critères d'évaluation techniques de gestion et financiers; et
- b) Une équipe d'évaluation composée de représentants du Canada évaluera les soumissions.

4.1.1 Évaluation technique et de gestion

4.1.1.1 Critères d'évaluation techniques et de gestion cotés

Les critères d'évaluation techniques et de gestion cotés sont décrits à la Pièce jointe 1 à la Partie 4 : *Critères d'évaluation cotés pour la soumission technique et de gestion*. On attribuera la note zéro aux critères qui n'auront pas été traités.

4.1.2 Évaluation financière

4.1.2.1 Critères financiers obligatoires

Le soumissionnaire doit soumettre un prix de lot ferme tout compris pour les travaux, ne dépassant pas le financement maximal disponible pour chaque contrat découlant de la demande de soumissions tel que mentionné à la Partie 2 – Section 2.6 *Financement maximal*, Tableau 1- *Liste des technologies prioritaires* - (taxes applicables en sus, s'il y a lieu).

Les soumissions qui ne satisfont pas aux critères financiers obligatoires seront déclarées non recevables. Toute soumission dont la valeur est supérieure au financement maximal sera jugée non recevable. Le fait de divulguer le financement maximal disponible n'engage aucunement le Canada à payer cette somme.

4.1.2.2 Évaluation du prix

Le prix de la soumission sera évalué en dollars canadiens, les taxes applicables en sus, franco destination, taxes d'accise et droits de douane canadiens compris.

4.2 Méthode de sélection - Note combinée la plus haute sur le plan du mérite technique et du prix

4.2.1 Pour être jugée recevable, chaque soumission doit :

- (a) être conforme à toutes les exigences de la demande de soumissions;
- (b) satisfaire à tous les critères d'évaluation obligatoires;
- (c) obtenir la note minimale de 20 points sur l'échelle de 40 points, pour le critère 4 *Capacité de la solution proposée à atteindre les objectifs techniques* selon les indications du tableau 4A.1 : *Liste des critères d'évaluation et des cotes connexes*, de la pièce jointe 1 à la Partie 4; et

- (d) obtenir la note minimale de 70 points, sur l'échelle de 100 points, pour toute la portion technique et de gestion de la soumission selon les indications du tableau 4A.1 : *Liste des critères d'évaluation et des cotes connexes*, de la pièce jointe 1 à la Partie 4;

4.2.2 Les soumissions qui ne respectent pas les conditions énoncées en (a) ou (b) ou (c) ou (d) seront déclarées irrecevables;

4.2.3 Les soumissions recevables seront groupées dans la technologie prioritaire dans laquelle elles appartiennent (TP1, TP2, etc...) et chaque technologie prioritaire sera évaluée séparément;

4.2.4 Dans chaque technologie prioritaire, les soumissions recevables seront classées en fonction de leur note combinée de la note globale du mérite technique et la note du prix.

Pour chaque soumission recevable, la note globale du mérite technique et la note du prix seront additionnées pour déterminer la note combinée.

Les soumissions seront classées par ordre décroissant de notes combinées, la soumission ayant obtenu la plus haute note combinée sera classée première; résultant dans une liste de soumissions recevables;

4.2.5 Pour chaque soumission recevable, la note globale du mérite technique sera déterminée en additionnant les notes obtenues pour chaque critère technique (maximum 100 points);

4.2.6 En vue de déterminer la note accordée au prix, l'équation suivante sera utilisée :

$$\text{Note du prix} = ((\text{financement max.} - \text{prix de la soumission}) / (\text{financement max.})) \times 50$$

La note accordée au prix est limitée à 10 points.

Il s'ensuit donc que la note maximale pour le prix est attribuée aux soumissions avec un prix représentant 80% du financement maximal. Les soumissions avec un prix inférieur à 80% du financement recevront la note maximale de 10 ;

4.2.7 La soumission recevable ayant obtenu la plus haute note globale du mérite technique ou celle ayant obtenu la note du prix la plus élevée ne sera pas nécessairement choisie. La soumission recevable qui obtiendra la note combinée la plus élevée pour le mérite technique et le prix sera recommandée pour l'attribution du contrat.

Advenant le cas où plus d'une soumission recevable obtiendrait la même note combinée pour le mérite technique et le prix, pour une technologie prioritaire, la soumission ayant obtenu la plus haute note globale du mérite technique sera recommandée pour l'attribution du contrat.

Advenant le cas où aucune soumission ne serait recevable pour une technologie prioritaire donnée, qu'une partie seulement du budget disponible a été dépensée ou que des fonds supplémentaires soient disponibles, le Canada peut choisir d'attribuer un ou plusieurs contrats pour les autres technologies prioritaires aux soumissions recevables qui se sont classées au deuxième rang pour une technologie prioritaire donnée. L'ASC examinera toutes les soumissions s'étant classées au deuxième rang et prendra une décision axée sur la disponibilité des fonds, ces priorités en termes de développement des technologies et la nature complémentaire de ces soumissions. Dans ce contexte, l'adjectif « complémentaire » signifie « une autre méthode technique acceptable qui intéresse l'ASC ».

Le tableau ci-dessous présente un exemple où les trois soumissions sont recevables et où la sélection de l'entrepreneur se fait en additionnant la note globale du mérite technique et la note du prix, respectivement. Dans cet exemple, le financement maximal est de 100 000\$ (100)

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

Ex : Base de sélection - note combinée la plus haute sur le plan du mérite technique et du prix

| Soumissionnaire | Soumissionnaire 1 | Soumissionnaire 2 | Soumissionnaire 3 |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Note technique globale | 75 | 85 | 92 |
| Prix de la soumission | 90 000 \$ | 80 000 \$ | 100 000 \$ |
| Calcul de la note du prix | $((100-90)/100) \times 50$ = 5 | $((100-80)/100) \times 50$ = 10 | $((100-100)/100) \times 50$ = 0 |
| Note combinée | 75 | 95 | 92 |
| Notation globale | 3 rd | 1st | 2nd |

PARTIE 5 – ATTESTATIONS ET RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

Les soumissionnaires doivent fournir les attestations et les renseignements supplémentaires exigés pour qu'un contrat leur soit attribué.

Les attestations que les soumissionnaires remettent au Canada peuvent faire l'objet d'une vérification à tout moment par le Canada. À moins d'indication contraire, le Canada déclarera une soumission non recevable, ou à un manquement de la part de l'entrepreneur s'il est établi qu'une attestation du soumissionnaire est fautive, sciemment ou non, que ce soit pendant la période d'évaluation des soumissions, ou pendant la durée du contrat.

L'autorité contractante aura le droit de demander des renseignements supplémentaires pour vérifier les attestations du soumissionnaire. À défaut de répondre et de coopérer à toute demande ou exigence imposée par l'autorité contractante, la soumission sera déclarée non recevable, ou constituera un manquement aux termes du contrat.

5.1 Attestations demandées avec la soumission

Les soumissionnaires doivent fournir les attestations suivantes dûment remplies avec leur soumission.

5.1.1 Dispositions relatives à l'intégrité - déclaration de condamnation à une infraction

Conformément aux dispositions relatives à l'intégrité des instructions uniformisées, tous les soumissionnaires doivent présenter avec leur soumission, **s'il y a lieu**, le formulaire de déclaration d'intégrité disponible sur le site Web Intégrité – Formulaire de déclaration (<http://www.tpsgcpwgsc.gc.ca/ci-if/declaration-fra.html>), afin que leur soumission ne soit pas rejetée du processus d'approvisionnement.

5.2 Attestations préalables à l'attribution du contrat et renseignements supplémentaires

Les attestations et les renseignements supplémentaires énumérés ci-dessous devraient être remplis et fournis avec la soumission mais ils peuvent être fournis plus tard. Si l'une de ces attestations ou renseignements supplémentaires ne sont pas remplis et fournis tel que demandé, l'autorité contractante informera le soumissionnaire du délai à l'intérieur duquel les renseignements doivent être fournis. À défaut de fournir les attestations ou les renseignements supplémentaires énumérés ci-dessous dans le délai prévu, la soumission sera déclarée non recevable.

5.2.1 Dispositions relatives à l'intégrité – documentation exigée

Conformément à la Politique d'inadmissibilité et de suspension (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/ci-if/politique-policy-fra.html>), le soumissionnaire doit présenter la documentation exigée, s'il y a lieu, afin que sa soumission ne soit pas rejetée du processus d'approvisionnement.

5.2.2 Programme de contrats fédéraux pour l'équité en matière d'emploi - Attestation de soumission

En présentant une soumission, le soumissionnaire atteste que le soumissionnaire, et tout membre de la coentreprise si le soumissionnaire est une coentreprise, n'est pas nommé dans la liste des « soumissionnaires à admissibilité limitée du PCF » du Programme de contrats fédéraux (PCF) pour l'équité en matière d'emploi disponible au bas de la page du site Web [d'Emploi et Développement](#)

[social Canada \(EDSC\) – Travail \(https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/equite-emploi/programme-contrats-federaux.html#s4\)](https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/equite-emploi/programme-contrats-federaux.html#s4).

Le Canada aura le droit de déclarer une soumission non recevable si le soumissionnaire, ou tout membre de la coentreprise si le soumissionnaire est une coentreprise, figure dans la liste des « soumissionnaires à admissibilité limitée du PCF » au moment de l'attribution du contrat.

5.2.3 Ancien fonctionnaire

Les contrats attribués à des anciens fonctionnaires qui touchent une pension ou qui ont reçu un paiement forfaitaire doivent résister à l'examen scrupuleux du public et constituer une dépense équitable des fonds publics. Afin de respecter les politiques et les directives du Conseil du Trésor sur les contrats attribués à des anciens fonctionnaires, les soumissionnaires doivent fournir l'information exigée ci-dessous avant l'attribution du contrat. Si la réponse aux questions et, s'il y a lieu les renseignements requis, n'ont pas été fournis par le temps où l'évaluation des soumissions est complétée, le Canada informera le soumissionnaire du délai à l'intérieur duquel l'information doit être fournie. Le défaut de se conformer à la demande du Canada et satisfaire à l'exigence dans le délai prescrit rendra la soumission non recevable.

Définitions

Aux fins de cette clause, « **ancien fonctionnaire** » signifie tout ancien employé d'un ministère au sens de la *Loi sur la gestion des finances publiques*, L.R., 1985, ch. F-11, un ancien membre des Forces armées canadiennes ou de la Gendarmerie royale du Canada. Un ancien fonctionnaire peut être :

- a) un individu;
- b) un individu qui s'est incorporé;
- c) une société de personnes constituée d'anciens fonctionnaires; ou
- d) une entreprise à propriétaire unique ou une entité dans laquelle la personne visée détient un intérêt important ou majoritaire.

« **période du paiement forfaitaire** » signifie la période mesurée en semaines de salaire à l'égard de laquelle un paiement a été fait pour faciliter la transition vers la retraite ou vers un autre emploi par suite de la mise en place des divers programmes visant à réduire la taille de la fonction publique. La période du paiement forfaitaire ne comprend pas la période visée par l'allocation de fin de services, qui se mesure de façon similaire.

« **pension** » signifie une pension ou une allocation annuelle versée en vertu de la *Loi sur la pension de la fonction publique* (LPFP), L.R., 1985, ch. P-36, et toute augmentation versée en vertu de la *Loi sur les prestations de retraite supplémentaires*, L.R., 1985, ch. S-24, dans la mesure où elle touche la LPFP. La pension ne comprend pas les pensions payables conformément à la *Loi sur la pension de retraite des Forces canadiennes*, L.R., 1985, ch. C-17, à la *Loi sur la continuation de la pension des services de défense*, 1970, ch. D-3, à la *Loi sur la continuation des pensions de la Gendarmerie royale du Canada*, 1970, ch. R-10, et à la *Loi sur la pension de retraite de la Gendarmerie royale du Canada*, L.R., 1985, ch. R-11, à la *Loi sur les allocations de retraite des parlementaires*, L.R., 1985, ch. M-5, et à la partie de la pension versée conformément à la *Loi sur le Régime de pensions du Canada*, L.R., 1985, ch. C-8.

Ancien fonctionnaire touchant une pension

Selon les définitions ci-dessus, est-ce que le soumissionnaire est un ancien fonctionnaire touchant une pension? **Oui** () **Non** ()

Si oui, le soumissionnaire doit fournir l'information suivante pour tous les anciens fonctionnaires touchant une pension, le cas échéant :

-
- a. le nom de l'ancien fonctionnaire;
 - b. la date de cessation d'emploi dans la fonction publique ou de la retraite.

En fournissant cette information, les soumissionnaires acceptent que le statut du soumissionnaire retenu, en tant qu'ancien fonctionnaire touchant une pension en vertu de la LPFP, soit publié dans les rapports de divulgation proactive des marchés, sur les sites Web des ministères, et ce conformément à l'Avis sur la Politique des marchés : 2012-2 et les Lignes directrices sur la divulgation des marchés.

Directive sur le réaménagement des effectifs

Est-ce que le soumissionnaire est un ancien fonctionnaire qui a reçu un paiement forfaitaire en vertu de la Directive sur le réaménagement des effectifs? **Oui () Non () Si oui, le soumissionnaire doit fournir l'information suivante :**

- a. le nom de l'ancien fonctionnaire;
- b. les conditions de l'incitatif versé sous forme de paiement forfaitaire;
- c. la date de la cessation d'emploi;
- d. le montant du paiement forfaitaire;
- e. le taux de rémunération qui a servi au calcul du paiement forfaitaire;
- f. la période correspondant au paiement forfaitaire, incluant la date du début, d'achèvement et le nombre de semaines;
- g. nombre et montant (honoraires professionnels) des autres contrats assujettis aux conditions d'un programme de réaménagement des effectifs.

Pour tous les contrats attribués pendant la période du paiement forfaitaire, le montant total des honoraires qui peut être payé à un ancien fonctionnaire qui a reçu un paiement forfaitaire est limité à 5 000 \$, incluant les taxes applicables.

5.2.4 Attestations additionnelles préalables à l'attribution du contrat

5.2.4.1 Attestation du contenu canadien

Cet achat est limité aux produits canadiens et aux services canadiens. Le soumissionnaire atteste que:

- () au moins 80 p. 100 du prix total de la soumission correspond à des produits canadiens et des services canadiens tel qu'il est défini au paragraphe 5 de la clause A3050T.

Pour de plus amples renseignements afin de déterminer le contenu canadien de plusieurs produits, plusieurs services ou une combinaison de produits et de services, consulter l'Annexe 3.6(9), Exemple 2 du Guide des approvisionnements.

5.2.4.1.1 Clause du *Guide des CCUA A3050T* (2014-11-27), Définition du contenu canadien.

5.2.4.2 Statut et disponibilité du personnel

Clause du Guide des *CCUA A3005T* (2010-08-16), Statut et disponibilité du personnel

5.2.4.3 Études et expérience

Clause du Guide des *CCUA A3010T* (2010-08-16), Études et expérience

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

PARTIE 6 –EXIGENCES FINANCIÈRES ET AUTRES EXIGENCES

6.1 Capacité financière

Clause du Guide des *CCUA* A9033T (2012-07-16) Capacité financière

6.2 Exigences - Programme des marchandises contrôlées (si applicable)

Clause du Guide des *CCUA* A9130T (2014-11-27) Programme des marchandises contrôlées

PARTIE 7 – CLAUSES DU CONTRAT SUBSÉQUENT

Les clauses et conditions suivantes s'appliquent à tout contrat subséquent découlant de la demande de soumissions et en font partie intégrante.

7.1 Énoncé des travaux

L'entrepreneur doit exécuter les travaux conformément à l'Énoncé des travaux figurant à l'Annexe A et à sa soumission technique et de gestion intitulée en date du _____ (*sera insérée à l'attribution du contrat*).

7.2 Autorisation des travaux

Malgré toute autre disposition du contrat, l'entrepreneur est uniquement autorisé à effectuer les travaux préalables à la « Réunion d'autorisation des travaux et de prise de décisions » (voir l'Annexe A – Énoncé des travaux, section A.7.2.3). Selon les résultats de l'examen et de l'évaluation des travaux, le Canada décidera, à sa discrétion, s'il y a lieu de poursuivre les travaux.

Si le Canada décide de poursuivre les travaux, l'autorité contractante avisera l'entrepreneur par écrit de poursuivre les travaux conformément à l'énoncé des travaux. L'entrepreneur doit immédiatement respecter l'avis.

Si le Canada décide de ne pas poursuivre les travaux, l'autorité contractante avisera l'entrepreneur par écrit de la décision, et le contrat sera considéré comme étant terminé sans qu'il en coûte quoi que ce soit au Canada. En aucun cas, les frais engagés par l'entrepreneur pour l'exécution de travaux non autorisés ne lui seront remboursés.

7.3 Clauses et conditions uniformisées

Toutes les clauses et conditions identifiées dans le contrat par un numéro, une date et un titre sont reproduites dans le [Guide des clauses et conditions uniformisées d'achat](https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditions-uniformisees-d-achat) (<https://achatsetventes.gc.ca/politiques-et-lignes-directrices/guide-des-clauses-et-conditions-uniformisees-d-achat>) publié par Travaux publics et Services gouvernementaux Canada.

7.3.1 Conditions générales

2040 (2018-06-21), Conditions générales - recherche et développement, s'appliquent au contrat et en font partie intégrante.

7.3.2 Conditions générales supplémentaires

Les conditions générales supplémentaires suivantes s'appliquent au contrat et en font partie intégrante :

4002 (2010-08-16), Services d'élaboration ou de modification de logiciels
4003 (2010-08-16), Logiciels sous licence

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

7.4 Durée du contrat

7.4.1 Période du contrat *(sera insérée au moment de l'attribution du contrat)*

De la date d'octroi du Contrat au _____ .

7.5 Responsables

7.5.1 Autorité contractante

L'autorité contractante pour le contrat est:

Anca Jurca
Chef des approvisionnements
Travaux publics et Services gouvernementaux Canada
Région du Québec,
Place Bonaventure, portail Sud-Ouest
800, rue de la Gauchetière Ouest,
7^e étage, Bureau 7300
Montréal (Québec), H5A 1L6

Téléphone: 514-415-4231
Courriel: anca.jurca@tpsgc-pwgsc.gc.ca

L'autorité contractante est responsable de la gestion du contrat et toute modification doit être autorisée par écrit, par l'autorité contractante. L'entrepreneur ne doit pas effectuer de travaux dépassant la portée du contrat ou des travaux qui n'y sont pas prévus à la suite de demandes ou instructions verbales ou écrites de toute personne autre que l'autorité contractante.

7.5.2 Responsable du projet *(sera inséré au moment de l'attribution du contrat)*

Le responsable du projet pour le contrat est:

Nom : _____
Titre : _____
Organisation : _____
Adresse : _____

Téléphone: _____
Courriel : _____

Le responsable du projet représente le ministère ou l'organisme pour lequel les travaux sont exécutés en vertu du contrat. Il est responsable de toutes les questions administratives, programmatiques et du contenu technique des travaux prévus dans le contrat. On peut discuter des questions techniques avec le responsable du projet; cependant, celui-ci ne peut pas autoriser les changements à apporter à l'énoncé des travaux. De tels changements peuvent être effectués uniquement au moyen d'une modification au contrat émise par l'autorité contractante.

7.5.3 Représentant de l'entrepreneur *(sera inséré au moment de l'attribution du contrat)*

Le représentant de l'entrepreneur pour le contrat est :

Nom : _____

Titre : _____

Organisation : _____

Adresse : _____

Téléphone: _____

Courriel : _____

7.6 Divulgence proactive de marchés conclus avec d'anciens fonctionnaires

Clause du guide des CCUA A3025C (2013-03-21)

7.7 Paiement

7.7.1 Base de paiement

À condition de remplir de façon satisfaisante toutes ses obligations en vertu du contrat, l'entrepreneur sera payé un prix ferme précisé dans le contrat, selon un montant total de _____ \$ *(le montant sera inséré au moment de l'attribution du contrat)*. Les droits de douane sont inclus et les taxes applicables en sus, s'il y a lieu.

Le Canada ne paiera pas l'entrepreneur pour tout changement à la conception, toute modification ou interprétation des travaux, à moins que ces changements à la conception, ces modifications ou ces interprétations n'aient été approuvés par écrit par l'autorité contractante avant d'être intégrés aux travaux.

7.7.2 Modalités de paiement

7.7.2.1 Paiements d'étape

Le Canada effectuera les paiements d'étape conformément au calendrier des étapes détaillé à l'Annexe B - Base de paiement et les dispositions de paiement du contrat si :

(a) une demande de paiement exacte et complète en utilisant le formulaire PWGSC-TPSGC 1111 (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/forms/documents/1111.pdf>). Demande de paiement progressif, et tout autre document exigé par le contrat ont été présentés conformément aux instructions relatives à la facturation fournies dans le contrat;

(b) toutes les attestations demandées sur le formulaire PWGSC-TPSGC 1111 ont été signées par les représentants autorisés;

(c) tous les travaux associés à l'étape et, selon le cas, tout bien livrable exigé ont été complétés et acceptés par le Canada.

7.7.2.2 Calendrier des étapes

Le calendrier des étapes selon lequel les paiements seront faits en vertu du contrat est détaillé à l'Annexe B.

7.8 Clauses du Guide des CCUA

A9117C (2007-11-30), T1204 - Demande directe du ministère client
C0101C (2010-01-11), Vérification discrétionnaire des comptes - biens et(ou) services non commerciaux

7.9 Paiement électronique de factures – contrat

L'entrepreneur accepte d'être payé au moyen de l'un des instruments de paiement électronique suivants :

- a. Carte d'achat Visa ;
- b. Carte d'achat MasterCard ;
- c. Dépôt direct (national et international) ;
- d. Échange de données informatisées (EDI) ;
- e. Virement télégraphique (international seulement) ;
- f. Système de transfert de paiements de grande valeur (plus de 25 M\$)

7.10 Instructions relatives à la facturation - Demande de paiement – Prix ferme

1. L'entrepreneur doit soumettre une demande de paiement en utilisant le formulaire PWGSC-TPSGC 1111 (<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/appacq/forms/documents/1111.pdf>).

Chaque demande doit présenter :

- (a) toute l'information exigée sur le formulaire PWGSC-TPSGC 1111;
 - (b) toute information pertinente détaillée à l'article intitulé «Présentation des factures» des conditions générales;
 - (c) la description et la valeur de l'étape réclamée selon la description au contrat.
2. L'entrepreneur doit préparer et certifier **une copie PDF** de la demande sur le formulaire PWGSC-TPSGC 1111, et **l'envoyer par courriel** à l'autorité contractante identifiée à la section « Responsables » du contrat et une copie à l'adresse suivante:

Adresse de courriel ASC: asc.facturation-invoicing.csa@canada.ca

Adresse de courriel de TPSGC:

QueReclamationsMontreal/QueMontrealClaims@tpsgcpwgsc.gc.ca

3. **Si envoyé par la poste**, l'entrepreneur doit préparer et certifier **un (1) original et deux (2) copies** de la demande sur le formulaire PWGSC-TPSGC 1111, et envoyer :
 - (a) **l'original et une (1) copie** à l'Agence spatiale canadienne à l'adresse sur la page 1 du contrat sous « Factures » (Section Services Financiers) pour fin d'attestation par

le responsable du projet identifié dans les présentes, après l'inspection et l'acceptation des travaux;

et,

(b) **une (1) copie de l'original** de la demande de paiement progressif à l'autorité contractante identifiée à la section «Responsables» du contrat.

4. Les services financiers de l'ASC feront alors parvenir la demande originale et une (1) copie de la demande à l'autorité contractante pour attestation et pour présentation au Bureau du traitement des paiements pour toutes autres attestations et opérations de paiement.
5. L'entrepreneur ne doit pas soumettre de demandes avant que tous les travaux indiqués sur la demande soient achevés.

7.11 Attestations et renseignements supplémentaires

7.11.1 Conformité

À moins d'indication contraire, le respect continu des attestations fournies par l'entrepreneur avec sa soumission ou préalablement à l'attribution du contrat, ainsi que la coopération constante quant aux renseignements supplémentaires, sont des conditions du contrat et leur non-respect constituera un manquement de la part de l'entrepreneur. Les attestations pourront faire l'objet de vérifications par le Canada pendant toute la durée du contrat.

7.11.2 Clause du Guide des CCUA

A3060C (2008-05-12), Attestation du contenu canadien

7.12 Lois applicables

Le contrat doit être interprété et régi selon les lois en vigueur au _____ (*sera inséré au moment de l'attribution du contrat*) et les relations entre les parties seront déterminées par ces lois.

7.13 Ordre de priorité des documents

En cas d'incompatibilité entre le libellé des textes énumérés dans la liste, c'est le libellé du document qui apparaît en premier sur la liste qui a préséance.

- (a) les articles de la convention;
- (b) les conditions générales supplémentaires 4002 (2010-08-16), Services d'élaboration ou de modification de logiciels et 4003 (2010-08-16), Logiciels sous licence;
- (c) les conditions générales 2040 (2018-06-21), Conditions générales – Recherche et développement;
- (d) Annexe A, Énoncé des travaux;
- (e) Annexe B, Base de paiement; et
- (f) la soumission de l'entrepreneur datée du _____ (inscrire la date de la soumission) (si la soumission a été clarifiée ou modifiée, insérer au moment de l'attribution du contrat : « clarifiée le _____ » ou « modifiée le _____ » et inscrire la ou les dates des clarifications ou modifications).

7.14 Ressortissants étrangers (entrepreneur canadien)

Clause du Guide des CCUA A2000C (2006-06-16), Ressortissants étrangers (entrepreneur canadien)

7.15 Assurances

Clause du Guide des CCUA G1005C (2016-01-28) – Assurances

7.16 Marchandise contrôlées (si applicable)

Clause du Guide des CCUA A9131C (2014-11-27) Programme des marchandises contrôlées

7.17 Directive sur les communications avec les médias

1. DÉFINITIONS

Les « activités de communication » comprennent : l'information et la reconnaissance publiques, la planification, l'élaboration, la production, la prestation et tout autre type ou forme de diffusion d'activités, d'initiatives, de rapports, de sommaires ou d'autres produits ou documents de marketing, de promotion ou d'information, sous forme imprimée ou électronique, qui découlent du présent accord, toutes les communications, les événements de relations publiques, les communiqués de presse, les communiqués dans les médias sociaux et toute autre communication à l'intention du grand public, quel qu'en soit la forme ou le média, y compris, sans limiter la généralité de ce qui précède, les communications faites par l'entremise de n'importe quel site Web d'entreprise.

2. ACTIVITÉS DE COMMUNICATION

L'entrepreneur doit coordonner préalablement avec l'Agence spatiale canadienne (ASC) toutes les activités de communication liées au présent contrat.

Sous réserve d'un examen et de l'approbation par l'ASC, l'entrepreneur peut mentionner et/ou indiquer visuellement, sans coût ni frais additionnel pour l'ASC, la participation de l'ASC au contrat à l'aide d'au moins l'une des méthodes ci-dessous, à l'entière discrétion de l'ASC.

- a) Inscrire de façon claire et bien en évidence sur les publications, les produits publicitaires et promotionnels et sur tout autre type de matériel et de produit commandité ou financé par l'ASC, la mention ci-dessous dans la langue officielle appropriée.

« Ce programme/projet ou cette activité est réalisé(e) avec l'appui financier de l'Agence spatiale canadienne. »

« This program/project/activity is undertaken with the financial support of the Canadian Space Agency. »

- b) Apposer le logo organisationnel de l'ASC sur des publications imprimées ou électroniques, des produits publicitaires ou promotionnels et toute autre forme de matériel, de produit ou d'affichage commandité ou financé par l'ASC.

L'ASC doit approuver expressément toute mention ou référence à l'Agence spatiale canadienne avant publication, incluant les méthodes qui ne sont pas mentionnées plus haut aux alinéas (a) et (b).

L'entrepreneur doit obtenir et utiliser une copie haute résolution, imprimée ou électronique, du logo organisationnel de l'ASC et chercher à obtenir des conseils sur son application en communiquant avec le responsable du projet mentionnée à la section **7.5.2** du présent contrat.

3. PROCESSUS DE COORDINATION DES ACTIVITÉS DE COMMUNICATION

L'entrepreneur doit assurer, avec la Direction des communications et des affaires publiques de l'ASC, la coordination de toutes les activités de communication liées au présent contrat. À cette fin, il doit respecter les exigences ci-dessous.

- a) Dès qu'il prévoit organiser une activité de communication, l'entrepreneur doit envoyer un avis à la Direction des communications et des affaires publiques de l'ASC. L'avis de communication doit inclure une description complète de l'activité de communication proposée et être présenté par écrit conformément à la clause Avis contenu dans les clauses générales applicables au contrat. Il doit aussi inclure une copie ou un exemple de l'activité de communication proposée.
- b) L'entrepreneur doit fournir à l'ASC tout document additionnel, dans n'importe quel format, information ou exemple approprié que l'ASC juge nécessaire, à son entière discrétion, pour coordonner l'activité de communication proposée de façon correcte et efficiente. L'entrepreneur accepte de ne pas organiser, tenir ou mener l'activité de communication proposée qu'après avoir reçu une confirmation écrite de la coordination de l'activité de communication de la Direction des communications et des affaires publiques de l'ASC.
- c) L'entrepreneur est obligatoirement tenue d'obtenir préalablement l'autorisation, l'approbation et la confirmation écrite de la Direction des communications et des affaires publiques de l'ASC, avant d'organiser, tenir ou mener toute activité de communication.

Sollicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

ANNEXE A

ÉNONCÉ DES TRAVAUX

L'énoncé des travaux, joint à la DDP, doit être inséré à ce point et fera partie intégrante de ce document.

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

ANNEXE B

BASE DE PAIEMENT

CALENDRIER DES ETAPES

Calendrier des étapes selon lequel les paiements seront faits en vertu du contrat : *(sera inséré au moment de l'attribution du contrat)*

| Nr. | Étape | Produit à livrer | Prix ferme | Date de livraison |
|-----|-------|------------------|------------|-------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Total Prix ferme _____ \$
(Taxes applicables en sus, si applicable)

PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 3

INSTRUCTIONS POUR LA PRÉPARATION DE LA SOUMISSION TECHNIQUE ET DE GESTION

3A.1. Soumission technique et de gestion

Les détails fournis dans la présente pièce jointe viennent compléter l'information présentée au paragraphe 3.1 de la Partie 3 – *Instructions pour la préparation des soumissions*.

Le soumissionnaire devrait présenter l'information relative à la soumission technique et de gestion, pour chaque technologie prioritaire, dans l'ordre suivant :

1. Page titre et d'identification du projet (voir 3A.2);
2. Résumé (voir 3A.3);
3. Table des matières (voir 3A.4);
4. Définition et plan de projet (voir 3A.5);
5. Annexes de la soumission (voir 3A.6).

La structure de la soumission technique et de gestion, ainsi que de ses sous-sections, est décrite ci-dessous. Certains titres de sous-sections sont suivis de chiffres entre parenthèses. Chacun de ces chiffres représente le critère d'évaluation (voir le tableau 4A.1 de la pièce jointe 1 à Partie 4) qui s'applique en particulier à cette section ou sous-section, pour chaque soumission présentée par un soumissionnaire.

3A.2 Page titre et d'identification du projet

La première page de chaque soumission présentée devrait comprendre les renseignements suivants :

- a) le numéro de dossier de la demande de soumissions (Technologies spatiales 9F063-190285/A);
- b) la raison sociale et l'adresse de l'entreprise;
- c) le titre des travaux proposés (l'utilisation d'acronymes dans le titre n'est pas recommandée, à moins qu'ils soient expliqués);
- d) la technologie prioritaire (TP) à laquelle se rapporte la soumission (voir le Tableau 1 de la Partie 2 : *Liste des technologies prioritaires*);
- e) le NMT actuel et visé (jusqu'au NMT 5) de la technologie proposée (voir l'appendice A-1 de l'Annexe A, Niveaux de maturité technologique [NMT]) pour la description des NMT); et
- f) Un court extrait du résumé (pas plus de **7 lignes**) de la soumission. Celui-ci doit traiter du développement de la technologie proposée et de sa pertinence par rapport à la technologie prioritaire visée.

3A.3 Résumé

Le soumissionnaire devrait fournir un résumé. Le résumé est un document complet en soi qui convient pour publication, par exemple, sur le site Web de l'ASC. D'une longueur maximale de deux pages (8,5 po × 11 po), le résumé devrait exposer les éléments suivants :

- a) objectifs des travaux;
- b) principales innovations;
- c) rehaussement du NMT;
- d) risques techniques;
- e) principaux jalons et produits à livrer;

- f) répercussions sur la technologie proposée et la ou les missions ciblées futures qui y sont associées.

Le soumissionnaire doit fournir le résumé sur support électronique, uniquement dans un format acceptable (MS Word, PDF ou HTML), dans un fichier distinct et non-protégé, sans marque privative.

3A.4 Table des matières

La table des matières devrait être formatée de façon à établir un lien entre les titres et la page où ils se trouvent dans le document pour faciliter la consultation de la version électronique de la soumission.

3A.5 Définition et plan de projet

Cette section devrait décrire le projet et plan conformément aux sous-sections ci-dessous.

3A.5.1 Compréhension de la technologie en lien avec les objectifs de mission (critère d'évaluation 1)

(Voir la section 4A.3.1 Critère 1 Compréhension de la technologie en lien avec les objectifs de mission, de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Ce critère évalue à quel point la soumission présente une compréhension des concepts fondamentaux de la technologie, des options de conception au niveau du système associées à la technologie et de l'utilisation de la technologie dans l'application proposée. Aux fins de l'évaluation, le soumissionnaire devrait démontrer une compréhension approfondit ainsi qu'élargir l'examen des concepts technologiques.

La compréhension peut être démontré en offrant une description du problème à résoudre et de la solution proposé par le soumissionnaire, un aperçu du contexte tel que les résultats de la recherche documentaire et d'avant-développement et état actuel des réalisations et une description générale des améliorations, des résultats et des avantages attendus par rapport aux objectifs techniques formulés à l'Annexe A, Appendice A-5 : *Technologies prioritaires et Énoncés des travaux associés*.

3A.5.2 Expérience et capacité de l'équipe (critère d'évaluation 2)

(Voir la section 4A.3.2 Critère 2 Expérience et capacité de l'équipe, de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Ce critère évalue l'expérience et les capacités techniques combinées des scientifiques/ingénieurs principaux identifiés pour effectuer les travaux, ainsi que les qualifications et l'expérience du gestionnaire de projet. Aux fins de l'évaluation, le soumissionnaire devrait:

- Présenter, de manière concise, une vue d'ensemble de l'entreprise. Elle devrait décrire la nature et la structure de l'entreprise, le niveau de propriété canadienne, le lieu, l'envergure et la description des installations, les effectifs et la composition de son personnel, le principal produit ou domaine de compétence, le volume annuel d'affaires et les caractéristiques générales de la clientèle, une liste de toutes les demandes de financement auprès d'autres sources gouvernementales et tout autre contrat obtenu du gouvernement pour l'exécution de travaux semblables ou connexes. Le soumissionnaire devrait de plus indiquer l'emplacement où se dérouleront les travaux.
- Identifier les membres clés des équipes techniques et de gestion du projet et préciser leurs rôles, qualifications particulières et expérience en fonction du travail à accomplir. Le soumissionnaire devrait inclure un organigramme illustrant la structure de l'équipe de projet proposée. Les antécédents du gestionnaire de projet dans la réalisation et la gestion de projet doivent être élaborés. La soumission devrait comprendre des *curriculum vitae* détaillés en

appendice à la section 1. La soumission devrait également comprendre le nom de remplaçants en cas de besoin aux postes importants, le cas échéant.

- Conformément à l'une des priorités du gouvernement visant à encourager les Canadiens à développer des compétences liées aux sciences, à la technologie, à l'ingénierie et aux mathématiques (STIM) pour les préparer aux emplois de demain, pour obtenir le score maximal, il sera essentiel pour le soumissionnaire d'impliquer au moins un étudiant pour effectuer des tâches scientifiques, techniques, techniques et / ou mathématiques (STIM). À cet effet, les demandeurs pourraient être intéressés à entrer en contact avec Mitacs, un organisme national sans but lucratif aidant les entreprises à accéder au talent, technologies et partenariats stratégiques dont elles ont besoin pour innover et croître, pour déterminer s'il existe des opportunités d'employer des chercheurs universitaires et des talents hautement qualifiés de deuxième ou troisième cycle ou postdoctoraux sur des projets de recherche en collaboration avec les universités.

3A.5.3 Plan de mise en œuvre (critère d'évaluation 3)

(Voir la section 4A.3.3 Critère 3 Plan de mise en œuvre de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Le soumissionnaire devrait présenter un plan de mise en œuvre suffisamment efficace et efficient pour mener le projet à terme. Le plan de mise en œuvre devrait être établi en tenant compte des outils de gestion reconnus qui s'appliquent le mieux au projet, notamment une planification de la portée (structure de répartition des tâches), ainsi que des tableaux et graphiques d'établissement de calendrier (Gantt, PERT [Program Evaluation and Review Technique], etc.). Les outils et les diagrammes équivalents conçus par le soumissionnaire sont acceptés dans la mesure où l'information fournie est complète.

3A.5.3.1 Structure de répartition des tâches et définition des lots de tâches

Cette sous-section du plan de mise en œuvre sert à définir et à préciser la portée des travaux à réaliser conformément aux exigences de l'énoncé des travaux ainsi que des produits à livrer et des réunions (Annexe A). La structure de répartition des tâches (SRT) est une technique reconnue utilisée pour définir la portée d'un projet, tandis que les lots de tâches (LT) découlent de la SRT. Le soumissionnaire devrait suffisamment détailler la SRT ainsi que les lots de tâches connexes afin de montrer qu'il connaît bien la méthodologie à suivre pour réaliser le projet.

Chaque lot de tâches devrait porter sur des activités précises dont l'ensemble constitue la totalité du projet et, au moins, définir et décrire le travail à exécuter. On devrait également y trouver : la personne responsable, les niveaux d'effort et les ressources nécessaires à l'exécution du lot de tâches, l'échéancier (dates de début et de fin du projet), ainsi que les intrants et les produits à livrer ou les résultats.

La figure 3A.1 présente un exemple fictif de SRT et le tableau 3A.1 illustre une fiche de définition de lot de tâches. Le soumissionnaire devrait inclure un énoncé des travaux détaillé pour chacun des sous-traitants et préciser les ressources qui y sont associées.

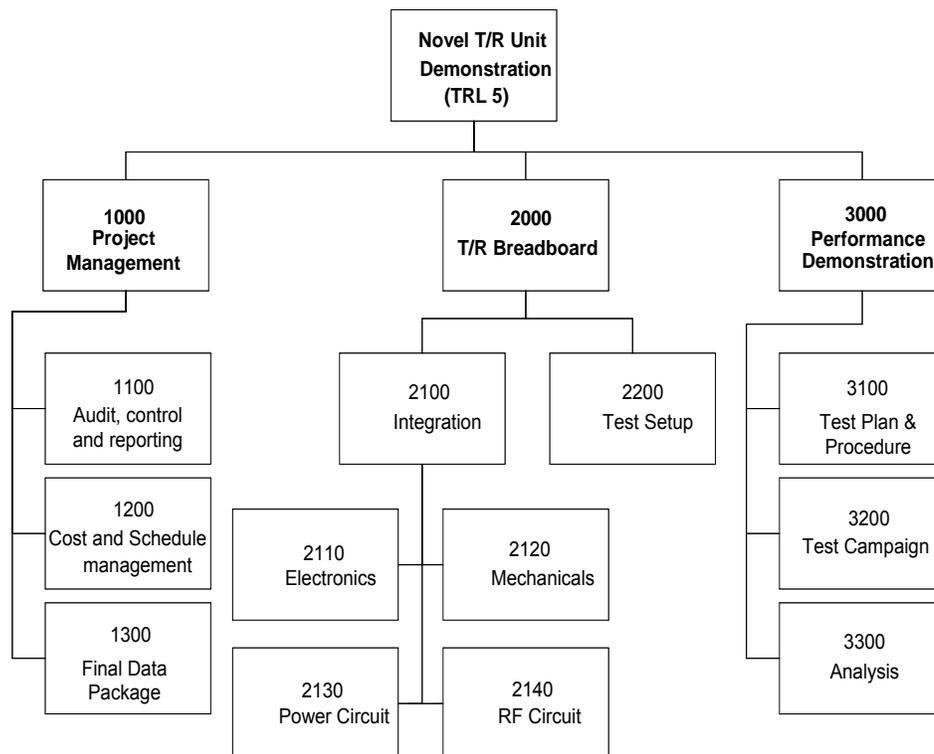


Figure 3A.1: Exemple de structure de répartition des tâches

| | |
|---|---|
| <i>Novel T/R Unit Demonstration (TRL 5)</i> | <i>Démonstration d'une nouvelle unité d'É/R (NMT 5)</i> |
| <i>Project Management</i> | <i>Gestion du projet</i> |
| <i>Audit, control and reporting</i> | <i>Vérification, contrôles, rapports</i> |
| <i>Cost and Schedule management</i> | <i>Gestion des coûts et du calendrier</i> |
| <i>Final Data package</i> | <i>Ensemble de données définitives</i> |
| <i>T/R Breadboard</i> | <i>Maquette de l'appareil d'É/R</i> |
| <i>Integration</i> | <i>Intégration</i> |
| <i>Test Setup</i> | <i>Montage d'essai</i> |
| <i>Electronics</i> | <i>Électronique</i> |
| <i>Mechanicals</i> | <i>Mécanique</i> |
| <i>Power Circuit</i> | <i>Circuit d'alimentation</i> |
| <i>RF circuit</i> | <i>Circuit de radiofréquence</i> |
| <i>Performance Demonstration</i> | <i>Démonstration du rendement</i> |
| <i>Test Plan & Procedure</i> | <i>Plan et procédure d'essai</i> |
| <i>Test Campaign</i> | <i>Campagne d'essai</i> |
| <i>Analysis</i> | <i>Analyse</i> |

| | |
|--|--|
| Projet : Démonstration d'une unité d'É/R | |
| Titre du lot : | MONTAGE D'ESSAI Réf. SRT : 2200 |
| Page : 1 de 1 Valeur estimée du lot de tâches : N'indiquer aucune valeur (\$) dans la section I. Indiquer la valeur seulement dans la section II. | |
| Début prévu : T0 + 2 semaines | Gestionnaire responsable : Ressource A |
| Fin prévue : T0 + 12 semaines | Ressources : Ressource A Ressource B Ressource C |
| Effort estimé : 80 heures | |
| Objectifs : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Livrer un montage d'essai fonctionnel pour l'émetteur-récepteur | |
| Intrants : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Plan et méthodes d'essai • Dessins de l'appareil • Documents de contrôle des interfaces de l'appareil | |
| Tâche : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Examen des documents d'entrée • Définition des exigences • Production d'un concept initial • Conception du montage d'essai • Fabrication du montage d'essai • Mise en service et débogage | |
| Présentation des données de sortie & Livrables : | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Montage d'essai de l'émetteur-récepteur entièrement fonctionnel • Livret technique du montage d'essai • Manuel de l'utilisateur du montage d'essai | |

Table 3A.1 : Exemple de fiche de définition de lot de tâches

3A.5.3.2 Affectation du personnel

Cette sous-section du plan de mise en œuvre devrait comprendre une matrice d'affectation des responsabilités (MAR) qui indique le niveau d'effort attribué à chaque membre de l'équipe ou sous-traitant pour la réalisation d'un LT. La matrice devrait indiquer le nom de chaque personne et l'organisation pour qu'il ou elle travaille, accompagné du temps prévu (nombre d'heures ou de jours) pour achever chaque tâche. Elle devrait également préciser le rôle de chacun : responsable (R) ou participant (P). Les soumissionnaires devraient fournir les lettres d'intention des sous-traitants ou autre contributeurs qui participeront au projet. À titre de guide, le tableau 3A.2 présente un exemple fictif de MAR. La MAR devrait être présentée dans la soumission technique et dans la soumission financière.

| Numéro de SRT | Titre du lot de tâches | Ressource A | | Ressource B | | Ressource C | | Total |
|---------------|------------------------|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------|
| | | | | | | | | |
| 1.1 | Gestion du projet | R | 200 | P | 25 | P | 25 | 250 |
| 1.2 | Recherche documentaire | R | 25 | P | 100 | - | 0 | 125 |
| 1.3 | Besoins | P | 50 | R | 100 | P | 100 | 250 |
| 1.4 | Conception | P | 100 | R | 100 | P | 150 | 350 |
| 1.5 | Production | - | 0 | P | 200 | R | 150 | 350 |
| 1.6 | Essai et analyse | R | 100 | P | 200 | P | 200 | 500 |

P : Participant
R : Responsable

| | | | | |
|-------|-----|-----|-----|------|
| Total | 475 | 725 | 625 | 1825 |
|-------|-----|-----|-----|------|

Tableau 3A.2 : Exemple de matrice d'affectation des responsabilités (MAR)

3A.5.3.3 Évaluation et analyse des risques techniques

Le soumissionnaire devrait donner une évaluation des risques et des incertitudes en cause ainsi que les principales hypothèses sur lesquelles le travail est basé. Cette sous-section devrait porter en particulier sur les risques qui pourraient nuire à l'atteinte des objectifs de rendement établis pour la nouvelle technologie. Les risques devraient être définis et un plan d'atténuation des risques, prévoyant des plans d'urgence, des options et d'autres moyens de limiter les effets négatifs d'une concrétisation des risques, devrait être fourni. À titre indicatif, le tableau 3A.3 présente un exemple fictif de matrice d'évaluation des risques techniques, et le tableau 3A.4, un exemple de matrice de profil des risques d'un projet.

| Risque 1 (R1) | Disponibilité limitée de documents clés | |
|----------------------------|--|---|
| Probabilité | Basse | 1/20 L'expérience indique qu'il existe un grand nombre de sources différentes de brevets et d'articles sur le sujet. |
| Conséquence pour le projet | Basse | 5 000 \$ à 10 000 \$ Augmentation des coûts Retards dans le calendrier |
| Évaluation des risques | Basse | 250 \$ à 500 \$ (R < 5 % de la valeur totale du projet, 250 000 \$) |
| Plan d'atténuation | Obtenir au moins deux sources pour chaque type de document | |
| Plan d'urgence | Recourir à la seconde source | |

Tableau 3A.3: Exemple de matrice d'évaluation des risques techniques

| | | | |
|--------------------|-------|---------|-------|
| Probabilité | | | |
| Haute | | | R2 |
| Moyenne | | | |
| Basse | R1 | | |
| | Basse | Moyenne | Haute |
| Conséquence | | | |

Tableau 3A.4 : Matrice de profil des risques d'un projet

Il est entendu que le développement de technologies de pointe suppose un certain niveau de risque technique. Les risques techniques élevés sont jugés acceptables dans la mesure où ils ont été suffisamment bien relevés, définis, évalués et anticipés et seront bien gérés s'ils se concrétisent. Des risques mal évalués ou inadéquatement définis peuvent diminuer la note attribuée au projet lors de son évaluation.

3A.5.3.4 Évaluation des risques liés à la gestion

Cette sous-section du plan de mise en œuvre devrait contenir une évaluation des risques inhérents à la gestion, présenter un plan de mesures d'atténuation des risques et mettre en évidence les éléments critiques risquant de compromettre le succès du projet dans les limites de temps et de coûts imposées.

À titre de guide, le tableau 3A.5 présente un exemple fictif de matrice d'évaluation des risques de gestion. De plus, le tableau 3A.6 présente un exemple de matrice de profil des risques d'un projet.

| Risque 2 (R2) | Retard de livraison du matériel d'essai | |
|----------------------------|---|--|
| Probabilité | Haute | 1/3 L'expérience antérieure avec le fournisseur a démontré qu'il respectait rarement les dates de livraison prévues. |
| Conséquence pour le projet | Haute | 110 000 \$ (coût associé à l'obtention d'une installation d'essai optionnelle) Forte augmentation des coûts Retards importants |
| Évaluation des risques | Haute | 55 000 \$ Élevé (R > 25 % de la valeur totale du projet) |
| Plan d'atténuation | Trouver et obtenir de l'équipement équivalent dans la région la plus près. Veiller à ce que l'équipement soit disponible pendant la période requise. Conclure un protocole d'entente avec les principaux gestionnaires de l'installation. | |
| Plan d'intervention | Assurer la livraison de l'équipement au moyen d'un PE. Confirmer les fenêtres temporelles possibles auprès des gestionnaires de l'installation. | |

Tableau 3A.5 : Exemple de matrice d'évaluation des risques de gestion

| Probabilité | | | |
|-------------|-------|---------|-------|
| Haute | | | R2 |
| Moyenne | | | |
| Basse | R1 | | |
| | Basse | Moyenne | Haute |
| Conséquence | | | |

Table 3A.6: Exemple de matrice de profil des risques d'un projet

3A.5.3.5 Jalons et produits à livrer

Cette sous-section du plan de mise en œuvre devrait donner une définition des jalons et décrire en détail tous les produits à livrer, y compris le matériel, les logiciels et la documentation pertinente (voir l'Annexe A pour plus de détails). S'ils s'appliquent, les jalons et les produits à livrer devraient englober tous les éléments énumérés à l'énoncé des travaux (Tableau A-2 de l'Annexe A et l'énoncé de travaux spécifique) et devrait se rapporter à la définition du LT correspondant de manière à permettre le suivi de l'avancement des travaux (voir le paragraphe 3A.5.3.1).

3A.5.3.6 Échéancier

Le soumissionnaire devrait fournir un échéancier de projet présentant les tâches, les jalons et les produits à livrer. Le soumissionnaire devrait utiliser un graphique Gantt et/ou un graphique PERT pour illustrer le calendrier de projet. Le calendrier devrait montrer les particularités importantes des événements associés à l'accomplissement des tâches principales, aux jalons et aux produits à livrer. Le calendrier devrait également indiquer les liens entre les activités. À des fins de planification, la date du début du projet sera novembre 2019.

3A.5.3.7 Critère d'évaluation du rendement (CER)

La soumissionnaire devrait établir les conditions techniques et les critères à respecter pour chaque NMT visé au projet ainsi qu'une liste de critères d'évaluation du rendement (CER) objectivement mesurables ou binaires (oui/non). La liste sera revue à la réunion de lancement et servira à déterminer les critères qui seront utilisés pour la décision d'autoriser les travaux et pour déterminer le succès du projet à la réunion de revue finale.

3A.5.3.8 Système de contrôle du projet

Cette sous-section du plan de mise en œuvre devrait définir les méthodes et les systèmes qui seront utilisés pour assurer le contrôle et rendre des comptes sur les divers aspects du projet (p. ex. : les tâches, les calendriers et les coûts associés). De plus, le système de contrôle de projet utilisé devrait pouvoir comptabiliser les heures que chaque personne consacre mensuellement à la réalisation des tâches de chaque lot de tâches prévu dans la SRT.

3A.5.3.9 Propriété intellectuelle sur les renseignements de base et propriété intellectuelle sur les renseignements originaux

Cette sous-section devrait identifier et décrire la propriété intellectuelle sur les renseignements de base (BIP) nécessaire à la réalisation ou au soutien du projet, de même que la propriété intellectuelle sur les renseignements originaux (FIP) qui devrait découler des travaux proposés. Les éléments de la BIP et de la FIP devraient être suffisamment détaillés pour qu'on puisse aisément les distinguer les uns des autres. Cette information doit être présentée dans un format conforme aux tableaux 3A.7 et 3A.8.

| 1 N° ID de la BIP | 2 Élément de projet | 3 Titre de la BIP | 4 Type de PI | 5 Type d'accès à la BIP requis pour utiliser ou améliorer la FIP | 6 Description de la BIP | 7 Documents de référence | 8 Origine de la BIP | 9 Propriétaire de la BIP |
|----------------------|--|---|---|---|--|--|---|--|
| | Décrire le système ou le sous-système dans lequel la BIP est intégrée (p ex., caméra, unité de commande, etc.) | Utiliser un titre qui décrit l'élément de BIP intégré aux travaux | La BIP se présente-t-elle sous forme d'invention, de secret commercial, de droits d'auteur, brevet? | Décrire comment le Canada pourra obtenir la BIP pour pouvoir utiliser la FIP (p. ex., données de BIP intégrées à des documents à livrer, logiciel sous forme de code objet, etc.) | Décrire brièvement la nature de la BIP (p. ex., conception mécanique, algorithme, logiciel, méthode, etc.) | Donner le numéro et le titre complet des documents de référence où la BIP est décrite en détail. Le document de référence doit être disponible pour le Canada. | Décrire les circonstances de la création de la BIP. A-t-elle été développée dans le cadre de travaux de recherche internes ou dans le cadre d'un contrat avec le Canada? Si c'est le cas, fournir le numéro du contrat. | Nommer l'organisme qui détient la BIP. Si ce n'est pas l'entrepreneur principal, donner le nom du sous-traitant. |
| | Fournir le n° de BIP propre à chaque élément de BIP utilisé dans le projet, p. ex., BIP-CON-99 | | | | | | | |
| | où CON est l'acronyme de contrat | | | | | | | |

Tableau 3A.7 : Divulgence de la propriété intellectuelle sur les renseignements de base (BIP) qu'on prévoit exiger pour l'attribution du contrat

| 1 N° ID de la FIP | 2 Élément de projet | 3 Titre de la FIP | 4 Type de FIP | 5 Description de la FIP | 6 Documents de référence | 7 BIP utilisée pour produire la FIP | 8 Propriétaire de la FIP | 9 Brevetabilité |
|----------------------|---|---|--|---|--|---|--|--|
| | Fournir un n° de FIP propre à chaque élément de FIP p. ex., FIP-CON-99 où CON est l'acronyme de contrat | Utiliser un titre qui décrit l'élément de FIP | Préciser la forme de la FIP, p. ex., invention, secret commercial, droits d'auteur, concept industriel, brevet | Préciser la nature de la FIP (p. ex., logiciel, conception, algorithme, etc.) | Donner le numéro et le titre complet des documents de référence où la FIP est décrite en détail. Le document de référence doit être disponible pour le Canada. | BIP donnée en référence au tableau 1, p. ex., BIP-CON-2, 15 | Indiquer l'organisme à qui appartient la FIP, p. ex., l'entrepreneur, le Canada* ou un sous-traitant. Si ce n'est pas l'entrepreneur principal, donner le nom du sous-traitant. Fournir la référence aux clauses contractuelles visant la propriété de la FIP. | Dans le cas où la FIP appartient au Canada, mettre un « X » tout élément de PI qui serait brevetable et compléter le tableau 3 seulement pour ce FIP |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Tableau 3A.8: Divulgence de la propriété intellectuelle sur les renseignements originaux (FIP) qui devrait découler du contrat

On invite les soumissionnaires à utiliser des graphiques ainsi que des organigrammes pour illustrer les liens qui existent entre les divers éléments de BIP et de FIP. La BIP, de même que la FIP qui devrait découler du projet, feront l'objet d'un examen à la réunion de lancement et seront mises à jour à la fin du contrat.

Les réalisations du soumissionnaire qui sont axées sur les logiciels et qui proposent d'améliorer des logiciels et applications existants devront adhérer à la clause et conditions uniformisées d'achat 4002 (Services d'élaboration ou de modification de logiciels) et 4003 (Logiciels sous licence).

3A.5.4 Capacité de la solution proposée à atteindre les objectifs techniques (critère d'évaluation 4)

(Voir la section 4A.3.4 Critère 4 Probabilité que la solution proposée permette d'atteindre les objectifs techniques, de la pièce jointe 1 à la partie 4)

Ce critère évalue la faisabilité globale de l'approche technique proposée et le degré d'atteinte des objectifs techniques permis par cette solution. Aux fins de l'évaluation, la soumission devrait:

- Décrire la solution proposée en termes de ses caractéristiques physiques, sa fonctionnalité et sa performance. Lorsque applicable, le concept d'opération envisagé devrait être présenté.
- Décrire les principes physique de base sous-tendant au fonctionnement de la solution.
- Décrire les étapes critiques de conception et de fabrication.
- Clairement stipuler le degré d'atteinte des objectifs techniques permis par cette solution telle que présentée à l'énoncé des travaux spécifique.

3A.6. Annexes de la soumission

3A.6.1 Annexes requises avec la soumission

Les éléments suivants devraient faire l'objet d'annexes distinctes :

- a) Liste d'acronymes : Tous les acronymes utilisés dans la section I Soumission technique et de gestion devraient être expliqués ;
- b) Curriculum vitae : La soumission devrait comprendre les *curriculum vitae* des ressources proposées, présentés en annexe à la section I Soumission technique et de gestion ;
- c) Articles techniques pertinents publiés par les membres de l'équipe : Uniquement les textes pertinents, et qui apportent des éléments d'appui à la soumission ;
- d) Liste des personnes-ressources : La liste de personnes-ressources devrait être présentée en annexe à la section I Soumission technique et de gestion, selon un format qui en permet la distribution. Cette liste devrait comprendre tous les points de contact du soumissionnaire ayant participé à la préparation de la soumission et/ou qui participeront au contrat.

Le format suivant devrait servir d'exemple :

| Rôle | Nom | Téléphone | Courriel |
|--|-----|-----------|----------|
| Gestionnaire de projet | | | |
| Ingénieurs de projet/chercheur en chef | | | |
| Représentant du fournisseur | | | |
| Agent des réclamations | | | |
| Communications (communiqués de presse) | | | |
| Autre | | | |

Tableau 3A.9 : Liste des personnes-ressources du soumissionnaire

- e) Lettres d'intention : Les lettres d'intentions de chaque sous-traitants ou autre contributeurs au projet devraient être fournies ; et
- f) Justification des critères du soumissionnaire : Pour chaque critère d'évaluation applicable, fournir une justification et présenter en résumé des renvois aux sections appropriées de la soumission.

Solicitation No. - N° de l'invitation
9F063-190285/A
Client Ref. No. - N° de réf. du client
9F063-19-0285

Amd. No. - N° de la modif.
File No. - N° du dossier
MTB-9-42126

Buyer ID - Id de l'acheteur
MTB575
CCC No./N° CCC - FMS No./N° VME

PIÈCE JOINTE 2 À LA PARTIE 3

INSTRUMENTS DE PAIEMENT ÉLECTRONIQUE

Le soumissionnaire accepte d'être payé au moyen de l'un des instruments de paiement électronique suivants :

- Carte d'achat VISA ;
- Carte d'achat MasterCard ;
- Dépôt direct (national et international) ;
- Échange de données informatisées (EDI) ;
- Virement télégraphique (international seulement) ;
- Système de transfert de paiements de grande valeur (plus de 25 M\$)

PIÈCE JOINTE 1 À LA PARTIE 4

CRITÈRES D'ÉVALUATION COTÉS

4A.1. CRITÈRES TECHNIQUES ET DE GESTION, ET COTATION

Le soumissionnaire doit obtenir au moins les cotes minimales indiquée au tableau 4A.1 : *Liste des critères d'évaluation et des cotes connexes*. Les soumissions seront évaluées en fonction des critères cotés précisés au tableau 4A-1 et décrits à la section 4A.3 de la présente pièce jointe *Critères d'évaluation et énoncés de référence*.

La section 4A.3 : *Critères d'évaluation et énoncés de référence* de cette pièce jointe contient une série de critères d'évaluation. Chaque critère est appuyé par une série de cinq énoncés de références correspondant à un pourcentage de la note maximale.

La note maximale au critère *Expérience et capacités de l'équipe*, par exemple, est de 15 points. Si la soumission obtient un « 75 » à ce critère après son évaluation, la note attribuée sera alors :

$$75 \% \text{ de } 15 \text{ points} = 11,25 \text{ points (note)}$$

Le tableau 4A.1 identifie :

- la cote maximale attribuée à chaque critère;
- la cote minimale exigée pour le critère #4 : *Capacité de la solution proposée à atteindre les objectifs techniques*;
- la cote maximale possible pour l'ensemble de l'évaluation technique;
- la cote minimale exigée pour l'ensemble de l'évaluation technique;

| Critères d'évaluation technique et cotes associées à ces critères | | |
|--|------------|----------------|
| | Cotes | Minimum requis |
| 1. Compréhension de la technologie en lien avec les objectifs de mission | 15 | S/O |
| 2. Expérience et capacités de l'équipe | 15 | S/O |
| 3. Plan de mise en œuvre | 30 | S/O |
| 4. Capacité de la solution proposée à atteindre les objectifs techniques | 40 | 20 |
| Note technique maximale | 100 | 70 |
| | | |

Tableau 4A.1 : Liste des critères d'évaluation et des cotes connexes

4A.2. JUSTIFICATION DES CRITÈRES DU SOUMISSIONNAIRE

On demande au soumissionnaire de fournir une justification (preuves à l'appui), qui doit être soumise en annexe à sa section I (voir la section 3A.6.1 : *Annexes requises avec la soumission* de la pièce jointe 1 de la Partie 3 : *Instructions pour la préparation de la soumission technique et de gestion*).

Pour chacun des critères d'évaluation applicables, fournir la justification et présenter en résumé des renvois aux sections appropriées de la soumission.

La justification devrait être concise, mais suffisamment exhaustive pour garantir aux évaluateurs une bonne appréciation globale du mérite de la soumission par rapport au critère d'évaluation concerné. Des renvois aux sections appropriées de la soumission devraient être fournis et l'essentiel de l'information à laquelle on renvoie devrait être résumé dans la justification.

Pour des raisons de commodité, un tableau de justification est fourni au tableau 4A.2 ci-dessous. Inscrivez le numéro de section et la justification pour chaque critère d'évaluation. On estime qu'une demi-page environ dans la colonne de justification devrait être suffisante pour établir un argumentaire justifiant la cote choisie.

| | |
|--|---|
| Entreprise : | |
| Titre du projet : | |
| Développement des technologies spatiales habilitantes | |
| Critères | |
| Justification | |
| <i>Ex. : 1</i> <i>(numéro</i> <i>du critère)</i> | <i>Compréhension de la technologie en lien avec les objectifs de mission - On estime qu'un texte de plus ou moins 300 mots devrait suffire.</i> |
| | |
| | |
| | |

Tableau 4A.2 : Tableau de justification

4A.3 CRITÈRES D'ÉVALUATION ET ÉNONCÉS DE RÉFÉRENCE

Les évaluateurs utilisent les critères d'évaluation et les énoncés de référence comme lignes directrices pour justifier la note qu'ils attribuent aux soumissions. Les soumissionnaires devraient les utiliser pour mettre l'accent sur les renseignements pertinents à fournir.

4A.3.1 CRITÈRE 1 : COMPRÉHENSION DE LA TECHNOLOGIE EN LIEN AVEC LES OBJECTIFS DE MISSION

Ce critère évalue à quel point la soumission présente des objectifs de mission clairs selon l'énoncé des travaux et démontre une compréhension des concepts fondamentaux :

**de la technologie;
des options de conception au niveau du système associées à la technologie;
de l'utilisation de la technologie dans l'application proposée pour l'atteinte des objectifs visés.**

Note Énoncés de référence

- | | |
|-----|---|
| 0 | La soumission ne définit pas des objectifs de mission clairs et selon l'ET ni ne présente une compréhension des concepts fondamentaux pour atteindre ces objectifs. |
| 25 | La soumission définit un nombre limité d'objectifs selon l'ET et ne présente qu'une compréhension limitée des concepts fondamentaux pour atteindre ces objectifs. |
| 50 | La soumission définit des objectifs généraux selon l'ET et présente une compréhension générale des concepts fondamentaux pour atteindre ces objectifs. |
| 75 | La soumission définit un certain nombre d'objectifs détaillés selon l'ET et présente une compréhension détaillée des concepts fondamentaux pour atteindre ces objectifs. |
| 100 | La soumission définit un certain nombre d'objectifs très détaillés selon l'ET couvrant des aspects critiques ou nombreux de la mission et élargit l'examen des concepts technologiques en présence, des options de conception au niveau du système associées et de l'utilisation de la technologie dans son application pour atteindre ces objectifs. |

4A.3.2 CRITÈRE 2 : EXPÉRIENCE ET CAPACITÉS DE L'ÉQUIPE

Ce critère évalue l'expérience et les capacités techniques combinées des scientifiques/ingénieurs principaux identifiés pour effectuer les travaux, ainsi que les qualifications et l'expérience du gestionnaire de projet.

Note Énoncés de référence

- | | |
|----|--|
| 0 | La soumission ne démontre pas que l'équipe proposée possède les capacités requises pour combler les besoins de tous les domaines de l'ÉT. |
| 25 | La soumission démontre qu'il manque des capacités ou expertises clés à l'équipe proposée pour combler les besoins de tous les domaines de l'ÉT; OU les rôles et responsabilités des membres de l'équipe ne sont pas définis. |
| 50 | La soumission démontre qu'une certaine expertise de l'équipe proposée est manquante mais qu'elle est capable de combler les besoins de l'ÉT ; ET Certains membres ont une expérience de conception, de développement et/ou opération de logiciel ou de matériel de vols de vaisseaux spatiaux. |

-
- 75 La soumission démontre que les expertises de l'équipe proposée sont complémentaires et que l'équipe est capable de combler les besoins de l'ÉT; ET les rôles et responsabilités des membres clés de l'équipe, incluant les sous-contractants, sont définis; ET Certains membres clés ont une expérience en matière de conception, de développement et/ou opération de logiciel ou de matériel de vols de vaisseaux spatiaux.
- 100 La soumission démontre que les expertises de l'équipe proposée sont complémentaires et que l'équipe est grandement capable de combler les besoins de l'ÉT avec un potentiel de livrer un concept hautement reconnu; ET les rôles et responsabilités des membres clés de l'équipe, incluant les sous-contractants, sont définis; ET Certains membres clés ont une grande expérience en matière de conception, de développement et/ou opération de logiciel ou de matériel de vols de vaisseaux spatiaux; ET La soumission inclue au moins un étudiant pour effectuer des tâches scientifiques, techniques, d'ingénierie ou techniques et / ou mathématiques (STIM).

4A.3.3 CRITÈRE 3 : PLAN DE MISE EN ŒUVRE

Ce critère évalue la méthodologie sous-jacente du projet et l'exhaustivité du plan de mise en œuvre. Le plan sera évalué en fonction de son exhaustivité, de sa crédibilité, de son efficacité et de son efficience.

Le contenu exigé du plan de mise en œuvre est spécifié à la section 3A.5.3 de la pièce jointe 1 de la Partie 3.

Note Énoncés de référence

- 0 La soumission n'a pas de plan de mise en œuvre concret et, par conséquent, elle n'inspire aucune confiance que le projet permettra d'atteindre les objectifs fixés.
- 25 La soumission n'a pas de plan de mise en œuvre adéquat, car plusieurs éléments sont manquants ou ne sont pas abordés correctement. Par conséquent, il subsiste des doutes quant à la probabilité que le projet permette d'atteindre les objectifs fixés.
- 50 La soumission comprend un plan de mise en œuvre dans lequel certains éléments ne sont pas abordés correctement. Par conséquent, il est peu probable que le projet permettra d'atteindre les objectifs fixés OU le plan révèle de graves inefficiences.
- 75 La soumission comprend un plan de mise en œuvre crédible qui couvre tous les éléments voulus. Les conditions et les critères à respecter pour chaque NMT sont bien définis et élaborés. Par conséquent, il est probable que le projet permettra d'atteindre les objectifs fixés. Le plan démontre une approche de mise en œuvre plutôt efficiente.
- 100 La soumission comprend un plan de mise en œuvre cohérent et complet qui couvre tous les éléments. Les conditions et les critères à respecter pour chaque NMT sont bien définis et élaborés. Le plan inspire confiance que le projet permettra d'atteindre les objectifs fixés. Le plan démontre une approche de mise en œuvre efficiente.

4A.3.4 CRITÈRE 4 : CAPACITÉ DE LA SOLUTION PROPOSÉE À ATTEINDRE LES OBJECTIFS TECHNIQUES

Ce critère évalue la faisabilité globale de l'approche technique proposée et le degré d'atteinte des objectifs techniques permis par cette solution.

LA NOTE DE PASSAGE EXIGÉE EST DE 50.

| <u>Note</u> | <u>Énoncés de référence</u> |
|-------------|-----------------------------|
|-------------|-----------------------------|

| | |
|-----|---|
| 0 | La faisabilité de la solution proposée ou la capacité à atteindre les objectifs techniques fixés n'est pas démontrée. |
| 25 | Il est peu probable que la solution présentée dans la soumission permette d'atteindre les objectifs techniques. |
| 50 | La soumission présente une solution adéquate pouvant permettre d'atteindre les objectifs techniques. |
| 75 | La soumission présente une solution crédible qui permettra probablement d'atteindre les objectifs techniques. |
| 100 | La soumission présente une solution solide et convaincante qui peut manifestement permettre d'atteindre les objectifs techniques. |

ANNEXE A

ÉNONCÉ DES TRAVAUX

A.1 CONTEXTE DU PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES SPATIALES

Le Programme de développement des technologies spatiales (PDTs) a pour mandat de formuler, de mettre en œuvre et de gérer les projets de recherche et développement (R-D) en réponse aux besoins qui ont été définis. Il a pour objectifs d'élaborer et de présenter des technologies stratégiques qui pourraient fortement contribuer à atténuer les incertitudes techniques associées aux activités spatiales canadiennes futures.

Ainsi, le PDTs appuiera le développement de technologies afin de répondre aux besoins actuels et futurs du Programme spatial canadien.

A.2 OBJECTIFS

L'objectif du présent énoncé des travaux (ÉT) est de permettre le développement de technologies spatiales qui correspondent aux priorités de l'Agence spatiale canadienne (ASC) et aux feuilles de route des missions. Pour chaque technologie prioritaire (TP) énumérée ci-après (voir APPENDICE A-5 de l'ANNEXE A), les travaux qui font l'objet de la demande concernent la mise au point et l'amélioration de ces technologies jusqu'à un niveau potentiel de maturité technologique (NMT) 5 (voir APPENDICE A-1 de l'ANNEXE A), en vue de réduire les incertitudes techniques et de contribuer à l'approbation et la mise en œuvre de futures missions potentielles dans l'espace qui présentent un intérêt pour le Canada.

A.3 PORTÉE

Ce document présente les exigences et les produits à livrer associés aux projets retenus dans le but d'assurer le développement et l'avancement de technologies essentielles à l'approbation et à la mise en œuvre de missions spatiales canadiennes potentielles ou prévues.

A.4 TECHNOLOGIES PRIORITAIRES

Les technologies prioritaires sont les technologies que l'ASC a sélectionnées comme étant stratégiques ou essentielles qu'il faut mettre au point pour répondre aux objectifs de l'Agence spatiale canadienne. Chacun des contrats qui seront attribués devront correspondre à l'une des technologies prioritaires détaillées à l'APPENDICE A-5 de l'ANNEXE A.

A.5 CONVENTIONS APPLICABLES AU PRESENT DOCUMENT

Certaines sections du présent document décrivent des exigences et des spécifications dont la formulation fait appel aux verbes suivants dans le sens spécifique indiqué ci-dessous :

- a) « devoir » au présent de l'indicatif indique une exigence obligatoire;

- b) « devoir » au conditionnel indique un objectif ou une option privilégiée. On doit s'efforcer d'atteindre au mieux de ses compétences de tels objectifs ou options. Ceux-ci seront vérifiés comme les exigences. Le rendement réalisé doit être mentionné dans le rapport de vérification approprié, que le rendement visé soit atteint ou non.
- c) « pouvoir » au présent de l'indicatif indique une option;
- d) un verbe au futur ou au présent de l'indicatif indique une déclaration d'intention ou un fait, outre les cas énumérés aux points a) à c) ci-dessus.

A.6 DESCRIPTION DES TÂCHES GÉNÉRIQUES

Cette section présente les activités éventuelles qui pourraient se dérouler dans le cadre de projets types du PDTs et qui sont jugées appropriées pour les NMT visés. Les tâches varieront d'un projet à l'autre en fonction des NMT ciblés, et peuvent comprendre, sans s'y limiter, les activités de projet types énumérées ci-dessous. Il incombe à l'entrepreneur d'utiliser le tableau qui suit afin de choisir les activités appropriées en vue de satisfaire les conditions liés aux NMT visés. Les NMT décrivent la progression du développement et de l'évolution des technologies. Les NMT sont décrits à l'APPENDICE A-1 de l'ANNEXE A.

| Liste des activités |
|--|
| Gestion du projet * |
| 1. Réunions |
| ▪ Contrôle de l'avancement des travaux |
| ▪ Gestion financière |
| ▪ Reddition de comptes |
| ▪ Préparation de l'Ensemble final de données |
| ▪ Gestion des risques |
| ▪ Gestion de la configuration |
| Gestion des activités des sous-traitants |
| ▪ Plan d'acquisition |
| Analyse des besoins |
| 2. Définition de la mission |
| ▪ Définition des exigences de la mission |
| ▪ Définition de l'environnement |
| 3. Contraintes et moteurs technologiques |
| ▪ Exigences |
| Obtenir la documentation sur les missions actuelles ainsi que les exigences technologiques |
| Définir davantage les exigences technologiques (caractéristiques fonctionnelles et de rendement) |
| Définition du concept |
| ▪ Analyses fonctionnelles et allocation |
| ▪ Élaboration des concepts associés au développement et aux opérations |
| ▪ Estimations des coûts |
| ▪ Prévision du calendrier |
| ▪ Analyse des risques |
| ▪ Études des systèmes et compromis |

| |
|--|
| ▪ Identification des principales exigences et des risques connexes |
| ▪ Modélisation et prototypage |
| Conception et plan de développement |
| Analyse |
| Simulation |
| Documentation / rédaction technique |
| Revue de définition du concept |
| Revue de définition préliminaire |
| Revue de définition critique |
| Plan d'élaboration de maquettes |
| Développement d'algorithmes |
| Définition des modes de défaillance du système |
| Analyses et effets des modes de défaillance |
| Développement des procédés d'assemblage |
| Documentation relative aux procédés et aux essais |
| Préparation des données d'essai |
| Évaluation des performances |
| Élaboration du système d'essai |
| Essai des composants |
| Essai de réception |
| Essai fonctionnel autonome |
| Procédures et rapports d'essai |
| Définition des spécifications officielles et des contrôles d'interface |
| Fabrication |
| Assemblage et essai |
| Intégration, essai, vérification et validation |
| Conformité |
| Essais sur le terrain et démonstrations |

* L'ASC considère que l'effort nominal de gestion de projet ne devrait pas excéder 15% de l'effort total.

Tableau A-1 : Lignes directrices sur les activités à réaliser

A.7 RÉUNIONS ET PRODUITS À LIVRER PRÉVUS AU CONTRAT

Cette section fait la revue et la description des produits à livrer et des réunions à tenir selon le contrat.

La figure A-1 sert de guide. Elle donne la liste des principaux jalons d'un contrat échelonné sur douze (12) mois. On y trouve un exemple de calendrier pour les principales réunions et les principaux produits à livrer.

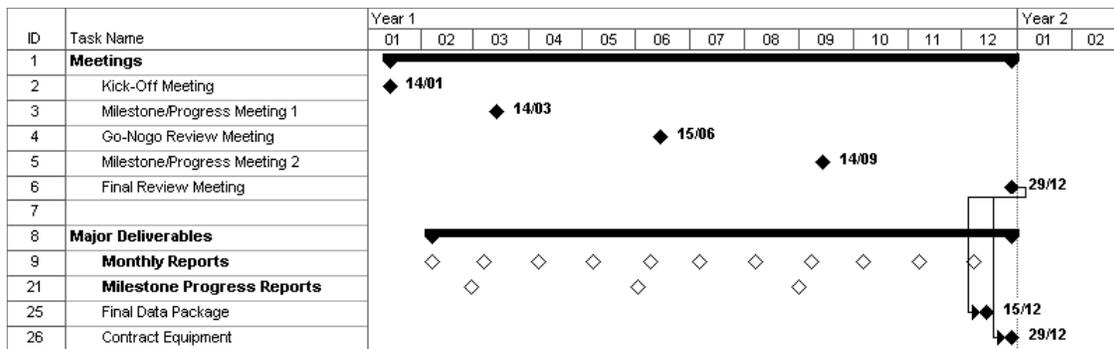


FIGURE A -1: Exemple de calendrier directeur des réunions et des produits à livrer

Légende:

Year 1 = Année 1

Year 2 = Année 2

ID = N°

Task Name = Tâche

Meetings = Réunions

Kick-off meeting = Réunion de lancement

Milestone/Progress Meeting 1 = Réunion d'étape / d'avancement des travaux

Go-no go Review Meeting = Réunion sur la décision d'aller de l'avant ou non

Final Review Meeting = Réunion de revue finale

Major Deliverables = Principaux produits à livrer

Monthly Reports = Rapports mensuels

Milestone Progress Reports = Rapports d'étape / d'avancement des travaux

Final Data Package = Ensemble final de données

Contract Equipment = Équipement acquis aux termes du contrat

Le tableau A-2 donne la liste des réunions prévues, des questions à porter à l'ordre du jour de ces réunions et des produits connexes à livrer dans le cadre du contrat. Outre la liste de données essentielles au contrat (LDEC 1 à 17), des produits à livrer spécifiques aux technologies prioritaire sont identifiés à l'APPENDICE A-5 de l'ANNEXE A. Tous les produits applicables devraient être clairement définis dans la proposition.

| N° LDEC | Produit à livrer | Date de livraison | Version |
|---------|--|------------------------------|---------|
| 1. | Ordres du jour de la réunion | Réunion – 2 semaines | Finale |
| 2. | Présentation à la réunion de lancement | Réunion – 1 semaine | Finale |
| 3. | Présentation à la réunion trimestrielle ou d'étape / d'avancement des travaux | Réunion – 2 semaines | Finale |
| 4. | Présentation à la réunion de revue finale | Réunion – 2 semaines | Finale |
| 5. | Procès-verbal de la réunion | Réunion + 1 semaine | Finale |
| 6. | Registre des mesures de suivi (AIL) | Réunion + 1 semaine | Finale |
| 7. | Rapports d'étape mensuels | Le 7 de chaque mois | Finale |
| 8. | Rapport technique d'étape/d'avancement des travaux | Réunion – 2 semaines | Finale |
| 9. | Divulgaration de propriété intellectuelle | Fin du contrat – 2 semaines | Finale |
| 10. | Rapport sommaire | Fin du contrat – 2 semaines | Finale |
| 11. | Rapport final d'étape / d'avancement des travaux | Fin du contrat – 2 semaines | |
| 12. | Prototypes* | À la réunion de revue finale | Finale |
| 13. | Équipement (acheté aux termes du contrat) | À la réunion de revue finale | Finale |
| 14. | Logiciels | Réunion – 2 semaines | Finale |
| 15. | Données / équipement fournis par le gouvernement | À la fin du contrat | Finale |
| 16. | Ensemble final de données | Réunion finale + 1 semaine | |
| 17. | Formulaire de déclaration des actifs - Prototypes et équipement (APPENDICE A-4 de l'ANNEXE A). | Fin du contrat – 2 semaines | Finale |

Tableau A-2 : Calendrier des éléments contractuels

* La décision portant sur la livraison de tout prototype sera prise par l'ASC à l'achèvement de chacun des contrats. À défaut d'avis écrit contraire, l'entrepreneur doit considérer que les prototypes sont des livrables.

A.7.1 DOCUMENTATION, RAPPORTS ET AUTRES PRODUITS À LIVRER

La présente section précise les produits à livrer et décrit leurs contenus et formats respectifs. Tous les documents doivent être dactylographiés, et tous les diagrammes clairement tracés et identifiés. L'entrepreneur doit présenter une copie électronique de chacun des documents à livrer.

Pour qu'ils soient facilement identifiables, tous les fichiers électroniques doivent porter un titre significatif qui en permette l'identification. Sans être prescriptif, le format retenu devrait considérer les éléments suivants pour faciliter l'identification du contenu dans un contexte plus large :

1. Numéro de référence du contrat
2. Nom de projet abrégé ou acronyme
3. Nature du document (ex : rapport de progrès)
4. Version et/ou date

Non-divulagation

Les documents n'entreront pas dans le domaine public, sauf pour ce qui concerne le rapport sommaire et les planches de présentation sommaires (voir la section A.7.1.3 et A.7.1.4). L'entrepreneur doit indiquer les avis de propriété suivants au rapport sommaire:

Sur la page couverture :

© Nom de l'entrepreneur, 20XX

RESTRICTION D'UTILISATION, DE PUBLICATION OU DE DIVULGATION D'INFORMATION PROTÉGÉE

Ce document est un bien livrable du contrat no._____. Ce document contient de l'information appartenant à l'Entrepreneur, ou à un tiers envers lequel l'Entrepreneur pourrait avoir des obligations légales de protéger cette information contre la divulgation non autorisée, l'utilisation ou la reproduction. Toute divulgation, utilisation ou reproduction de ce document, ou de toute information contenue dans ce document, pour toute autre fin que les fins spécifiques pour lesquelles il a été divulgué, est expressément interdite sauf dans les cas où le Canada en décide autrement. Lorsque de la propriété intellectuelle sera divulguée à des fins gouvernementales, le Canada établira des mécanismes pour protéger l'information.

Sur toutes les pages à l'intérieur du document :

L'utilisation, la reproduction ou la divulgation de ce document ou de toute information contenue aux présentes sont assujetties à l'avis de propriété en couverture du présent document.

A.7.1.1 RAPPORT D'ÉTAPE MENSUEL

L'entrepreneur doit fournir un rapport d'étape mensuel, au plus tard le 7 de chaque mois. Une copie électronique de ce rapport doit être envoyée à l'autorité de projet (AP) et à l'autorité technique (AT). Les formats électroniques acceptés sont MS Word, PDF et HTML. Les instructions concernant la désignation des fichiers électroniques sont données à la section A.7.1. Les rapports d'étapes mensuels sont utilisés par l'AP pour contrôler l'avancement des travaux. Ces rapports devraient être aussi concis que possible, porter sur l'avancement des travaux et comprendre au moins les renseignements suivants, sans y être limités :

- la situation du projet par rapport au calendrier et, en cas de retard, la cause de celui-ci et une révision proposée du calendrier et/ou un plan de reprise. Le rapport doit comprendre un calendrier à jour indiquant les progrès réalisés et les modifications, le cas échéant;
- la situation du projet par rapport au budget et, en cas d'écart, la cause de celui-ci et une révision proposée du budget et/ou un plan de reprise. Le rapport mensuel doit inclure une mise à jour du tableau des mouvements de trésorerie indiquant pour chaque activité/jalon/lot de travaux les dates de début et de fin planifiées ainsi que les mouvements de trésorerie réels, accompagnés des dates réelles de début et de fin;
- un résumé des progrès techniques du travail pour chaque lot de travaux, incluant :
 - la description des principaux articles mis au point, achetés ou construits pendant la période visée par la période de rapport ;
 - la liste des rapports techniques internes produits pendant la période de rapport;
- un résumé des travaux proposés pour le mois suivant incluant :
 - la description des articles importants à acheter pendant la prochaine période de référence, y compris les progiciels;
- un résumé des problèmes rencontrés, de leur impact sur le projet et des solutions proposées ou mises en place;
- les rapports des voyages effectués dans le cadre du contrat pour assister à une conférence ou visiter des installations (seulement si ces voyages sont financés dans le cadre du contrat).

Une évaluation globale de l'état du projet doit être fournie au début de chaque rapport. L'objectif est d'avoir un aperçu de l'état d'avancement du projet.

Les informations suivantes devraient être indiquées dans le format ci-dessous :

| Élément de projet | Statut | Tendance | Commentaire |
|-------------------|--------|----------|-------------|
| Coûts | Vert | ↑ | |
| Échéancier | Vert | ↓ | |
| Résultats/CER | Rouge | ↔ | |
| Programmatique | Jaune | ↑ | |

La première colonne présente les paramètres du projet qui doivent être examinés et évalués (**élément de projet**). Les quatre paramètres à évaluer sont les suivants :

- Coûts
- Échéancier
- Résultats par rapport au critère d'évaluation du rendement (CER)
- Programmatique

Les éléments « Coûts », « Échéancier » et « Résultats/CER » sont des paramètres quantitatifs, tandis que l'élément « Programmatique » est un paramètre qualitatif.

La deuxième colonne du tableau précédent indique l'état du projet relativement à chaque paramètre.

Le tableau suivant donne une définition des divers états pouvant être associés aux trois premiers paramètres du projet.

| Indicateur d'état | Interprétation | | |
|-------------------|--|--|---|
| | Coûts | Échéancier | Technique |
| Vert | Conforme ou inférieur au budget prévu pour ce projet | Conforme au calendrier prévu ou en avance sur celui-ci | Conforme aux critères d'évaluation du rendement (CER) |
| Jaune | Dépassement compris entre 0 et 5 % | Retard compris entre 0 % et 5 % | Non conforme aux CER mais comporte un plan de reprise approuvé |
| Rouge | Dépassement supérieur à 5 % | Retard supérieur à 5 % | Non conforme aux CER et ne comporte pas de plan de reprise approuvé |

Pour ce qui concerne l'élément « Programmatique », l'état est évalué en fonction des trois autres éléments. Bien que l'élément « Programmatique » tienne compte des indicateurs de coûts, d'échéancier et de résultats/CER, il est principalement influencé par l'élément le plus critique à ce point au cours du projet.

La troisième colonne constitue une évaluation de la tendance de l'évolution des paramètres du projet. Les choix sont les suivants :

| Indicateur de tendance | Interprétation |
|------------------------|---|
| ↑ | La situation s'est améliorée depuis le dernier examen |
| ↓ | La situation a empiré depuis le dernier examen |
| ↔ | La situation n'a pas changé depuis le dernier examen |

La quatrième colonne permet d'inscrire des commentaires sur l'état et la tendance des différents paramètres du projet ou de formuler un commentaire d'ordre général.

A.7.1.2 RAPPORTS TECHNIQUES D'ÉTAPE/D'AVANCEMENT DES TRAVAUX

Au moins deux (2) semaines avant la date prévue des réunions portant sur les étapes et/ou l'avancement des travaux, l'entrepreneur doit soumettre une ébauche du rapport d'étape et/ou d'avancement des travaux à l'AP et à l'AT. L'AP et l'AT examineront le rapport et pourront, s'il y a lieu, demander des modifications. L'entrepreneur soumettra ensuite la version révisée du rapport.

Le rapport d'étape et/ou d'avancement des travaux, qui doit être un document protégé, renfermera une description complète des travaux entrepris et des résultats obtenus. À ce titre, le rapport devrait comprendre tous les documents techniques pertinents pour appuyer les tâches techniques, de fabrication et/ou d'essai. Il devrait comprendre également une version à jour, le cas échéant, des plans techniques et de gestion soumis initialement. De plus, la quantité de détails sur les travaux effectués jusqu'alors doit permettre à l'AP et l'AT de faire une évaluation complète et précise de l'état d'avancement des travaux.

La description complète des travaux entrepris et des résultats obtenus comprend :

- la revue des résultats et des réalisations techniques;
- une évaluation des résultats par rapport aux CER présentés dans la soumission (appuyée par les documents de conceptions nécessaires, les dessins techniques, les plans d'essais, les résultats d'essais et autres documents semblables);
- un énoncé clair des progrès technologiques requis pour atteindre les objectifs;
- une description détaillée de l'ensemble du matériel acquis pendant cette période;
- toutes les autres constatations faites par l'entrepreneur avant le jalon;
- les changements dans la composition de l'équipe, la structure de répartition des tâches (SRT), le niveau d'effort, le calendrier et la matrice d'affectation des ressources.

A.7.1.3 RAPPORT SOMMAIRE

Le rapport sommaire entrera dans le domaine public (p.ex. bibliothèque de l'ASC, publications ou site Web de l'ASC, pour favoriser le transfert et la diffusion des technologies spatiales). Le rapport ne devrait pas dépasser dix (10) pages. Tout renseignement confidentiel touchant les retombées et la commercialisation possible, ou toute information qui pourrait constituer une divulgation de la FIP, devrait figurer plutôt dans le rapport technique.

On recommande la structure suivante pour le rapport sommaire :

- page couverture (tel que décrit à l'APPENDICE A-2 de l'ANNEXE A)
- introduction ;
- objectifs techniques;
- approche / tâches du projet;
- réalisations;
- technologie;
- description/état d'avancement de la technologie (NMT initial, NMT visé et NMT réel au terme du développement);
- aspects innovateurs;
- champs d'application;
- potentiel commercial, avantages et répercussions sur l'entreprise;
- droits de propriété intellectuelle; et
- publications et références.

L'ASC et l'entrepreneur, ou d'autres personnes désignées par eux, ont un droit illimité à la reproduction et à la distribution du rapport sommaire. Le rapport doit comprendre l'avis de propriété suivant (« propriétaire de la FIP », le propriétaire étant l'ASC ou l'entrepreneur) :

Tous droits réservés 20XX © « propriétaire de la FIP »

Ce document peut être reproduit pourvu que « le nom de l'entrepreneur » ou l'Agence spatiale canadienne soit mentionné.

A.7.1.4 PLANCHES DE PRÉSENTATION SOMMAIRES

L'information fournie dans ces planches de présentation sommaires est destiné à entrer dans le domaine public (p.ex. : publication ou site web de l'ASC) pour promouvoir la diffusion et le transfert de technologies spatiales. Un gabarit PowerPoint de deux pages sera fourni avant la fin du projet, en quête essentiellement des informations ou matériel suivants sous une forme abrégée :

- Image(s) haute résolution
- Points saillants du projet
- Valeur du projet
- Durée du projet
- Portée du projet / NMT
- Résultats du projet
- Niveau d'implication des étudiants et des employés
- Point de référence du fournisseur
- Consentement de publication
- Crédit photo/image

A.7.1.5 RAPPORT TECHNIQUE

Le rapport doit contenir un exposé détaillé de tous les travaux exécutés dans le cadre du contrat. Cela permettra à l'AP et à l'AT de faire une évaluation complète et exacte des travaux. Le rapport devrait contenir les éléments suivants, s'il y a lieu :

- a) page couverture (tel que décrit à l'APPENDICE A-2 de l'ANNEXE A);
- b) résumé;
- c) renseignements de base et références aux documents pertinents;
- d) revue des résultats et des réalisations;
 - S'il y a lieu, les éléments suivants devraient être inclus :
 - un résumé de la recherche documentaire accompagné, en annexe, de copies des principales publications (sans qu'aucun droit d'auteur soit enfreint);
 - la spécification des exigences associées au système et aux interfaces;
 - les études de faisabilité, la définition des risques technologiques, les autres approches possibles et les résultats de l'analyse des compromis;
 - les documents de conception;
 - les documents de mise en œuvre;
 - les plans et les procédures d'essai;
 - Les résultats de la démonstration du concept;
- e) l'évaluation des résultats relativement aux critères d'évaluation du rendement. Cet élément devrait appuyer un énoncé qualifiant et/ou quantifiant les trois aspects suivants :
 - rendement : le projet ne respecte aucun critère ou respecte/surpasse quelques-uns/plusieurs/l'ensemble des critères d'évaluation du rendement;
 - incidence : le projet ne présente aucune retombée ou présente quelques/plusieurs retombées positives réelles/potentielles;
 - succès : le projet n'a aucun potentiel de réussite/a un potentiel limité/a un excellent potentiel de réussite, ou est déjà une réussite;
- f) évaluation du niveau de maturité technologique (NMT atteint);
- g) description détaillée de l'ensemble de l'équipement acquis pendant la période visée;
- h) autres constatations faites par l'entrepreneur;
- i) recommandations, y compris celles visant des possibilités de R-D subséquente;
- j) conclusion;
- k) tableaux, dessins techniques et figures connexes;
- l) tout renseignement supplémentaire pertinent que l'entrepreneur juge important.

A.7.1.6 DIVULGATION PAR L'ENTREPRENEUR DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

À la fin du contrat, la liste et les descriptions de toutes les BIP requises pour que l'ASC puisse utiliser la FIP doit être fournie lors de la réunion de revue finale. La liste et une description de toutes les FIP découlant des travaux du projet doivent également être fournies. En outre, l'entrepreneur remplira et soumettra comme document autonome le document intitulé « Divulgence par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle » figurant à l'APPENDICE A-3 de l'ANNEXE A. L'entrepreneur doit présenter une version électronique de cette divulgation.

A.7.1.7 PROTOTYPES ET ÉQUIPEMENT

Tous les prototypes développés durant le contrat doivent être divulgués au Canada (Voir Appendice A-4) et examinés par l'AP et l'AT qui décideront comment en disposer et/ou les livrer. À défaut d'avis écrit contraire, l'entrepreneur doit considérer que les prototypes, les échantillons et les biens consommables restants sont des livrables.

L'entrepreneur devrait également tenir à jour une liste des articles non consommables achetés ou fabriqués dans le cadre du contrat ou fournis par le gouvernement. L'entrepreneur doit compléter et fournir le formulaire de déclaration d'actifs disponible à l'APPENDICE A-4 de l'ANNEXE A. L'entrepreneur recevra des directives sur la façon de disposer de ces actifs (équipement) après que l'AP et l'AT auront examiné la liste.

A.7.1.8 LOGICIELS

L'entrepreneur doit fournir une version électronique de tous ses documents décrivant le cycle de développement des logiciels, y compris les manuels d'utilisation, d'entretien et d'exploitation. Les logiciels développés doivent aussi être fournis sous forme de code source bien documenté et être accompagnés des bibliothèques d'exécution et des fichiers exécutables.

A.7.1.9 ENSEMBLE FINAL DE DONNÉES

L'ensemble final de données est un assemblage des versions finales de tous les livrables identifiés, incluant les documents techniques et programmatiques, plans et devis, schémas, listes de pièces et données d'ingénierie développés durant le projet. Cet ensemble doit être livré à la fin du contrat.

A.7.2 RÉUNIONS

Conformément au tableau A-3, l'entrepreneur établira un calendrier pour les réunions suivantes et il en assurera la coordination avec tous les intervenants concernés :

- réunion de lancement;
- réunions d'étape
- réunions d'avancement des travaux;
- réunion d'autorisation des travaux;
- réunion d'échanges techniques;
- réunion de revue finale.

| Réunion | Date | Lieu |
|----------------------|--|--|
| Réunion de lancement | Au plus tard 2 semaines après l'attribution du contrat | Tel qu'indiqué dans l'énoncé des travaux spécifique à l'Annexe A-5 |
| Réunions d'étape | Lorsque spécifié dans l'énoncé des travaux spécifique (Annexe A-5), typiquement à des intervalles n'excédant pas 4 mois. | Tel qu'indiqué dans l'énoncé des travaux spécifique à l'Annexe A-5 |

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| | | |
| Réunions d'avancement des travaux | Tenues seulement si l'intervalle entre les réunions d'étape est de plus de 4 mois. | Tel qu'indiqué dans l'énoncé des travaux spécifique à l'Annexe A-5 |
| Réunion d'autorisation des travaux | Réunion à mi-chemin du contrat. Peut être tenue avant si jugé critique/pertinent. A lieu en même temps qu'une réunion d'étape. | Tel qu'indiqué dans l'énoncé des travaux spécifique à l'Annexe A-5 |
| Réunion d'échanges techniques | Au besoin | Tel qu'indiqué dans l'énoncé des travaux spécifique à l'Annexe A-5 |
| Réunion de revue finale | À la fin du contrat | Tel qu'indiqué dans l'énoncé des travaux spécifique à l'Annexe A-5 |

Tableau A-3 : Calendrier des réunions et des décisions

Pour chaque réunion, l'entrepreneur :

- proposera à l'AP et à l'AT l'objet et l'ordre du jour de la réunion au moins dix jours ouvrables avant sa tenue;
- fera parvenir à l'AP et à l'AT, tous les rapports et documents techniques se rapportant aux travaux qui font l'objet de la réunion;
- rédigera le procès-verbal;
- fera parvenir à l'AP, dans les cinq jours ouvrables suivant la réunion, une (1) copie électronique du procès-verbal de la réunion.

Pour les réunions de projet, l'entrepreneur devrait faire un montage de documents de soutien sous forme électronique et autre matériel de présentation. Il devrait en fournir une (1) copie électronique à l'AP. Il devrait également réaliser des enregistrements sur bandes vidéo documentées accompagnant le matériel visuel de présentation pour étayer toute démonstration de la technologie. Une copie du matériel visuel de soutien devrait être remise à l'AP.

L'entrepreneur peut demander la tenue de réunions spéciales avec l'ASC, au besoin, pour résoudre des problèmes imprévus et urgents. L'ASC peut également demander la tenue de réunions spéciales avec l'entrepreneur. La sélection des participants dépendra de la nature de la question à traiter.

L'AP et l'AT se réservent le droit d'inviter aux réunions d'étape ou d'avancement des travaux toute personne compétente (fonctionnaires ou autres personnes assujetties à

l'entente de non-divulgateion). Le personnel clé de l'entrepreneur participant aux travaux faisant l'objet de la revue assistera à ces réunions.

Le lieu précis, la date et l'heure des réunions seront fixés par entente mutuelle entre l'AP et l'entrepreneur, tout en respectant la section A.7.2 RÉUNIONS.

A.7.2.1 RÉUNION DE LANCEMENT

Dans les deux semaines suivant l'attribution du contrat (ou à une date fixée par entente mutuelle entre l'AP et l'entrepreneur), une réunion de lancement doit avoir lieu, tel qu'indiqué à la Section A.7.2 RÉUNIONS, pour :

- soumettre et examiner les **critères d'évaluation du rendement (CER)** proposés. Il s'agit d'une liste de critères qui seront utilisés pendant toute la durée du projet pour évaluer la progression de l'entrepreneur sur le plan technologique. La liste des critères devrait faire partie de la soumission de l'entrepreneur, mais doit dans tous les cas être présentée pour acceptation à la réunion de lancement ;
- revue des produits à livrer dans le cadre du contrat;
- revue des exigences des travaux;
- revue des calendriers des travaux;
- revue du plan d'évaluation et d'atténuation des risques;
- revue de la structure de répartition des tâches et des lots de travaux;
- revue de la capacité de livrer les lots de travaux selon les coûts et le calendrier convenus;
- discussion sur la BIP et revue de la liste fournie;
- discussion sur la FIP attendue et revue de la liste fournie (revoir la divulgation des points associés à la FIP);
- revue de la base de paiement et du format des demandes de paiement;
- revue des exigences en matière de rapport;
- discussion sur toute question touchant les licences;
- rencontre du personnel affecté aux travaux.

A.7.2.2 RÉUNIONS D'ÉTAPE ET D'AVANCEMENT DES TRAVAUX

Tout au long de la durée du contrat, des réunions de revue d'étape et d'avancement des travaux auront lieu périodiquement dans le but de favoriser l'échange d'information en personne ainsi que les discussions et la prise de décisions sur l'avancement des travaux. En théorie, une réunion de revue d'étape aura lieu chaque fois qu'un jalon aura été atteint. Entre les jalons, des réunions de revue de l'avancement des travaux devraient avoir lieu si l'intervalle entre les réunions d'étape est de plus de 4 mois. La date de ces réunions sera fixée par l'entrepreneur selon la prescription de la Section A.7.2 RÉUNIONS.

Les réunions de revue d'étape et d'avancement des travaux visent à donner à l'entrepreneur, à l'AP, à l'AT et à tout participant invité l'occasion de faire la revue et de discuter en détail des points suivants :

- le contenu du rapport de revue d'étape/de l'avancement des travaux;
- le pourcentage actuel d'avancement et de réalisation;
- les aspects techniques de chaque tâche;
- le rendement obtenu par rapport aux CER;
- les décisions d'autorisation des travaux rendues par l'ASC, s'il y a lieu;
- les résultats pertinents atteints;

- les questions liées à la gestion de projet;
- les autres points jugés pertinents.

A.7.2.3 RÉUNION D'AUTORISATION DES TRAVAUX

Une revue d'étape ou d'avancement des travaux servira également de réunion d'autorisation des travaux à la mi-parcours du contrat (p. ex., quand environ 50 % de la valeur du contrat aura été atteinte), ou suivant la prescription de l'ANNEXE A-5. Cette réunion servira de fondement à la décision d'entreprendre ou non les activités subséquentes prévues au contrat. La décision se fondera essentiellement sur la revue des CER rencontrés par rapport aux CER acceptés lors de la réunion de lancement et/ou les critères révisés lors de réunions d'étape ou d'avancement des travaux précédentes.

A.7.2.4 RÉUNION D'ÉCHANGES TECHNIQUES

Les réunions d'échanges techniques sont des réunions qui se déroulent sur une base régulière ou sporadique dans le but spécifique de discuter des sujets techniques (principalement). Ces réunions sont particulièrement appropriées dans le cadre d'activités qui requièrent une plus grande coordination entre l'entrepreneur et l'ASC en raison d'un besoin de décisions pratiques ou techniques rapides pendant les phases de conception ou de fabrication.

Ces réunions ne sont requises que lorsqu'imposées dans l'énoncé des travaux spécifique de l'APPENDICE A-5, mais peuvent toujours être proposées par l'entrepreneur au besoin.

A.7.2.5 RÉUNION DE REVUE FINALE

La réunion de revue finale est tenue à la fin du contrat. Cette réunion sert spécifiquement à discuter en détail des résultats obtenus (par rapport aux CER convenus à la réunion de lancement) et des activités de suivi proposées.

La réunion de revue finale vise à donner à l'entrepreneur, à l'AP, à l'AT et à tout participant invité l'occasion de faire la revue et de discuter en détail des points suivants :

- le contenu de l'ensemble final de données;
- les rapports sommaire et technique;
- Divulcation de propriété intellectuelle;
- matériel de présentation utilisé lors des réunions;
- les prototypes, les dessins techniques, le matériel, les logiciels et l'équipement, s'il y a lieu;
- Formulaire de déclaration des actifs ; et
- autres éléments jugés pertinents.

A.7.3 FORMULAIRES

La fiche documentaire de rapport (APPENDICE A-2 de l'ANNEXE A) devrait être intégrée au rapport sommaire et au rapport technique.

L'entrepreneur doit remplir le formulaire de divulgation de propriété intellectuelle (APPENDICE A-3 de l'ANNEXE A) selon la situation en fin de projet et le soumettre dans l'ensemble final des données.

L'entrepreneur doit fournir le formulaire de déclaration d'actifs donné à l'APPENDICE A-4 de l'ANNEXE A. L'ASC émettra des codes à barres d'inventaire à la fin du contrat. L'entrepreneur recevra des directives sur la façon de disposer de ces actifs (prototypes et équipement) après que l'AP et l'AT auront examiné la liste.

Liste des appendices

| | |
|---------------|---|
| APPENDICE A-1 | Niveaux de maturité technologique (NMT) |
| APPENDICE A-2 | Page documentaire de rapport |
| APPENDICE A-3 | Divulgaration par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle |
| APPENDICE A-4 | Formulaire de déclaration des actifs - prototypes et équipement |
| APPENDICE A-5 | Liste des technologies prioritaires et énoncés des travaux associés |

ANNEXE A-1**NIVEAUX DE MATURITÉ TECHNOLOGIQUE (NMT)**

Source : (CSA-ST-GDL-0001 - Révision A - Lignes directrices pour l'évaluation du niveau de maturité technologique)

| Niveau de maturité | Définition | Explication |
|---------------------------|--|---|
| NMT 1 | Observation et consignation des principes de base | Niveau le plus bas de maturité technologique. La recherche scientifique commence à se traduire en recherche-développement appliquée. |
| NMT 2 | Formulation du concept technologique ou de l'application | Une fois les principes de base observés, des applications pratiques peuvent être inventées et la R-D peut être amorcée. Les applications sont de nature spéculative et peuvent ne pas être éprouvées. |
| NMT 3 | Fonction critique analytique et expérimentale et/ou validation de principe caractéristique | La recherche-développement active est amorcée, notamment les études analytiques et en laboratoire, pour valider les prévisions concernant la technologie. |
| NMT 4 | Validation de composantes et/ou de maquettes en laboratoire | Les éléments technologiques de base sont intégrés de sorte que l'on puisse démontrer qu'ils fonctionnent ensemble. |
| NMT 5 | Validation de la composante et (ou) de la maquette dans un milieu pertinent. | Les éléments technologiques de base sont intégrés à d'autres éléments d'appui suffisamment réalistes de sorte qu'ils puissent être mis à l'essai dans un environnement simulé. |
| NMT 6 | Démonstration d'un modèle ou prototype de système/sous-système dans un environnement pertinent (terrestre ou spatial). | Un modèle représentatif ou un prototype de système est mis à l'essai dans un environnement pertinent. |
| NMT 7 | Démonstration du prototype du système dans un environnement spatial. | Prototype de système amené au niveau opérationnel prévu ou proche de celui-ci. |
| NMT 8 | Système réalisé, complété et « homologué pour le vol » au moyen d'essais et d'une démonstration (au sol ou dans l'espace). | Dans un système réel, il a été démontré que la technologie fonctionne dans sa forme finale et dans les conditions prévues. |
| NMT 9 | Validation en vol du système réel par la réussite de la conduite opérationnelle de missions. | Le système intégrant la nouvelle technologie sous sa forme finale a été utilisé dans des conditions de mission réelles. |

Table A-1-1 : Définition des niveaux de maturité technologique

APPENDICE A-2

| | | |
|--|--------------------------------------|---|
| Agence spatiale canadienne Canadian Space Agency | FICHE DOCUMENTAIRE DE RAPPORT |  |
| Date du rapport : | | |
| Titre : | | |
| Auteur(s) : | | |
| Nom et adresse de l'organisme réalisant les travaux : | | |
| N° et titre du contrat : | | |
| Nom et adresse de l'organisme de parrainage : Agence spatiale canadienne 6767, route de l'Aéroport Saint-Hubert (Québec) Canada J3Y 8Y9 Tél. : 450-926-4800 | | |
| Autorité scientifique : Gestionnaire de projet : | | |
| Résumé : | | |
| Mots clés : | | |
| Notes supplémentaires : | | |
| Distribution/Disponibilité : | | |

Tableau A-2-1: Gabarit de fiche documentaire de rapport

APPENDICE A-3**Divulgence par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle****Instructions à l'entrepreneur****Identification**

L'entrepreneur doit répondre aux 7 questions suivantes lorsque la propriété intellectuelle originale (FIP) est créée dans le cadre du contrat avec l'ASC.

1. Nom légal de l'entrepreneur :
2. Titre du projet appuyé par le contrat :
3. Gestionnaire de projet à l'ASC chargé du contrat :
4. Numéro du contrat :
5. Date de la divulgation :
6. Propriété intellectuelle (PI) de base de l'entrepreneur mise à contribution dans le projet :
 - Oui - Compléter le tableau A-3-1 ci-joint (Divulgation de la propriété intellectuelle de base)
 - Non
7. Dans le cas où le Canada détiendrait les droits sur la PI originale, est-ce que selon vous, certains éléments de PI auraient avantage à être brevetés par le Canada?
 - Non applicable, la PI originale réside avec l'entrepreneur
 - Oui - Compléter le Tableau A-3-3 ci-joint (Renseignements supplémentaires sur la FIP appartenant au Canada)
 - Non

| | |
|--|-------------|
| <i>Pour l'entrepreneur</i> | |
| _____ | _____ |
| <i>Signature</i> | <i>Date</i> |
| <i>Pour le gestionnaire de projet de l'ASC</i> | |
| _____ | _____ |
| <i>Signature</i> | <i>Date</i> |

BIP

- À la fin du contrat, l'entrepreneur doit revoir et mettre à jour la divulgation de la BIP (tableau A-3-1 Divulgation de la propriété intellectuelle de base (BIP) utilisée dans le projet par l'entrepreneur) s'il y a lieu, avant la clôture du contrat. La liste devrait porter seulement sur les éléments de la BIP utilisés pour développer le FIP.

FIP

- À la fin du contrat, l'entrepreneur doit remplir le tableau A-3-2 (Divulgation de la FIP développée dans le cadre du contrat).
- Si la FIP appartient au Canada, et qu'il a identifié certains éléments de la FIP qui auraient avantage à être brevetés, l'entrepreneur doit aussi remplir le tableau A-3-3 (Renseignements supplémentaires sur la FIP appartenant au Canada).
- L'entrepreneur doit également, avant la clôture du contrat, signer la Divulgation par l'entrepreneur de la propriété intellectuelle dûment remplie et la livrer à l'autorité de projet de l'ASC chargé du contrat afin qu'il l'approuve.

Instructions générales concernant les tableaux sur la BIP et la FIP

- Les tableaux doivent être structurés conformément au formulaire sur la PI fourni par l'ASC.
- Chaque élément de PI doit être assorti d'un numéro d'identification unique de manière que l'on puisse relier facilement les éléments des différents tableaux.
- Les titres des éléments de PI doivent être suffisamment descriptifs pour permettre aux intervenants du projet de se faire une idée générale de la nature de la PI.
- Les numéros et les titres complets des documents de référence doivent être inclus.

Définitions

Propriété intellectuelle (PI) : s'entend de toute information ou connaissance de nature industrielle, scientifique, technique, commerciale, artistique ou créatrice quelle qu'elle soit concernant le travail en question, enregistrée sous quelque forme ou sur quelque support que ce soit; comprend les brevets, les droits d'auteur, les dessins industriels, les topographies de circuits intégrés, les motifs, les échantillons, le savoir-faire, les prototypes, les rapports, les plans, les dessins, les logiciels, etc.

Propriété intellectuelle de base (BIP) : PI intégrée aux travaux ou nécessaire à l'exécution de ces derniers et qui est la propriété de l'entrepreneur, de ses sous-traitants ou de tout autre tiers, ou qui constitue des renseignements brevetés ou confidentiels pour eux.

Propriété intellectuelle originale (FIP) : désigne toute propriété intellectuelle conçue, développée, produite ou mise en application pour la première fois dans le cadre des travaux prévus au contrat.

Tableau A-3-1. Divulgence de la propriété intellectuelle de base (BIP) utilisée dans le projet par l'entrepreneur

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|---|---|---|---|--|--|---|--|
| N° ID de la BIP | Élément de projet | Titre de la BIP | Type de PI | Type d'accès à la BIP requis pour utiliser ou améliorer la FIP | Description de la BIP | Documents de référence | Origine de la BIP | Propriétaire de la BIP |
| Fournir le n° de BIP propre à chaque élément de BIP utilisé dans le projet, p. ex., BIP-CON-99 | Décrire le système ou le sous-système dans lequel la BIP est intégrée (p. ex., caméra, unité de commande, etc.) | Utiliser un titre qui décrit l'élément de BIP intégré aux travaux | La BIP se présente-t-elle sous forme d'invention, de secret commercial, de droits d'auteur, de concept, brevet? | Décrire comment le Canada pourra obtenir la BIP pour pouvoir utiliser la FIP (p. ex., données de BIP intégrées à des documents à livrer, logiciel sous forme de code objet, etc.) | Décrire brièvement la nature de la BIP (p. ex., conception mécanique, algorithme, logiciel, méthode, etc.) | Donner le numéro et le titre complet des documents de référence où la BIP est décrite en détail. Le document de référence doit être disponible pour le Canada. | Décrire les circonstances de la création de la BIP. A-t-elle été développée dans le cadre de travaux de recherche internes ou dans le cadre d'un contrat avec le Canada? Si c'est le cas, fournir le numéro du contrat. | Nommer l'organisme qui détient la BIP. Si ce n'est pas l'entrepreneur principal, donner le nom du sous-traitant. |
| où CON est l'acronyme de contrat | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Tableau A-3-2. Divulgence de la propriété intellectuelle originale (FIP) développée dans le cadre du contrat

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|--|---|--|---|--|---|--|--|
| N° ID de la FIP | Élément de projet | Titre de la FIP | Type de FIP | Description de la FIP | Documents de référence | BIP utilisée pour produire la FIP | Propriétaire de la FIP | Brevetabilité |
| Fournir un n° de FIP propre à chaque élément de FIP p. ex., FIP-CON-99 où CON est l'acronyme de contrat | Décrire le système ou le sous-système pour lequel l'élément de FIP a été développé (p. ex., caméra, unité de commande, etc.) | Utiliser un titre qui décrit l'élément de FIP | Préciser la forme de la FIP, p. ex., invention, secret commercial, droits d'auteur, concept industriel, brevet | Préciser la nature de la FIP (p. ex., logiciel, conception, algorithme, etc.) | Donner le numéro et le titre complet des documents de référence où la FIP est décrite en détail. Le document de référence doit être disponible pour le Canada. | BIP donnée en référence au tableau A-3-1, p. ex., BIP-CON-2, 15 | Indiquer l'organisme à qui appartient la FIP, p. ex., l'entrepreneur, le Canada * ou un sous-traitant. Si ce n'est pas l'entrepreneur principal, donner le nom du sous-traitant. *Si le Canada détient la FIP, remplir le tableau A-3-3 ci-dessous Fournir la référence aux clauses contractuelles visant la propriété de la FIP. | Dans le cas où la FIP appartient au Canada, mettre un « X » tout élément de PI qui serait brevetable et compléter le tableau A-3-3 seulement pour ce FIP |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Tableau A-3-3. Renseignements supplémentaires sur la FIP appartenant au Canada

| 1 N° ID de la FIP | 2 Titre de la FIP | 3 Aspects de la FIP qui sont inédits, utiles et non évidents | 4 Limites ou désavantages de la FIP | 5 Références dans la documentation ou brevets associés à la FIP | 6 La FIP a-t-elle fait l'objet de prototypes, d'essais ou de démonstrations (p. ex., analyse, simulation, matériel)? Fournir les résultats | 7 Inventeur(s) | 8 La FIP a-t-elle été divulguée à d'autres parties? |
|--|--|---|---|---|--|--|---|
| Le n° ID devrait être le même que celui de l'élément de FIP correspondant au tableau A-3-2 | Le titre de la FIP devrait être le même que celui de l'élément de FIP correspondant au tableau A-3-2 | En quoi la FIP règle-t-elle un problème (utile) et qu'y a-t-il d'inédit dans cette solution (inédit)? | Décrire les limites de l'appareil, du produit ou du procédé actuel. | Fournir des références dans la documentation publiée ou les brevets éventuels associés au problème ou au sujet. | Décrire brièvement la performance du procédé, du produit ou de l'appareil au cours des essais ou des simulations. Fournir le numéro du document de référence faisant état de la performance, le cas échéant. | Donner le nom et les coordonnées des personnes qui ont créé la FIP | La FIP ou n'importe lequel de ses éléments ont-ils été publiés ou divulgués à de tierces parties? Si c'est le cas, indiquer où, quand et à qui. |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

APPENDICE A-4
FORMULAIRE DE DÉCLARATION DES ACTIFS – PROTOTYPES ET ÉQUIPMENT

Déclaration concernant l'équipement : le soumissionnaire doit remplir le formulaire afin d'indiquer l'ensemble de l'équipement acquis au cours du contrat.

| N° de l'équipement | Description de l'équipement | Numéro d'inventaire | Valeur d'acquisition | Devise | Date d'acquisition | Fabricant | Pays | Numéro du modèle | Numéro de série |
|--------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|--------|--------------------|-----------|------|------------------|-----------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Tableau A-4-1: Formulaire de déclaration concernant l'équipement

Liste des prototypes : le soumissionnaire doit fournir la liste de tous les prototypes mis au point dans le cadre du contrat.

| Nom du prototype | Description du prototype |
|------------------|--------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |

Tableau A-4-2 : Formulaire de déclaration concernant les prototypes

La décision au sujet de la livraison de tout prototype sera prise par l'ASC à l'achèvement de chaque contrat.

APPENDICE A-5**TECHNOLOGIES PRIORITAIRES ET ÉNONCÉS DES TRAVAUX ASSOCIÉS**

| No TP | Titre de la technologie prioritaire |
|--------------|--|
| TP-1 | Technologies destinées à la Mission sur la masse de neige au sol |
| TP-2 | Technologie de miroir de pointage pour la mission d'imagerie atmosphérique des régions du Nord (MIA-Nord) |
| TP-3 | Développement de technologies et prototypage pour le traitement de signaux haute performance et haute densité dans l'espace |
| TP-4 | Développement d'une technologie miniaturisée à corps noir pour l'étalonnage embarqué d'un capteur servant à la détection des incendies |

Tableau A-5-1 : Technologies prioritaires

Technologie prioritaire 1 (TP 1)

**Technologies destinées à la
Mission sur la masse de neige
au sol**

TP-1: Technologies destinées à la Mission sur la masse de neige au sol**1. Liste des sigles et acronymes**

| | |
|------|---|
| DCI | Document de configuration des interfaces |
| DDR | Revue de conception détaillée |
| DP | Demande de propositions |
| ECCC | Environnement et Changement climatique Canada |
| EEN | Équivalent en eau de la neige |
| FR | Réunion de revue finale |
| FRT | Feuille de route technologique |
| IRI | Intervalle de répétition des impulsions |
| KoM | Réunion de lancement |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| PDR | Revue de conception préliminaire |
| TRR | Revue d'aptitude aux essais |

2. Documents applicables

Aucun document applicable n'est nécessaire pour l'élaboration de cette proposition par le soumissionnaire.

3. Document de référence

Cette section présente des documents qui contiennent des renseignements additionnels qui peuvent être utiles pour le soumissionnaire, mais qui ne sont pas obligatoires pour la préparation de la proposition.

| N° de DR | Numéro du document | Titre du document | N° de la rév. | Date |
|----------|--------------------|---|---------------|------------|
| DR-1 | CSA-ST-RPT-0003 | Feuille de route technologique (Excel) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A | Sept. 2012 |

4. Contexte

Les produits actuels portant sur l'équivalence en eau de la neige (EEN) ne permettent pas de satisfaire les besoins d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) puisqu'ils ne satisfont pas aux exigences en matière de résolution spatiale et de précision pour la surveillance

environnementale opérationnelle, la prestation de services et l'établissement des prévisions. Des solutions spatioportées de mesure sensibles à l'EEN constituent des intrants nécessaires pour les systèmes d'assimilation de données de surface qui sont en cours d'élaboration à la Division de la recherche en météorologie d'ECDC, en vue d'une éventuelle mise en œuvre opérationnelle à Service météorologique Canada. Ces systèmes de modélisation sont essentiels pour la prévision numérique précise du temps et la modélisation hydrologique. De meilleurs renseignements sur la neige sont également nécessaires pour répondre aux priorités de tous les ministères du gouvernement (p. ex., le Cadre stratégique pour l'Arctique et le Nord) et assurer le respect des obligations internationales (notamment la Veille mondiale de la cryosphère de l'Organisation météorologique mondiale).

Afin de fournir les données nécessaires à l'amélioration des produits d'EEN et appuyer l'intégration de données de surface terrestre, il a été déterminé qu'il fallait un radar à synthèse d'ouverture à double fréquence en bande Ku offrant une résolution spatiale de 250 mètres et au moins quatre visées dans une fauchée large. Après avoir analysé diverses configurations, il a été convenu d'utiliser les paramètres suivants : mode d'imagerie ScanSAR TOPS à largeur de fauchée nominale de 500 km et à exploitation de fréquence séquentielle à 13,5 GHz (Ku1) et 17,2 GHz (Ku2). Afin de permettre l'intégration de l'instrument dans une plateforme de taille raisonnable, l'antenne doit être partagée entre les deux fréquences.

5. Mission ciblée

Mission sur la masse de neige au sol

6. Portée des travaux

La portée des travaux décrite ici s'ajoute à la section A.6 *Description générique des tâches* de l'annexe A. L'activité proposée vise l'élaboration d'un élément rayonnant à double fréquence et des composantes électroniques connexes du module d'émission et de réception.

Cette activité portera principalement sur un élément rayonnant en RF et le module d'émission-réception requis pour appuyer une mission de mesure de la masse de neige au sol. Il est établi qu'une conception et une analyse complètes de l'antenne et des interfaces mécaniques et thermiques entre la plateforme et l'antenne seraient très utiles pour le perfectionnement de la technologie, mais compte tenu des contraintes financières associées à la DP, la portée a été ajustée afin de ne pas exiger une telle activité à ce point-ci. Bien que l'analyse complète du système ne soit pas exigée, le chemin critique de l'élément rayonnant/du sous-réseau et des éléments d'émission et de réception connexes doit être crédible et déboucher sur leur intégration complète à la structure de l'antenne.

L'entrepreneur doit produire une spécification relative à l'élément rayonnant/le sous-réseau et le module d'émission-réception à partir des exigences relatives au rendement de l'antenne dans son ensemble. Les exigences relatives à l'antenne sont fournies afin d'autoriser le plus de souplesse possible au niveau des choix conceptuels relatifs au sous-réseau inférieur et au module d'émission-réception.

L'entrepreneur doit trouver un compromis entre différentes architectures d'émetteur-récepteur et la conception de l'élément rayonnant afin de maximiser la capacité de l'antenne à fonctionner pendant de longues périodes.

L'entrepreneur doit concevoir un élément rayonnant à double fréquence compatible avec un concept général d'antenne et répondant aux exigences fonctionnelles et de rendement. Ensuite, il doit aussi concevoir un sous-réseau complet à partir du concept d'élément rayonnant. L'entrepreneur doit fabriquer et mettre à l'essai, dans un environnement en réseau, le sous-réseau à double fréquence. Les résultats des essais devraient démontrer la conformité aux exigences fonctionnelles et de rendement. Tout écart entre les résultats d'essai et les exigences fonctionnelles et de rendement doit être analysé, et des modifications conceptuelles devraient être cernées afin d'être mises en œuvre au cours d'une phase subséquente.

L'entrepreneur doit réaliser une étude conceptuelle portant sur le module d'émission-réception et établir les exigences thermiques, de volume, de masse et de puissance. Cette définition conceptuelle doit être compatible avec la conception de l'élément rayonnant. L'élément conceptuel doit pouvoir être installé dans l'aire prévue afin de répondre aux exigences de rendement de l'antenne. L'évaluation du rendement de la conception proposée doit être étayée par une analyse, une simulation et/ou des essais de composants, selon le cas, afin de démontrer que la conception proposée pourrait être fabriquée et mise à l'essai à une étape ultérieure.

L'entrepreneur doit fournir un document de configuration des interfaces (DCI) préliminaire indiquant les dimensions, les interfaces mécaniques et les interfaces thermiques requises de la structure de soutien de l'antenne.

L'entrepreneur doit fournir un Plan de développement technologique (aussi désigné sous le nom de feuille de route technologique [FRT]), y compris les développements technologiques requis pour satisfaire les besoins de la mission. Il doit également élaborer un plan et un échéancier pour l'atteinte des niveaux de maturité technologique (NMT) 6 et 8.

L'objectif est de comprendre pleinement où nous en sommes technologiquement par rapport à la création d'un tel système et d'avoir une idée du cheminement technologique requis jusqu'à la spatioqualification, ses différentes étapes et les coûts et échéancier de mise en œuvre. Pour produire ce document, le document DR-1 peut être utilisé en qualité de modèle.

7. Caractéristiques fonctionnelles et exigences liées au rendement

Les exigences obligatoires et les objectifs par défaut de l'antenne sont les suivants. Au moment de la PDR, le Canada examinera toutes les exigences révisées proposées, listées ci-après, mais les exigences marquées « À confirmer » ci-dessous sont les exigences principales qui devraient faire l'objet d'ajustements.

L'élément rayonnant et le modèle d'émission-réception doivent être compatibles avec une antenne dont les spécifications sont les suivantes :

Tableau 1 : Exigences liées au rendement

| Étiquette | Nature du besoin | Nom | Valeur |
|-----------|------------------|---|---|
| Req-001 | Obligatoire | Fréquence | 13,5 GHz (Ku1) 17,2 GHz (Ku2) |
| Req-002 | Obligatoire | Exploitation séquentielle des deux fréquences | L'antenne doit pouvoir être exploitée de façon séquentielle (alternance entre les bandes Ku1) |

| | | | |
|----------|-------------|--|--|
| | | | et Ku2) avec une ouverture partagée. |
| Req-003 | Obligatoire | Dimensions de l'antenne | 5 m x 0,8 m |
| Req-004 | Obligatoire | Puissance de crête rayonnée | 3 kW (pour chaque fréquence) |
| Req-005 | Obligatoire | Cycle d'utilisation en émission (à l'intérieur d'un intervalle de répétition des impulsions [IRI]) | 10 % |
| Req-006 | Obligatoire | Balayage en site | L'antenne peut balayer un secteur au sol de 500 km de large, depuis une altitude d'environ 800 km |
| Req-007 | Obligatoire | Balayage en azimut en appui à l'exploitation de l'instrument TOPS | L'antenne peut être divisée en au moins 6 sous-réseaux le long de l'antenne, et le centre de phase de chaque sous-réseau peut être ajusté. |
| Req-008 | Obligatoire | Largeur de bande | 10 MHz pour les bandes Ku1 et Ku2 |
| Req-008A | Objectif | Largeur de bande | 50 MHz (à confirmer) pour la bande Ku2 |
| Req-009 | Obligatoire | Cycle d'utilisation | > 40 % |
| Req-010 | Objectif | Masse visée | 250 kg (à confirmer) |
| Req-011 | Obligatoire | Durée de vie de la mission | 7 ans |
| Req-012 | Obligatoire | Consommation d'énergie, y compris le bloc d'alimentation de l'antenne | 2100 W (à confirmer) |
| Req-013 | Obligatoire | Environnement | Orbite crépusculaire héliosynchrone de 817 km |
| Req-014 | Obligatoire | Polarisation | Émission V, réception H et V |
| Req-015A | Obligatoire | Stabilité de la puissance en Tx | 0,3 dB sur 3 mois (à confirmer) |
| Req-015B | Obligatoire | Stabilité du gain en Rx | 0,3 dB sur 3 mois (à confirmer) |

Les exigences Req-015A et Req-015B constituent une version préliminaire de l'objectif visant à atteindre une stabilité SAR radiométrique meilleure que 0,5 dB après l'étalonnage.

8. NMT visé

En ce qui concerne le présent développement technologique, on vise le NMT 5 pour l'élément rayonnant et le NMT 3-4 pour les éléments du module d'émission-réception.

9. Produits spécifiques à livrer

Les produits à livrer ci-après complètent la Section A.7 *Réunions et produits à livrer* prévus au contrat, de l'annexe A.

Tableau 2 : Produits spécifiques à livrer

| ID | Date de livraison | Produit à livrer | Type |
|----|-------------------------|--|----------------------------|
| D1 | M2 | Document sur les exigences | Document/rapport technique |
| D2 | M2 | Document de définition préliminaire | Document/rapport technique |
| D3 | M3 | Plan d'approvisionnement | Document/rapport technique |
| D4 | M3 | Document de conception détaillée | Document/rapport technique |
| D5 | M4 | Plan d'essai | Document/rapport technique |
| D6 | À chaque revue et jalon | Matrice de conformité | Document/rapport technique |
| D7 | M5 | Plan de développement technologique | Document/rapport technique |
| D8 | M5 | DCI du module d'émission-réception et du sous-réseau | Document/rapport technique |

10. Échéanciers et jalons

Le développement de cette technologie devrait prendre de 12 à 18 mois. Un échéancier est proposé au tableau 3. On peut également proposer un autre échéancier d'une durée maximale de 18 mois qui prévoit la tenue d'une réunion d'autorisation de travail à l'étape de la conception détaillée et d'une réunion environ tous les trois mois.

Tableau 3 – Échéancier et jalons

| Jalons | Description | Date | Lieu |
|--------|---|--------------|----------------|
| M1 | Réunion de lancement (RL) | RL | ASC |
| M2 | Revue de conception préliminaire (PDR) | RL + 2 mois | Téléconférence |
| M3 | Revue de conception détaillée (DDR) Réunion d'autorisation des travaux | RL + 7 mois | ASC |
| M4 | Revue d'aptitude aux essais (TRR) | RL + 10 mois | Entrepreneur |
| M5 | Réunion de revue finale (FR) | RL + 12 mois | ASC |

Technologie prioritaire 2 (TP-2)

**Technologie de miroir de
pointage pour la mission
d'imagerie atmosphérique des
régions du Nord (MIA-Nord)**

TP 2 : Technologie de miroir de pointage pour la MIA-Nord

1. Liste des acronymes

| | |
|----------|---|
| MIA-Nord | Mission d'imagerie atmosphérique des régions du Nord |
| QA | Qualité de l'air |
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| ETC | Élément technologique critique |
| ECCC | Environnement et Changement climatique Canada |
| ECSS | Coopération européenne à la normalisation dans le domaine spatial |
| VCE | Variable climatique essentielle |
| UDI | Unité de développement de l'ingénierie |
| GEO | Orbite géosynchrone |
| GEVS | General Environmental Verification Specification |
| GES | Gaz à effet de serre |
| GSE | Équipement de servitude au sol |
| HEO | Orbite hautement elliptique |
| iFOV | Champ de vision instantanée |
| iFTS | Spectromètre imageur à transformée de Fourier |
| RMS | Valeur quadratique moyenne |
| SNR | Rapport signal sur bruit |
| EDT | Énoncé des travaux |
| SPDT | Fraisage au diamant à pointe unique |
| STK | Trousse d'outils relatifs aux systèmes |
| AZS | Angle zénithal du Soleil |
| ÀC | À confirmer |
| ÀD | À déterminer |
| RET | Réunions d'échanges techniques |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| TRRA | Évaluation du niveau de maturité technologique et des risques connexes. |
| TVAC | Vide thermique |
| AZV | Angle zénithal de la visée |
| WFE | Erreur sur le front de l'onde |

2. Documents applicables

Cette section énonce les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition. Les documents applicables indiqués ci-dessous peuvent être obtenus sur les sites FTP (protocole de transfert de fichiers) suivants :

| N° du DA | Numéro du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|----------|--------------------|---|------------|-------------|
| DA-1 | ECSS-E-ST-33-01C | Space Engineering: Mechanisms * https://ecss.nl/standard/ecss-e-st-33-01c-rev-2-1-march-2019-space-engineering-mechanisms/ | 2 | 1 mars 2019 |

* Document disponible en anglais seulement

3. Documents de référence

Cette partie présente des documents qui contiennent des renseignements supplémentaires éventuellement utiles pour le soumissionnaire, mais qui ne sont pas obligatoires pour la production de la proposition.

| N° du DR | Numéro du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|----------|--------------------|---|------------|------------------|
| DR-1 | | http://aim-north.ca/ | | |
| DR-2 | | AIM-North: Mission Objectives Document * http://www.aim-north.ca/docs/AIM-North MOD v2.0 20190322.pdf | v 2.0 | 22 mars 2019 |
| DR-3 | | <u>The Global Observing System for Climate: Implementation Needs</u> https://public.wmo.int/en/resources/library/global-observing-system-climate-implementation-needs | | 2016 |
| DR-4 | | <u>A Constellation Architecture for Monitoring Carbon Dioxide and Methane from Space</u> https://ig3is.wmo.int/en/outcomes/publications/committee-earth- | ébauche | 9 septembre 2018 |

| N° du DR | Numéro du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|----------|--------------------|--|------------|----------------|
| | | observing-satellites-ceos-constellation-architecture | | |
| DR-5 | CSA-ST-GDL-001 | Lignes directrices sur l'évaluation de la maturité technologique et des risques ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | D | Mars 2019 |
| DR-6 | CSA-ST-FORM-003 | CTE Identification Workbook (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | Mars 2019 |
| DR-7 | CSA-ST-FORM-003 | CTE Identification Workbook – Example (en anglais seulement) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | Mars 2019 |
| DR-8 | CSA-ST-FORM-0004 | Rapport sommaire de TRRA ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | rév. 2 | Mars 2019 |
| DR-9 | CSA-ST-RPT-0003 | Feuille de route technologique (Excel) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A | Septembre 2012 |

* Document disponible en anglais seulement

4. Contexte

La Mission d'imagerie atmosphérique des régions du Nord (MIA-Nord)[DR-1] vise la fourniture d'observations à une fréquence, une densité et une précision sans précédent pour la surveillance des gaz à effet de serre (GES) et de la qualité de l'air (QA) dans les régions du Nord. La mission MIA-Nord améliorera notre compréhension du cycle du carbone dans les régions terrestres du Nord, y compris les composantes biosphérique et anthropique, en observant les terres situées entre les 40° et 80° parallèles nord. Afin de capter les variations diurnes, les mêmes points seront réobservés avec une période de l'ordre de 60 à 180 min. Les besoins en matière d'observation qui sous-tendent le concept de la mission ont été déterminés en partenariat avec Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) [DR-2] et découlent partiellement des recommandations formulées par les organisations internationales concernant les variables climatiques essentielles (VCE) [DR-3] et la surveillance mondiale des émissions de carbone [DR-4]. Une étude de faisabilité visant à satisfaire à ces besoins en matière d'observation est à l'origine de l'établissement du concept préliminaire de la mission MIA-Nord, et une étude phase 0 est prévue en 2019.

La mission vise l'ensemble des terres au nord du 40° parallèle nord. Cela comprend l'intégralité du Canada ainsi que les autres continents aux mêmes latitudes. Les observations au nord du 50° parallèle nord visent à couvrir les régions négligées par les prochains engins d'observation

de la qualité de l'air (QA) et des émissions de gaz à effet de serre (GES) en orbite géosynchrone (GEO) et assurer le chevauchement (entre les 40° et 50° parallèles nord) de la couverture avec la GEO ce qui est essentiel pour les comparaisons entre les différentes phases du cycle diurne. Dans son concept actuel, la mission permet ces observations grâce à l'utilisation d'une constellation de deux satellites en orbite hautement elliptique (HEO) et d'une série d'instruments, dont un spectromètre imageur à transformée de Fourier (iFTS) ciblant les espèces de GES, et un spectromètre à réseau dispersif ciblant des espèces visées par la QA.

Dans le concept actuel d'exploitation, la réobservation et la couverture requises sont assurées par le couplage de l'entrée optique de ces spectromètres à des miroirs de pointage. Pour l'iFTS, la projection du champ de vision de l'instrument (FOV) est maintenue dans une région spatiale fixe tout en compensant le mouvement du satellite et la rotation de la Terre (dans la mesure du possible) pendant l'acquisition des images. Après l'acquisition de l'image, le FOV est décalé en succession à travers la zone d'intérêt accessible entre les 40° et 80° parallèles nord en un mouvement de balayage. Il convient de noter que le concept de mission futur pourrait également inclure un imageur de nuages pour permettre un pointage intelligent. Le cas échéant, le FOV sera dirigé de préférence vers des régions sans nuages ce qui haussera le rendement sur le plan des données utilisables. Les considérations détaillées relatives au pointage intelligent dépassent la portée du développement technologique visé par le présent énoncé des travaux (EDT).

La géométrie de l'orbite hautement elliptique (HEO) associée à la couverture requise et à l'échantillonnage spatio-temporel des observations prévues entraîne des exigences rigoureuses et complexes pour la technologie habilitante du miroir de pointage. Par exemple, les exigences en matière d'observation [DR-2] nécessitent une résolution spatiale relativement haute, au-dessus de la vaste zone d'intérêt susmentionnée, à une altitude de référence de 37 700 km. Si, à l'heure actuelle, on fait abstraction des contributions supplémentaires au niveau du système, la résolution spatiale découlant de l'altitude de référence donne immédiatement la résolution angulaire minimale nécessaire et la connaissance du sous-système du miroir de pointage, tandis que l'altitude et la couverture donnent l'angle nécessaire de la fauchée du miroir. De plus, la stabilité ou l'instabilité angulaire du sous-système doivent correspondre aux dimensions angulaires de l'ordre du sous-pixel pendant la durée estimée de l'acquisition d'image. Ces durées sont régies, en partie, par les fréquences de trame des technologies de détection disponibles et appropriées et par l'échantillonnage nécessaire pour assurer une résolution correcte des bandes spectrales d'intérêt dans un interféromètre de Michelson. De plus, les espèces moléculaires d'intérêt et la précision requise impliquent que des observations devront être faites dans la lumière visible et aux courtes longueurs d'onde de l'infrarouge, à partir desquels on peut déduire des spécifications de performance optique liées à la réflectivité, à l'ouverture dégagée, aux erreurs tolérables de front d'onde et à la rugosité de la surface. Plus de détails sur les conséquences des exigences en matière d'observation et du concept des opérations sur les exigences du sous-système du miroir de pointage se trouvent dans les parties suivantes qui traitent explicitement de la portée des travaux ainsi que des caractéristiques fonctionnelles et des exigences en matière de rendement.

5. Missions visées

On peut considérer que les miroirs de pointage constituent une technologie largement adaptable à des charges utiles d'une grande variété de missions satellitaires potentielles, toutefois ce développement technologique vise spécifiquement la MIA-Nord. L'exactitude et la précision de

pointage du mécanisme en cause ainsi que le système de commande connexe mis au point pourraient être directement pertinents pour les systèmes de communications optiques de la prochaine génération ou pour des instruments dans des télescopes d'observation astronomique à haute performance.

6. Portée des travaux

La portée des travaux définie ici complète la section A.6 *Description des tâches génériques* de l'annexe A et consiste à fournir une unité de développement de l'ingénierie (UDI) pour un sous-système de miroir de pointage compatible avec la forme, la capacité et la fonction du futur module de vol prévu pour la mission MIA-Nord.

La portée des présents travaux est axée sur la création et la mise à l'essai d'une UDI pour le sous-système de miroir de pointage. Cela comprend les activités suivantes :

1. Élaboration des spécifications et du concept d'opération du sous-système de miroir de pointage

La présente activité vise à faire progresser l'énoncé des exigences sur le sous-système de miroir de pointage ainsi que le concept d'opérations. La partie 7, *Caractéristiques fonctionnelles et exigences en matière de rendement*, énumère les exigences actuelles estimées concernant le sous-système du miroir de pointage. L'activité initiale du présent EDT permettra de valider et d'affiner cette liste afin d'achever des exigences réalistes et minimales pour l'UDI. Ce travail sera fait parallèlement à l'avancement des détails conceptuels relatifs au fonctionnement du miroir de pointage.

L'activité de définition des exigences comporte :

- a. examiner les concepts actuels de la mission et des opérations
- b. examiner les exigences énumérées dans l'énoncé des travaux
- c. déterminer les exigences manquantes, ambiguës ou contradictoires
- d. proposer et dériver les exigences manquantes ou contradictoires
- e. transférer, au besoin, les exigences figurant dans l'énoncé des travaux au niveau de l'UDI du sous-système miroir de pointage (p ex la durée de vie).
- f. affiner et finaliser les exigences relatives à l'UDI
- g. recommander des méthodes de vérification de haut niveau (p. ex. essai, analyse, démonstration, examen de la conception, etc.).

Un document de définition des exigences de l'UDI doit être présenté au responsable technique à des fins d'approbation. S'il y a lieu, le document de définition des exigences établira une distinction claire entre les exigences associées à l'UDI et celles qui s'appliquent au modèle de vol prévu. En outre, il faudra déterminer les exigences omises dans l'énoncé de travail actuel et les études antérieures et faire des propositions à ce sujet ainsi que définir plus précisément les exigences énoncées dans le présent document. Lorsqu'il existe des divergences entre le document sur les exigences de l'UDI présenté et les exigences relatives au sous-système figurant dans le présent EDT, le soumissionnaire doit présenter pour cette exigence un calcul détaillé, ou une explication s'il y a lieu, pour justifier les divergences, ainsi que la trace vers l'exigence d'origine en matière d'observation. Ce document doit être actualisé au besoin pendant toute la durée du contrat afin d'assurer la cohérence avec l'évolution de la conception de base de l'UDI.

Pour permettre l'élaboration en toute confiance des exigences du sous-système du miroir de pointage, l'entrepreneur doit faire progresser l'établissement du concept des opérations relatif au miroir de pointage. Celui-ci doit être conçu de manière à réduire au minimum la dérive des pixels lors de l'acquisition d'images par l'iFTS de la MIA-Nord, tout en satisfaisant aux exigences en matière de couverture et de réobservation. Lorsque des hypothèses ou des compromis sont nécessaires, ils doivent être discutés et acceptés par le responsable technique.

Pour soutenir cette activité, l'entrepreneur doit élaborer et livrer un modèle orbital dans la trousse d'outils relatifs aux systèmes, ou un équivalent. Une fois élaboré, ce modèle doit être utilisé pour:

- Valider les vitesses angulaires (lacet et tangage) requises dans l'UDI, nécessaires pour compenser le mouvement du satellite et la rotation de la Terre pendant toute la durée de l'acquisition des images. Cette analyse doit être effectuée sur une période de plus ou moins trois heures autour de l'apogée de l'orbite et inclure au minimum 16 cibles dispersées sur la surface, suffisantes pour couvrir complètement le territoire canadien et étranger accessible avec l'iFOV.
- Établir les mouvements programmables précis qui seront requis par l'UDI pour balayer l'iFOV sur la région d'intérêt disponible tout en compensant le mouvement des pixels. On s'attend à ce qu'une combinaison de balayage cinématique compensé et statique soit mise en œuvre.
- Documenter tous les résultats pour déterminer les vitesses angulaires et la fauchée requises du miroir de pointage.
- Déterminer le mouvement résiduel des pixels pour le FOV et fournir un histogramme de tous les mouvements résiduels des pixels pour chaque pixel du FOV.
- Déterminer toutes les exigences relatives au segment spatial qui l'accompagnent, par exemple :
 - Déterminer les manœuvres de roulis nécessaires effectuées par l'engin spatial pendant le mouvement du miroir en tangage et en lacet, tel que déterminé par le modèle orbital en vue de réduire au minimum les mouvements de pixels et d'images.
 - Évaluer la compatibilité avec le concept d'opérations de la mission actuelle, y compris les facteurs à prendre en compte en ce qui concerne la commande d'attitude et l'orientation des panneaux solaires, etc.
 - Fournir une première estimation des besoins et de la faisabilité relativement au système de détermination et de commande d'attitude du satellite.
 - Fournir une évaluation initiale de la complexité des opérations.
- Déterminer un bilan d'erreurs préliminaire pour les données de pointage, et les exigences en matière de flux du sous-système du miroir de pointage (en tenant compte des aspects des erreurs minimales de mécanisme et d'erreurs de connaissance du système de rétroaction).

Le modèle orbital se limitera aux observations à la lumière du jour pendant le solstice d'été pour un seul satellite sur une orbite de Molnia de 12 heures avec un apogée centré sur le

Canada (environ 63,4° N/100° O). La projection du spectromètre sur la Terre comprendra un capteur idéalisé de 480 × 480 pixels avec un iFOV (champ de vision instantané) de 53 µrad, et un champ de vision total de 1,46° × 1,46°. La durée d'acquisition de l'image est de 450 s. Les observations doivent être limitées à un angle zénithal du Soleil (AZS) inférieur à 80° et à un angle zénithal de la visée (AZV) inférieur à 75°. Au besoin, l'ASC communiquera des données supplémentaires.

Tous les extraits du Concept des opérations et du modèle de la trousse d'outils relatifs aux systèmes doivent être documentés dans un document sur le Concept des opérations du miroir de pointage.

2. Conception préliminaire du sous-système de miroir de pointage.

Il s'agit d'une conception initiale destinée à satisfaire aux exigences susmentionnées de l'UDI du sous-système. La conception préliminaire doit comprendre un examen des options possibles et mettre en évidence les risques pour l'environnement et la maturité ou l'expérience dans le domaine spatial de chaque solution possible et de chaque élément connexe.

Plus précisément, les choix de conception préliminaire doivent être accompagnés de compromis détaillés pour :

- la détection de la position
- le miroir et les matériaux optomécaniques
- les types de moteurs
- les types de roulements
- les lubrifiants
- les butées (matérielles et logicielles)
- le verrouillage de lancement
- l'amortissement ou l'isolation des vibrations
- l'harnachement.

Cette conception préliminaire doit tenir compte de la durée de vie prévue.

Les pratiques exemplaires en matière de mécanisme, relatives aux hypothèses de vérification de la durée de vie, à la conception des butées, la lubrification, la marge de couple, aux pratiques de précharge des roulements et à la vérification de la précharge et des jeux entre les pièces mobiles, etc. doivent être suivies. Nous mentionnons la norme de l'ECSS (European Cooperation for Space Standardization) [DA-1] qui servira de lignes directrices. On doit justifier les écarts par rapport à celle-ci, et ils doivent être approuvés par le responsable technique. Les conceptions faiblement préchargées (par des ressorts ondulés peu flexibles) et les conceptions non préchargées ne sont pas acceptables, car elles augmentent le niveau de risque dans les environnements de lancement et ne favorisent pas la répétabilité des opérations.

On s'attend à ce que l'on envisage un large éventail de solutions possibles, y compris (mais sans s'y limiter) un miroir suspendu par cardan équilibré par inertie, muni de moteurs à couple sans balai, ainsi que des roulements potentiels pour un mouvement de rotation plus pur, ainsi que des techniques pour transmettre l'alimentation et les signaux sur les articulations du cardan. Veuillez noter qu'il n'existe actuellement aucune conception de base pour le miroir de pointage et que les renseignements énumérés dans ce paragraphe ne sont pas destinés à imposer des limites à cette conception.

Notez également que certaines conceptions sont trop sensibles pour les conditions de laboratoire (p.ex., les systèmes lubrifiés avec du MoS₂), auquel cas on pourrait envisager une chambre purgée pour éviter les problèmes avec l'humidité et l'oxygène. Dans de tels cas, des procédures d'exploitation doivent être établies et prises en compte à l'avance dans le cadre des compromis de conception.

La conception préliminaire et tous les compromis connexes doivent être consignés dans un document de conception préliminaire. Les documents relatifs aux exigences ou au concept d'opérations doivent être actualisés si la conception préliminaire avait une incidence sur ces documents.

3. Conception détaillée du sous-système de miroir de pointage

Cette activité a pour but de concevoir UDI du sous-système de miroir de pointage pour la mission MIA-Nord. Dans la mesure du possible, la conception détaillée doit comprendre des composantes représentatives de la version de vol. Si le budget actuel ne permet pas l'utilisation de composantes représentatives de la version de vol, des composantes commerciales pourraient les remplacer si elles ont été caractérisées adéquatement afin de déterminer le rendement prévu de l'unité de vol orbital en analysant celui de l'UDI. Enfin, l'activité de la conception détaillée doit inclure une évaluation du cheminement jusqu'au lancement, ainsi qu'une évaluation de la conformité aux exigences définies préalablement dans le cadre d'une analyse.

La conception détaillée du sous-système du miroir de pointage est destinée à démontrer la conformité aux exigences du sous-système susmentionné, principalement par des analyses, et doit comprendre au minimum les éléments suivants :

- a. éléments mécaniques et structurels
 - i. éléments finis et analyse modale
 - ii. vibrations
 - iii. stress
- b. conception thermique
 - i. stress thermomécanique et extrêmes de température
- c. moteurs
 - i. y compris l'engrenage si nécessaire, même si l'on peut s'attendre à ce que cela soit préjudiciable en termes de répétabilité.
- d. roulements ou pivot flexible
- e. codeurs/détecteurs de positions/connaissance du pointage
- f. répétabilité
- g. butées
- h. procédures opérationnelles
- i. gige
 - i. environnement microvibrationnel présumé en orbite
 - ii. amortissement et isolation des vibrations
- j. harnachement
- k. conception optique et optomécanique
 - i. support du miroir
 - ii. erreur de front d'onde
 - iii. rugosité de surface

- iv. réflectivité, etc.
- l. compatibilité de lancement
 - i. environnement de lancement présumé
 - ii. verrouillage de lancement
- m. environnement
 - i. vibrations et chocs
 - ii. stress thermomécanique
 - iii. compatibilité au vide (matériaux, adhésifs, lubrifiants, revêtements, etc.)
 - iv. radiosensibilité (destinée uniquement à identifier les risques pour les phases ultérieures)
- n. durée de vie
 - i. durée de vie du lubrifiant
 - ii. dégazage
 - iii. fluage
 - iv. stress mécanique et fatigue.
- o. électrique (l'électronique à distance, par le biais d'un harnais, peut être limitée à l'équipement de soutien au sol, selon le cas)
- p. identification des composants, y compris les spécifications environnementales
- q. cheminement jusqu'au lancement
- r. évaluation de la conformité.

De plus, la conception détaillée doit comprendre l'élaboration d'un modèle dynamique pour prévoir les exigences en matière de couple ainsi que les couples de réaction imposés au satellite. La méthode de la marge de couple devrait être utilisée pour décomposer les composants de couple inertiels, frictionnels, magnétiques, etc. En outre, l'électronique d'entraînement connexe doit être capable de fournir le courant et la tension nécessaire pour atteindre les limites de marge de couple et pour surveiller ces conditions électriques. Il convient de noter également qu'en raison de la difficulté de prédire le couple associé aux roulements, on s'attend à ce que la vérification du modèle soit effectuée aux premières étapes de la construction. Tous les éléments de conception, y compris l'analyse visant à démontrer la conformité de la conception et les résultats du modèle dynamique, doivent être consignés dans un document de conception détaillée.

Après l'élaboration de la conception détaillée et du modèle dynamique connexe, le document relatif aux exigences et au concept des opérations doit être mis à jour au besoin pour assurer la cohérence.

4. Approvisionnement, assemblage et intégration

Cette activité permettra de transformer le concept en UDI.

L'entrepreneur doit identifier toutes les mises à jour des composants achetés par rapport aux renseignements fournis dans le document de conception détaillée avec les fabricants associés et les spécifications fournies par le fabricant. Au besoin, les documents de conception détaillée et relatifs aux exigences doivent être mis à jour pour assurer la cohérence.

S'il y a lieu, la mise à l'essai de composantes spécifiques doit être incluse, et les modèles existants devraient être mis à jour pour tenir compte du rendement final des pièces. Ceci

s'applique aux vérifications du modèle dynamique du couple liées au couple associé aux roulements, ainsi qu'aux caractérisations dépendantes de la représentativité des roulements achetés.

L'entrepreneur doit fournir tous les dessins de fabrication des composantes personnalisées et fournir un plan détaillé d'intégration.

Cette activité doit également comprendre la définition et la conception de l'équipement électronique, mécanique, thermique et optique de servitude au sol (GSE) requis pour appuyer les activités d'alignement et de construction.

Tous les composants, spécifications, dessins, conception et définition du GSE et plans d'intégration doivent être résumés dans un plan de fabrication et d'intégration, y compris l'identification des articles à long délai d'approvisionnement ainsi que le calendrier d'assemblage et d'approvisionnement connexe.

5. Essais-vérifications à l'air ambiant et dans l'environnement

L'entrepreneur doit produire un plan d'essai et de vérification pour l'UDI conforme au document relatif aux exigences. Cela doit inclure l'indication des mesures de rendement clés à mettre à l'essai ainsi qu'une définition et une description détaillée de tous les essais et méthodes de vérification connexes. En plus des autres paramètres potentiels, cela doit inclure au minimum la démonstration des modes de fonctionnement du système et la caractérisation de la gigue, du délai de stabilisation, de la répétabilité, des données de pointage absolues, des vitesses angulaires, de la plage angulaire et de la performance environnementale (vibration, vide thermique [TVAC]).

Le plan d'essai et de vérification doit également comprendre la définition et la conception (s'il y a lieu) de l'équipement électronique, mécanique, thermique et optique de soutien au sol (GSE) requis pour appuyer les activités d'essai.

En général, aux fins de la planification et des appels d'offres, les méthodes de vérification qui devraient être utilisées sont énumérées au tableau 1 de la partie 7. Toutefois, il convient de noter que l'on s'attend à ce que les exigences initiales énumérées à la partie 7, ainsi que leurs méthodes de vérification éventuelles, évoluent ou soient peaufinées à la suite des travaux liés aux activités d'élaboration et de conception des exigences et des concepts. Par exemple, en raison des choix de conception, il se peut que la vérification par démonstration, examen de la conception ou analyse soit plus appropriée que les essais pour des exigences particulières. Cette évolution et ce peaufinage des exigences et des méthodes de vérification connexes auront déjà été saisis dans le document relatif aux exigences.

En outre, les activités d'essai doivent inclure la validation du modèle dynamique de prévision du couple mis au point lors des étapes précédentes de la portée. Cela est dû, en partie, aux difficultés associées à la prévision du couple requis pour les roulements et les roulements lubrifiés.

Une fois la campagne d'essai et de vérification terminée, l'entrepreneur doit produire un rapport d'essai comprenant une matrice de conformité pour résumer les résultats et fournir des énoncés de conformité relatifs aux exigences du système.

6. Recommandations et TRRA

L'entrepreneur doit préparer une évaluation de la maturité technologique et des risques (TRRA) pour les technologies clés que l'on prévoit d'utiliser dans le système proposé. L'objectif de la TRRA est de bien comprendre où nous en sommes sur le plan technologique dans la création de ce système pour l'application spatiale prévue, ainsi que de voir à quoi ressemble le cheminement vers la création d'un modèle de vol, ses différentes phases et le coût et l'échéancier pour la mise en œuvre. Cette TRRA doit être résumée dans un plan de développement technologique. Les documents de DR de 6 à 9 devraient être utilisés à des fins de contexte, bien que la mise en page précise dépende des préférences de l'entrepreneur.

Le plan de développement technologique doit comprendre les éléments décrits ci-dessous :

- Identification des éléments des technologies critiques (ETC)
 - comprend une brève justification du choix des ETC
- Évaluation du niveau de maturité technologique [DR-5] pour chaque ETC
 - Le cas échéant, les composantes de la version de vol doivent être évaluées plutôt que les alternatives disponibles sur le marché (COTS) qui ont été intégrées dans l'UDI. Pour chaque ETC, cela doit inclure un bref exposé indiquant de façon explicite la maturité et l'expérience dans le domaine spatial.
- Description des caractéristiques de rendement de chaque ETC par rapport aux besoins de la mission ciblée pour l'environnement cible donné.
 - Doit inclure les risques environnementaux tels que les radiations, les vibrations, les chocs, les chocs thermiques, etc.
- Évaluation de la trajectoire de vol et feuille de route technologique pour chaque ETC. On s'attend à ce que la feuille de route technologique mentionne les éléments suivants :
 - Développements technologiques requis pour satisfaire aux besoins de la mission
 - Brève description de la portée et de la complexité des développements technologiques nécessaires
 - Coût approximatif et calendrier pour atteindre le niveau de maturité technologique 6 pour chaque ETC.
- Leçons apprises et changements de conception recommandés.

7. Caractéristiques fonctionnelles et exigences de rendement

Les exigences obligatoires et les objectifs de l'UDI sont énumérés ci-dessous. Le Canada examinera toutes les exigences révisées proposées, mais les exigences marquées « à confirmer » ci-dessous sont les principales exigences qui devront faire l'objet d'ajustement à la suite des phases d'élaboration des exigences, d'examen préliminaire et d'examen détaillé de la conception.

REQ-001 Forme, taille, fonction :

L'UDI doit être compatible avec le futur module spatial de la MIA-Nord.

Remarque : S'il est impossible de recourir à des composantes représentatives de la version de vol, les composantes doivent être caractérisées adéquatement, de sorte qu'il soit possible de déterminer le comportement prévu de l'unité de vol en analysant le rendement de l'EDI.

REQ-002 Concept des opérations :

L'UDI doit appuyer le concept des opérations de la mission MIA-Nord.

REQ-003 Fonctions cinématique et statique :

L'UDI doit prendre en charge les fonctions cinématique et statique.

REQ-004 Compensation constante :

L'UDI doit prendre en charge les mouvements constants programmables pour compenser le mouvement du satellite et la rotation de la Terre.

Remarque : On s'attend à ce que le mode de compensation constante doive fournir une vitesse angulaire de l'ordre de $\pm 0,005^\circ/\text{s}$ (REQ-016) avec moins de 5'' de gigue (REQ-012). Ces spécifications sont à confirmer.

REQ-005 Commande à deux axes (basculement et inclinaison) :

L'UDI doit fournir un contrôle indépendant de l'axe angulaire de basculement et d'inclinaison.

REQ-006 Angle d'incidence :

Lorsqu'il est en position centrale, l'UDI doit être orienté de manière à être compatible avec un angle d'incidence de 45° par rapport à un instrument optique.

REQ-007 Durée de vie :

La durée de vie de l'UDI doit être suffisante pour appuyer une mission de cinq ans (sur l'orbite spécifiée) sans maintenance, y compris des opérations au sol et un entreposage pendant une durée de deux ans.

REQ-008 Amplitude angulaire des mouvements d'inclinaison et de basculement :

La plage angulaire des mouvements d'inclinaison et de basculement de l'EDU doit être supérieure à $\pm 10^\circ$ (AC).

Remarque : À une altitude de 37 700 km (altitude de référence couramment utilisée), l'observation tangente du côté éloigné du disque terrestre se produit à un écart de $8,22^\circ$ du nadir [$\tan \theta = R_E / (R_E + \text{altitude})$]. Le $1,78^\circ$ supplémentaire correspond à la marge.

REQ-009 Butées :

L'UDI doit comporter des butées pour éviter les collisions.

Remarque : Il faut déterminer si des butées matérielles ou logicielles sont nécessaires. Les deux types peuvent être utilisés.

REQ-010 Sélection de la cible :

Depuis la position centrale, l'UDI doit pouvoir être commandé n'importe où dans la plage angulaire dans un délai de 5 s (ÀC).

REQ-011 Temps d'amortissement/stabilisation :

Après la sélection de la cible (mouvement commandé), les oscillations résiduelles de l'UDI doivent être inférieures à une amplitude crête à crête de $5''$ (ÀC) au bout de 3 s (ÀC).

REQ-012 Gigue :

La valeur RMS de la gigue de l'UDI doit être supérieure à $5''$ (ÀC) sur une durée de 450 s (ÀC).

Remarque : L'environnement microvibrationnel est actuellement inconnu, et l'entrepreneur doit proposer un spectre représentatif de l'environnement en orbite (pendant les opérations) pour les essais. L'environnement en orbite doit inclure des considérations théoriques du concept d'opérations (p. ex. un interféromètre de Michelson, des roues de réaction, le largage de l'élan et tout refroidisseur cryogénique nécessaire pour les détecteurs IRCL). Lorsque des hypothèses sont nécessaires, elles doivent être clairement documentées. Par conséquent, la présente exigence peut impliquer la nécessité d'une isolation ou d'un amortissement vibratoire. De plus, l'exigence de résolution au sol de la MIA-Nord a un objectif de 2 km à partir d'une altitude de 37 700 km. Ceci se traduit par un iFOV de $53 \mu\text{rad}$, soit $10,94''$. Au pire, la valeur RMS de la gigue devrait correspondre à la moitié des pixels de l'iFOV.

REQ-013 Résolution angulaire :

La résolution angulaire de l'UDI doit être supérieure à $1,1''$ (ÀC) sur les deux axes.

Remarque : Ciblage d'environ un dixième des pixels de l'iFOV. Une donnée de 1,1" sur un écart de $\pm 10^\circ$ (20) équivaut à environ 65 455 points (donc au moins 16 bits = 65 536 par axe). Peut nécessiter une conception d'encodeur personnalisée.

REQ-014 Données de pointage :

Les données de pointage de l'UDI doivent être supérieures à 2,2" (ÅC) sur les deux axes.

Remarque : Ciblage d'environ deux dixièmes des pixels de l'iFOV.

REQ-015 Répétabilité :

La répétabilité du positionnement angulaire de l'UDI doit être supérieure à 10" (ÅC) sur les deux axes.

REQ-016 Vitesse angulaire pour une compensation constante :

L'UDI doit prendre en charge des vitesses angulaires suffisantes pour compenser le mouvement du satellite et la rotation de la Terre.

Remarque : L'analyse préliminaire a déterminé que pour réduire au minimum le mouvement apparent des pixels, l'amplitude de la vitesse angulaire requise doit être de l'ordre de 0 à $\pm 0,005^\circ/\text{s}$ (selon la position du satellite par rapport à l'apogée et l'emplacement de la cible) en tangage et en lacet. Ces mouvements sont accompagnés par le roulis du satellite. Ces spécifications sont des spécifications à confirmer pour lesquelles une vitesse angulaire et un taux d'erreur raisonnable connexes doivent être déterminés au cours de la phase de définition des besoins de la portée.

REQ-017 Température de fonctionnement :

L'UDI doit être opérationnel sur une plage de température de -20°C à $+50^\circ\text{C}$ (ÅC) dans un vide de 10^{-5} torr ou moins.

Remarque : Comme l'environnement prévu est en grande partie inconnu, l'entrepreneur peut proposer une plage de température adéquate en la justifiant.

REQ-018 Températures de survie :

L'UDI doit survivre sur une plage de température de -40°C à $+60^\circ\text{C}$ (ÅC) dans un vide de 10^{-5} torr ou moins.

Remarque : Comme l'environnement prévu est en grande partie inconnu, l'entrepreneur peut proposer une plage de température adéquate en la justifiant.

REQ-019 Vibration :

L'UDI doit être compatible avec l'environnement vibratoire du GEVS

Remarque : Comme l'environnement prévu est en grande partie inconnu, l'entrepreneur peut proposer un autre profil en le justifiant.

REQ-020 Environnement de lancement :

L'UDI doit être compatible avec l'environnement de lancement prévu.

Remarque : On suppose actuellement qu'un verrouillage de lancement sera requis, mais cette question sera abordée lors des compromis de conception.

REQ-021 Ouverture claire :

Le miroir de l'UDI doit avoir une ouverture libre de $300 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ (ÀC).

Remarque : L'ouverture nominale de l'iFTS pour la mission MAI-Nord est d'environ 165 mm. L'orientation du miroir par rapport à l'axe optique sera de $45^\circ \pm 10^\circ$, ce qui implique une ouverture minimale de 288 mm et une faible marge.

REQ-022 Erreur de front d'onde :

Le miroir de l'UDI doit avoir une erreur de front d'onde inférieure à $\lambda/4$ (ÀC) à 633 nm.

Remarque : Ces données ne sont actuellement pas étayées par l'analyse des tolérances, elles ne sont que théoriques.

REQ-023 Rugosité de surface :

Le miroir de l'UDI doit avoir une valeur RMS de rugosité de surface inférieure à 4 nm (ÀC).

Remarque : Ces données ne sont actuellement pas étayées par l'analyse des tolérances, elles ne sont que théoriques. La valeur actuelle spécifiée ne doit pas exclure les miroirs en substrat métalliques tels que l'aluminium à solidification rapide.

REQ-024 Réflectivité :

La réflectivité du miroir de l'UDI devrait être supérieure à 90 % pour une lumière non polarisée à un angle d'incidence de 45° pour une gamme spectrale de 750 nm à 2400 nm.

Remarque : La gamme spectrale nominale des instruments de la MIA-Nord se situe entre 280 nm et 780 nm pour la qualité de l'air et entre 750 nm et 2400 nm pour les GES. Le revêtement d'aluminium amélioré anti-UV peut offrir la meilleure couverture globale, bien qu'on s'attende à une baisse de la performance dans la plage 450 à 900 nm (chute jusqu'à 77 % à 820 nm). Il convient également de noter qu'il ne devrait pas être nécessaire de procéder à des essais de réflectivité détaillés et que les méthodes de vérification liées à l'examen de la conception seront jugées suffisantes dans le cadre de la portée actuelle du contrat.

REQ-025 Couleur latérale :

Le miroir de l'UDI ne doit comporter aucune couleur latérale mesurable.

Remarque : Certains procédés d'usinage tels que le fraisage au diamant à pointe unique peuvent laisser des rainures harmoniques résiduelles sur la surface usinée qui créent une dispersion spectrale identique à celle d'un réseau de diffraction.

Vérification

Le tableau 1 contient la liste des méthodes de vérification qui doivent être utilisées pour vérifier les exigences contenues dans le présent énoncé de travail. Toutes les exigences doivent être vérifiées avec au moins une des méthodes de vérification suivantes :

1. analyse (y compris les simulations)
2. examen de la conception
3. démonstration
4. inspection
5. essais.

Ces méthodes sont présentées dans les sous-sections qui suivent.

Analyse

La vérification par analyse est effectuée pour les exigences de rendement quantitatives (les paramètres ayant une valeur numérique) qui ne peuvent pas être vérifiées par d'autres types de mesure directe (ou qui n'ont pas besoin de l'être). Dans la mesure du possible, l'analyse devrait être fondée sur des données d'essais, comme : l'extrapolation du rendement conforme à l'exécution mesuré pour déterminer le rendement en fin de vie ou la combinaison de données d'essais d'une série de mesures de niveau inférieur afin de déterminer le rendement de l'ensemble intégré. L'analyse peut être utilisée en conjonction avec des essais ou seule, comme méthode de vérification d'un paramètre donné.

Les méthodes d'analyse appropriées (modélisation mathématique, analyse des similitudes, simulation, etc.) doivent être sélectionnées en fonction de leur réussite technique et de leur rentabilité dans le respect des stratégies de vérification applicables. L'analyse des similitudes avec un produit identique ou similaire doit prouver que les caractéristiques et le rendement des nouvelles applications sont dans les limites d'une conception précurseur qualifiée et définir les différences éventuelles qui pourraient imposer d'autres étapes de vérification complémentaires.

Examen de la conception du processus

Un examen de la conception doit être utilisé lorsqu'il sera question d'examiner les concepts et, de façon générale, les dossiers et la documentation de niveau inférieur, c.-à-d. là où un examen de la conception de niveau inférieur suffit à constater la conformité de la conception aux exigences. Par exemple, si un connecteur doit être doté d'une broche parallèle redondante, on pourra le vérifier adéquatement en examinant la conception du connecteur. Normalement, cette activité est menée par l'étude des documents ou dessins de conception.

Démonstration

Une exigence de nature opérationnelle ou fonctionnelle qui n'est pas quantifiée par un paramètre particulier mesurable peut être vérifiée dans le cadre d'une démonstration. Cette forme de vérification s'applique aux exigences « oui ou non » qui peuvent être vérifiées à l'aide d'une mesure quelconque. Elle sert à démontrer que l'équipement fonctionne selon les exigences ou à vérifier des caractéristiques comme les facteurs humains, les caractéristiques d'ingénierie, les services, les caractéristiques d'accès, la transportabilité, etc.

Inspection

La vérification par inspection est seulement faite lorsque des essais sont insuffisants ou inappropriés. Cette méthode de vérification vise les exigences qui sont normalement vérifiées par une certaine inspection visuelle. Cela comprend l'examen des caractéristiques de construction, de la qualité d'exécution, de l'étiquetage, des exigences liées à l'enveloppe, l'examen des certificats, la conformité aux documents et aux dessins, l'état physique, etc.

Essai

On peut vérifier une exigence uniquement à l'aide d'essais si la forme de la spécification est telle que l'exigence peut être mesurée directement et si l'on prévoit que le rendement ne changera pas pendant la durée de la mission. Si l'on prévoit que le rendement du paramètre déclinera au cours de la mission en raison du vieillissement, du rayonnement, etc., les essais peuvent seulement être utilisés comme méthode de vérification en conjonction avec une des autres méthodes définies ci-dessus.

Tableau 1: Méthodes de vérification

| Exigence | Nom | Méthode* | Remarque |
|----------|---|----------|----------|
| REQ-001 | Forme, taille, fonction : | RC | |
| REQ-002 | Concept des opérations | D | |
| REQ-003 | Fonctions cinématique et statique | D | |
| REQ-004 | Compensation constante | D | |
| REQ-005 | Commande à deux axes (basculement et inclinaison) | D | |
| REQ-006 | Angle d'incidence | RC | |

| Exigence | Nom | Méthode* | Remarque |
|---|--|---------------------|----------|
| REQ-007 | Durée de vie | A (AC) ¹ | |
| REQ-008 | Amplitude angulaire des mouvements d'inclinaison et de basculement | E | |
| REQ-009 | Butées | A et D | |
| REQ-010 | Sélection de la cible | E | |
| REQ-011 | Temps d'amortissement/stabilisation | E | |
| REQ-012 | Gigue | E | |
| REQ-013 | Pouvoir séparateur angulaire | E | |
| REQ-014 | Données de pointage | E | |
| REQ-015 | Répétabilité | E | |
| REQ-016 | Vitesse angulaire pour une compensation constante | E | |
| REQ-017 | Température de fonctionnement | E | |
| REQ-018 | Température de survie | E | |
| REQ-019 | Vibrations | E | |
| REQ-020 | Environnement de lancement | E ² | |
| REQ-021 | Ouverture claire | I | |
| REQ-022 | Erreur de front d'onde | E | |
| REQ-023 | Rugosité de surface | E | |
| REQ-024 | Réflexivité | RC | |
| REQ-025 | Couleur latérale | D | |
| * I : Inspection, E : Essai, A : Analyse, D : Démonstration, RC : Revue de la conception | | | |

¹ REQ-007 (Durée de vie) : Les essais de durée de vie ne figurent pas actuellement dans la portée. Cette exigence sera vérifiée par analyse.

² REQ-020 (Environnement de lancement) : On s'attend actuellement à ce qu'un balayage sinusoïdal en mode de verrouillage de lancement soit suffisant et démontre si l'appareil est adapté aux essais de vibration.

8. NMT visé

Pour la mise au point de cette technologie, on vise l'atteinte du niveau NMT 5 pendant la durée du contrat.

9. Produits spécifiques à livrer

Les produits à livrer ci-après complètent la partie A.7 *Réunions et produits à livrer* prévus au contrat, de l'annexe A.

Tableau 2: Produits livrables spécifiques

| N° | Date d'échéance | Produit à livrer | Type |
|-----|-----------------|--|------------------------------|
| D1 | M2 | Document relatif aux exigences | Document/rapport |
| D2 | M2 | Modèle orbital | Logiciels/données et analyse |
| D3 | M2 | Document sur le concept des opérations | Document/rapport |
| D4 | M3 | Document de conception préliminaire | Document/rapport |
| D5 | M4 | Document de conception détaillé | Document/rapport |
| D6 | M4 | Modèle dynamique | Logiciels/données et analyse |
| D7 | M5 | Plan de fabrication et d'intégration | Document/rapport |
| D8 | M6 | Plan d'essai et de vérification | Document/rapport |
| D9 | M7 | Rapport d'essai et de vérification | Document/rapport |
| D10 | M7 | Plan de développement technologique | Document/rapport |

10. Calendrier et jalons

On prévoit que ce développement technologique durera 24 mois. Un calendrier et une liste de jalons suggérés figurent au tableau 3, mais on peut proposer un autre échéancier d'une durée maximale de 24 mois et l'on peut proposer la tenue d'une réunion d'autorisation des tâches à l'étape de l'examen détaillé de la conception. Il convient également de noter que des réunions d'échange technique peuvent être requises par télécommunications et doivent être organisées sur demande.

Tableau 3: Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Achèvement | Lieu |
|--------|---|-------------|----------------|
| M1 | Réunion de lancement (RL) | RL | Entrepreneur |
| M2 | Examen des exigences et du concept des opérations | RL + x mois | Téléconférence |
| M3 | Revue de définition préliminaire (PDR) | RL + x mois | Téléconférence |
| M4 | Revue de conception détaillée (DDR) La DDR tient également lieu de réunion d'autorisation des tâches (RAT) | RL + x mois | Téléconférence |
| M5 | Revue d'aptitude à la fabrication (MRR) | RL + x mois | Téléconférence |
| M6 | Revue d'aptitude aux essais (TRR) | RL + x mois | Téléconférence |
| M7 | Réunion de l'examen final (REF) | RL + x mois | ASC |

Technologie prioritaire 3 (TP-3)

**Développement de technologies
et prototypage pour le
traitement de signaux haute
performance et haute densité
dans l'espace**

TP-3 : Développement de technologies et prototypage pour le traitement de signaux haute performance et haute densité dans l'espace

1. Liste des acronymes

| | |
|-------|--|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| CCE | Code correcteur d'erreur |
| CCI | Carte de circuits imprimés |
| CEC | Composantes électroniques chaudes |
| CGA | Matrice de colonnes |
| CMB | Fond diffus cosmologique |
| CNA | Convertisseur numérique-analogique |
| DfMUX | Système de lecture à multiplexage de fréquence numérique |
| EDU | Unité de développement technologique |
| ETC | Élément technologique critique |
| ETS | Ensemble de traitement des signaux |
| FPGA | Matrice prédiffusée programmable par l'utilisateur |
| FRT | Feuille de route technologique |
| FTP | Protocole de transfert de fichiers |
| HFT | Télescope haute fréquence |
| JAXA | Agence japonaise d'exploration aérospatiale |
| LFT | Télescope basse fréquence |
| LVDS | Signalisation différentielle à basse tension |
| MD | Modèle de démonstration |
| MT | Modèle technique |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| PCI | Norme d'interconnexion de périphériques PCI |
| PCU | Bloc de commande de l'alimentation |
| PLM | Module de charge utile |
| SCU | Contrôleur SQUID |
| SEU | Perturbation isolée |
| SpW | SpaceWire |
| SQUID | Dispositifs supraconducteurs à interférence quantique |
| TES | Bolomètres supraconducteurs |
| TP | Technologie prioritaire |
| TRRA | Évaluation de la maturité technologique et des risques |
| TSN | Traitement de signaux numériques |
| TVAC | Caisson de vide thermique |
| UTS | Unité de traitement des signaux |

2. Documents applicables

Cette section énonce les documents dont le soumissionnaire aura besoin pour préparer sa proposition. Les documents applicables indiqués ci-dessous peuvent être obtenus sur les sites FTP (protocole de transfert de fichiers) suivants :

| N° AD. | Numéro du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|--------|--------------------|--|------------|----------------|
| DA-1 | CSA-ST-GDL-0001 | Lignes directrices en matière de maturité technologique et d'évaluation des risques ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | D | Mars 2019 |
| DA-2 | CSA-ST-FORM-0003 | Classeur d'identification des CTE ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | Mars 2019 |
| DA-3 | CSA-ST-FORM-0003 | Classeur d'identification des CTE – Exemple ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | B | Mars 2019 |
| DA-4 | CSA-ST-FORM-0004 | Rapport sommaire du TRRA ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRRA/ | Rév. 2 | Mars 2019 |
| DA-5 | CSA-ST-RPT-0003 | Feuille de route technologique (Excel) ftp://ftp.asc-csa.gc.ca/users/TRP/pub/TRM/ | A | September 2012 |

3. Documents de référence

Cette section énumère des documents qui contiennent des renseignements additionnels qui peuvent être utiles pour le soumissionnaire, mais qui ne sont pas obligatoires pour la préparation de la proposition.

| N° de DR. | Numéro du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-----------|--------------------------------|--|------------|------|
| DR-1 | Documents du SPIE sur LiteBIRD | Y. Sekimoto, et al. Concept design of the LiteBIRD satellite for CMB B-mode polarization. Proc.SPIE, Vol. 10698, Space Telescopes and Instrumentation 2018: Optical, Infrared, and Millimeter Wave; 106981Y (2018) * | | 2018 |

| N° de DR. | Numéro du document | Titre du document | N° de rév. | Date |
|-----------|-----------------------------------|--|------------|------|
| DR-2 | Comptes-rendus de SPIE | Amy E. Lowitz ; Amy N. Bender ; Matthew A. Dobbs ; Adam J. Gilbert, Digital frequency multiplexing with sub-Kelvin SQUIDs , Proc. SPIE 10708, Millimeter, Submillimeter, and Far-Infrared Detectors and Instrumentation for Astronomy IX, 107081D (16 juillet 2018); doi : 10.1117/12.2311984 * | | 2018 |
| DR-3 | Aperçu de la mission LiteBIRD | T. Matsumura, <i>et al.</i> LiteBIRD : mission overview and design tradeoffs , publié dans Proc. SPIE, Vol. 9143 : Space Telescopes and Instrumentation 2014: Optical, Infrared, and Millimeter Wave , septembre 2014 | | 2014 |
| DR-4 | Site Web de LiteBIRD (en anglais) | http://litebird.jp/eng/ * | | |

* Document disponible en anglais seulement

4. Objectif

Le traitement embarqué des signaux numériques (TSN) est une tendance qui progresse rapidement en matière de développement technologique et qui devrait s'étendre considérablement aux applications dans les charges utiles de tous types : des communications jusqu'aux instruments scientifiques, en passant par l'observation de la Terre. Les systèmes de lecture canadiens combinant les techniques de traitement embarqué des signaux numériques à des technologies novatrices, comme la compression de données à partir d'une matrice prédéfinie programmable par l'utilisateur (FPGA), sont actuellement déployés dans presque tous les télescopes terrestres permettant d'observer le fond diffus cosmologique (CMB), y compris le *South Pole Telescope* qui utilise des bolomètres supraconducteurs (TES) cryogéniques très sensibles.

Ce projet de développement technologique vise à renforcer davantage le leadership canadien dans le domaine du traitement des données numériques en utilisant les exigences exigeantes de la mission du télescope spatial LiteBIRD de la JAXA, laquelle devrait être lancée en 2027 et exploitée pendant trois ans en orbite autour du point L2. En plus de développer la technologie canadienne d'astronomie spatiale, ce projet ferait progresser l'expertise canadienne en matière de conception de systèmes électroniques de traitement des signaux numériques et de FPGA tolérants aux radiations.

5. Missions visées

Le LiteBIRD est un télescope spatial à longueur d'onde millimétrique de prochaine génération conçu pour cartographier la polarisation du fond diffus cosmologique (CMB). Son principal objectif scientifique est de détecter la signature imprimée sur le CMB par les ondes gravitationnelles produites une fraction de seconde après le Big Bang. La détection des ondes gravitationnelles primordiales serait l'une des découvertes scientifiques les plus importantes de notre époque. Le LiteBIRD sera équipé d'environ 3 000 détecteurs couvrant les bandes de fréquences d'observation de 40 à 400 GHz avec des niveaux de bruit environ 20 fois meilleurs que ceux obtenus avec le télescope spatial Planck. La mission LiteBIRD est dirigée par la JAXA (chercheur principal : Masashi Hazumi) et se trouve actuellement à la phase A1. Le système de lecture à multiplexage de fréquence numérique « DfMUX » de conception canadienne pour les matrices de détecteurs bolométriques du télescope constitue la référence actuelle de la mission.

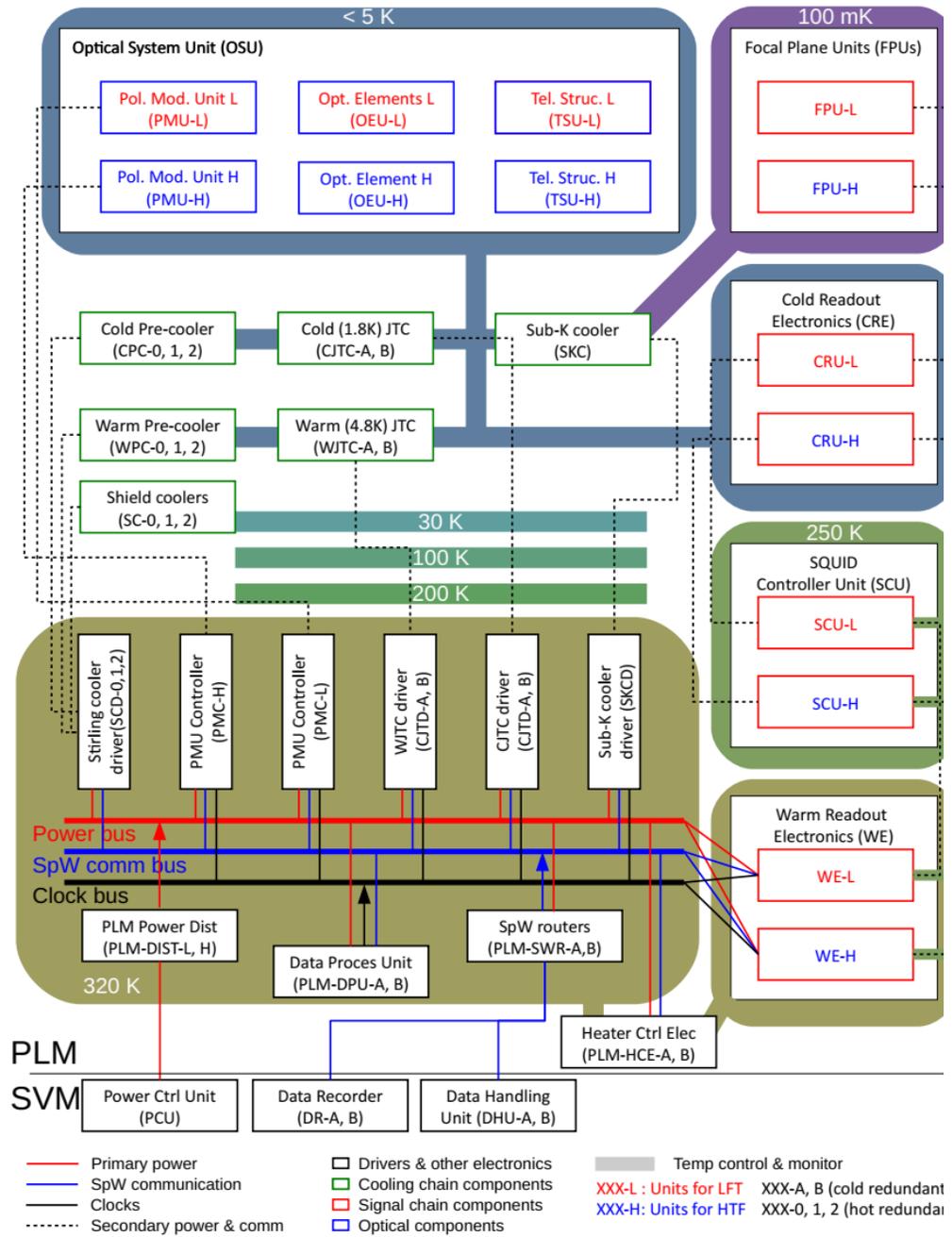
6. Contexte

6.1 Aperçu du concept

Le concept actuel de la charge utile de la mission LiteBIRD est illustré à la figure 1. Le LiteBIRD sera construit avec environ 3 000 détecteurs bolométriques cryogéniques. Le système de lecture cryogénique nécessite le multiplexage du signal de ce grand nombre de bolomètres sur un petit nombre de fils. La technologie de lecture de base du LiteBIRD est le système de lecture bolométrique DfMUX basé sur la FPGA et développé au Canada. La contribution canadienne potentielle à la mission LiteBIRD prend la forme de composantes électroniques chaudes (CEC) et du contrôleur SQUID (SCU) qui permettront la lecture multiplexe en fréquence des bolomètres supraconducteurs (TES) refroidis par cryogénie situés dans les plans focaux des deux télescopes, soit le télescope haute fréquence (HFT) et le télescope basse fréquence (LFT), tel qu'indiqué à la figure 2. Chaque télescope sera doté d'un ensemble de composantes électroniques chaudes et d'un contrôleur SQUID (collectivement désignées « l'équipement »).

LiteBIRD payload module block diagram ver 6.1

2018-05



1.1

Figure 1. Concept général de l'engin spatial LiteBIRD (d'après les notes de service de la JAXA sur la conception de LiteBIRD). Sur ce diagramme, la contribution canadienne est constituée des contrôleurs SQUID (SCU) et des composants électroniques chaudes (CEC) (en bas, à droite).

Légende :

| | |
|---|--|
| LiteBIRD payload module block diagram ver 6.1 | Schéma fonctionnel du module de charge utile LiteBIRD, version 6.1 |
| <5 K | <5 K |
| Optical System Unit (OSU) | Unité de système optique (OSU) |
| Pol. Mod. Unit L (PMU-L) | Unité du mode de polarisation L (PMU-L) |
| Opt. Elements L (OEU-L) | Éléments optiques L (OEU-L) |
| Tel. Struc. L (TSU-L) | Struct. télesc. L (TSU-L) |
| Pol. Mod. Unit H (PMU-H) | Unité du mode de polarisation H (PMU-H) |
| Opt. Elements H (OEU-H) | Éléments optiques H (OEU-H) |
| Tel. Struc. H (TSU-H) | Struct. télesc. H (TSU-H) |
| | |
| 100 Mk | 100 Mk |
| Focal Plane Units (FPUs) | Unités plan focal (FPU) |
| FPU-L | FPU-L |
| FPU-H | FPU-H |
| | |
| Cold Pre-cooler (CPC-0, 1, 2) | Prérefroidisseur à froid (CPC-0, 1, 2) |
| Cold (1.8K) JTC (CJTC-A,B) | JTC froid (1,8 K) (CJTC-A,B) |
| Sub-K cooler (SKC) | Refroidisseur sous-K (SKC) |
| Warm Pre-cooler (WPC-0, 1, 2) | Prérefroidisseur chaud (WPC-0, 1, 2) |
| Warm (4.8K) JTC (WJTC-A, B) | JTC chaud (4,8 K) (WJTC-A, B) |
| Shield coolers (SC-0, 1, 2) | Refroidisseurs passifs (SC-0, 1, 2) |
| 30 K | 30 K |
| 100 K | 100 K |
| 200 K | 200 K |
| | |
| Cold Readout Electronics (CRE) | Composantes électroniques de lecture froides (CRE) |
| CRU-L | CRU-L |
| CRU-H | CRU-H |
| | |
| 250 K | 250 K |
| SQUID Controller Unit (SCU) | Contrôleur SQUID (SCU) |
| SCU-L | SCU-L |
| SCU-H | SCU-H |
| | |
| Stirling cooler drivers (SCD-0, 1, 2) | Conducteurs des refroidisseurs Stirling (SCD-0, 1, 2) |
| PMU Controller (PMC-H) | Contrôleur PMU (PMC-H) |
| PMU Controller (PMC-L) | Contrôleur PMU (PMC-L) |
| WTC driver (CJTC driver (CJTD-A, B) | Pilote WTC (pilote CJTC (CJTD-A, B) |
| Sub-K cooler driver (SKCD) | Pilote de refroidisseur sous-K (SKCD) |
| Power bus | Bus d'alimentation |
| SpW comm bus | Bus de communication SpW |
| Clock bus | Bus d'horloge |
| PLM Power Dist (PLM-DIST-L, H) | Distribution d'énergie PLM (PLM-DIST-L, H) |

| | |
|----------------------------------|---|
| Data process unit (PLM-DPU-A, B) | Unité de traitement des données (P PLM-DPU-A, B) |
| SpW routers (PLM-SWR-A, B) | Routeurs SpW (PLM-SWR-A, B) |
| 320 K | 320 K |
| | |
| Warm Readout Electronics (WE) | Composantes électroniques de lecture chaudes (WE) |
| WE-L | WE-L |
| WE-H | WE-H |
| | |
| PLM | PLM |
| SVM | SVM |
| Power Ctrl Unit (PCU) | Bloc de commande de l'alimentation (PCU) |
| Data Recorder (DR-A, B) | Enregistreur de données (DR-A, B) |
| Data Handling Unit (DHU-A, B) | Unité de traitement des données (DHU-A, B) |
| Heater Ctrl Elec (PLM-HCE-A, B) | Composantes électroniques de contrôle du chauffage (PLM-HCE-A, B) |
| | |
| Primary power | Alimentation primaire |
| SpW communication | Communication de SpW |
| Clocks | Horloges |
| Secondary power & comm | Alimentation et communication secondaires |
| Drivers & other electronics | Pilotes et autres composantes électroniques |
| Cooling chain components | Composants de la chaîne de refroidissement |
| Signal chain components | Composants de la chaîne de signalisation |
| Optical components | Composants optiques |
| Temp control & monitor | Contrôle et surveillance de la température |
| XXX-L: Units for LFT | XXX-B : Unités pour LFT |
| XXX-H: Units for HFT | XXX-H : Unités pour HFT |
| XXX-A, B (cold redundant) | XXX-A, B (redondant à froid) |
| XXX-0, 1, 2 (hot redundant) | XXX-0, 1, 2 (redondant à chaud) |

Les composantes électroniques chaudes (également désignées collectivement sous l'appellation « unité de traitement du signal » ou UTS) et le contrôleur SQUID (SCU) fournissent la polarisation du détecteur et la lecture multiplexe en fréquence des bolomètres supraconducteurs (TES) des deux télescopes (HFT et LFT). La seule différence entre les unités HFT et LFT est le nombre d'assemblages (assemblages de cartes de circuits imprimés) au sein des unités, comme le montre la figure 2.

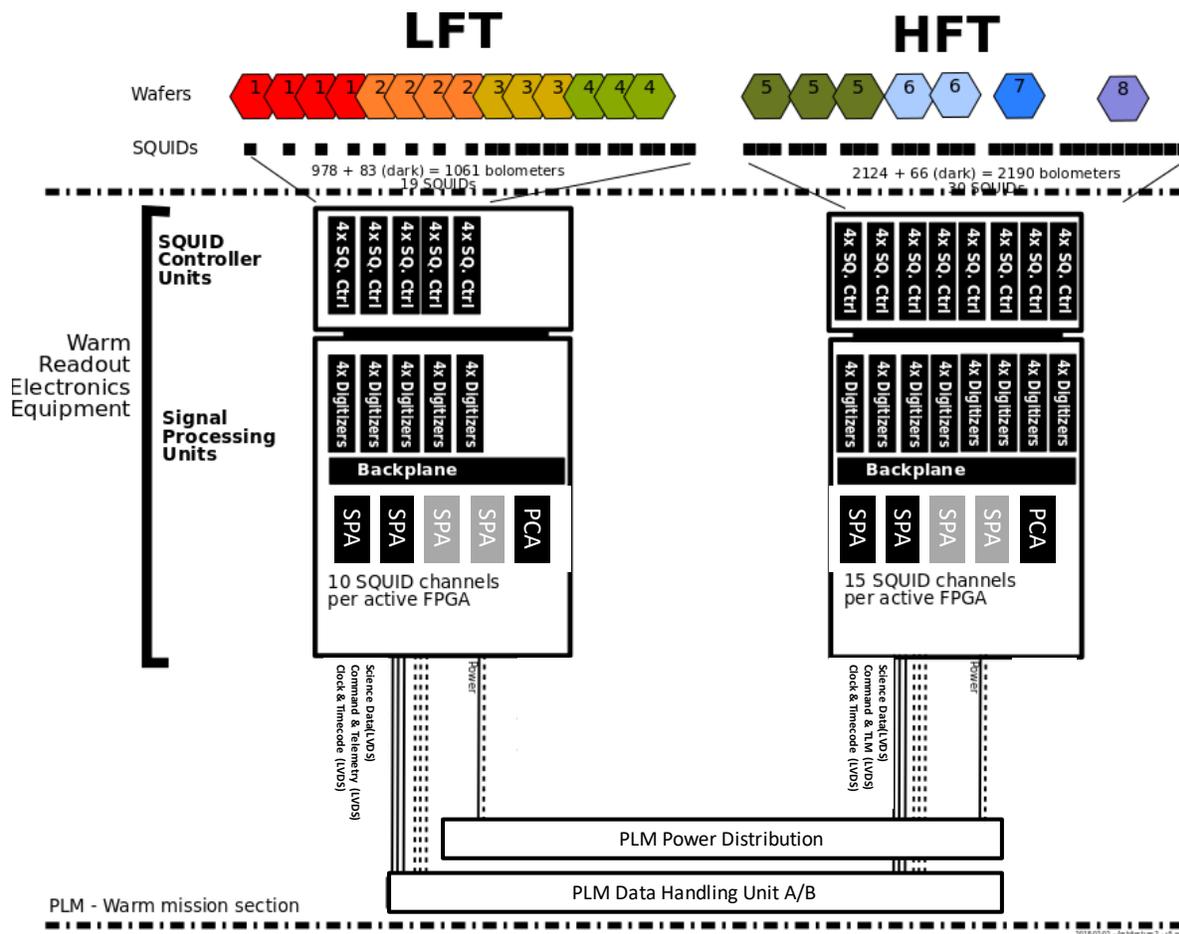


Figure 2. Télescopes basse et haute fréquence et éléments électroniques du module de réception du satellite LiteBIRD, mettant en lumière la contribution canadienne proposée.

Légende :

| | |
|------------------------------------|--|
| Wafers | Plaquettes |
| SQUIDs | SQUID |
| LFT | LFT |
| 978 + 83 (dark) = 1061 bolometers | 978 + 83 (noir) = 1 061 bolomètres |
| 19 SQUIDs | 19 SQUID |
| HFT | HFT |
| 2124 + 66 (dark) = 2190 bolometers | 2124 + 66 (noir) = 2 190 bolomètres |
| 30 SQUIDs | 30 SQUID |
| Warm Readout Electronics Equipment | Composantes électroniques de lecture chaudes |
| SQUID Controller Units | Unités de contrôle SQUID |
| Signal Processing Units | Unité de traitement des signaux |

| | |
|-----------------------------------|---|
| 4x SQ. Ctrl | 4x contrôleur SQUID |
| 4x Digitizers | 4x numériseurs |
| Backplane | Fond de panier |
| SPA | ETS |
| PCA | ACE |
| 10 SQUID channels per active FPGA | 10 canaux SQUID par FPGA active |
| | |
| Clock & Timecode (LVDS) | Horloge et code horaire (LVDS) |
| Command & Telemetry (LVDS) | Contrôle et télémétrie (LVDS) |
| Science Data (LVDS) | Données scientifiques (LVDS) |
| Power | Alimentation |
| PLM – Warm mission section | PLM - Section mission chaude |
| PLM Power Distribution | Distribution de l'alimentation PLM |
| PLM Data Handling Unit A/B | Unité A/B de traitement des données PLM |

6.2 Études antérieures et niveau de maturité actuel de la technologie DfMux

Le système de lecture a fait l'objet d'une étude de 2012 à 2014 en vue d'une éventuelle application en vol dans le cadre du Programme de développement des technologies spatiales (PDTs) de l'ASC. Cette étude s'est concentrée sur la mise en œuvre des composants analogiques dans une unité représentative de la version de vol, et sur la mise en œuvre d'un système d'annulation active numérique. Des versions représentatives de la version de vol des cartes de contrôle et du numériseur (mezzanine) SQUID ont été fabriquées et mises à l'essai dans une plage de températures de fonctionnement plausible et ont été testées dans un système DfMux complet avec détecteurs refroidis par cryogénie et amplificateurs SQUID afin de démontrer le niveau de multiplexage requis (64x). Les prochaines étapes, qui ont été énoncées à la fin du contrat du PDTs en 2014, sont toujours valables, à savoir la conception et la fabrication d'ensembles de traitement de signaux représentatifs de la version de vol et l'essai de démonstration d'un système DfMux complet représentatif de la version de vol.

Dans le cadre de l'étude de la contribution à la mission LiteBIRD DfMux de l'ASC terminée en 2018, le NMT de l'architecture d'étude DfMux a été évalué selon le processus de l'ASC. L'étude a montré que le risque restant le plus élevé et le niveau de maturité technologique le plus faible étaient la mise en œuvre du traitement des signaux numériques pour un système hautement multiplexé dans une FPGA moderne à grande échelle basé sur une mémoire vive statique. La portée du développement requis a été identifiée comme suit :

1. Qualification de la puce et du conditionnement de la FPGA (essais de radiation et essais structuraux et thermiques).
2. Conception du montage thermique structurel de la matrice de colonnes de la FPGA sur un ensemble de traitement des signaux (ETS) représentatif du vol.
3. Essais environnementaux pertinents de ce qui précède.

4. Mises à jour du code de traitement du signal de la FPGA et conversion au dispositif KU060, y compris les fonctions de réduction de puissance et d'atténuation des perturbations isolées (SEU).
5. Essai fonctionnel et de rendement de ce code (16 canaux) avec chaînes de signaux à 4 canaux (numériseur et contrôleur SQUID).

L'objectif principal de ce projet de développement technologique est d'aborder les risques techniques cernés au cours de l'étude de contribution à la mission pour l'utilisation de la FPGA KU060 dans cette application qui débiterait avant l'approbation officielle du programme LiteBIRD.

7. Portée des travaux

La portée des travaux décrite ici complète la Section A.6 *Description générique des tâches* de l'annexe A.

En se concentrant sur les éléments à haut risque et les éléments technologiques critiques identifiés dans le cadre de l'étude portant sur la contribution à la mission, les tâches de développement devraient être exécutées pour le prototype d'un système de lecture DfMux à chaîne unique afin de réduire les risques liés aux technologies et aux défis clés, de manière à démontrer une atténuation des effets des radiations sur les FPGA et un refroidissement fiable des FPGA. Cette unité prototype (EDU) vise à diminuer les risques technologiques avant la réalisation d'un modèle de démonstration (MD) ou d'un modèle technique (MT). Les principales activités comprennent le développement :

- a) de la nouvelle carte à FPGA, du fond de panier et du boîtier;
- b) de la mise à jour de la CCI en mezzanine développé lors du contrat PDTS précédent (2 à 4 canaux SQUID, format 6U);
- c) de la réutilisation du contrôleur SQUID développé lors du contrat PDTS précédent;
- d) du micrologiciel avec atténuation des SEU.

Le prototype pourrait être testé avec les bolomètres supraconducteurs fournis par les partenaires LiteBIRD ou empruntés à des programmes au sol, ce qui réduirait considérablement le risque pour le calendrier de développement.

Les tâches spécifiques comprennent ce qui suit :

1. Avancement de l'unité SQUID à quatre canaux

- 1.1. Mettre à jour le plan du contrôleur pour minimiser la zone.

- 1.2. Mettre à jour le plan pour permettre l'installation d'un boîtier représentatif du modèle de vol.
- 1.3. Inclure des connecteurs et un harnais représentatifs de vol.

2. Avancement de l'unité de traitement des signaux

Le fond de panier DfMux est un élément clé de l'unité de traitement des signaux, car il forme l'interconnexion entre l'ensemble de traitement des signaux (c'est-à-dire la carte FPGA) et l'ensemble de numérisation (précédemment appelée CCI en mezzanine). Le nombre de broches le plus élevé disponible est de 160 interconnexions, ce qui signifie qu'au moins trois de ces connecteurs sont nécessaires pour réaliser les connexions du numériseur dans l'architecture de base. Cela déterminerait la taille de l'ensemble de traitement des signaux. Une des exigences est de fournir une interconnexion haute densité pour l'unité de traitement des signaux, reliant l'ensemble de traitement des signaux avec une grande FPGA KU060 à quatre chaînes de numériseurs et contrôleurs SQUID, chacune ayant 4 canaux. Bien que l'on ne s'attende pas à ce que la technologie des connecteurs soit difficile à développer, même les connecteurs spécialement conçus ou spatioqualifiés peuvent avoir des délais de production très longs. Si un connecteur de fond de panier selon la norme PCI de haute fiabilité est sélectionné, une certaine qualification sera requise. Cela nécessiterait les travaux suivants :

- 2.1. Mise en œuvre dans le cadre d'une conception de prototype.
- 2.2. Essais fonctionnels et du rendement.
- 2.3. Essais thermiques et de vibration.
- 2.4. Essais de dégazage et/ou examen des matériaux.

3. Progression de la conception du DfMux

3.1. La conception du DfMux doit être poussée davantage pour les applications sur LiteBIRD, lesquelles nécessitent une meilleure intégration des canaux SQUID. L'étude de contribution à la mission a conclu que la nouvelle conception de DfMux sera mise à l'essai avec la version commerciale de la FPGA KU060 dans une version prototype qui confirmera le fonctionnement de 16 canaux en termes de micrologiciel – la mise en œuvre matérielle de ce prototype comprendra initialement 4 canaux SQUID opérationnels.

3.2. L'étape suivante est l'assemblage et la mise à l'essai d'un modèle de démonstration (MD) qui comprend plusieurs chaînes SQUID et numériseurs.

3.3. Cette étape devrait être suivie par un modèle technique (MT) à canal réduit qui devrait être construit avec tous les composants spatioqualifiés, y compris les versions qualifiées des FPGA KU060 et des FPGA AX2000.

3.4. Afin de vérifier le rendement thermique, le prototype devrait être mis à l'essai dans un caisson TVAC. Pour vérifier l'intégrité structurelle, cette mise à l'essai du prototype devrait également inclure des essais de résistance aux vibrations de l'unité de traitement des signaux (c.-à-d. la carte FPGA, la carte numériseur et le fond de panier).

4. Avancement de l'ensemble numériseur à quatre canaux

- 4.1. Mise à jour de la disposition pour une version à 4 canaux.
- 4.2. Mise à jour de la conception/disposition pour les pièces changées/mises à jour (y compris les CNA de faible puissance).
- 4.3. Mise à jour de la conception pour permettre une alimentation électrique redondante et de première qualité.
- 4.4. Mise à jour de la conception pour incorporer le multiplexage des données, de l'horloge et des entrées de synchronisation des cartes de processeur de signaux principal et redondant.
- 4.5. Mise à jour de la conception en fonction de la disposition dans un boîtier représentatif du modèle de vol.
- 4.6. Mise à jour de la conception pour inclure des connecteurs semblables à ceux utilisés dans l'espace.

5. Avancement de l'ensemble de traitement des signaux

- 5.1. Élaborer et mettre en œuvre une nouvelle conception des CCI avec une disposition nominale représentative du modèle de vol, y compris des empreintes doubles au besoin.
- 5.2. Mettre en œuvre le système de FPGA KU060 disponible sur le marché.
- 5.3. Obtenir une gestion de la dissipation thermique (extraction de chaleur) représentative du matériel de vol pour la FPGA.
- 5.4. Élaborer et mettre en œuvre le micrologiciel prenant en charge les 16 chaînes du contrôleur et numériseur SQUID (seulement 4 chaînes seront utilisées dans le prototype).
6. Optimiser le micrologiciel pour une alimentation plus faible en énergie; rendre le chemin des données autorécupérable après une SEU; renforcer les tables de coefficients FTT et FIR avec code correcteur d'erreur (CCE); intégrer une redondance trimodulaire dans la logique de contrôle; créer un moteur de compression à faible consommation d'énergie.
7. Élaborer et mettre en œuvre un fond de panier selon la norme PCI ou un schéma d'interconnexion et des connecteurs représentatifs de vol.
8. Concevoir la disposition d'un boîtier représentatif de la version de vol ainsi que des connecteurs similaires à ceux utilisés en vol.
9. Élaborer et mettre en œuvre une interface de données de vol (optionnel) – il est également possible d'utiliser l'interface prise en charge par la FPGA (Ethernet).
10. Les algorithmes de traitement des signaux numériques de l'ensemble de traitement des signaux ont été vérifiés dans le cadre du projet DfMux précédent. Ceux-ci ont été

intégrés puis mis à l'essai avec les FPGA de la série Kintex-7 de Xilinx. Le même algorithme sera intégré à la FPGA Ultrascale de Kintex (KU060).

Outre les exigences susmentionnées, l'entrepreneur doit procéder à l'évaluation de la maturité technologiques et des risques (TRRA) des technologies clés qu'on compte utiliser dans le système proposé, conformément aux exigences des lignes directrices de l'ASC sur l'évaluation des risques et des niveaux de maturité technologique (DA-1) et préparer un rapport sommaire de TRRA (DA-4), en utilisant le cahier de travail sur les critères d'identification des éléments technologiques critiques (ETC) (DA-2 et DA-3) pour chaque ETC. L'entrepreneur doit aussi décrire les caractéristiques de rendement de la technologie par rapport aux besoins de la mission visée et dans l'environnement prévu.

L'entrepreneur doit fournir une feuille de route technologique (FRT), qui comprend une description des développements technologiques requis pour répondre aux besoins de la mission ainsi qu'un plan et un échéancier pour l'atteinte des NMT 6 et 8. La feuille de route doit être présentée selon le format de la Feuille de route technologique (DA-5).

L'objectif est de comprendre pleinement les progrès technologiques actuels par rapport à la création d'un tel système et d'avoir une idée du cheminement technologique requis jusqu'à la spatioqualification, ses différentes étapes et les coûts et l'échéancier de mise en œuvre prévus.

8. Caractéristiques fonctionnelles et exigences de rendement

Les exigences obligatoires pour le prototype sont énumérées ci-dessous. Certaines exigences particulières doivent être confirmées (à confirmer) à la suite de l'examen du concept préliminaire (voir le calendrier des étapes ci-dessous).

REQ-001 Forme, taille, fonction :

Le prototype doit être cohérent avec le futur module de vol du système LiteBIRD en termes d'ajustement, de forme et de fonction.

Remarques : S'il est impossible de recourir à des composantes représentatives de la version de vol, les composantes doivent être caractérisées adéquatement, de sorte qu'il soit possible de déterminer le comportement prévu de l'unité de vol en analysant le rendement de l'EDU.

Bien qu'un ensemble préliminaire des exigences de la mission a été publié, ces exigences ne sont pas complètes pour le moment et n'ont pas été appliquées aux composantes du système LiteBIRD. Aux fins du présent développement, ces exigences de niveau mission serviront de lignes directrices pour établir les exigences prévues pour le système de l'EDU.

REQ-002 Masse :

La masse de l'EDU doit correspondre à la masse allouée à la mission LiteBIRD, soit 70 kg.

Remarques : Bien qu'un ensemble d'exigences préliminaires relatives à la mission a été publié, ces exigences ne sont pas complètes pour le moment et n'ont pas été appliquées aux composantes du système LiteBIRD. Aux fins du présent développement, ces exigences de niveau de mission serviront de lignes directrices pour établir les exigences prévues pour le système de l'EDU.

REQ-003 Volume :

L'EDU doit être cohérente avec les allocations de volume à la mission LiteBIRD.

Remarques : Bien qu'un ensemble d'exigences préliminaires relatives à la mission a été publié, ces exigences ne sont pas complètes pour le moment et n'ont pas été appliquées aux composantes du système LiteBIRD. Aux fins du présent développement, ces exigences de niveau mission serviront de lignes directrices pour établir les exigences prévues pour le système de l'EDU.

REQ-004 Température de fonctionnement

La température de fonctionnement du SCU ne doit pas dépasser 250 K

La température de fonctionnement de l'UTS ne doit pas dépasser 330 K

REQ-005 Alimentation du système de lecture

La consommation d'énergie ne devrait pas dépasser 300 W.

REQ-006 Interface du contrôleur de charge utile

Le système de lecture doit utiliser l'interface LVDS du contrôleur de charge utile.

REQ-007 Bolomètres

Le système électronique doit lire les bolomètres supraconducteurs (TES) avec une puissance électrique (total du traitement et de la transmission) comprise entre 50 et 100 mW (en fonction du facteur multiplexage).

REQ-008 Nombre de bolomètres par canal SQUID

Le système de lecture doit prendre en charge jusqu'à 128 bolomètres par canal. Il est actuellement prévu d'utiliser de 47 à 77 bolomètres par canal.

REQ-009 Nombre de canaux SQUID

Le système de lecture du LFT doit prendre en charge 19 canaux SQUID (possibilité de 20).

Le système de lecture du HFT doit prendre en charge 30 canaux SQUID (possibilité de 32).

REQ-010 Compatibilité au vide

Toutes les pièces et tous les matériaux choisis en vue d'une utilisation dans l'EDU doivent être compatibles avec un fonctionnement sous vide de 10^{-5} torr ou moins.

Remarque : D'autres spécifications relatives au vide peuvent être proposées si des composantes commerciales sont intégrées. Dans ce cas, le recours à des composantes commerciales doit être justifié. La conformité à cette exigence dans la portée des travaux actuelle sera démontrée par la revue du concept et de l'analyse.

REQ-011 Tolérance aux radiations

Toutes les pièces et tous les matériaux sélectionnés pour être utilisés dans l'EDU doivent être compatibles avec un fonctionnement dans l'environnement de radiations de la mission LiteBIRD.

Remarque : D'autres spécifications peuvent être proposées si des composantes commerciales sont intégrées. Dans ce cas, le recours à des composantes commerciales doit être justifié. La conformité à cette exigence sera démontrée par le choix des matériaux et des composants, l'examen du concept et de l'analyse.

9. NMT visé

Pour la mise au point de cette technologie, on vise l'atteinte du NMT 5 pendant la durée du contrat.

10. Produits spécifiques à livrer

Les produits à livrer définis dans le tableau 1 s'ajoutent à ceux de la section A.7 *Réunions et produits à livrer* prévus au contrat de l'annexe A.

Tableau 1: Livrables

| ID | Date d'échéance | Produit à livrer | Type |
|-----|------------------------|-------------------------------------|--|
| D1 | M2 | Document relatif aux exigences | Document/rapport technique |
| D2 | M2 | Document de conception préliminaire | Document/rapport technique |
| D3 | M3 | Document de conception détaillée | Document/rapport technique |
| D4 | M4 | Plan de vérification | Document/rapport technique |
| D5 | M4 | Plan d'étalonnage | Document/rapport technique |
| D6 | M4 | Rapport de vérification | Document/rapport technique |
| D7 | M4 | Rapport d'étalonnage | Document/rapport technique |
| D8 | Chaque examen et jalon | Grille de conformité | Document/rapport technique |
| D9 | M5 | Rapport sommaire | Rapport général |
| D10 | M2, M3, M5 | Modèles et analyses | Données techniques et analyses |
| D11 | M5 | Prototype de matériel | Logiciels et matériel à livrer à la fin du contrat |
| D12 | Mensuel | Calendrier de projet | Information sur la gestion de projet |

* Remarque : Les documents D4 à D7 peuvent être combinés ou divisés, selon le cas.

11. Calendrier et jalons

Ce projet de développement technologique a une durée prévue de 18 mois. Le tableau 2 présente un calendrier suggéré par rapport à la date d'attribution du contrat (AC). À noter que la réunion d'examen d'étape intitulée Examen du concept détaillé est officiellement considérée comme une réunion d'autorisation des travaux. Un calendrier différent, d'une durée maximale de 18 mois, peut être proposé dans la mesure où il comprend une réunion d'autorisation des travaux à l'étape du concept détaillé.

Tableau 2: Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Date | Lieu |
|------------------------|--|-----------------|---------------------------|
| M1 | Réunion de lancement (RL) | RL + 2 semaines | ASC ou par téléconférence |
| Évaluation des progrès | Réunions d'échange technique avec l'ASC pour discuter et résoudre des questions techniques (au besoin) | - | Téléconférence |
| M2 | Examen du concept préliminaire (ECP) | RL + 4 mois | Téléconférence |
| M3 | Examen du concept détaillé (ECD) <i>Réunion d'autorisation des travaux</i> | RL + 10 mois | ASC ou par téléconférence |
| M4 | Examen de l'état de préparation aux essais (EEPE) | RL + 14 mois | Entrepreneur |
| M5 | Réunion de revue finale | RL + 18 mois | ASC |

Technologie prioritaire 4 (TP-4)

**Développement d'une
technologie miniaturisée à
corps noir pour l'étalonnage
embarqué d'un capteur servant
à la détection des incendies**

TP-4 : Développement d'une technologie miniaturisée à corps noir pour l'étalonnage embarqué d'un capteur servant à la détection des incendies

1. Liste des sigles et acronymes

| | |
|------|----------------------------------|
| ASC | Agence spatiale canadienne |
| DDR | Revue de conception détaillée |
| ECOS | Educational Cubesat Open Source |
| ET | Énoncé de travail |
| FR | Réunion de revue finale |
| KoM | Réunion de lancement |
| NMT | Niveau de maturité technologique |
| PDR | Revue de conception préliminaire |
| TRR | Revue d'aptitude aux essais |

2. Documents applicables

Aucun document applicable n'est nécessaire pour l'élaboration de cette proposition par le soumissionnaire.

3. Documents de référence

Cette section présente les documents qui contiennent des renseignements additionnels qui peuvent être utiles pour le soumissionnaire, mais qui ne sont pas obligatoires pour la préparation de la proposition.

| N° de DR | Numéro du document | Titre du document | N° de la rév. | Date |
|----------|--------------------|--|---------------|------------|
| DR-1 | | L. Ngo Phong <i>et al.</i> , "Uncooled midwave infrared sensors for spaceborne assessment of fire characteristics," SPIE 10116, pp. 101160N-1 – 101160N-11 * | | 2017 |
| DR-2 | | L. Ngo Phong <i>et al.</i> "A low resource imaging radiometer for nanosatellite based fire diagnosis", SPIE 10765, pp. 1076502-1 – 1076502-12 * | | 2018 |
| DR-3 | GSFC-STD-7000A | GSFC-STD-7000, General environmental verification standard (GEVS) for GSFC flight programs and projects * | | Avril 2013 |

* Document disponible en anglais seulement

4. Contexte

Les radiomètres à imagerie multispectrale sont couramment utilisés en télédétection thermique. Afin de réduire le plus possible les erreurs de mesure, il est souhaitable d'embarquer une source d'étalonnage, comme un corps noir à cavité. Ce type de source comprend généralement une cavité dont les dimensions sont supérieures à celle du diamètre d'ouverture, de sorte à obtenir une émissivité élevée. Étant donné que la surface émissive doit être suffisamment large pour correspondre au champ de vision de l'instrument, le volume d'une telle source pourrait rendre son utilisation prohibitive sur de petits engins spatiaux. Le présent document définit la portée d'une étude portant sur des plaques à émissivité élevée spatioqualifiables en guise de solution de rechange de moindres dimensions que les corps noirs à cavité. L'objectif est d'évaluer, à la lumière des résultats, s'il s'agit d'une solution viable pour l'étalonnage en orbite d'un radiomètre à imagerie multispectrale récemment conçu pour la détection de feux de forêt.

Au Canada, les feux de forêt brûlent en moyenne chaque année 2,4 millions d'hectares de forêt et relâchent quelque 20 millions tonnes de carbone dans l'atmosphère. Puisque les ressources de lutte contre les incendies sont limitées et que tous les incendies n'ont pas la même ampleur, il est important que les gestionnaires des feux de forêt disposent d'outils appropriés leur permettant de comparer les incendies et de gérer les priorités. Dernièrement, l'ASC a amorcé l'élaboration d'un radiomètre d'imagerie multispectrale à cette fin. L'instrument de base consiste en un ensemble de trois caméras à visée vers le nadir fournissant des données d'image dans les spectres visible, infrarouge moyen et infrarouge lointain mises en correspondance. Les données seraient récupérées depuis une orbite basse terrestre en mode de balayage longitudinal. Une nouvelle matrice de 512x3 microbolomètres résistifs à VOx [DR-1] constitue le cœur des caméras infrarouge. Ces derniers ont été retenus en raison de leur faible demande à l'égard des ressources de l'engin spatial et de leur capacité à capter les caractéristiques des feux de forêt. La large fauchée d'observation, qui est essentielle à l'obtention de survols très fréquents d'une même région, est rendue possible en superposant deux matrices de 512x3 pour obtenir une matrice efficace de microbolomètres de 1017x3 au sein de l'ensemble de détection. Les détails techniques du radiomètre d'imagerie multispectrale sont fournis dans le document DR-2.

Le présent énoncé de travail porte sur la conception, la construction et la caractérisation des plateformes à plaques pour l'étalonnage des caméras infrarouge de l'instrument susmentionné. Chaque plateforme doit comprendre un mécanisme de verrou de retenue et miser sur un mécanisme de sécurité en cas de défaillance lui permettant de se repositionner dans le champ de vision des caméras pendant les périodes d'étalonnage en orbite. Ces travaux portent sur les plaques chauffées par résistivité; les dispositifs chauffés passivement sont exclus de la portée du présent ET. Les éléments suivants feront l'objet d'une revue et d'une évaluation dans le cadre de la soumission et doivent inclure, sans s'y limiter :

- Modélisation radiométrique et méthodes de validation des résultats de la modélisation
- Sous-systèmes de verrou de retenue et mécanismes de commande
- Mécanismes de sécurité permettant à la plaque d'être éloignée du champ de vision de la caméra en cas de défaillance du mécanisme de commande

- Méthodes pour le revêtement de surface à émissivité élevée afin d'assurer une uniformité adéquate et une reproductibilité des résultats
- Conception d'une plateforme structurelle à faible masse et à résistance élevée et à gradient thermique minimal à l'échelle de la surface émissive
- Capteurs de température de précision redondants avec dérive minimale pendant toute la durée de vie de la mission
- Méthode d'étalonnage et de contrôle de la température du capteur de température
- Distribution des résistances chauffantes et des capteurs de température sur la plaquette
- Méthodes de validation de la longévité du système moteur et de la survie au lancement
- Montage des instruments de mesure permettant de caractériser, dans un environnement représentatif : i) la variation de la température et de l'émissivité à la surface de la plaquette, et ii) les effets de l'arrière-plan thermique et des gradients de température de l'instrument sur la stabilité et l'uniformité de l'émission

Il est à noter que, contrairement à l'illustration présentée dans le document DR-2, il est possible d'installer les caméras infrarouges côte à côte, de sorte que leur plaque d'étalonnage partagée (si une telle disposition est retenue) n'obstrue pas le champ de vision de la caméra fonctionnant dans le spectre visible. Notez également qu'il est toujours possible que chaque caméra infrarouge ait sa propre plaque d'étalonnage.

5. Missions visées

Si la solution est jugée fiable, la plaque à corps noirs sera envisagée dans le cadre de deux missions spatiales potentielles. Dans le cadre des occasions de vol offertes par l'initiative ECOS (Educational Cubesat Open Source), on pourrait utiliser cette source comme cible d'étalonnage en vol pour une caméra infrarouge disponible dans le commerce afin de faire évoluer son NMT. Dans le cadre de la mission Wildfiresat actuellement prévue, on envisage d'utiliser ce type de source pour l'étalonnage radiométrique de l'instrument embarqué de détection des feux.

6. Portée des travaux

La portée des travaux décrits ici complète la section A.6 *Description générique des tâches* de l'annexe A. Pour la plateforme à plaque, on vise l'atteinte du NMT 5. La portée des travaux englobe : i) la modélisation, la conception et la construction de plateformes à plaque d'étalonnage aux paramètres variables; ii) un caisson environnemental évaluant les effets paramétriques de la plateforme lorsque celle-ci est intégrée à une caméra représentative relativement au rendement radiométrique atteignable; et iii) la validation du modèle radiométrique représentant la plateforme à plaque.

Les tâches suivantes devront être réalisées (liste non exhaustive) :

- Identifier un sous-système de verrou de retenue et un mécanisme de commande qui conviennent
- Déterminer le mécanisme de sécurité qui permettra à la plaque d'être retirée du champ de vision de la caméra en cas de défaillance du mécanisme de commande
- Produire un modèle radiométrique pour le sous-système de plateforme à plaquette

- Analyser les options suivantes relativement à la configuration de la plateforme : i) une plateforme à plaque et un moteur partagés entre les deux caméras infrarouge; ii) une plateforme à plaque et un moteur pour chaque caméra infrarouge; et iii) une plateforme à plaque pour chaque caméra infrarouge, les deux caméras étant entraînées par un seul et même moteur
- Concevoir un certain nombre de prototypes de plateformes à plaque afin de permettre l'étude des effets paramétriques. Chaque plateforme doit généralement comprendre les éléments suivants : un châssis de support, une plaque, un moteur pas-à-pas, un arrache-goujon, et une série de résistances et de capteurs de température distribués.
- Appliquer un revêtement à émissivité élevée sur les prototypes de plaques
- Concevoir des interfaces de lecture et de commande électroniques pour les résistances, les capteurs de température, le moteur pas-à-pas et l'arrache-goujon
- Effectuer l'étalonnage des capteurs de température
- Assembler les plateformes à plaque
- Réaliser les essais en environnement afin d'évaluer la résistance aux conditions de lancement
- Concevoir et construire une interface informatique pour l'exécution des activations ouverture-fermeture répétitives de la plaque, de manière à évaluer la longévité du moteur
- Étudier, dans un caisson environnemental, les variations temporelles et spatiales de la température et des émissions thermiques de la plateforme à plaquette en qualité d'élément intégral d'une caméra représentative
- Étudier les effets paramétriques de la plateforme et les incidences de la caméra à laquelle la plaque est attachée sur le rendement radiométrique réalisable
- Valider le modèle radiométrique

7. Exigences

Le sous-système de plaque résultant doit pouvoir être spatioqualifié (conception, processus ou essais) et doit pouvoir résister aux exigences environnementales d'une mission spatiale (vibration, température, vide et radiations). Les autres exigences techniques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1. Exigences techniques du sous-système de plaque

| | Seuil Exigence obligatoire | Objectif |
|---|---|---|
| Épaisseur maximale de la plaque | 10 mm | 5 mm |
| Masse par unité de surface | < 5 g / cm ² | < 1 g / cm ² |
| Isolation thermique de la surface arrière | MLI | MLI |
| Diamètre effectif de l'émetteur | > 100 mm (une plaquette par caméra infrarouge) > 230 mm (une plaquette partagée par les deux caméras infrarouge) | > 100 mm (une plaquette par caméra infrarouge) > 230 mm (une plaquette partagée par les deux caméras infrarouge) |

| | | |
|--|---|---|
| Émissivité effective | > 0,95 | > 0,97 |
| Incertitude relative à l'émissivité | < 0,005 | < 0,003 |
| Plage spectrale | 3 – 12,3 μ m | 3 - 14 μ m |
| Plage de température d'étalonnage | 300 - 330 K | 300 - 360 K |
| Orbite d'exploitation | LEO | LEO |
| Stabilité d'étalonnage du capteur de température | Dérive de 5 mK @ 330 K sur 7 ans | Dérive de 3 mK @ 360 K sur 10 ans |
| Précision du capteur de température | < 150 mK | < 100 mK |
| Résolution du capteur de température | < 100 mK | < 80 mK |
| Précision radiométrique | < 500 mK | < 250 mK |
| Consommation énergétique (étalonnage à chaud) | < 30 W | < 45 W |
| Résistance aux vibrations | 14,1 grms de 20-2000Hz, trois axes, 2 min. par axe, sans marge de sécurité [voir DR-3] | Identique à l'exigence relative au seuil, mais avec une marge de sécurité de 50 % |
| Résistance aux radiations | 10 krad | 10 krad |
| Dégazage | RML < 1,0 % CVCM < 0,1 % | RML < 1,0 % CVCM < 0,1 % |
| Durée de la mission | 7 ans | 10 ans |
| Sécurité | Précautions modérées (c.-à-d., port d'un masque, milieu contrôlé, ou protection contre la contamination [p. ex, salle blanche]) | Risques minimes pour le personnel |

8. NMT visé

Le NMT ciblé pour ce développement technologique est le NMT 5 pendant la période du contrat.

9. Produits spécifiques à livrer

Les produits à livrer ci-après complètent la Section A.7 *Réunions et produits à livrer* prévus au contrat, de l'annexe A.

Produits à livrer attendus :

- Le modèle radiométrique et les codes connexes
- Un rapport de conception comprenant les dessins mécaniques et les détails des interfaces électriques et mécaniques
- Un rapport de plan d'essai comprenant les détails des méthodologies et de la mise en place des mesures
- Un rapport de caractérisation montrant tous les résultats de la caractérisation et des essais effectués
- Tous les autres documents, matériels, codes et données générés pendant le travail

- La plate-forme d'essai utilisée pour effectuer des activations répétées d'ouverture et de fermeture de la plaque
- Un assemblage plaque-corps noir et caméra, avec d'autres assemblages de plaques-corps noirs.

Tableau 2 : Produits spécifiques à livrer

| ID | Date de livraison | Produit à livrer | Type |
|-----|-------------------|--|-------------------|
| D1 | M1 | Documentation pour la réunion de lancement | Document |
| D2 | M2 | Rapport de conception préliminaire | Rapport technique |
| D3 | M3 | Rapport de conception détaillé | Rapport technique |
| D4 | M4 | Rapport sur le plan d'essai | Rapport technique |
| D5 | M4+3 mois | Rapport de caractérisation | Rapport technique |
| D7 | M5 | Rapport final | Rapport technique |
| D8 | M5 | Assemblage plaque-corps noir et caméra et tous les autres assemblages de plaques-corps noirs | Prototypes |
| D9 | M5 | Plateforme d'essai utilisée pour l'activation répétée d'ouverture-fermeture de la plaque | Matériel d'essai |
| D10 | M5 | Codes de modélisation radiométrique | Logiciel |

10. Calendrier et jalons

Le développement de cette technologie devrait prendre de 12 à 18 mois. Un calendrier est proposé au tableau 3. On peut également proposer un autre calendrier d'une durée maximale de 18 mois qui prévoit la tenue d'une réunion d'autorisation de travail à l'étape de la conception détaillée et d'une réunion environ tous les trois mois.

Tableau 3 – Calendrier et jalons

| Jalons | Description | Date | Lieu |
|--------|---|--------------|--------------------------------|
| M1 | Réunion de lancement (RL) | RL | Entrepreneur ou téléconférence |
| M2 | Revue de conception préliminaire (PDR) | RL + 3 mois | Téléconférence |
| M3 | Revue de conception détaillée (DDR) Réunion d'autorisation des travaux | RL + 5 mois | ASC |
| M4 | Revue d'aptitude aux essais (TRR) | RL + 8 mois | Entrepreneur ou téléconférence |
| M5 | Réunion de revue finale | RL + 12 mois | ASC |